

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tesisenxarxa.net) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

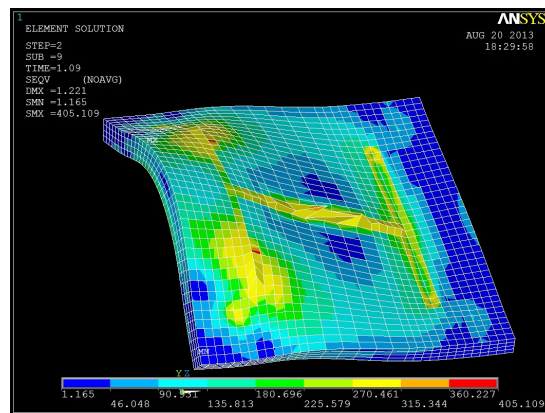
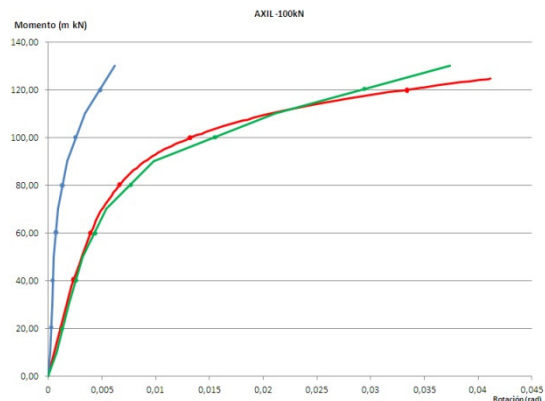
ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tesisenred.net) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tesisenxarxa.net) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author



TESIS DOCTORAL:

ESTUDIO DE LA PRECISIÓN DEL MÉTODO DE LOS COMPONENTES PARA LA PREDICCIÓN DEL COMPORTAMIENTO ROTACIONAL DE UNA BASA DE PILAR. PROPUESTAS DE MEJORA PARA EL CASO DE ESTUDIO.



Autor:
Jaume Alentorn Puigcerver

Director de tesis:
Dr. Agustí Obiol Sánchez

Codirector de tesis:
Dr. Jordi Maristany Carreras

Fecha:
Mayo 2015

Estudios:
Tecnologia a l'Arquitectura, Edificació i Urbanisme
Universitat Politècnica de Catalunya

**Estudio de la precisión del método de los componentes para la predicción del comportamiento rotacional de una basa de pilar.
Propuestas de mejora para el caso de estudio.**
© 2015 Jaume Alentorn Puigcerver. UPC.



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA**
BARCELONATECH

ETSAB



Escola Tècnica Superior
d'Arquitectura de Barcelona

TESIS DOCTORAL:

**ESTUDIO DE LA PRECISIÓN DEL MÉTODO DE LOS COMPONENTES PARA LA
PREDICCIÓN DEL COMPORTAMIENTO ROTACIONAL DE UNA BASA DE PILAR.
PROPUESTAS DE MEJORA PARA EL CASO DE ESTUDIO.**

Autor:
Jaume Alentorn Puigcerver

Director de tesis:
Dr. Agustí Obiol Sánchez

Codirector de tesis:
Dr. Jordi Maristany Carreras

Fecha:
Mayo 2015

Estudios:
Tecnologia a l'Arquitectura, Edificació i Urbanisme
Universitat Politècnica de Catalunya

Al meu avi **Jaume** (1927-2005).

Perquè gràcies al teu treball d'ahir
neixen les possibilitats d'avui.

El meu reconeixement,
el meu testimoni,
el meu respecte,
el meu profund agraïment,
el meu amor de nét.

Als meus pares, **Jaume i Montse**.

Gràcies
per allò tangible i intangible,
per allò eteri i perdurable.
Pel vostre exemple,
pel vostre ensenyament,
per la vostra constància,
pel vostre amor.

La meva admiració,
la meva gratitud,
la meva entrega.

Sempre.

A la meva promesa **Magda**.

Llum,
comprensió,
tendresa,
delicadesa,
autenticitat,
amor.

Gràcies
pel camí que obres,
pel futur que depares i
per la vida que regales.

I. AGRADECIMIENTOS

Primeramente mostrar mi gratitud al Director de esta Tesis,

Dr. Agustí Obiol Sánchez

por su incondicional apoyo en todas las situaciones,
por su experto conocimiento, por sus sabios consejos,
por su paciencia inagotable.

Agradecer igualmente al Codirector de esta Tesis

Dr. Jordi Maristany Carreras

su dedicación a este autor y
su esfuerzo en motivarme.
Gracias por creer en mí.
Gracias por creer en nosotros.

También mostrar mi reconocimiento y mi gratitud a
los profesores de la asignatura de Proyectos de Estructuras
del Máster Oficial en Tecnología (curso 2008-2009)

Dr. Robert Brufau Niubó
David Garcia Carrera
Joan Ramon Blasco Casanovas

por tener la valentía de plantear una asignatura dedicada a la investigación,
por inculcarnos un espíritu siempre crítico y abierto,
por la confianza en su alumnado.
Por la pasión con la que ejercen la docencia.

Expresar mi gratitud y mi admiración a mis amigos
y compañeros del Departamento de Estructuras de la ETSAB

Dr. Albert Albareda Valls
Jordi Payola Lahoz

por vuestro continuo apoyo,
por compartir conmigo vuestro conocimiento,
por creer siempre que todo es posible.

Agradecer al Catedrático de la ETSAB

Dr. Lluís Moya Ferrer

la confianza siempre mostrada,
por hacerme “debutar” como profesor de la ETSAB en su asignatura,
por sus consejos académicos y profesionales.

Agradecer sinceramente el apoyo prestado en el proceso
de aprendizaje del programa informático ANSYS
al profesor de la ETSEIB

Dr. Miquel Ferrer Ballester

al compañero del Departamento de Estructuras de la ETSAB

Antoni Ortí Molons

y a

Carlos Muñoz Blanc

por las horas invertidas,
por la paciencia.

Mi gratitud a los profesores compañeros de la ETSAB y la ETSAV con los que
durante estos años he podido compartir docencia en el marco de las asignaturas

Estructuras II

(Asignatura de grado ETSAB)

Estructuras III

(Asignatura de grado ETSAB)

Estructuras IV

(Asignatura de grado ETSAB)

Taller Arquitectónico de Proyectos V

(Asignatura de grado ETSAV)

Proyectos de estructuras

(Asignatura del Máster Universitario de Tecnología en la Arquitectura – ETSAB y ETSAV)

Métodos numéricos

(Asignatura del Máster en Ingeniería Estructural en la Arquitectura – Fundación UPC).

Gracias
por todo lo aprendido y
por todo lo enseñado.

II. ÍNDICE GENERAL

I- AGRADECIMIENTOS.....	I
II- INDICE GENERAL.....	III
III- LISTA DE FIGURAS.....	VIII
IV- LISTA DE TABLAS.....	XVIII
V- LISTA DE DOCUMENTOS ANEXOS.....	XX
VI- RESUM (Català).....	XXIII
VII- RESUMEN (Castellano).....	XXIV
VIII- ABSTRACT (English).....	XXV
XIX- INTRODUCCIÓN Y MOTIVACIONES.....	XXVI
1- CLASIFICACIÓN DE LAS UNIONES.....	1
1.1- Parámetros para la clasificación de las uniones.....	2
1.1.1- Clasificación según la rigidez rotacional.....	2
1.1.2- Clasificación según la resistencia.....	3
1.1.3- Clasificación según la ductilidad.....	3
1.2- Criterio de clasificación del Eurocódigo 3.....	4
1.2.1- Clasificación según la rigidez rotacional.....	5
1.2.1.1- Caso particular de las basas de pilares: clasificación según su rigidez.....	7
1.2.1.1.1- Basas de pilares en estructuras arriostradas.....	7
- Deducción simple de los valores límite para la clasificación.....	9
- Deducción precisa de los valores límite para la clasificación.....	11
1.2.1.1.2- Basas de pilares en estructuras no arriostradas.....	13
1.2.1.1.3- Resumen de la clasificación de las basas de pilares según su rigidez.....	16
- Estructuras arriostradas.....	16
- Estructuras no arriostradas.....	17
1.2.2- Clasificación según la resistencia.....	17
1.2.3- Clasificación según la capacidad rotacional.....	19
1.2.3.1- Uniones atornilladas.....	19
1.2.3.2- Uniones soldadas.....	20
1.2.4- Sistema de clasificación en versiones previas al Eurocódigo 3.....	20
1.2.5- Comentarios al redactado del Eurocódigo 3.....	22
1.3- Criterio de clasificación del Código Técnico de la Edificación.....	23
1.3.1- Clasificación según la rigidez rotacional.....	23
1.3.2- Clasificación según la resistencia.....	25
1.3.3- Clasificación según la capacidad rotacional.....	26
1.3.3.1- Uniones atornilladas.....	26
1.3.3.2- Uniones soldadas.....	26
1.4- Otras propuestas de clasificación.....	27
1.4.1- Sistema aislado de clasificación de Bjorhovde, Colson y Brozetti.....	27
1.4.2- Propuesta de clasificación de Gomez, Kuhlmann, De Matteis y Mandara; Gomez y Neves.....	29
1.4.3- Sistema de clasificación no lineal.....	31
1.4.4- Sistema unificado de clasificación para conexiones viga-pilar.....	32
1.4.4.1- Clasificación para el Estado Límite Último.....	32
1.4.4.2- Clasificación para el Estado Límite de Servicio.....	33

2- PREDICCIÓN Y MODELADO DEL COMPORTAMIENTO DE LAS UNIONES SEMIRRÍGIDAS....	35
2.1- Modelos predictivos del comportamiento de las uniones.....	36
2.1.1- Modelos empíricos.....	38
2.1.1.1- Modelo empírico de Fyre y Morris.....	38
2.1.1.2- Modelo empírico de Krishnamurthy.....	39
2.1.1.3- Modelo empírico de Attiogbe y Morris.....	41
2.1.2- Modelos analíticos.....	41
2.1.2.1- Modelo analítico de Chen, Goto y Richard Liew.....	41
2.1.2.2- Modelo analítico de Yee y Melchers.....	44
2.2- Modelado de la unión semirrígida.....	45
2.2.1- Representación matemática del comportamiento rotacional.....	46
2.2.1.1- Modelos lineales.....	47
2.2.1.2- Modelos no lineales.....	47
2.2.1.3- Modelos potenciales.....	47
2.2.1.4- Modelos exponenciales.....	48
2.2.2- Modelos propuestos en el Eurocódigo 3.....	49
2.2.2.1- Cálculo global elástico.....	49
2.2.2.2- Cálculo global rígido plástico.....	51
2.2.2.3- Cálculo global elástico-plástico.....	51
2.2.3- Procedimiento iterativo para el modelado de basas de pilares.....	55
2.2.4- Modelado de la unión semirrígida mediante un elemento viga equivalente.....	57
2.2.5- Modelado de la interacción con el cortante en uniones viga-pilar.....	59
2.2.5.1- Método del parámetro de transformación β del Eurocódigo 3.....	59
2.2.5.2- Otros métodos para el modelado de la interacción con el cortante.....	65
3- EL MÉTODO DE LOS COMPONENTES.....	66
3.1- Conceptos básicos.....	67
3.2- Resistencia.....	71
3.2.1- <i>T-Stub</i> equivalente a tracción.....	71
3.2.1.1- Definición y conceptos generales.....	71
3.2.1.2- Filas de tornillos consideradas individualmente, grupos de tornillos y grupos de filas de tornillos.....	77
3.2.2- <i>T-Stub</i> equivalente a compresión.....	77
3.2.3- Resistencia de los componentes básicos.....	79
3.2.3.1- Componente nº1: Alma del soporte a cortante.....	79
3.2.3.2- Componente nº2: Alma del soporte a compresión transversal.....	81
3.2.3.3- Componente nº3: Alma del soporte a tracción transversal.....	84
3.2.3.4- Componente nº4: Ala del soporte a flexión transversal.....	86
3.2.3.4.1- Ala del soporte no rigidizada. Uniones atornilladas.....	86
3.2.3.4.2- Ala del soporte no rigidizada. Uniones soldadas.....	88
3.2.3.5- Componente nº5: Chapa de testa a flexión.....	89
3.2.3.6- Componente nº6: Ala del angular a flexión.....	92
3.2.3.7- Componente nº7: Ala y alma de la viga a compresión.....	93
3.2.3.8- Componente nº8: Alma de la viga a tracción.....	94
3.2.3.9- Componente nº9: Placa extrema a tracción o compresión.....	94
3.2.3.10- Componente nº10: Tornillos a tracción.....	94
3.2.3.11- Componente nº11: Tornillos a cortante.....	95
3.2.3.12- Componente nº12: Tornillos a aplastamiento.....	95
3.2.3.13- Componente nº13: Hormigón a compresión (incluye mortero).....	96
3.2.3.14- Componente nº14: Placa base a flexión bajo compresión.....	96
3.2.3.15- Componente nº15: Placa base a flexión bajo tracción.....	96
3.2.3.16- Componente nº16: Anclajes a tracción.....	96
3.2.3.17- Componente nº17: Anclajes a cortante.....	97
3.2.3.18- Componente nº18: Anclajes a aplastamiento.....	97
3.2.3.19- Componente nº19: Soldaduras.....	97
3.2.3.20- Componente nº20: Viga con cartelas.....	100
3.2.4- Ensamblaje de la resistencia.....	100
3.2.4.1- Resistencia de diseño en basas de pilares.....	102
3.2.4.1.1- Basas de pilares bajo fuerza axil.....	103
3.2.4.1.2- Basas de pilares bajo fuerza axil y momentos flectores.....	103

3.3- Rigidez.....	104
3.3.1- Descripción general.....	104
3.3.2- Coeficientes de rigidez de los componentes básicos.....	105
3.3.3- Uniones con chapa de testa con dos o más filas de tornillos traccionadas.....	108
3.3.4- Rigidez de las basas de pilares.....	109
3.4- Capacidad de rotación.....	110
3.4.1- Descripción general.....	110
3.4.2- Capacidad rotacional en uniones atornilladas.....	110
3.4.3- Capacidad rotacional en uniones soldadas.....	111
4- APLICACIÓN DEL MÉTODO DE LOS COMPONENTES DEL EUROCÓDIGO A UN CASO CONCRETO.....	112
4.1- Definición de la unión.....	113
4.1.1- Pilar.....	113
4.1.2- Pernos de anclaje.....	113
4.1.3- Placa base.....	114
4.1.4- Bloque de hormigón.....	114
4.1.5- Relaciones geométricas.....	114
4.2- Aplicación del método de los componentes del Eurocódigo a un caso concreto: basa de pilar.....	115
4.2.1- Aplicación de la formulación del Eurocódigo al caso concreto de estudio.....	115
4.2.1.1- Cálculo de la predicción del $M_{j,Rd}$ de la unión de la basa del pilar según el Eurocódigo (caso compresión-compresión).....	116
4.2.1.1.1- $F_{c,l,Rd}$: Resistencia de diseño a compresión del lado izquierdo de la unión.....	116
4.2.1.1.2- $F_{c,r,Rd}$: Resistencia de diseño a compresión del lado derecho de la unión.....	118
4.2.1.1.3- $M_{j,Rd}$: Estimación del momento resistente de la unión de la basa del pilar.....	118
4.2.1.2- Cálculo de la predicción de la $S_{j,ini}$ de la unión de la basa del pilar según el Eurocódigo (caso compresión-compresión).....	118
4.2.1.2.1- $k_{C,l}$: Coeficiente de rigidez a compresión del lado izquierdo de la unión.....	119
4.2.1.2.2- $k_{C,r}$: Coeficiente de rigidez a compresión del lado derecho de la unión.....	119
4.2.1.2.3- S_j : Estimación de la rigidez de la unión de la basa del pilar.....	119
4.2.1.3- Cálculo de la predicción del $M_{j,Rd}$ de la unión de la basa del pilar según el Eurocódigo (caso tracción-compresión).....	120
4.2.1.3.1- $F_{T,l,Rd}$: Resistencia de diseño a tracción del lado izquierdo de la unión.....	120
4.2.1.3.2- $F_{C,r,Rd}$: Resistencia de diseño a compresión del lado derecho de la unión.....	122
4.2.1.3.3- $M_{j,Rd}$: Estimación del momento resistente de la unión de la basa del pilar.....	123
4.2.1.4- Cálculo de la predicción de la $S_{j,ini}$ de la unión de la basa del pilar según el Eurocódigo (caso tracción-compresión).....	123
4.2.1.4.1- $k_{T,l}$: Coeficiente de rigidez a tracción del lado izquierdo de la unión.....	123
4.2.1.4.2- $k_{C,r}$: Coeficiente de rigidez a compresión del lado derecho de la unión.....	124
4.2.1.4.3- S_j : Estimación de la rigidez de la unión de la basa del pilar.....	125
4.2.2- Gráficos del comportamiento M-Ø según el método de los componentes del Eurocódigo...	125
5- MODELADO DE LA UNIÓN MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS. ASIMILACIÓN AL COMPORTAMIENTO REAL DE LA BASA DEL PILAR.....	135
5.1- Calibración del modelo informático de elementos finitos.....	136
5.1.1- Definición del modelo usado para la calibración. Comportamiento real de la basa del pilar extraído de los ensayos de laboratorio realizados por Didier Vandegans.....	136
5.1.1.1- Definición geométrica y material de la basa del pilar.....	137
5.1.1.1.1- Bloque de hormigón.....	137
5.1.1.1.2- Pilar.....	137
5.1.1.1.3- Placa base.....	137
5.1.1.1.4- Anclajes.....	138
5.1.1.2- Montaje y realización de los ensayos de laboratorio.....	138
5.1.1.3- Puesta en carga de los ensayos.....	138
5.1.1.4- Instrumentación de los ensayos.....	139

5.1.1.5- Obtención de la expresión del momento flector de la unión en los ensayos.....	141
5.1.1.6- Cálculo de la rotación de los ensayos. Gráficos del comportamiento M-Ø de la basa del pilar ensayada en función de las familias de axil aplicado.....	143
5.1.2- Modelo mediante elementos finitos del modelo usado para la calibración. Comparación de los comportamientos M-Ø obtenidos con los reales (extraídos de los ensayos de Didier Vandegans ofrecidos en el Apartado 5.1.1.6).....	149
5.1.2.1- Descripción del modelo en ANSYS.....	149
5.1.2.1.1- Geometría.....	149
5.1.2.1.2- Tipo de elementos (<i>Element Types</i>) y definición del contacto.....	155
5.1.2.1.3- Definición de los materiales (<i>Material Models</i>).....	161
5.1.2.1.4- Mallado.....	167
5.1.2.1.5- Condiciones de contorno y puesta en carga del modelo.....	167
5.1.2.2- Resultados obtenidos del comportamiento del modelo. Comparación entre los comportamientos M-Ø reales de la basa del pilar y los del modelo de elementos finitos efectuado en ANSYS.....	171
5.2- Modelo de elementos finitos del caso de estudio.....	179
5.2.1- Geometría.....	179
5.2.1.1- Placa base y anclajes.....	179
5.2.1.2- Bloque de hormigón.....	180
5.2.1.3- Pilar HEB.....	182
5.2.2- Tipo de elementos (<i>Element Types</i>) y definición del contacto.....	183
5.2.3- Definición de los materiales (<i>Material Models</i>).....	184
5.2.4- Mallado.....	184
5.2.5- Condiciones de contorno y puesta en carga del modelo.....	184
6- EXACTITUD EL MÉTODO PREDICTIVO DEL EUROCÓDIGO PARA UN CASO CONCRETO DE ESTUDIO. POSIBILIDADES DE MEJORA.....	200
6.1- Comparación de los gráficos M-Ø obtenidos mediante el método predictivo del Eurocódigo con los del comportamiento real de la unión.....	201
6.1.1- Gráficos M-Ø de la unión. Comparación entre el método predictivo del Eurocódigo y el comportamiento real.....	201
6.1.2- Conclusiones sobre la precisión del método predictivo del Eurocódigo.....	211
6.2- Influencia del ratio de rigidez (μ) en la precisión de la predicción del método predictivo del Eurocódigo del comportamiento M-Ø de la base del pilar de estudio. Propuesta de mejora	213
6.2.1- Comparación del ratio de rigidez previsto por el Eurocódigo (μ_{EC}) y el real (μ_{REAL}).....	213
6.2.2- Mejora en la predicción del valor del ratio de rigidez (μ). Consecuencias en la predicción del comportamiento de la basa del pilar.....	219
6.2.2.1- Obtención de una nueva formulación para el ratio de rigidez (μ) para axiles aplicados bajos de compresión ($0kN < N_{Ed} \leq 400kN$).....	220
6.2.2.2- Obtención de una nueva formulación para el ratio de rigidez (μ) para axiles aplicados altos de compresión ($400kN < N_{Ed} \leq 1500kN$).....	224
6.2.2.3- Método predictivo del comportamiento M-Ø de la basa del pilar usando la nueva formulación del ratio de rigidez (μ). Comparación con el comportamiento real de la unión y con la predicción del Eurocódigo. Conclusiones.....	229
6.3- Nueva formulación para una aproximación más precisa al comportamiento M-Ø de la basa del pilar de estudio.....	245
6.3.1- Dedución de las expresiones matemáticas que mejor reproduzcan el valor de la variación unitaria de la rigidez (γ) en función del axil y momento aplicados. Axiles bajos de compresión ($0kN < N_{Ed} \leq 400kN$) y momentos aplicados bajos respecto al resistente (Primera Fase).....	248
6.3.2- Dedución de las expresiones matemáticas que mejor reproduzcan el valor de la variación unitaria de la rigidez (γ) en función del axil y momento aplicados. Axiles bajos de compresión ($0kN < N_{Ed} \leq 400kN$) y momentos aplicados altos respecto al resistente (Segunda Fase).....	249
6.3.3- Dedución de las expresiones matemáticas que mejor reproduzcan el valor de la variación unitaria de la rigidez (γ) en función del axil y momento aplicados. Axiles altos de compresión ($400kN < N_{Ed} \leq 1500kN$) y momentos aplicados bajos respecto al resistente (Primera Fase).....	253
6.3.4- Dedución de las expresiones matemáticas que mejor reproduzcan el valor de la variación unitaria de la rigidez (γ) en función del axil y momento aplicados.	

Axiles altos de compresión ($400\text{kN} < N_{Ed} \leq 1500\text{kN}$) y momentos aplicados altos respecto al resistente (Segunda Fase).....	254
6.3.5- Resumen de las expresiones de la variación unitaria de la rigidez y límites de actuación...	258
6.3.5.1- Axiles bajos de compresión ($0\text{kN} < N_{Ed} \leq 400\text{kN}$).....	258
6.3.5.2- Axiles altos de compresión ($400\text{kN} < N_{Ed} \leq 1500\text{kN}$).....	258
6.3.6- Método predictivo del comportamiento M-Ø de la basa del pilar considerando $\mu=1$ y utilizando la nueva formulación de γ . Comparación con el comportamiento real de la unión y con la predicción del Eurocódigo. Conclusiones.....	259
6.3.6.1- Conclusiones de la aplicación del método predictivo del comportamiento M-Ø de la basa del pilar considerando $\mu=1$ y utilizando la nueva formulación de γ	274
7-CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	276
7.1- Resumen del trabajo realizado y de su estructuración.....	277
7.2- Conclusiones.....	277
7.3- Conocimientos adquiridos.....	279
7.4- Futuras líneas de investigación.....	280
8- DOCUMENTOS ANEXOS.....	282
Documentos anexos referentes al Capítulo 4:	
Documento Anexo 4.1.....	283
Documento Anexo 4.2.....	286
Documento Anexo 4.3.....	289
Documento Anexo 4.4.....	293
Documento Anexo 4.5.....	296
Documentos anexos referentes al Capítulo 5:	
Documento Anexo 5.1.....	299
Documento Anexo 5.2.....	364
Documentos anexos referentes al Capítulo 6:	
Documento Anexo 6.1.....	440
Documento Anexo 6.2.....	443
Documento Anexo 6.3.....	446
Documento Anexo 6.4.....	449
Documento Anexo 6.5.....	453
Documento Anexo 6.6.....	456
Documento Anexo 6.7.....	459
Documento Anexo 6.8.....	462
Documento Anexo 6.9.....	466
Documento Anexo 6.10.....	471
9- BIBLIOGRAFÍA.....	474

III. LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1: Clasificación de las uniones.

- Figura 1.1:** Modelización simplificada de las uniones según el Anexo J(r) (CEN, Octubre 1998).
- Figura 1.2:** Valores límite del Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b) para la clasificación de las uniones según su rigidez.
- Figura 1.3:** Coeficiente de la longitud de pandeo (K) versus rigidez no dimensional (\bar{S}) de la basa de un pilar.
- Figura 1.4:** Pórtico arriostrado y pilares aislados para el estudio de clasificación.
- Figura 1.5:** Valores exactos y aproximados de los límites de rigidez para estructuras arriostradas.
- Figura 1.6:** Sensibilidad del desplazamiento lateral a la variación de la rigidez de la basa del pilar del pórtico descrito.
- Figura 1.7:** Pórtico no arriostrado y pilares aislados para el estudio de clasificación.
- Figura 1.8:** Criterio de clasificación según desplazamiento lateral para basas de pilares de pórticos no arriostrados (Wald, y otros, 1997).
- Figura 1.9:** Sistema de clasificación propuesto de acuerdo con la rigidez inicial.
- Figura 1.10:** Límites para la clasificación en función de la resistencia propuestos por el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b).
- Figura 1.11:** Uniones de resistencia total.
- Figura 1.12:** Criterio de clasificación de resistencia modificado. (Tschemmerneg, y otros, 1998)
- Figura 1.13:** Clasificación de uniones para pórticos no arriostrados en versiones anteriores del Eurocódigo 3 (CEN, 1996), tomado de (Faella, y otros, 2000).
- Figura 1.14:** Clasificación de uniones para pórticos arriostrados en versiones anteriores del Eurocódigo 3 (CEN, 1996), tomado de (Faella, y otros, 2000).
- Figura 1.15:** Ejemplo.
- Figura 1.16:** Sistema aislado de clasificación de Bjorhovde, Colson y Brozetti (1990)
- Figura 1.17:** Comparación entre los límites propuestos en (Gomes, y otros, 1998) y los del Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b).
- Figura 1.18:** Clasificación para pórticos no arriostrados según el criterio de deflexión (Gomes, y otros, 1998).
- Figura 1.19.** Sistema de clasificación no lineal en unidades americanas (Hasan, y otros, 1998).
- Figura 1.20.** Comparación del sistema de clasificación no lineal con el del Eurocódigo (Hasan, y otros, 1998).
- Figura 1.21.** Clasificación propuesta para el Estado Límite Último (Nethercot, y otros, 1998).
- Figura 1.22.** Clasificación propuesta para el Estado Límite de Servicio (Nethercot, y otros, 1998).

CAPÍTULO 2: Predicción y modelado del comportamiento de las uniones semirrígidas.

- Figura 2.1:** Parámetros geométricos para la aplicación del modelo de Frye y Morris (1975).
- Figura 2.2:** Distinción entre conexión y unión (CEN, Mayo 2005b), tomado de la tesis de Cabrero Ballarín (Cabrero Ballarín, 2006).
- Figura 2.3:** Parámetros de una conexión con angulares (Chen, y otros, 1996).
- Figura 2.4:** Parámetros de la unión con angular superior e inferior de asiento y doble angular de alma (Chen, y otros, 1996).
- Figura 2.5:** Representación de la unión semirrígida (Guardiola Víllora, 2006).
- Figura 2.6:** Idealización elástica-perfectamente plástica de la curva momento-rotación de una unión (Guardiola Víllora, 2006).
- Figura 2.7:** Representaciones matemáticas posibles para la representación de la curva momento-rotación de la unión (Faella, y otros, 2000).
- Figura 2.8:** Modelo lineal.
- Figura 2.9:** Modelo bilineal.
- Figura 2.10:** Modelo trilineal (Moncaraz, y otros, 1981)
- Figura 2.11:** Comportamiento de una unión rígida, articulada y semirrígida (Guardiola Víllora, 2006).
- Figura 2.12:** Leyes de comportamiento de los tres tipos de uniones, particularizadas para el análisis global elástico lineal (Guardiola Víllora, 2006).
- Figura 2.13:** Idealización del comportamiento de la unión para $M_{j,Ed} \leq 2/3 M_{j,Rd}$ (CEN, Mayo 2005b).
- Figura 2.14:** Simplificación para cualquier valor de $M_{j,Ed} \leq M_{j,Rd}$ (CEN, Mayo 2005b)
- Figura 2.15:** Comportamiento de la unión en un cálculo global rígido-plástico (Guardiola Víllora, 2006).
- Figura 2.16:** Posibles idealizaciones del comportamiento momento-rotación de la unión (Guardiola Víllora, 2006).
- Figura 2.17:** Diagrama bilineal simplificado del comportamiento $M-\phi$ de la unión (CEN, Mayo 2005b)
- Figura 2.18:** Aproximación trilineal del tipo de la propuesta Moncarz y Gestle (1981) del Eurocódigo, según (Faella, y otros, 2000). Notación según Eurocódigo.

- Figura 2.19:** Aproximación trilineal discontinua propuesta para el comportamiento momento-rotación de la unión.
- Figura 2.20:** Influencia del esfuerzo axial en el comportamiento momento-rotación.
- Figura 2.21:** Procedimiento iterativo.
- Figura 2.22:** Muelles rotacionales como modelización de uniones viga-pilar (CEN, Mayo 2005b).
- Figura 2.23:** Descripción del elemento viga equivalente para el modelado de la unión semirrígida (Dubina, y otros, 1996).
- Figura 2.24:** Modelo de muelle propuesto por da S. Vellasco y otros (2006).
- Figura 2.25:** Fuerzas y momentos actuantes en la unión (CEN, Mayo 2005b).
- Figura 2.26:** Fuerzas y momentos actuantes en el panel del alma del pilar en las conexiones (CEN, Mayo 2005b).
- Figura 2.27:** Representación de la deformación por cortante del panel del alma del soporte mediante tres resortes. (Guardiola Víllora, 2006).
- Figura 2.28.a:** Nudo simple con viga a un solo lado.
- Figura 2.28.b:** Nudo doble con vigas a ambos lados del soporte.
- Figura 2.29:** Pórtico metálico desarrollado como ejemplo en (Bayo, y otros, 2006).
- Figura 2.30:** Proceso de iteración para la obtención de la β real y comparación con la β limitada por el Eurocódigo. (Bayo, y otros, 2006).

CAPÍTULO 3: El método de los componentes.

- Figura 3.1:** Configuraciones de uniones sobre la distribución interna de las fuerzas de las cuales se basan los criterios específicos para determinar el momento resistente, rigidez y capacidad rotacional de las uniones (CEN, Mayo 2005b).
- Figura 3.2:** Características momento-rotación de una unión (CEN, Mayo 2005b).
- Figura 3.3:** Dimensiones de un ala de un *T-Stub* (CEN, Mayo 2005b).
- Figura 3.4:** Modos de rotura de los *T-Stub* atornillados (Faella, y otros, 2000).
- Figura 3.5:** Esquema de la mitad del ala del *T-Stub*.
- Figura 3.6:** Esquema del modo 2 de colapso.
- Figura 3.7:** Chapas posteriores de refuerzo (CEN, Mayo 2005b).
- Figura 3.8:** Área de un *T-Stub* equivalente a compresión (CEN, Mayo 2005b).
- Figura 3.9:** Distribución en áreas parcialmente cargadas según el Eurocódigo 2 (CEN, Diciembre 2004).
- Figura 3.10:** Área a cortante definida por el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005a) de perfiles laminados en I o H.
- Figura 3.11:** Ejemplos de chapas de alma suplementarias (CEN, Mayo 2005b).
- Figura 3.12:** Compresión transversal en un pilar sin rigidizar (CEN, Mayo 2005b).
- Figura 3.13:** Longitud l_1 a sobresalir respecto del ala superior de la viga para considerar válida el valor de $F_{t,wc,Rd}$ de la Ecuación 3.44. (Guardiola Víllora, 2006).
- Figura 3.14:** Soporte enrasado con el cordón de soldadura superior, $b_{eff,t,wc}$ tabulado en la Ecuación 3.47. (Guardiola Víllora, 2006).
- Figura 3.15:** Definiciones de e , e_{min} , r_c y m (CEN, Mayo 2005b).
- Figura 3.16:** b_{eff} de una unión no rigidizada (CEN, Mayo 2005b).
- Figura 3.17:** Modelado de una chapa de testa extendida como *T-Stub*s separados (CEN, Mayo 2005b).
- Figura 3.18:** Tramos donde se deben tomar distintos valores de e_{min} .
- Figura 3.19:** Valores de α para alas de pilares rigidizadas y chapas de testa (CEN, Mayo 2005b).
- Figura 3.20:** Longitud eficaz l_{eff} del ala de un angular (CEN, Mayo 2005b).
- Figura 3.21:** Dimensiones e_{min} y m para angulares atornillados.
- Figura 3.22:** Fijación de los anclajes: a- Anclaje en gancho; b- Placa y arandela.
- Figura 3.23:** Espesor de garganta de las soldaduras en ángulo.
- Figura 3.24:** Espesor de garganta de las soldaduras en ángulo profundas.
- Figura 3.25:** Soldadura de penetración, también conocida como soldadura a tope, y formas de preparación.
- Figura 3.26:** Condiciones para considerar una unión en T como de penetración total: $a_{nom,1} + a_{nom,2} \geq t$ y C_{nom} debe ser menor de $t/5$ y 3mm.
- Figura 3.27:** Determinación del brazo de palanca z para basas de pilares.
- Figura 3.28:** *T-stubs* caso de basas de pilares bajo fuerza axial.
- Figura 3.29:** Modelización de los muelles para una unión viga-pilar con chapa de testa y más de una fila de tornillos traccionada.

CAPÍTULO 4: Aplicación del método de los componentes del Eurocódigo a un caso concreto.

- Figura 4.1:** Pilar de la basa de cimentación propuesta.
- Figura 4.2:** Pernos de anclaje de la basa de cimentación propuesta.

- Figura 4.3:** Placa base de la basa de cimentación propuesta.
- Figura 4.4:** Macizo de hormigón de la basa de cimentación propuesta.
- Figura 4.5-** Relaciones geométricas entre pilar, placa base y pernos de anclaje.
- Figura 4.6.a-** Excéntricas aplicadas relativamente bajas (caso compresión-compresión).
- Figura 4.6.b-** Excéntricas aplicadas relativamente altas (caso tracción-compresión).
- Figura 4.7-** Dimensiones eficaces de la placa base (l_{eff} y b_{eff}).
- Figura 4.8-** Gráfico predictivo del comportamiento $M-\emptyset$ de la basa del pilar según el método de los componentes del Eurocódigo 3. Axil=0 kN.
- Figura 4.9-** Gráfico predictivo del comportamiento $M-\emptyset$ de la basa del pilar según el método de los componentes del Eurocódigo 3. Axil=-100 kN.
- Figura 4.10-** Gráfico predictivo del comportamiento $M-\emptyset$ de la basa del pilar según el método de los componentes del Eurocódigo 3. Axil=-400 kN.
- Figura 4.11-** Gráfico predictivo del comportamiento $M-\emptyset$ de la basa del pilar según el método de los componentes del Eurocódigo 3. Axil=-800 kN.
- Figura 4.12-** Gráfico predictivo del comportamiento $M-\emptyset$ de la basa del pilar según el método de los componentes del Eurocódigo 3. Axil=-1000 kN.
- Figura 4.13-** Gráfico predictivo del comportamiento $M-\emptyset$ de la basa del pilar según el método de los componentes del Eurocódigo 3. Axil=-1125 kN.
- Figura 4.14-** Gráfico predictivo del comportamiento $M-\emptyset$ de la basa del pilar según el método de los componentes del Eurocódigo 3. Axil=-1250 kN.
- Figura 4.15-** Gráfico predictivo del comportamiento $M-\emptyset$ de la basa del pilar según el método de los componentes del Eurocódigo 3. Axil=-1375 kN.
- Figura 4.16-** Gráfico predictivo del comportamiento $M-\emptyset$ de la basa del pilar según el método de los componentes del Eurocódigo 3. Axil=-1500 kN.

CAPÍTULO 5: Modelado de la unión mediante elementos finitos. Asimilación al comportamiento real de la basa del pilar.

- Figura 5.1:** Fotografía del armado del bloque de hormigón usado en el ensayo (Vandegans, 1997).
- Figura 5.2:** Dispositivo experimental (Vandegans, 1997).
- Figura 5.3:** Puesta en carga de los ensayos (Vandegans, 1997).
- Figura 5.4:** Instrumentación de los ensayos (Vandegans, 1997).
- Figura 5.5:** Instrumentación de un anclaje. Posición de la galga extensiométrica (Vandegans, 1997).
- Figura 5.6:** Influencia de la deformación del pilar (Vandegans, 1997).
- Figura 5.7:** Influencia de la deformación del pilar.
- Figura 5.8:** Diagrama de fuerzas actuantes que generan el momento flector de la unión.
- Figura 5.9:** Ensayo S220-040: Curvas $M-\emptyset$ obtenidas considerando los efectos en primer y segundo orden.
- Figura 5.10:** Comportamiento real $M-\emptyset$ del ensayo de Didier Vandegans S220-010, correspondiente a un axil aplicado de compresión de 100kN sobre la basa de pilar definida en el Apartado 5.1.1.1.
- Figura 5.11:** Comportamiento real $M-\emptyset$ del ensayo de Didier Vandegans S220-040, correspondiente a un axil aplicado de compresión de 400kN sobre la basa de pilar definida en el Apartado 5.1.1.1.
- Figura 5.12:** Comportamiento real $M-\emptyset$ del ensayo de Didier Vandegans S220-080, correspondiente a un axil aplicado de compresión de 800kN sobre la basa de pilar definida en el Apartado 5.1.1.1.
- Figura 5.13:** Comportamiento real $M-\emptyset$ del ensayo de Didier Vandegans S220-150, correspondiente a un axil aplicado de compresión de 1500kN sobre la basa de pilar definida en el Apartado 5.1.1.1.
- Figura 5.14:** Geometría del modelado de la placa base a cota $z=0\text{mm}$. Los números en color negro corresponden a la numeración de los *keypoints*, los de color azul al número de líneas y los verdes al número de áreas. La numeración roja corresponde al número de divisiones del mallado.
- Figura 5.15:** Geometría del modelado de la placa base a cota $z=20\text{mm}$. Los números en color negro corresponden a la numeración de los *keypoints*, los de color azul al número de líneas y los verdes al número de áreas. La numeración roja corresponde al número de divisiones del mallado.
- Figura 5.16:** Imagen de las líneas del modelo de ANSYS de la placa base y los anclajes. Se observan las líneas de la placa base sin mallar.
- Figura 5.17:** Imagen de las líneas del modelo de ANSYS de la placa base y los anclajes. Líneas de placa base y anclajes malladas.
- Figura 5.18:** Imagen de las áreas y volúmenes del modelo de ANSYS de la placa base y los anclajes. Se observan las áreas de la placa base y anclajes.
- Figura 5.19:** Imagen de las áreas y volúmenes del modelo de ANSYS de la placa base y los anclajes. Puede apreciarse el modelo de placa base y anclajes mallado.
- Figura 5.20:** Geometría del modelado del bloque de hormigón a cota $z=0\text{mm}$. Los números en color negro corresponden a la numeración de los *keypoints*, los de color azul al número de líneas, los verdes al número de áreas y los violetas al número de volumen. La numeración roja corresponde al número de divisiones del mallado. En línea discontinua, la huella de la posición de la placa base.
- Figura 5.21:** Geometría del modelado del bloque de hormigón a cota $z=-250\text{mm}$. Los números en color negro corresponden a la numeración de los *keypoints*, los de color azul al número de líneas, los verdes al

número de áreas y los violetas al número de volumen. La numeración roja corresponde al número de divisiones del mallado. En línea discontinua, la huella de la posición de la placa base.

Figura 5.22: Geometría del modelado del bloque de hormigón a cota $z=-500\text{mm}$. Los números en color negro corresponden a la numeración de los *keypoints*, los de color azul al número de líneas, los verdes al número de áreas y los violetas al número de volumen. La numeración roja corresponde al número de divisiones del mallado. En línea discontinua, la huella de la posición de la placa base.

Figura 5.23: Imágenes de las líneas del área del bloque de hormigón a cota $z=0\text{mm}$.

Figura 5.24: Imágenes de las líneas del área del bloque de hormigón entre las cotas $z=0\text{mm}$ y $z=-250\text{mm}$.

Figura 5.25: Imagen de los volúmenes del bloque de hormigón entre las cotas $z=0\text{mm}$ y $z=-250\text{mm}$.

Figura 5.26: Imagen de los volúmenes mallados.

Figura 5.27: Imagen de las líneas del bloque de hormigón entre las cotas $z=0\text{mm}$ y $z=-250\text{mm}$ y del área de cota $z=-500\text{mm}$.

Figura 5.28: Imagen de las áreas del bloque de hormigón entre las cotas $z=0\text{mm}$ y $z=-250\text{mm}$ y del plano del bloque de cota $z=-500\text{mm}$.

Figura 5.29: Imagen de las áreas del bloque de hormigón entre las cotas $z=0\text{mm}$ y $z=-500\text{mm}$.

Figura 5.30: Imagen de los volúmenes mallados del bloque de hormigón entre las cotas $z=0\text{mm}$ y $z=-500\text{mm}$.

Figuras 5.31: Imagen de las líneas del modelo completo, incluyendo el pilar HEB220.

Figura 5.32: Imagen del mallado del modelo completo en el cual se puede observar el pilar HEB220.

Figura 5.33: *Element Type* SOLID45 usado para la definición de los sólidos de acero del modelo.

Figura 5.34: *Element Type* SOLID65 usado para la definición de los sólidos de hormigón armado del modelo.

Figura 5.35: *Element Type* SHELL181 usado para la definición del pilar HEB220 del modelo.

Figura 5.36: *Element Type* TARGE170 usado para la definición del contacto entre placa base y bloque de hormigón.

Figura 5.37: Contacto placa base-bloque de hormigón a través de los elementos TARGE170 y CONTA174.

Figura 5.38: Imagen donde se aprecia el segundo modelo comentado, en el cual se han impedido los desplazamientos en las direcciones X e Y de los nodos de la piel de los anclajes. Se observa cómo la base de los anclajes se ha empotrado (válido en ambos modelos). Mediante esta solución se ahorra la definición de las parejas de elementos TARGE170 y CONTA174 y la definición de los contactos entre las superficies de la piel de los anclajes y el hormigón del bloque.

Figura 5.39: Gráficos del comportamiento M-Ø del modelo según la definición del contacto entre anclajes y hormigón en el caso del modelo réplica del ensayo S220-010, correspondiente a un axil aplicado de $10T=100\text{kN}$.

Figura 5.40: Gráficos del comportamiento M-Ø del modelo según la definición del contacto entre anclajes y hormigón en el caso del modelo réplica del ensayo S220-040, correspondiente a un axil aplicado de $40T=400\text{kN}$.

Figura 5.41: Gráficos del comportamiento M-Ø del modelo según la definición del contacto entre anclajes y hormigón en el caso del modelo réplica del ensayo S220-080, correspondiente a un axil aplicado de $80T=800\text{kN}$.

Figura 5.42: Gráficos del comportamiento M-Ø del modelo según la definición del contacto entre anclajes y hormigón en el caso modelo réplica del ensayo S220-150, correspondiente a un axil aplicado de $150T=1500\text{kN}$.

Figura 5.43: Gráfico tensión-deformación del acero S235 según la modelización *Bilinear Isotropic hardening (BISO)*, usado para definir el acero de la placa base.

Figura 5.44: Gráfico tensión-deformación del acero 10.9 según la modelización *Bilinear Isotropic hardening (BISO)*, usado para definir el acero de los anclajes.

Figura 5.45: Gráfico tensión-deformación del S355 según la modelización *Bilinear Isotropic hardening (BISO)*, usado para definir el acero del pilar HEB.

Figura 5.46: Gráfico tensión-deformación del hormigón según el modelo *MISO*. Puntos del gráfico según Tabla 5.2.

Figura 5.47: Gráficos del comportamiento M-Ø del modelo según la definición del modelo de hormigón utilizado en el caso del modelo réplica del ensayo S220-010, correspondiente a un axil aplicado de $10T=100\text{kN}$.

Figura 5.48: Gráficos del comportamiento M-Ø del modelo según la definición del modelo de hormigón utilizado en el caso del modelo réplica del ensayo S220-040, correspondiente a un axil aplicado de $40T=400\text{kN}$.

Figura 5.49: Gráficos del comportamiento M-Ø del modelo según la definición del modelo de hormigón utilizado en el caso del modelo réplica del ensayo S220-080, correspondiente a un axil aplicado de $80T=800\text{kN}$.

Figura 5.50: Gráficos del comportamiento M-Ø del modelo según la definición del modelo de hormigón utilizado en el caso del modelo réplica del ensayo S220-150, correspondiente a un axil aplicado de $150T=1500\text{kN}$.

Figura 5.51: Imagen del modelo de ANSYS, donde se observan las condiciones de contorno del modelo: Base inferior del bloque de hormigón empotrada, nodos de las bases de los anclajes empotrados y limitación de los desplazamientos UX y UY en los nodos de la piel de los dos anclajes.

Figura 5.52: Imagen del modelo de ANSYS donde se observan las condiciones de contorno del modelo y la presión lineal aplicada sobre las aristas de la cabeza del pilar, equivalente al momento flector.

Figura 5.53: Estudio sobre los nodos donde aplicar el desplazamiento horizontal. **a)** En el nodo central del alma del pilar. **b)** En todos los nodos del ala del perfil HEB. **c)** En el nodo de intersección ala-alma del perfil HEB.

Figura 5.54: Gráficos del comportamiento M-Ø del modelo según los nodos de aplicación del desplazamiento horizontal en el caso del modelo réplica del ensayo S220-010, correspondiente a un axil aplicado de 10T=100kN.

Figura 5.55: Gráficos del comportamiento M-Ø del modelo según los nodos de aplicación del desplazamiento horizontal en el caso del modelo réplica del ensayo S220-040, correspondiente a un axil aplicado de 40T=400kN.

Figura 5.56: Gráficos del comportamiento M-Ø del modelo según los nodos de aplicación del desplazamiento horizontal en el caso del modelo réplica del ensayo S220-080, correspondiente a un axil aplicado de 80T=800kN.

Figura 5.57: Gráficos del comportamiento M-Ø del modelo según los nodos de aplicación del desplazamiento horizontal en el caso del modelo réplica del ensayo S220-150, correspondiente a un axil aplicado de 150T=1500kN.

Figuras 5.58 y 5.59: Imágenes de las tensiones de Von Mises en el caso S220-010 en el *step2 substep 200*, es decir, con la totalidad del axil y del momento flector aplicados.

Figuras 5.60 y 5.61: Imágenes superior e inferior de la placa base. Puede observarse perfectamente la posición de los dos anclajes y del alma del pilar de la HEB, y los efectos que estos elementos tienen sobre la deformada de la placa base. Deformada aumentada x5.

Figuras 5.62: Bloque de hormigón donde se observa claramente la compresión producida por la basa de pilar. Se observa cómo sólo aparece compresión en una mitad como consecuencia de la aplicación del momento flector (en la imagen se está en el *step 2, substep 200*; es decir, con la totalidad del momento y axil aplicados).

Figuras 5.63: Corte del bloque de hormigón en la zona de los dos anclajes.

Figura 5.64-Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento real de la unión extraído de los ensayos de Didier Vandegans (rojo) y el comportamiento obtenido del modelo de elementos finitos efectuado en ANSYS. Axil=10T=100kN.

Figura 5.65-Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento real de la unión extraído de los ensayos de Didier Vandegans (rojo) y el comportamiento obtenido del modelo de elementos finitos efectuado en ANSYS. Axil=40T=400kN.

Figura 5.66-Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento real de la unión extraído de los ensayos de Didier Vandegans (rojo) y el comportamiento obtenido del modelo de elementos finitos efectuado en ANSYS. Axil=80T=800kN.

Figura 5.67-Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento real de la unión extraído de los ensayos de Didier Vandegans (rojo) y el comportamiento obtenido del modelo de elementos finitos efectuado en ANSYS. Axil=150T=1500kN.

Figuras 5.68: Geometría del modelado de la placa base. La numeración roja corresponde al número de divisiones del mallado.

Figuras 5.69 y 5.70: Imágenes de las líneas del modelo de la placa base (Figura 5.69) y de la placa base con los anclajes (Figura 5.70).

Figuras 5.71 y 5.72: Imágenes de las áreas de la placa base y los anclajes (Figura 5.71) y del mallado (Figura 5.72).

Figuras 5.73: Geometría del modelado del bloque de hormigón. La numeración roja corresponde al número de divisiones del mallado. En línea discontinua, la huella de la posición de la placa base.

Figuras 5.74 y 5.75: Imágenes de las líneas del bloque de hormigón a las cotas $z=0\text{mm}$ y $z=-250\text{mm}$ (Figura 5.74) y de los volúmenes de la fase de modelado entre $z=0\text{mm}$ y $z=-250\text{mm}$ (Figura 5.75).

Figuras 5.76 y 5.77: Imagen del bloque de hormigón mallado entre las cotas $z=0\text{mm}$ y $z=-250\text{mm}$ (Figura 5.76). Imagen de las líneas del bloque de hormigón completo entre las cotas $z=0\text{mm}$ y $z=-900\text{mm}$ (Figura 5.77).

Figuras 5.78 y 5.79: Imagen de los volúmenes del bloque de hormigón completo entre las cotas $z=0\text{mm}$ y $z=-900\text{mm}$ (Figura 5.78). Imagen del bloque de hormigón completo mallado entre las cotas $z=0\text{mm}$ y $z=-900\text{mm}$ (Figura 5.79).

Figuras 5.80 y 5.81: Imagen de los volúmenes del modelo completo, incluyendo placa base, anclajes, bloque de hormigón y pilar (Figura 5.80). Imagen del modelo completo mallado (Figura 5.81).

Figura 5.82: Contacto placa base-bloque de hormigón a través de los elementos TARGE170 y CONTA174.

Figura 5.83: Imagen del modelo de ANSYS donde se observan las condiciones de contorno del modelo: Base inferior del bloque de hormigón empotrada, nodos de las bases de los anclajes empotrados y limitación de los desplazamientos UX y UY en los nodos de la piel de los dos anclajes.

Figuras 5.84 y 5.85: Aplicación del axil mediante una presión lineal en las aristas de la cabeza del pilar (Figura 5.84). Punto de aplicación del desplazamiento horizontal del segundo *step* de carga (Figura 5.85).

Figuras 5.86 y 5.87: Visión del modelo deformado en la zona de tracción de la placa base. En las imágenes se observa la curvatura que adquiere la placa base gracias al efecto de retención que desarrollan los anclajes cuando la tracción, derivada de la actuación del momento flector, empieza a actuar. Se representan las tensiones de Von Mises.

Figura 5.88: Tensiones en Z del bloque de hormigón. Caso axil aplicado=-100kN. Fase de carga: *step 2 substep 9*. Deformada ampliada 100 veces. Se puede observar claramente que, en el caso de axiles bajos aplicados, la aparición del momento flector hace desaparecer rápidamente la compresión en uno de los lados. Se aprecia claramente la huella que deja la placa base, en forma de compresiones, en el lado derecho de la unión.

Figura 5.89: Tensiones en Z del bloque de hormigón. Caso axil aplicado=-100kN. Fase de carga: *step 2 substep 89*. Deformada ampliada 25 veces. Se observa cómo, en fases más avanzadas de aplicación del momento flector, crece la intensidad de la compresión en el lado derecho del bloque de hormigón y aparecen, también, unos puntos de compresión en el lado izquierdo. Estas zonas localizadas de compresión en el lado izquierdo son fruto de la curvatura que adquiere la placa base y que acaba contactando con el bloque de hormigón (véase la Figura 5.91).

Figura 5.90: Tensiones de Von Mises en la placa base de acero. Caso axil aplicado=-100kN. Fase de carga: *step 2 substep 9*. Deformada ampliada 100 veces. La parte derecha de la placa, al entrar en contacto con el bloque de hormigón, hace aparecer en éste los valores de compresión representados en la Figura 5.88. También se puede apreciar cómo la parte izquierda de la placa base tiende a levantarse y adquiere una curvatura importante gracias al efecto de retención que desarrollan los anclajes.

Figura 5.91: Tensiones de Von Mises en la placa base de acero. Caso axil aplicado=-100kN. Fase de carga: *step 2 substep 90*. Deformada ampliada 25 veces. En esta imagen, en un estado de aplicación del momento flector más avanzado que el anterior, se observa claramente la fuente de los puntos de compresión que aparecían en la parte izquierda del bloque de hormigón en la Figura 5.89. Se aprecia cómo las dos esquinas de la parte izquierda de la placa base, fruto de la curvatura que adquiere la placa por el efecto retentivo de los anclajes, contactan con el bloque de hormigón, comprimiéndolo. La parte derecha de la placa está claramente en contacto con el bloque de hormigón.

Figura 5.92: Tensiones en z del bloque de hormigón. Caso axil aplicado=-1500kN. Fase de carga: *step 2 substep 15*. Deformada ampliada 100 veces. La imagen muestra un estado de carga con un axil alto completamente aplicado y un momento flector en una fase inicial de su aplicación. Si comparamos esta imagen con la de la Figura 5.88, correspondiente a una fase similar de aplicación del momento flector pero con un axil aplicado bajo, se observa cómo, en esta ocasión, la compresión ejercida por el axil es claramente más influyente y que, en este caso y contrariamente a lo que sucede en el de la Figura 5.88, la práctica totalidad de la placa aún está en contacto con el bloque de hormigón.

Figura 5.93: Tensiones de en z del bloque de hormigón. Caso axil aplicado=-1500kN. Fase de carga: *step 2 substep 45*. Deformada ampliada 25 veces. La imagen, comparándola con la anterior, muestra cómo, a medida se van sucediendo los *substeps* de carga de aplicación del momento flector, va disminuyendo la zona comprimida del lado izquierdo de la unión mientras que la compresión de la parte derecha va aumentando. Al ser un caso de axil aplicado alto se observa cómo la carga axil aún tiene mucha influencia en la huella que deja la placa base en el bloque de hormigón.

Figura 5.94: Tensiones de Von Mises en la placa base. Caso axil aplicado=-1500kN. Fase de carga: *step 2 substep 15*. Deformada ampliada 100 veces. Como complemento de la Figura 5.92 se muestra la imagen de la placa base en el mismo estado de aplicación de las cargas. Se observa una deformada aún muy influenciada por el gran esfuerzo axil aunque se aprecia cómo, gracias a la actuación aún pequeña del momento flector, el lado izquierdo de la placa base está claramente menos comprimida que la derecha.

Figura 5.95: Tensiones de Von Mises en la placa base. Caso axil aplicado=-1500kN. Fase de carga: *step 2 substep 45*. Deformada ampliada 25 veces. Se observa cómo la aplicación progresiva del momento flector tiene su repercusión en la deformada y el estado tensional de la placa base. Imagen que complementa a la Figura 5.93.

Figura 5.96- Gráfico M-Ø del comportamiento real de la unión, extraído del modelo en elementos finitos efectuado con el programa informático ANSYS. Axil=0T=0kN.

Figura 5.97- Gráfico M-Ø del comportamiento real de la unión, extraído del modelo en elementos finitos efectuado con el programa informático ANSYS. Axil=-10T=-100kN.

Figura 5.98- Gráfico M-Ø del comportamiento real de la unión, extraído del modelo en elementos finitos efectuado con el programa informático ANSYS. Axil=-40T=-400kN.

Figura 5.99- Gráfico M-Ø del comportamiento real de la unión, extraído del modelo en elementos finitos efectuado con el programa informático ANSYS. Axil=-80T=-800kN.

Figura 5.100- Gráfico M-Ø del comportamiento real de la unión, extraído del modelo en elementos finitos efectuado con el programa informático ANSYS. Axil=-100T=-1000kN.

Figura 5.101- Gráfico M-Ø del comportamiento real de la unión, extraído del modelo en elementos finitos efectuado con el programa informático ANSYS. Axil=-112,5T=-1125kN.

Figura 5.102- Gráfico M-Ø del comportamiento real de la unión, extraído del modelo en elementos finitos efectuado con el programa informático ANSYS. Axil=-125T=-1250kN.

Figura 5.103- Gráfico M-Ø del comportamiento real de la unión, extraído del modelo en elementos finitos efectuado con el programa informático ANSYS. Axil=-137,50T=-1375kN.

Figura 5.104- Gráfico M-Ø del comportamiento real de la unión, extraído del modelo en elementos finitos efectuado con el programa informático ANSYS. Axil=-150T=-1500kN.

CAPÍTULO 6: Exactitud del método predictivo del Eurocódigo para un caso concreto de estudio. Posibilidades de mejora.

Figura 6.1-Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=0T.

Figura 6.2-Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-100 kN.

Figura 6.3-Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-400 kN.

Figura 6.4-Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-800 kN.

Figura 6.5-Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-1000 kN.

Figura 6.6-Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-1125 kN.

Figura 6.7-Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-1250 kN.

Figura 6.8-Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-1375 kN.

Figura 6.9-Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-1500 kN.

Figura 6.10- Gráfico y (variación unitaria del comportamiento de la unión según la predicción del método de los componentes del Eurocódigo respecto a su comportamiento real) – M_{Ed} (momento actuante) para las diversas familias de axil actuante: 0, -100kN, .400Kn, -800kN, -1000kN, -1125Kn, -1250Kn, -1375kN, -1500kN.

Figura 6.11- Gráfico del ratio de rigidez propuesto por el Eurocódigo y el real en función del momento aplicado. Axil=0kN.

Figura 6.12- Gráfico del ratio de rigidez propuesto por el Eurocódigo y el real en función del momento aplicado. Axil=-100kN.

Figura 6.13- Gráfico del ratio de rigidez propuesto por el Eurocódigo y el real en función del momento aplicado. Axil=-400kN.

Figura 6.14- Gráfico del ratio de rigidez propuesto por el Eurocódigo y el real en función del momento aplicado. Axil=-800kN.

Figura 6.15- Gráfico del ratio de rigidez propuesto por el Eurocódigo y el real en función del momento aplicado. Axil=-1000kN.

Figura 6.16- Gráfico del ratio de rigidez propuesto por el Eurocódigo y el real en función del momento aplicado. Axil=-1125kN.

Figura 6.17- Gráfico del ratio de rigidez propuesto por el Eurocódigo y el real en función del momento aplicado. Axil=-1250kN.

Figura 6.18- Gráfico del ratio de rigidez propuesto por el Eurocódigo y el real en función del momento aplicado. Axil=-1375kN.

Figura 6.19- Gráfico del ratio de rigidez propuesto por el Eurocódigo y el real en función del momento aplicado. Axil=-1500kN.

Figura 6.20- Relación entre $\mu_{(REAL)}$ y $M_{j,Ed}/M_{j,Rd}$ para las distintas familias de axiles aplicados.

Figura 6.21- Relación entre $\mu_{(REAL)}$ y $M_{j,Ed}/M_{j,Rd}$ para axiles bajos de compresión ($0kN < N_{Ed} \leq 400kN$). Ecuaciones de los gráficos.

Figura 6.22- Variación de la constante de x^5 en función de los axiles aplicados. Ecuación del gráfico. Axiles bajos de compresión ($0kN < N_{Ed} \leq 400kN$).

Figura 6.23- Variación de la constante de x^4 en función de los axiles aplicados. Ecuación del gráfico. Axiles bajos de compresión ($0kN < N_{Ed} \leq 400kN$).

Figura 6.24- Variación de la constante de x^3 en función de los axiles aplicados. Ecuación del gráfico. Axiles bajos de compresión ($0kN < N_{Ed} \leq 400kN$).

Figura 6.25- Variación de la constante de x^2 en función de los axiles aplicados. Ecuación del gráfico. Axiles bajos de compresión ($0kN < N_{Ed} \leq 400kN$).

Figura 6.26- Variación de la constante de x en función de los axiles aplicados. Ecuación del gráfico. Axiles bajos de compresión ($0kN < N_{Ed} \leq 400kN$).

Figura 6.27- Variación del término independiente en función de los axiles aplicados. Ecuación del gráfico. Axiles bajos de compresión ($0kN < N_{Ed} \leq 400kN$).

Figura 6.28- Relación entre $\mu_{(REAL)}$ y $M_{j,Ed}/M_{j,R}$ para axiles altos de compresión ($400kN < N_{Ed} \leq 1500kN$). Ecuaciones de los gráficos $N_{Ed}=-800kN$, $N_{Ed}=-1000kN$ y $N_{Ed}=-1500kN$.

Figura 6.29- Variación de la constante de x^5 en función de los axiles aplicados. Ecuación del gráfico. Axiles altos de compresión ($400kN < N_{Ed} \leq 1500kN$).

- Figura 6.30-** Variación de la constante de x^4 en función de los axiles aplicados. Ecuación del gráfico. Axiles altos de compresión ($400\text{kN} < N_{Ed} \leq 15000\text{kN}$).
- Figura 6.31-** Variación de la constante de x^3 en función de los axiles aplicados. Ecuación del gráfico. Axiles altos de compresión ($400\text{kN} < N_{Ed} \leq 15000\text{kN}$).
- Figura 6.32-** Variación de la constante de x^2 en función de los axiles aplicados. Ecuación del gráfico. Axiles altos de compresión ($400\text{kN} < N_{Ed} \leq 15000\text{kN}$).
- Figura 6.33-** Variación de la constante de x en función de los axiles aplicados. Ecuación del gráfico. Axiles altos de compresión ($400\text{kN} < N_{Ed} \leq 15000\text{kN}$).
- Figura 6.34-** Variación del término independiente en función de los axiles aplicados. Ecuación del gráfico. Axiles altos de compresión ($400\text{kN} < N_{Ed} \leq 15000\text{kN}$).
- Figura 6.35-** Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul), el que se obtiene con la misma formulación del Eurocódigo cambiando las expresiones del ratio de rigidez μ (negro) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=0kN.
- Figura 6.36-** Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul), el que se obtiene con la misma formulación del Eurocódigo cambiando las expresiones del ratio de rigidez μ (negro) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-100kN.
- Figura 6.37-** Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul), el que se obtiene con la misma formulación del Eurocódigo cambiando las expresiones del ratio de rigidez μ (negro) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-400kN.
- Figura 6.38-** Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul), el que se obtiene con la misma formulación del Eurocódigo cambiando las expresiones del ratio de rigidez μ (negro) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-800kN.
- Figura 6.39-** Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul), el que se obtiene con la misma formulación del Eurocódigo cambiando las expresiones del ratio de rigidez μ (negro) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-1000kN.
- Figura 6.40-** Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul), el que se obtiene con la misma formulación del Eurocódigo cambiando las expresiones del ratio de rigidez μ (negro) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-1125kN.
- Figura 6.41-** Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul), el que se obtiene con la misma formulación del Eurocódigo cambiando las expresiones del ratio de rigidez μ (negro) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-1125kN.
- Figura 6.42-** Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul), el que se obtiene con la misma formulación del Eurocódigo cambiando las expresiones del ratio de rigidez μ (negro) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-1375kN.
- Figura 6.43-** Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul), el que se obtiene con la misma formulación del Eurocódigo cambiando las expresiones del ratio de rigidez μ (negro) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-1500kN.
- Figura 6.44-** Gráfico y (variación unitaria del comportamiento de la unión según la predicción del método de los componentes del Eurocódigo respecto a su comportamiento real (color azul) y según la predicción obtenida usando la nueva formulación del ratio de rigidez (μ) respecto al comportamiento real de la unión (color negro)) – M_{Ed} (momento actuante). Axil actuante: 0kN.
- Figura 6.45-** Gráfico y (variación unitaria del comportamiento de la unión según la predicción del método de los componentes del Eurocódigo respecto a su comportamiento real (color azul) y según la predicción obtenida usando la nueva formulación del ratio de rigidez (μ) respecto al comportamiento real de la unión (color negro)) – M_{Ed} (momento actuante). Axil actuante: -100kN.
- Figura 6.46-** Gráfico y (variación unitaria del comportamiento de la unión según la predicción del método de los componentes del Eurocódigo respecto a su comportamiento real (color azul) y según la predicción obtenida usando la nueva formulación del ratio de rigidez (μ) respecto al comportamiento real de la unión (color negro)) – M_{Ed} (momento actuante). Axil actuante: -400kN.
- Figura 6.47-** Gráfico y (variación unitaria del comportamiento de la unión según la predicción del método de los componentes del Eurocódigo respecto a su comportamiento real (color azul) y según la predicción obtenida usando la nueva formulación del ratio de rigidez (μ) respecto al comportamiento real de la unión (color negro)) – M_{Ed} (momento actuante). Axil actuante: -800kN.
- Figura 6.48-** Gráfico y (variación unitaria del comportamiento de la unión según la predicción del método de los componentes del Eurocódigo respecto a su comportamiento real (color azul) y según la predicción obtenida usando la nueva formulación del ratio de rigidez (μ) respecto al comportamiento real de la unión (color negro)) – M_{Ed} (momento actuante). Axil actuante: -1000kN.
- Figura 6.49-** Gráfico y (variación unitaria del comportamiento de la unión según la predicción del método de los componentes del Eurocódigo respecto a su comportamiento real (color azul) y según la predicción obtenida usando la nueva formulación del ratio de rigidez (μ) respecto al comportamiento real de la unión (color negro)) – M_{Ed} (momento actuante). Axil actuante: -1125kN.
- Figura 6.50-** Gráfico y (variación unitaria del comportamiento de la unión según la predicción del método de los componentes del Eurocódigo respecto a su comportamiento real (color azul) y según la predicción obtenida usando la nueva formulación del ratio de rigidez (μ) respecto al comportamiento real de la unión (color negro)) – M_{Ed} (momento actuante). Axil actuante: -1250kN.
- Figura 6.51-** Gráfico y (variación unitaria del comportamiento de la unión según la predicción del método de los componentes del Eurocódigo respecto a su comportamiento real (color azul) y según la predicción

obtenida usando la nueva formulación del ratio de rigidez (μ) respecto al comportamiento real de la unión (color negro) – M_{Ed} (momento actuante). Axil actuante: -1375kN.

Figura 6.52- Gráfico y (variación unitaria del comportamiento de la unión según la predicción del método de los componentes del Eurocódigo respecto a su comportamiento real (color azul) y según la predicción obtenida usando la nueva formulación del ratio de rigidez (μ) respecto al comportamiento real de la unión (color negro) – M_{Ed} (momento actuante). Axil actuante: -1500kN.

Figura 6.53- Gráficos de la relación entre la variación unitaria de la rigidez γ (entre la predicción del Eurocódigo considerando $\mu=1$ y el comportamiento real) y la proporción de momento aplicado respecto al real ($M_{Ed}/M_{j,Rd}$) para las diversas familias de axil actuante: 0, -100kN, .400kN, -800kN, -1000kN, -1125kN, -1250kN, -1375kN, -1500kN.

Figura 6.54- Gráficos de la relación entre la variación unitaria de la rigidez γ (entre la predicción del Eurocódigo considerando $\mu=1$ y el comportamiento real) y la proporción de momento aplicado respecto al real ($M_{Ed}/M_{j,Rd}$) para axiles aplicados bajos: 0, -100kN y 400kN.

Figura 6.55- Gráficos de la relación entre la variación unitaria de la rigidez γ (entre la predicción del Eurocódigo considerando $\mu=1$ y el comportamiento real) y la proporción de momento aplicado respecto al real ($M_{Ed}/M_{j,Rd}$) para axiles aplicados altos: -800kN, -1000kN, -1125kN, -1250kN, 1375kN Y -1500kN.

Figura 6.57- Gráficos de la relación entre la variación unitaria de la rigidez γ (entre la predicción del Eurocódigo considerando $\mu=1$ y el comportamiento real) y la proporción de momento aplicado respecto al real ($M_{Ed}/M_{j,Rd}$). Axiles aplicados bajos ($0kN < N_{Ed} \leq 400kN$) y momentos aplicados bajos (Primera fase).

Figura 6.58- Gráficos de la relación entre la variación unitaria de la rigidez γ (entre la predicción del Eurocódigo considerando $\mu=1$ y el comportamiento real) y el axil de compresión aplicado (N_{Ed}). Axiles aplicados bajos ($0kN < N_{Ed} \leq 400kN$) y momentos aplicados bajos (primera fase).

Figura 6.59- Gráficos de la relación entre la variación unitaria de la rigidez γ (entre la predicción del Eurocódigo considerando $\mu=1$ y el comportamiento real) y la proporción de momento aplicado respecto al real ($M_{Ed}/M_{j,Rd}$). Axiles aplicados bajos ($0kN < N_{Ed} \leq 400kN$) y momentos aplicados altos (Segunda fase).

Figura 6.60- Variación de la constante de x^2 en función de los axiles aplicados. Ecuación del gráfico. Axiles bajos de compresión ($0kN < N_{Ed} \leq 400kN$). Segunda fase.

Figura 6.61- Variación de la constante de x en función de los axiles aplicados. Ecuación del gráfico. Axiles bajos de compresión ($0kN < N_{Ed} \leq 400kN$). Segunda fase.

Figura 6.62- Variación del término independiente en función de los axiles aplicados. Ecuación del gráfico. Axiles bajos de compresión ($0kN < N_{Ed} \leq 400kN$). Segunda fase.

Figura 6.63- Valores $M_{j,Ed}/M_{j,Rd}$ límite de la primera fase. Axiles altos ($400kN < N_{Ed} \leq 1500kN$). Primera fase. Ecuación del gráfico.

Figura 6.64- Gráficos de la relación entre la variación unitaria de la rigidez γ (entre la predicción del Eurocódigo considerando $\mu=1$ y el comportamiento real) y la proporción de momento aplicado respecto al real ($M_{Ed}/M_{j,Rd}$). Axiles aplicados altos ($400kN < N_{Ed} \leq 1500kN$) y momentos aplicados bajos (Primera fase).

Figura 6.65- Gráficos de la relación entre la variación unitaria de la rigidez γ (entre la predicción del Eurocódigo considerando $\mu=1$ y el comportamiento real) y la proporción de momento aplicado respecto al real ($M_{Ed}/M_{j,Rd}$). Axiles aplicados altos ($400kN < N_{Ed} \leq 1500kN$) y momentos aplicados altos (Segunda fase).

Figura 6.66- Variación de la constante de x^2 en función de los axiles aplicados. Ecuación del gráfico. Axiles altos de compresión ($400kN < N_{Ed} \leq 1500kN$). Segunda fase.

Figura 6.67- Variación de la constante de x en función de los axiles aplicados. Ecuación del gráfico. Axiles altos de compresión ($400kN < N_{Ed} \leq 1500kN$). Segunda fase.

Figura 6.68- Variación del término independiente en función de los axiles aplicados. Ecuación del gráfico. Axiles altos de compresión ($400kN < N_{Ed} \leq 1500kN$). Segunda fase.

Figura 6.69- Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul), el que se obtiene usando la nueva formulación propuesta en esta tesis (verde) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=0kN.

Figura 6.70- Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul), el que se obtiene usando la nueva formulación propuesta en esta tesis (verde) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-100kN.

Figura 6.71- Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul), el que se obtiene usando la nueva formulación propuesta en esta tesis (verde) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-400kN.

Figura 6.72- Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul), el que se obtiene usando la nueva formulación propuesta en esta tesis (verde) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-800kN.

Figura 6.73- Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul), el que se obtiene usando la nueva formulación propuesta en esta tesis (verde) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-1000kN.

Figura 6.74- Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul), el que se obtiene usando la nueva formulación propuesta en esta tesis (verde) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-1125kN.

Figura 6.75- Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul), el que se obtiene usando la nueva formulación propuesta en esta tesis (verde) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-1250kN.

Figura 6.76- Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul), el que se obtiene usando la nueva formulación propuesta en esta tesis (verde) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-1375kN.

Figura 6.77- Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul), el que se obtiene usando la nueva formulación propuesta en esta tesis (verde) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-1500kN.

Figura 6.78- Gráfico y (variación unitaria del comportamiento de la unión según la predicción del método de los componentes del Eurocódigo respecto a su comportamiento real (color azul) y según la predicción obtenida considerando $\mu=1$ y usando la nueva formulación propuesta respecto al comportamiento real de la unión (color verde)) – M_{Ed} (momento actuante). Axil actuante: 0kN.

Figura 6.79- Gráfico y (variación unitaria del comportamiento de la unión según la predicción del método de los componentes del Eurocódigo respecto a su comportamiento real (color azul) y según la predicción obtenida considerando $\mu=1$ y usando la nueva formulación propuesta respecto al comportamiento real de la unión (color verde)) – M_{Ed} (momento actuante). Axil actuante: -100kN.

Figura 6.80- Gráfico y (variación unitaria del comportamiento de la unión según la predicción del método de los componentes del Eurocódigo respecto a su comportamiento real (color azul) y según la predicción obtenida considerando $\mu=1$ y usando la nueva formulación propuesta respecto al comportamiento real de la unión (color verde)) – M_{Ed} (momento actuante). Axil actuante: -400kN.

Figura 6.81- Gráfico y (variación unitaria del comportamiento de la unión según la predicción del método de los componentes del Eurocódigo respecto a su comportamiento real (color azul) y según la predicción obtenida considerando $\mu=1$ y usando la nueva formulación propuesta respecto al comportamiento real de la unión (color verde)) – M_{Ed} (momento actuante). Axil actuante: -800kN.

Figura 6.82- Gráfico y (variación unitaria del comportamiento de la unión según la predicción del método de los componentes del Eurocódigo respecto a su comportamiento real (color azul) y según la predicción obtenida considerando $\mu=1$ y usando la nueva formulación propuesta respecto al comportamiento real de la unión (color verde)) – M_{Ed} (momento actuante). Axil actuante: -1000kN.

Figura 6.83- Gráfico y (variación unitaria del comportamiento de la unión según la predicción del método de los componentes del Eurocódigo respecto a su comportamiento real (color azul) y según la predicción obtenida considerando $\mu=1$ y usando la nueva formulación propuesta respecto al comportamiento real de la unión (color verde)) – M_{Ed} (momento actuante). Axil actuante: -1125kN.

Figura 6.84- Gráfico y (variación unitaria del comportamiento de la unión según la predicción del método de los componentes del Eurocódigo respecto a su comportamiento real (color azul) y según la predicción obtenida considerando $\mu=1$ y usando la nueva formulación propuesta respecto al comportamiento real de la unión (color verde)) – M_{Ed} (momento actuante). Axil actuante: -1250kN.

Figura 6.85- Gráfico y (variación unitaria del comportamiento de la unión según la predicción del método de los componentes del Eurocódigo respecto a su comportamiento real (color azul) y según la predicción obtenida considerando $\mu=1$ y usando la nueva formulación propuesta respecto al comportamiento real de la unión (color verde)) – M_{Ed} (momento actuante). Axil actuante: -1375kN.

Figura 6.86- Gráfico y (variación unitaria del comportamiento de la unión según la predicción del método de los componentes del Eurocódigo respecto a su comportamiento real (color azul) y según la predicción obtenida considerando $\mu=1$ y usando la nueva formulación propuesta respecto al comportamiento real de la unión (color verde)) – M_{Ed} (momento actuante). Axil actuante: -1500kN.

IV. LISTA DE TABLAS

CAPÍTULO 1: Clasificación de las uniones.

Tabla 1.1: Propiedades de las uniones.

Tabla 1.2: Tipo de modelización de las uniones y análisis global de la estructura.

Tabla 1.3: Tipos de uniones requeridas para los diferentes modelos de pórticos en función del método de análisis a utilizar uniendo los criterios de rigidez al giro y resistencia de la unión. (Guardiola Villora, 2006)

CAPÍTULO 2: Predicción y modelado del comportamiento de las uniones semirrígidas.

Tabla 2.1: Constantes de ajuste y de estandarización para la representación polinómica de Fyre y Morris (1975) (tomada de Kishi (2000)). Los coeficientes del parámetro K se indican en la Figura 2.1.

Tabla 2.2: Valores del parámetro de forma n (Chen, y otros, 1989)

Tabla 2.3: Coeficiente modificador de rigidez η (CEN, Mayo 2005b).

Tabla 2.4: Valores del coeficiente ψ (CEN, Mayo 2005b).

Tabla 2.5: Datos necesarios para la definición del modelo trilineal (Moncaraz, y otros, 1981) y rigidez secante correspondiente a $M_{j,Rd}$.

Tabla 2.6: Valores aproximados para el parámetro de transformación β , (CEN, Mayo 2005b).

CAPÍTULO 3: El método de los componentes.

Tabla 3.1: Componentes básicos de las uniones (CEN, Mayo 2005b).

Tabla 3.2: Resistencias de diseño para las alas de un *T-Stub* (CEN, Mayo 2005b).

Tabla 3.3: Factor de reducción ω para la interacción con el cortante (CEN, Mayo 2005b).

Tabla 3.4: Longitud eficaz del ala del soporte no rigidizada. Unión atornillada.

Tabla 3.5: Longitud eficaz para una chapa de testa. Unión atornillada.

Tabla 3.6: Correlación β_w para soldaduras en ángulo.

Tabla 3.7: Centro de compresiones, brazo de palanca (z) y distribuciones de fuerzas para el cálculo del momento resistente de diseño ($M_{j,Rd}$) para diversos tipos de uniones.

Tabla 3.8- Momento resistente de diseño ($M_{j,Rd}$) de una basa de pilar según el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b).

Tabla 3.9- Valores de Ψ .

Tabla 3.10- Uniones soldadas o angulares de ala atornillados. Extraída del Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b).

Tabla 3.11- Uniones con chapa de testa atornillada i basas de pilares. Extraída del Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b).

Tabla 3.12- Coeficientes de rigidez de los componentes básicos. Extraída del Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b).

Tabla 3.13- Rigidez rotacional ($S_{j,ini}$) de una basa de pilar según el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b).

CAPÍTULO 5: Modelado de la unión mediante elementos finitos. Asimilación al comportamiento real de la basa del pilar.

Tabla 5.1: Resumen de los valores utilizados para la definición de los distintos aceros presentes en el modelo para su implementación en ANSYS con el modelo *Bilinear Isotropic hardening (BISO)*.

Tabla 5.2: Puntos usados para la definición del gráfico tensión-deformación del hormigón en el modelo *MISO*.

Tabla 5.3: Parámetros usados para la definición del hormigón en el modelo *Drucker Prager*.

Tabla 5.4: Equivalencia entre axil aplicado y presión lineal equivalente aplicada en las aristas de la cabeza del perfil HEB.

Tabla 5.5: Resumen de los tipos de elementos utilizados en el modelo.

Tabla 5.6: Resumen de los materiales utilizados en el modelo.

CAPÍTULO 6: Exactitud del método predictivo del Eurocódigo para un caso concreto de estudio. Posibilidades de mejora.

Tabla 6.1- Valores de los coeficientes de x^5 , x^4 , x^3 , x^2 , x y del término independiente de las ecuaciones de los axiles bajos de compresión ($0kN < N_{Ed} \leq 400kN$). $x = M_{j,Ed}/M_{j,Rd}$; $y = \mu_{(REAL)}$

Tabla 6.2- Expresiones de variación de las constantes polinómicas y términos independientes en función de los axiles aplicados. Axiles bajos de compresión ($0\text{kN} < N_{Ed} \leq 400\text{kN}$). $x = N_{Ed}$; $y =$ variación de la constante o del término independiente.

Tabla 6.3- Valores de los coeficientes de x^5, x^4, x^3, x^2, x y del término independiente de las ecuaciones de los axiles altos de compresión ($400\text{kN} < N_{Ed} \leq 1500\text{kN}$). $x = M_{i,Ed}/M_{i,Rd}$; $y = \mu_{(REAL)}$

Tabla 6.4- Expresiones de variación de las constantes polinómicas y términos independientes en función de los axiles aplicados. Axiles altos de compresión ($400\text{kN} < N_{Ed} \leq 1500\text{kN}$). $x = N_{Ed}$; $y =$ variación de la constante o del término independiente.

Tabla 6.5- Resumen de los valores de la variación unitaria de la rigidez (γ) en función del axil aplicado (N_{Ed}). Axiles bajos. Primera fase.

Tabla 6.6- Valores de los coeficientes de x^2, x y del término independiente de las ecuaciones de los axiles bajos de compresión ($0\text{kN} < N_{Ed} \leq 400\text{kN}$). Segunda fase. $x = M_{i,Ed}/M_{i,Rd}$; $y = \gamma$

Tabla 6.7- Expresiones de variación de las constantes polinómicas y términos independientes en función de los axiles

aplicados. Axiles bajos de compresión ($0\text{kN} < N_{Ed} \leq 400\text{kN}$). Segunda fase. $x = N_{Ed}$; $y =$ variación de la constante o del término independiente.

Tabla 6.8- Valores máximos alcanzados de $M_{Ed}/M_{i,Rd}$ en función del axil aplicado. Axiles altos de compresión ($400\text{kN} < N_{Ed} \leq 1500\text{kN}$). Primera fase.

Tabla 6.9- Valores de los coeficientes de x^2, x y del término independiente de las ecuaciones de los axiles altos de compresión ($400\text{kN} < N_{Ed} \leq 1500\text{kN}$). Segunda fase. $x = M_{i,Ed}/M_{i,Rd}$; $y = \gamma$

Tabla 6.10- Expresiones de variación de las constantes polinómicas y términos independientes en función de los axiles aplicados. Axiles altos de compresión ($400\text{kN} < N_{Ed} \leq 1500\text{kN}$). $x = N_{Ed}$; $y =$ variación de la constante o del término independiente.

V. LISTA DE DOCUMENTOS ANEXOS

Con el objetivo de facilitar la lectura de la tesis y no interrumpirla constantemente con documentos anexos a ésta, se decide colocar en el Capítulo 8 toda aquella documentación relevante para la comprensión del trabajo pero excesivamente larga o incómoda por su contenido o formato para formar parte del cuerpo escrito de los capítulos anteriores. Seguidamente se citan los diversos Documentos Anexos presentes en el Capítulo 8, convenientemente ordenados según los capítulos a los que hacen referencia.

CAPÍTULO 4: Aplicación del método de los componentes del Eurocódigo a un caso concreto.

Documento Anexo 4.1:

Hoja de cálculo elaborada con los criterios del método de los componentes del Eurocódigo 3 para el cálculo de la predicción del Momento resistente de diseño de la unión de la basa del pilar ($M_{j,Rd}$). Caso compresión-compresión.

El caso concreto que sigue hace referencia a los siguientes valores de axil y momento aplicados:

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= -400 \text{ kN} = -400000\text{N} \text{ (compresión)} \\ M_{Ed} &= 40 \text{ mkN} = -4000000\text{mmN} \text{ (según las agujas del reloj)}. \\ e &= -0,1\text{m} = -100\text{mm}. \end{aligned}$$

Documento Anexo 4.2:

Hoja de cálculo elaborada con los criterios del método de los componentes del Eurocódigo 3 para el cálculo de la Rigidez rotacional de la unión de la basa del pilar (S_j). Caso compresión-compresión.

El caso concreto que sigue hace referencia a los siguientes valores de axil y momento aplicados:

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= -400 \text{ kN} = -400000\text{N} \text{ (compresión)} \\ M_{Ed} &= 40 \text{ mkN} = -4000000\text{mmN} \text{ (según las agujas del reloj)}. \\ e &= -0,1\text{m} = -100\text{mm} \end{aligned}$$

Documento Anexo 4.3:

Hoja de cálculo elaborada con los criterios del método de los componentes del Eurocódigo 3 para el cálculo de la predicción del Momento resistente de diseño de la unión de la basa del pilar ($M_{j,Rd}$). Caso tracción-compresión.

El caso concreto que sigue hace referencia a los siguientes valores de axil y momento aplicados:

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= -400 \text{ kN} = -400000\text{N} \text{ (compresión)} \\ M_{Ed} &= 60 \text{ mkN} = -6000000\text{mmN} \text{ (según las agujas del reloj)}. \\ e &= -0,15\text{m} = -150\text{mm} \end{aligned}$$

Documento Anexo 4.4:

Hoja de cálculo elaborada con los criterios del método de los componentes del Eurocódigo 3 para el cálculo de la Rigidez rotacional de la unión de la basa del pilar (S_j). Caso compresión-compresión.

El caso concreto que sigue hace referencia a los siguientes valores de axil y momento aplicados:

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= -400 \text{ kN} = -400000\text{N} \text{ (compresión)} \\ M_{Ed} &= 60 \text{ mkN} = -6000000\text{mmN} \text{ (según las agujas del reloj)}. \\ e &= -0,15\text{m} = -150\text{mm} \end{aligned}$$

Documento Anexo 4.5:

Tabla resumen de todos los resultados obtenidos mediante la aplicación de las hojas de cálculo elaboradas. En la tabla se observan los Momentos resistentes ($M_{j,Rd}$) y las Rigideces rotacionales (S_j) de todas las combinaciones de axil y momento actuantes N_{Ed} y M_{Ed} estudiados.

CAPÍTULO 5: Modelado de la unión mediante elementos finitos. Asimilación al comportamiento real de la basa del pilar.

Documento Anexo 5.1:

Código completo del modelo usado para el calibrado del programa informático ANSYS. El código se ha limpiado de manera que pueda seguirse fácilmente todo el proceso de modelado. También se han introducido títulos que introduzcan en qué fase del modelado se está (en negrita) y, con el mismo objetivo de poder facilitar la lectura del código al lector, se ha explicado detenidamente cada instrucción, comentando a qué se refiere y a qué elementos (en letra cursiva).

Documento Anexo 5.2:

Código completo del ejemplo de trabajo del programa informático ANSYS. El código se ha limpiado de manera que pueda seguirse fácilmente todo el proceso de modelado. También se han introducido títulos que introduzcan en qué fase del modelado se está (en negrita) y, con el mismo objetivo de poder facilitar la lectura del código al lector, se ha explicado detenidamente cada instrucción, comentando a qué se refiere y a qué elementos (en letra cursiva).

CAPÍTULO 6: Exactitud del método predictivo del Eurocódigo para un caso concreto de estudio. Posibilidades de mejora.

Documento Anexo 6.1:

Tabla donde se muestran los valores numéricos de $S_{j,EC}$ (valor de rigidez propuesto por el método predictivo del Eurocódigo 3), $S_{j,real}$ (valor de rigidez real de la basa del pilar) y γ (variación unitaria de la rigidez, definida en la Ecuación 6.2) para cada axil (N_{Ed}) y momento (M_{Ed}) actuantes.

Documento Anexo 6.2:

Tabla donde se muestran los valores numéricos reales de rigidez inicial $S_{j,ini (REAL)}$ y de cada punto de estudio $S_{j,(REAL)}$ y de los ratios de rigidez real ($\mu_{(REAL)}$) y propuesto por el Eurocódigo ($\mu_{(EC)}$) para cada axil (N_{Ed}) y momento (M_{Ed}) actuantes. También se detallan la variación unitaria del coeficiente de rigidez (α).

Documento Anexo 6.3:

Hoja de cálculo elaborada con los criterios del método de los componentes del Eurocódigo 3 y la nueva formulación del coeficiente de rigidez μ para el cálculo de la Rigidez rotacional de la unión de la basa del pilar (S_j). Caso compresión-compresión.

El caso concreto que sigue hace referencia a los siguientes valores de axil y momento aplicados:

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= -1125 \text{ kN} = -1125000\text{N} \text{ (compresión)} \\ M_{Ed} &= 40 \text{ mkN} = -40000000\text{mmN} \text{ (según las agujas del reloj)} \\ e &= -0,03556\text{m} = -35,56\text{mm}. \end{aligned}$$

Documento Anexo 6.4:

Hoja de cálculo elaborada con los criterios del método de los componentes del Eurocódigo 3 y la nueva formulación del coeficiente de rigidez μ para el cálculo de la Rigidez rotacional de la unión de la basa del pilar (S_j). Caso tracción-compresión.

El caso concreto que sigue hace referencia a los siguientes valores de axil y momento aplicados:

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= -100 \text{ kN} = -100000\text{N} \text{ (compresión)} \\ M_{Ed} &= 60 \text{ mkN} = -60000000\text{mmN} \text{ (según las agujas del reloj)} \\ e &= -0,6\text{m} = -600\text{mm}. \end{aligned}$$

Documento Anexo 6.5:

Tabla resumen de todos los resultados obtenidos mediante la aplicación de las hojas de cálculo elaboradas mostradas en los Documentos Anexos 6.3 y 6.4. En la tabla se observan los Momentos resistentes ($M_{j,Rd}$) y las Rigideces rotacionales (S_j) de todas las combinaciones de axil y momento actuantes N_{Ed} y M_{Ed} estudiados.

Documento Anexo 6.6:

Tabla resumen de la rigideces rotacionales reales de la basa del pilar ($S_{j (REAL)}$), de las rigideces obtenidas de la predicción efectuada por el método del Eurocódigo ($S_{j (EC)}$) y de las rigideces obtenidas mediante la formulación del Eurocódigo cambiando la expresión del ratio de rigidez por los valores propuestos en los Apartados 6.2.2.1 y 6.2.2.2 ($S_{j (NUEVA\mu)}$), de la variación unitaria de la rigidez de la propuesta del Eurocódigo ($\gamma_{(EC)}$) y de la variación unitaria de la rigidez del caso donde se ha utilizado la nueva formulación de μ ($\gamma_{(NUEVA\mu)}$).

Documento Anexo 6.7:

Tabla resumen de la rigideces rotacionales reales de la basa del pilar ($S_{j (REAL)}$), de las rigideces efectuadas por el método de los componentes del Eurocódigo considerando un valor del ratio de rigidez $\mu=1$ y de la variación unitaria de la rigidez (γ).

Documento Anexo 6.8:

Hoja de cálculo para el cálculo de la rigidez rotacional de la unión de la basa del pilar (S_j) elaborada con los criterios del método de los componentes modificados con la nueva formulación de la variación unitaria de la rigidez y considerando $\mu=1$ en todas las situaciones de momento aplicado. Caso compresión-compresión.

El caso concreto que sigue hace referencia a los siguientes valores de axil y momento aplicados:

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= -1125 \text{ kN} = -1125000\text{N} \text{ (compresión)} \\ M_{Ed} &= 40 \text{ mkN} = -40000000\text{mmN} \text{ (según las agujas del reloj)} \\ e &= -0,03556\text{m} = -35,56\text{mm} \end{aligned}$$

Documento Anexo 6.9:

Hoja de cálculo para el cálculo de la rigidez rotacional de la unión de la basa del pilar (S_j) elaborada con los criterios del método de los componentes modificados con la nueva formulación de la variación unitaria de la rigidez y considerando $\mu=1$ en todas las situaciones de momento aplicado. Caso tracción-compresión.

El caso concreto que sigue hace referencia a los siguientes valores de axil y momento aplicados:

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= -100 \text{ kN} = -100000\text{N} \text{ (compresión)} \\ M_{Ed} &= 60 \text{ mkN} = -60000000\text{mmN} \text{ (según las agujas del reloj)} \\ e &= -0,6\text{m} = -600\text{mm} \end{aligned}$$

Documento Anexo 6.10:

Tabla resumen de todos los resultados obtenidos mediante la aplicación de las hojas de cálculo elaboradas mostradas en los Documentos Anexos 6.8 y 6.9. En la tabla se observan, como resumen de todo el trabajo realizado en esta tesis, la rigidez rotacional predicha por el Eurocódigo ($S_{j(EG)}$), la rigidez rotacional predicha por el Eurocódigo considerando $\mu=1$ ($S_{j(EG),\mu=1}$), la rigidez rotacional considerando con la nueva formulación propuesta en esta tesis en el Apartado 6.3.5 ($S_{j(NUEVA FORMULACIÓN PROPUESTA)}$), la rigidez rotacional real de la basa del pilar ($S_{j(REAL)}$), la variación unitaria de la predicción del Eurocódigo respecto la real ($\gamma_{(EG)}$), la variación unitaria de la rigidez de la propuesta del Eurocódigo considerando $\mu=1$ respecto la real ($\gamma_{(EG),\mu=1}$) y la variación unitaria de la rigidez de la nueva formulación propuesta en esta tesis respecto a la real ($\gamma_{(NUEVA FORMULACIÓN PROPUESTA)}$) de todas las combinaciones de axil y momento actuantes N_{Ed} y M_{Ed} estudiados.

VI. RESUM

Les unions entre els diversos elements estructurals, malgrat que sovint han estat menystingudes a nivell estructural i s'han considerat com a simples detalls constructius, són claus per garantir la correcta distribució d'esforços i assegurar una avinença entre model utilitzat pel càlcul i realitat construïda. Al llarg dels anys s'han dissenyat exclusivament sota el criteri de resistència aspecte que, arrel de la introducció de les noves normatives tals com l'Eurocodi, actualment es pot complementar amb el de rigidesa i, encara en una fase inicial de desenvolupament, amb el de capacitat de rotació o ductilitat.

El present treball aprofundeix en un tipus d'unió determinat: les bases de pilars. A part de resumir tot el marc teòric del mètode dels components, que és el mètode predictiu de l'Eurocodi, aquest és aplicat també a nivell pràctic en un exemple concret de basa de pilar, arribant a obtenir els gràfics que la norma preveu pel seu comportament M-Ø. Aquests es comparen amb els reals, extrets d'una modelització informàtica amb elements finits convenientment calibrada i testejada, per tal de conèixer la precisió que la predicció del mètode ofert per la normativa posseeix. En base a aquesta comparació s'estudia la relació existent entre la precisió del comportament M-Ø de la unió obtinguda per l'exemple treballat i el valor del ratio de rigidesa (μ) utilitzat. La tesi desenvolupa una nova formulació pel valor del rati de rigidesa que l'acosta més al real, expressions que quan s'incorporen a les del mètode dels components fan augmentar lleument, amb caràcter general, la precisió de la predicció del comportament rotacional obtingut per la basa del pilar.

Finalment, i a tenor de la millora modesta que provoca incidir únicament en el valor del rati de rigidesa, la tesi desenvolupa una formulació per la variació unitària de la rigidesa (γ) que modifica el traçat del gràfic M-Ø de la predicció i l'acosta indefectiblement al real, aconseguint una precisió gairebé absoluta en el cas d'estudi.

La principal línia futura d'investigació que es proposa és seguir amb el mètode de treball ideat en aquesta tesi, amb diferents configuracions geomètriques i materials de bases de pilars. Treballant els resultats extrets l'objectiu és aconseguir una formulació de caràcter general, vàlida per qualsevol configuració de basa de pilar que es tingui, que permeti millorar la predicció del seu comportament rotacional. Un cop aconseguides aproximacions més fiables, l'últim pas a per aquesta línia de treball, i el més important a nivell pràctic i professional, és l'invers, és a dir, a partir d'un determinat comportament rotacional desitjat pel dissenyador, oferir diverses configuracions de bases de pilars possibles.

PARAULES CLAU:

Arquitectura, estructures, unions, bases de pilars, placa base, ancoratges, acer, formigó, rigidesa, resistència, capacitat de rotació, mètode dels components, unions semirrígides, classificació de les unions, models predictius, modelat de les unions, Eurocodi 3, precisió, optimització, elements finits, gràfics moment-rotació.

VII. RESUMEN

Las uniones entre los distintos elementos estructurales, a pesar de que a menudo han sido menospreciadas a nivel estructural y se han considerado como simples detalles constructivos, son claves para garantizar la correcta distribución de esfuerzos y asegurar una avenencia entre modelo utilizado para el cálculo y realidad construida. A lo largo de los años se han diseñado exclusivamente bajo el criterio de resistencia, aspecto que, gracias a la introducción de las nuevas normativas como el Eurocódigo, actualmente se puede complementar con el de rigidez y, aún en una fase inicial de desarrollo, con el de capacidad de rotación o ductilidad.

El presente trabajo profundiza en un tipo de unión determinado: las basas de pilares. Aparte de resumir todo el marco teórico del método de los componentes, que es el método predictivo del Eurocódigo, éste es aplicado también a nivel práctico en un ejemplo concreto de basa de pilar, llegando a obtener los gráficos que la norma predice para su comportamiento M-Ø. Éstos se comparan con los reales, extraídos de una modelización informática con elementos finitos convenientemente calibrada y testeada, con el objetivo de conocer la precisión que la predicción del método ofrecido por la normativa posee. En base a esta comparación, se estudia la relación existente entre la precisión del comportamiento M-Ø de la unión obtenida para el ejemplo trabajado y el valor del ratio de rigidez (μ) utilizado. La tesis desarrolla una nueva formulación para el valor del ratio de rigidez que lo acerca más al real; expresiones que cuando se incorporan a las del método de los componentes hacen aumentar ligeramente, con carácter general, la precisión de la predicción del comportamiento rotacional obtenido para la basa del pilar.

Finalmente, y a tenor de la modesta mejora que provoca incidir únicamente en el valor del ratio de rigidez, la tesis desarrolla una formulación para la variación unitaria de la rigidez (γ) que modifica el trazado del gráfico M-Ø de la predicción i lo acerca indefectiblemente al real, consiguiendo una precisión casi absoluta en el caso de estudio.

La principal futura línea de investigación que se propone es seguir con el método de trabajo ideado en esta tesis, con distintas configuraciones geométricas y materiales de basas de pilares. Trabajando los resultados extraídos, el objetivo es conseguir una formulación de carácter general, válida para cualquier configuración de basa de pilar que se tenga, que permita mejorar la predicción de su comportamiento rotacional. Una vez conseguidas aproximaciones más fiables, el último paso para el futuro de esta línea de trabajo, y el más importante a nivel práctico y profesional, es el inverso, es decir, a partir de un determinado comportamiento rotacional deseado por el diseñador, ofrecer distintas configuraciones de basas de pilares posibles.

PALABRAS CLAVE:

Arquitectura, estructuras, uniones, basas de pilares, placa base, anclajes, acero, hormigón, rigidez, resistencia, capacidad de rotación, método de los componentes, uniones semirrígidas, clasificación de las uniones, modelos predictivos, modelado de las uniones, Eurocódigo 3, precisión, optimización, elementos finitos, gráficos momento-rotación.

VIII. ABSTRACT

Connections between different structural elements, despite the fact that very often have been despised as structural components and have been considered as simple constructive details, are key elements to guarantee a correct force distribution and also to ensure a complete fitting between the model used in the design phase and the final built reality. Traditionally they have been design according only to the resistance criterion but, since the introduction of new standards as Eurocode, nowadays their calculation and design can be complemented with stiffness considerations and, still in an early development stage, with their rotation capacity or their ductility.

This paper focuses on a particular type of connection: column bases. Besides to summarize all the theoretical approach of the component method, the Eurocode predictive method, it has been practically implemented to a specific column base example until its predictive M- θ behaviour graphs have been obtained. The predicted behaviour of this worked example has been compared with the real ones, extracted from a finite element model appropriately tested and calibrated, with the main goal of determining the prediction precision of the method offered by the European standard. According to this comparison, this doctoral thesis studies the relationship between the precision of the M- θ behaviour obtained for the worked example and the stiffness ratio (μ) used. This paper develops new formulation for the stiffness ratio that brings it closer to its real value. Slight improvements of the predicted rotational behaviour are obtained for the example column base when these new expressions are implemented on the component method framework.

Finally, and judging by the modest improvement got by affecting exclusively the stiffness ratio value, this thesis develops mathematical expressions for the unitary stiffness variation (γ) that modify the predicted graph plotting and unflinching brings it closer to the real M- θ representation. In the case studied the precision obtained is nearly absolute.

The main future research line proposed by the author is faced to keep on using the working method devised for this doctoral thesis on different geometrical and material column base configurations. The main objective to be achieved by working the results obtained is to get a general formulation, valid for any column base configuration, which allows improving its rotational behaviour prediction. Once more reliable approaches can be achieved, the last step of this future research line, and the most important for the practical and professional approach, is just the opposite approximation, that is starting off a specific rotational behaviour desired by the designer, provide him with several possible column bases configurations that satisfy this requirement.

KEYWORDS:

Architecture, structures, joints, column bases, base plate, anchor bolts, steel, concrete, stiffness, resistance, rotation capacity, component method, semirigid joints, classification of joints, predictive models, joints modelling, Eurocode 3, precision, optimization, finite elements, moment-rotation graphs.

XIX. INTRODUCCIÓN Y MOTIVACIONES

Actualmente, una de las principales preocupaciones de los proyectistas de estructuras es la de asegurar la avenencia absoluta entre el modelo estructural utilizado para la realización del cálculo y la estructura realmente ejecutada. Variaciones entre dicho modelo y la estructura real del edificio pueden comportar patologías que, en diversas ocasiones, han obligado a intervenir posteriormente para corregir comportamientos no deseados y, consecuentemente, para asegurar que los elementos estructurales realmente reciben las solicitaciones para las cuales han sido dimensionados.

Especialmente gracias al gran desarrollo del *software* de diseño y cálculo estructural, pero también debido a la adopción de tecnologías más propias del mundo de la obra civil, las propuestas arquitectónicas efectuadas han ido adquiriendo progresivamente una mayor complejidad y han ido alejándose al mismo ritmo, en algunas ocasiones de manera flagrante, de las tipologías habitualmente empleadas en edificación. Este aspecto, unido a la necesaria optimización del coste de los edificios en general –y de sus estructuras en particular– que los tiempos presentes demandan, hace que la necesidad de construir lo que realmente se ha modelado previamente sea, aún más, un aspecto de vital importancia.

Las uniones entre los diversos elementos que conforman la estructura han sido, tradicionalmente, uno de los aspectos a los que menor atención se les ha dedicado, llegándose a considerar, en algunos momentos y en determinadas situaciones, como meros detalles constructivos con una importancia menor en el diseño estructural. Actualmente se es absolutamente consciente de la importancia de las uniones como elementos estructurales en sí mismos y de la relevancia que poseen en relación a la estructura global y a la distribución de esfuerzos en ella. En el punto actual de conocimiento teórico sobre el tema, complejo y de árida aplicación, continúa siendo práctica habitual en el mundo profesional suponer que las uniones entre los elementos estructurales son articuladas o rígidas, comportamientos ideales de rigidez nula en el primer caso e infinita en el segundo. Es evidente que esta medida simplifica enormemente el análisis estructural pero, a cambio, obvia el comportamiento real de las uniones, que se sitúa en el inmenso campo intermedio entre los dos casos ideales comentados. La modelización tradicional de las uniones en articuladas o rígidas omite, por ejemplo, la rigidez relativamente pequeña de las configuraciones de uniones que se construyen como “perfectamente articuladas” u obliga a asegurar un alto grado de empotramiento, en algunos casos colocando rigidizadores, en las que se han considerado perfectamente rígidas en el modelo de cálculo. Estas medidas comportan un encarecimiento de la construcción.

Bien es cierto que la consideración del comportamiento rotacional de las uniones complica el análisis y el diseño de forma substancial. Se debe tener presente que, hasta hace relativamente poco tiempo, los códigos estructurales ni daban criterios para determinar su rigidez –se basaban estrictamente en criterios de resistencia–, cosa que las normativas actuales, como el Eurocódigo, han emendado. Pero es igualmente cierto que la modelización adecuada de las uniones, mediante su comportamiento semirrígido, permite aproximarse en mayor medida a su comportamiento real y posibilita un ahorro económico importante, extremo, este último, altamente publicado. Sirvan como ejemplo los trabajos de Chen, Goto y Richard Liew (Chen, y otros, 1996), Anderson y Tahir (Anderson, y otros, 1996), Dhillon y O’Malley III (Dhillon, y otros, 1999) o los estudios sobre el coste de las uniones en España desarrollados en los cuerpos de dos tesis doctorales; una leída en la Universidad de Murcia (Sanchez, 1999) y otra en la de Navarra (Cabrero Ballarín, 2006).

En este contexto, el autor va cogiendo progresivamente más interés por la materia, focalizándose en una unión concreta aún tradicionalmente más olvidada: las basas de pilares. Las simplificaciones en la modelización de las uniones comentadas anteriormente son, en el caso de las basas de pilares, aún más extendidas: la práctica totalidad de ellas se asocian a un empotramiento perfecto. Estudiar la manera que el Eurocódigo ofrece al diseñador para evaluar la rigidez de estas uniones concretas resulta al autor estimulante en la medida que le permitirá trabajar con los gráficos $M-\theta$, es decir, con el comportamiento rotacional de éstas y no sólo con el clásico de resistencia. Dados los múltiples factores que influyen en el comportamiento de estas uniones, parece interesante conocer como se tabulan a nivel de formulación y, sobre todo, la precisión en la predicción que obtienen estos cálculos normativos. Para saberlo, será preciso compararlos con los reales, los cuales o se toman de ensayos de laboratorio o bien de

un modelo informático con elementos finitos convenientemente tabulado y testeado. En la tesis se opta por la segunda opción, aunque para asegurar la corrección de sus resultados será necesario elaborar un modelo intermedio del que sí se disponen los resultados de ensayos de laboratorio.

Finalmente, y como consecuencia del estudio de la precisión del método predictivo del Eurocódigo, deberá estudiarse si puede aportarse un pequeño grano de arena a favor de aproximar aún más la predicción del comportamiento de las basas de pilares al que realmente tienen. Este estudio, para que tenga validez, es necesario que se lleve a cabo con un número relevante de basas de pilares de características geométricas y materiales distintas, aspecto que, dada la envergadura del desafío, queda fuera del tiempo y los recursos del autor de esta tesis. A pesar de esto, el hecho de desarrollar todo el estudio llegando hasta las últimas consecuencias de un solo caso práctico, aspecto sí abordable por esta investigación, tiene un valor relevante en la medida en que puede establecerse un método de trabajo concreto y plenamente generalizable a otros casos. Continuar con más casos puede desarrollarse con posterioridad a esta tesis por el propio autor o bien, también, por otros investigadores interesados en seguir el hilo comenzado por esta tesis (ver Apartado 7.4 referente a las futuras líneas de investigación).

La inmersión en el mundo de las uniones en general y de las basas de pilares en particular está a punto de empezar.

1

CLASIFICACIÓN DE LAS UNIONES

1.1- Parámetros para la clasificación de las uniones.....	2
1.1.1- Clasificación según la rigidez rotacional.....	2
1.1.2- Clasificación según la resistencia.....	3
1.1.3- Clasificación según la ductilidad.....	3
1.2- Criterio de clasificación del Eurocódigo 3.....	4
1.2.1- Clasificación según la rigidez rotacional.....	5
1.2.1.1- Caso particular de las basas de pilares: clasificación según su rigidez.....	7
1.2.1.1.1- Basas de pilares en estructuras arriostradas.....	7
- Deducción simple de los valores límite para la clasificación.....	9
- Deducción precisa de los valores límite para la clasificación.....	11
1.2.1.1.2- Basas de pilares en estructuras no arriostradas.....	13
1.2.1.1.3- Resumen de la clasificación de las basas de pilares según su rigidez.....	16
- Estructuras arriostradas.....	16
- Estructuras no arriostradas.....	17
1.2.2- Clasificación según la resistencia.....	17
1.2.3- Clasificación según la capacidad rotacional.....	19
1.2.3.1- Uniones atornilladas.....	19
1.2.3.2- Uniones soldadas.....	20
1.2.4- Sistema de clasificación en versiones previas al Eurocódigo 3.....	20
1.2.5- Comentarios al redactado del Eurocódigo 3.....	22
1.3- Criterio de clasificación del Código Técnico de la Edificación.....	23
1.3.1- Clasificación según la rigidez rotacional.....	23
1.3.2- Clasificación según la resistencia.....	25
1.3.3- Clasificación según la capacidad rotacional.....	26
1.3.3.1- Uniones atornilladas.....	26
1.3.3.2- Uniones soldadas.....	26
1.4- Otras propuestas de clasificación.....	27
1.4.1- Sistema aislado de clasificación de Bjorhovde, Colson y Brozetti.....	27
1.4.2- Propuesta de clasificación de Gomez, Kuhlmann, De Matteis y Mandara; Gomez y Neves.....	29
1.4.3- Sistema de clasificación no lineal.....	31
1.4.4- Sistema unificado de clasificación para conexiones viga-pilar.....	32
1.4.4.1- Clasificación para el Estado Límite Último.....	32
1.4.4.2- Clasificación para el Estado Límite de Servicio.....	33

1. CLASIFICACIÓN DE LAS UNIONES

El comportamiento de las uniones es un factor altamente influyente en el funcionamiento global de la estructura. Las uniones reales materializadas en obra no son, mayoritariamente, ni perfectamente rígidas ni articulaciones perfectas, sino que su comportamiento se sitúa entre los dos extremos teóricos comentados. En el cálculo habitual de estructuras, se asimila el comportamiento de las uniones a modelos idealmente perfectos y, por tanto, a simplificaciones importantes respecto al funcionamiento real de éstas.

Las suposiciones hasta ahora utilizadas han demostrado su validez práctica, pero también ha sido ampliamente publicado que la utilización de uniones semirrígidas permite construir estructuras más baratas. Sirvan como ejemplo los trabajos de Chen y otros (1996), Anderson y Tahir (1996), Dhillon y O'Malley III (1999) o los sobresalientes estudios sobre el costo de las uniones en España de Sánchez (1999) o Cabrero (2006).

Es evidente, pues, que para efectuar un cálculo preciso de una estructura es imprescindible tener en cuenta el comportamiento real de las uniones, ya que los principales parámetros derivados del cálculo estructural van a depender, en mayor o menor medida, del correcto modelado de éstas. La carga de colapso estructural, encontrada mediante un cálculo elasto-plástico de segundo orden, se ve claramente influenciada por el comportamiento de la unión, así como las deflexiones horizontales de pórticos no arriostrados.

Para un estudio en profundidad del concepto semirrígido aplicado a las uniones, parece lógico que, en primer lugar, deban darse unos criterios unificados y claros para su clasificación.

1.1- PARÁMETROS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LAS UNIONES:

Según (Cabrero Ballarín, 2006), dependiendo del análisis estructural que vaya a realizarse resultará necesario atender a unos u otros parámetros para obtener una definición completa de la unión. Tres son las características que deben cuantificarse para obtener una definición completa de la unión, y según ellas debería clasificarse:

- Rigidez rotacional al giro
- Resistencia al momento.
- Capacidad de rotación plástica.

El criterio de clasificación según la ductilidad, basado en la capacidad de rotación de las uniones, no está todavía presente con la intensidad que debería en los códigos estructurales modernos, pero resulta imprescindible verificarlo cuando se realiza un análisis rígido-plástico o elasto-plástico.

1.1.1- CLASIFICACIÓN SEGÚN LA RIGIDEZ ROTACIONAL:

Depende de la relación entre los momentos en el extremo de las barras y la rotación relativa entre las mismas. Según la rigidez, pueden describirse tres tipos de uniones:

- **Uniones nominalmente articuladas.** Estas uniones pueden girar sin producir momentos significativos, por lo que transmiten al pilar sólo el esfuerzo cortante presente en la viga y, ocasionalmente, el esfuerzo axial de ésta.
- **Uniones rígidas.** Son aquellas que poseen la suficiente rigidez rotacional para justificar un análisis basado en la continuidad total de la estructura. Son capaces de transmitir la totalidad de los esfuerzos existentes en el extremo de la viga, siendo mínima su deformación. Se omite su influencia tanto en la distribución de momentos como en las deformaciones de la estructura.
- **Uniones semirrígidas.** Son el resto de uniones que no se ajustan a las definiciones anteriormente dadas. Éstas interactúan con el resto de la estructura y su grado de interacción es predecible según la curva momento-rotación de la unión.

Las dos primeras definiciones corresponden a las categorías tradicionalmente utilizadas. La tercera completa el vacío que existía entre éstos dos casos teóricos extremos y responde al

comportamiento real de la mayoría de uniones ejecutadas en obra. La dificultad que suponía la inexistencia de un cuerpo normativo que regulara su clasificación y modelización para el cálculo global de la estructura ha sido solucionada por las normativas modernas que tabulan y admiten el empleo de las uniones semirrígidas.

1.1.2- CLASIFICACIÓN SEGÚN LA RESISTENCIA:

La clasificación de una unión según su resistencia se basa en la comparación entre su resistencia de diseño y la de los elementos que une (viga y pilares). Atendiendo al criterio de resistencia pueden distinguirse las siguientes uniones:

- **Uniones nominalmente articuladas.** Son aquellas capaces de transmitir las fuerzas internas sin desarrollar momentos apreciables, y poseen una capacidad de giro suficiente para aceptar las rotaciones derivadas de la aplicación de las cargas exteriores de diseño que actúan sobre la estructura.
- **Uniones de resistencia completa.** Son aquellas que su resistencia es superior o igual a la de los miembros conectados.
Debe comprobarse que su capacidad de rotación es suficiente, excepto cuando la resistencia de la unión supere 1,2 veces la resistencia plástica de cálculo de la barra. En estos casos se considera que la rótula se formará en el extremo de la barra y no en la unión.
- **Uniones de resistencia parcial.** Aquellas cuya resistencia es inferior a la de los miembros conectados. Normalmente están diseñadas para transmitir los esfuerzos obtenidos del cálculo de la estructura que actúan en los nudos. Una posible rótula plástica se formaría en primera instancia en la unión y, en tal caso, se requiere suficiente capacidad de rotación plástica por parte de ésta.

1.1.3- CLASIFICACIÓN SEGÚN LA DUCTILIDAD:

Este criterio de clasificación, basado en la capacidad de rotación de las uniones, permite identificar dos categorías:

- **Uniones de ductilidad total.** Son las que tienen una capacidad rotacional igual o superior a la de los miembros que conectan.
- **Uniones de ductilidad parcial.** Su ductilidad es menor a la de los elementos adyacentes.

Las clasificaciones expuestas se basan en un punto de vista cualitativo de la unión; pero para usos prácticos es necesaria una clasificación cuantitativa, que proporcione unos límites numéricos que permitan clasificar las uniones.

Se han propuesto diferentes sistemas de clasificación atendiendo a la rigidez, a la resistencia, a la capacidad de rotación o a la disipación de energía, dependiendo del interés y del empleo específico de cada clasificación de uniones efectuada.

El criterio adoptado para la clasificación puede establecerse según la respuesta de la estructura o de modo independiente a ésta. Mayoritariamente los estudios lo han hecho conforme al primer criterio, aunque también existen sistemas de clasificación aplicables cuando no se dispone de la configuración estructural, como el propuesto para uniones viga-pilar por Bjorhovde y otros (1990).

Para tener en cuenta el comportamiento de la estructura en el sistema de clasificación de las uniones, se ha optado por diversos criterios:

- **Carga última.** Se establece el límite en una reducción máxima del 5% de la resistencia de la estructura,

$$\alpha_u \geq 0,95 \alpha_{u,\infty} \quad [Ec. 1.1]$$

- **Estabilidad de la estructura.** Se limita en un máximo del 5% la reducción del factor de carga elástica crítica¹,

$$\alpha_{cr} \geq 0,95 \alpha_{cr,\infty} \quad [Ec. 1.2]$$

- **Flecha.** Aumentando la deflexión en un máximo del 10%.

$$\delta \leq \frac{\delta_{\infty}}{0,9} \quad [Ec. 1.3]$$

1.2- CRITERIO DE CLASIFICACIÓN DEL EUROCÓDIGO 3:

Para determinar si el comportamiento de una unión debe ser tenido en cuenta en el análisis global de la estructura, el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b) distingue entre tres modelos simplificados de unión:

- **Unión Simple:** la unión no transmite momentos flectores (impide cualquier continuidad respecto al giro entre las barras conectadas).
- **Unión Continua:** el comportamiento de la unión no influye en el análisis global de la estructura (garantiza una continuidad total respecto al giro entre las barras unidas).
- **Unión Semicontinua:** el comportamiento de la unión debe tenerse en cuenta en el análisis global de la estructura (permite una continuidad parcial respecto al giro entre las barras unidas).

En versiones anteriores del Eurocódigo 3, en concreto en la versión que contiene el Anexo J(r) (CEN, Octubre 1998), aparece el esquema de la figura 1.1 sobre la modelización simplificada de las uniones.

Modelización simplificada de las uniones según el Anexo J(r) (CEN, Octubre 1998)		
Modelización de las uniones	Viga-soporte según el eje mayor	Prolongación de vigas
Simple		
Semicontinua		
Continua		

Figura 1.1: Modelización simplificada de las uniones según el Anexo J(r) (CEN, Octubre 1998).

Las propiedades de estas uniones se recogen en la Tabla 1.1.

RIGIDEZ	RESISTENCIA		
	Resistencia completa	Resistencia parcial	Nominalmente articuladas
Rígidas	Continua	Semicontinua	*
Semirrígidas	Semicontinua	Semicontinua	*
Nominalmente articuladas	*	*	Simple

*No tiene sentido

Tabla 1.1: Propiedades de las uniones.

¹ Conocida en el CTE como carga crítica de Euler.

La interpretación que debe darse a los términos unión continua, semicontinua y simple, depende del tipo de análisis global que se realice.

- En caso de realizarse un **análisis global elástico**, solo es relevante la rigidez al giro en la modelización de las uniones, mientras que su resistencia es completamente irrelevante. Esto es debido a que no se llega a plastificar nunca la unión y siempre nos movemos en régimen elástico.
- En el caso de un **análisis global rígido-plástico**, es fundamental la resistencia y la capacidad de giro para modelizar las uniones. En el análisis de una estructura con el método rígido-plástico se entiende que la rigidez de las uniones es infinita y los giros nulos hasta alcanzar el $M_{j,Rd}$. Las uniones poseen capacidad de rotación suficiente para que se formen rótulas plásticas.
- En el **análisis global elasto-plástico**, tanto la resistencia como la rigidez se tienen en cuenta en la modelización de las uniones. En este caso también es necesario que las uniones posean suficiente capacidad de giro allí donde se deban formar las rótulas plásticas.

El Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b) proporciona la Tabla 1.2 para determinar la correcta modelización de la unión dependiendo de la clasificación de la misma y del método de análisis escogido.

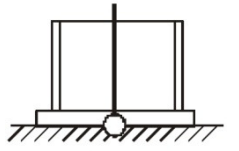
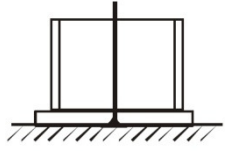
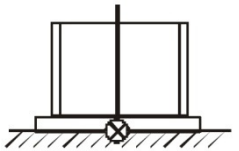
MÉTODO GLOBAL DE ANÁLISIS.	CLASIFICACIÓN DE LAS UNIONES		
Elástico	Nominalmente articulada	Rígida	Semirrígida
Rígido-Plástico	Nominalmente articulada	Resistencia completa	Resistencia Parcial
Elasto-Plástico	Nominalmente articulada	Rígida de resistencia completa	Semirrígida de resistencia parcial. Semirrígida de resistencia completa. Rígida de resistencia parcial.
MODELIZACIÓN DE LA UNIÓN	Simple	Continua	Semicontinua
Imagen de modelización del caso concreto de basa de pilar.			

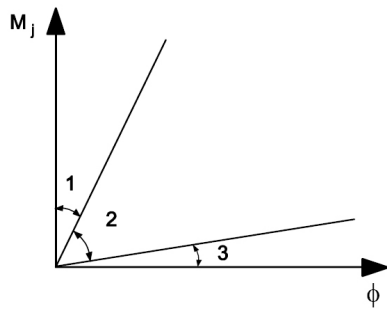
Tabla 1.2: Tipo de modelización de las uniones y análisis global de la estructura.

En la última versión (CEN, Mayo 2005b), el Eurocódigo 3 clasifica las uniones atendiendo de forma independiente a los criterios de rigidez rotacional y resistencia.

1.2.1- CLASIFICACIÓN SEGÚN LA RIGIDEZ ROTACIONAL:

Una unión puede clasificarse, según su rigidez, como nominalmente articulada, semirrígida o rígida. Esta distinción se hace comparando el valor de la rigidez rotacional inicial de la unión, $S_{j,ini}$, con los valores límite de rigidez que facilita el cuerpo normativo (CEN, Mayo 2005b). Se observa que este criterio posibilita, mediante unos valores numéricos claramente cuantificables, clasificar las uniones según su rigidez a base de compararla con la de la viga unida.

Seguidamente se muestran los valores límite que facilita el Eurocódigo 3 para la clasificación de las uniones según su rigidez.



Zona 1: unión rígida.

Zona 2: unión semirrígida.

Zona 3: unión nominalmente articulada

Figura 1.2: Valores límite del Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b) para la clasificación de las uniones según su rigidez.

Como se puede observar en la Figura 1.2, se identifican claramente tres zonas en el gráfico Momento-rotación de la unión:

- **Zona 1.** La **unión** puede considerarse **rígida** si cumple:

$$S_{j,ini} \geq \frac{k_b E I_b}{L_b} \quad [Ec. 1.4]$$

El valor de k_b ha sido computado para asegurar que en valores superiores a este límite la influencia de la deformabilidad rotacional en la respuesta última del pórtico sea despreciable: la pérdida de capacidad resistente de la estructura (en términos de carga crítica de Euler) es menor del 5% (CEN, Mayo 2005a) o (Kishi, y otros, 1997a). Teniendo en cuenta este criterio de comportamiento general, los valores de k_b son distintos en función de si la estructura está o no arriostrada.

Siendo: $k_b = 8$ para estructuras arriostradas².

$k_b = 25$ para el resto de estructuras, teniendo en cuenta que en cada planta se cumpla la condición siguiente del parámetro de rigidez:

$$\zeta = \frac{K_b}{K_c} \geq 0,1 \quad [Ec. 1.5]$$

Donde: $K_b = I_b/L_b$ es el valor principal de rigidez de todas las vigas superiores de esa planta.

$K_c = I_c/L_c$ es el valor principal de rigidez de todos los soportes de esa planta.

En caso de no satisfacer la estructura la relación de la Ecuación 1.5 y que ésta fuera menor que 0,1, la unión se clasificarían directamente como semirrígida.

Según estudios publicados (Faella, y otros, 2000), el límite fijado por el Eurocódigo para pórticos arriostrados implica una reducción de la carga crítica vertical menor al 10%, independientemente de la ratio de rigidez viga-pilar K_b/K_c .

El mismo trabajo afirma que el límite fijado para pórticos sin arriostrar asegura que, para valores de $k_b \geq 25$, el incremento de la sensibilidad a efectos de segundo orden debido a la deformabilidad de la conexión es menor del 20% para cualquier valor de la ratio de rigidez viga-pilar K_b/K_c . Puede inferirse, como muestra (Ivanyi, 2000), que esta característica conlleva reducciones de la resistencia lateral inferiores al 5%, como propone el Eurocódigo.

² El Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b) las define como aquellas en las que el sistema de arriostramiento reduce los desplazamientos horizontales en un 80% como mínimo.

- **Zona 2.** Se clasifican como **uniones semirrígidas** aquellas comprendidas en la zona 2 de la Figura 1.2. Consecuentemente serán aquellas que cumplan :

$$\frac{0,5 E I_b}{L_b} \leq S_{j,ini} \leq \frac{k_b E I_b}{L_b} \quad [Ec. 1.6]$$

El Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b) establece que, ocasionalmente, las uniones de las zonas 1 y 3 pueden tratarse también como semirrígidas.

- **Zona 3.** Se consideran **uniones nominalmente articuladas** las que cumplan:

$$S_{j,ini} \leq 0,5 \frac{E I_b}{L_b} \quad [Ec. 1.7]$$

Se definen como:

- $K_b = I_b/L_b$ es el valor de la rigidez de todas las vigas superiores de esa planta.
- $K_c = I_c/L_c$ es el valor de rigidez de todos los soportes de esa planta.
- I_b es el momento de inercia de la viga.
- I_c es el momento de inercia del soporte.
- L_b es la luz de la viga (medida entre ejes de soportes).
- L_c es la altura del soporte.

1.2.1.1- Caso particular de las basas de pilares: clasificación según su rigidez.

Las propiedades mecánicas de las uniones tienen una influencia significativa en el comportamiento de las estructuras, tal como se viene haciendo hincapié en este trabajo. La correcta evaluación de las citadas propiedades de las uniones, en términos de rigidez, resistencia y ductilidad, debería ser considerada como un aspecto clave en cualquier proceso de diseño y análisis estructural. Así lo reconocen las normativas modernas, como el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b), que ofrecen al proyectista de estructuras reglas de diseño para distintas tipologías de uniones, así como valores límite para clasificar las uniones viga-pilar según su rigidez o según su resistencia.

Pocas son las normas disponibles para la caracterización y clasificación (Bijlaard, y otros, 1989), (Akiyama, 1996) o (King, y otros, 1996), de las basas de pilares y, a tal efecto, se constituyó un grupo de trabajo ad-hoc a nivel europeo (Gresnigt, y otros, 1999a). Este grupo de investigación era el encargado de realizar la base teórica necesaria para la redacción del Eurocódigo 3, y formaba parte del European Project COST C1 (Semi-rigid behaviour of civil engineering structural connections) y del Comité Técnico 10 del ECCS (European Convention for Constructional Steelwork). En los trabajos publicados, tómense como ejemplos las publicaciones (Gresnigt, y otros, 1999a) o (Gresnigt, y otros, 1999b), se presentan las investigaciones llevadas a cabo por el grupo de trabajo en el campo de la clasificación y se propone un criterio de clasificación para las basas de pilares según rigideces. Se distingue, para las basas de pilares, cuando éstas forman parte de estructuras arriostradas (ver Apartado 2.1.1.1) o bien no arriostradas (ver Apartado 2.1.1.2), de igual forma como se hace también en las uniones viga-pilar (Seifert, y otros, 1991).

1.2.1.1.1- Basas de pilares en estructuras arriostradas.

Una simple modificación de las características momento-rotación de las basas de pilares afecta a la respuesta de toda la estructura arriostrada, particularmente al desplazamiento lateral de las vigas y la resistencia a pandeo del pilar. Éste último factor –la resistencia a pandeo del pilar– explica porqué la influencia de las basas de pilares es tan importante, factor que puede observarse en la Figura 1.3 (Seifert, y otros, 1991). La figura muestra cómo el coeficiente de la longitud de pandeo del soporte (K) – en el Código Técnico de la Edificación (AENOR, 2006) conocido como β - de un pilar articulado en su nudo superior se ve afectado por la variación de la rigidez rotacional de la basa del pilar.

Respecto la Figura 1.3: **t**: espesor chapa base

a₁ y **a₂**: dimensiones en planta de la chapa base.

a y **b**: dimensiones en planta del macizo de hormigón considerado.

h: canto del macizo de hormigón considerado.

M-24 420: anclajes de diámetro 24 mm y 420 mm de longitud.
 $S_{j,ini}$: rigidez inicial, obtenida experimentalmente.

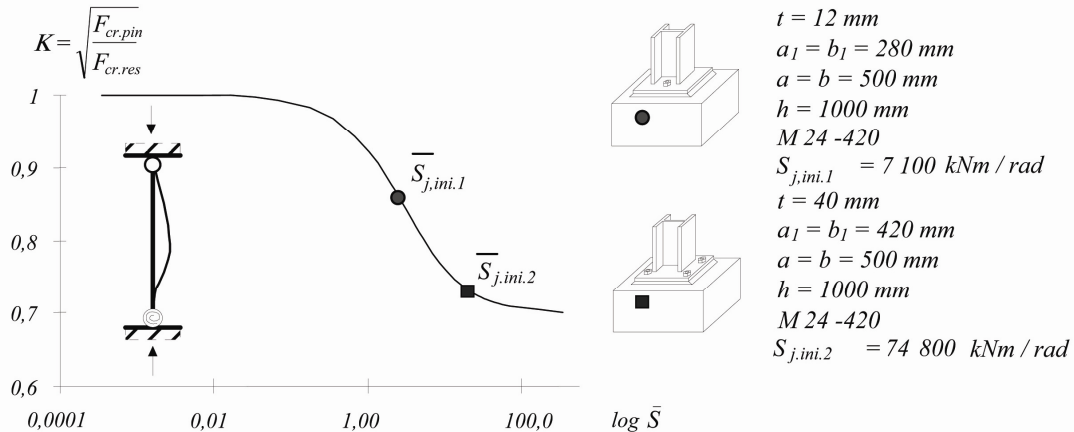


Figura 1.3: Coeficiente de la longitud de pandeo (K) versus rigidez no dimensional (\bar{S}) de la base de un pilar (Seifert, y otros, 1991).

El coeficiente de la longitud de pandeo (K), representado en la Figura 1.3 en el eje de ordenadas, se expresa como la raíz cuadrada del cociente entre la carga crítica elástica (o de Euler) de un pilar biarticulado ($F_{cr, pin}$)³ y de un pilar articulado en el nudo superior y parcialmente restringido por el efecto de la base del pilar en el nudo inferior ($F_{cr, res}$). K tiene como límites del intervalo los valores extremos de 1,0 (caso pilar biarticulado) y 0,7 (caso pilar articulado-empotrado).

$$K = \sqrt{\frac{F_{cr, pin}}{F_{cr, res}}} \quad [Ec. 1.8]$$

$$F_{cr, pin} = \frac{\pi^2 E I_c}{L_c^2} \quad [Ec. 1.9a]$$

$$F_{cr, res} = \frac{\pi^2 E I_c}{(K L_k)^2} \quad [Ec. 1.9b]$$

Donde E es el módulo de elasticidad longitudinal del acero; L_c y I_c son respectivamente la longitud real y el momento de inercia del pilar.

En la Figura 1.3 se representa en el eje de abscisas la rigidez no dimensional del pilar (\bar{S}), en escala logarítmica.

$$\bar{S} = \frac{S_{j, ini} L_c}{E I_c} \quad [Ec. 1.10]$$

$S_{j, ini}$ es la rigidez rotacional inicial de la base del pilar.

Los valores numéricos que se indican en la Figura 1.3 han sido obtenidos considerando un caso particular de altura libre de pilar de 4 metros formado por una HEB 200.

En la Figura 1.3 se identifican dos casos típicos de bases de pilares:

- Base de pilar con placa base y dos pernos de anclaje en la sección transversal en H del pilar (configuración tradicionalmente considerada como articulada, aunque posee una rigidez inicial $S_{j, ini, 1} = 7100 \text{ kNm/rad}$).
- Base de pilar con placa base y cuatro pernos de anclaje fuera de la sección transversal en H del pilar (ésta configuración tradicionalmente se considera rígida, aunque su rigidez inicial $S_{j, ini, 2} = 74800 \text{ kNm/rad}$ no sea infinita).

³ La carga crítica de Euler en el CTE (AENOR, 2006) se representa como N_{cr} .

Se puede concluir que las basas de pilares rígidos siempre tienen una ligera deformación debida a la rotación, mientras que las articuladas no poseen nunca una rigidez rotacional igual a 0.

Algunas basas de pilares son, sin embargo, tan flexibles o tan rígidas que el comportamiento global de la estructura que se obtienen considerando sus características rotacionales no es significativamente diferente del obtenido mediante un modelado perfectamente articulado o perfectamente rígido respectivamente de las basas. En uniones viga-pilar éste comportamiento es el que conduce al concepto de clasificación según la rigidez en uniones nominalmente articuladas, rígidas o semirrígidas (Apartado 1.1).

Ésta forma de clasificarlas está basada en el “criterio del 5%”. Este criterio propone que una unión debe considerarse rígida si la resistencia última de la estructura, dónde ésta se incorpora, no se ve afectada en más de un 5% si se compara con la que se deduce de la misma estructura modelada mediante uniones completamente rígidas (Bijlaard, y otros, 1992).

Adoptando el mismo principio básico se puede deducir un valor límite para la clasificación de basas de pilares rígidas. Dependiendo del nivel de sofisticación requerido, pueden obtenerse distintos valores límite.

- Dedución simple de los valores límite para la clasificación.

Se considera el pórtico de un vano y un piso que se muestra en la Figura 1.4. El estudio sobre la sensibilidad de este pórtico a la variación de la rigidez de las basas de los pilares está influenciado por las características a flexión de la viga y el pilar: EI_b/L_b y EI_c/L_c respectivamente. Se obtienen dos casos límite:

- La viga es muy rígida y se conecta rigidamente al pilar, como muestra la Figura 1.4.b ($EI_b/L_b=\infty$)
- La viga es muy flexible (o bien cuando una unión articulada conecta la viga y el pilar), como muestra la Figura 1.4.c ($EI_b/L_b=0$).

La aplicación del “criterio del 5%” al **primer caso límite (pilar fijado en su extremo superior)**, Figura 1.4.b, con el objetivo de conseguir un valor límite que permita una clasificación para las basas de pilares rígidas, se escribe como sigue:

$$\frac{\frac{\pi^2 E I_c}{(K L_c)^2}}{\frac{\pi^2 E I_c}{(0,5 L_c)^2}} \geq 0,95 \quad [Ec. 1.11]$$

Se observa cómo la relación entre el caso de pilar empotrado-semirrígido y el de biempotrado no debe ser menor que 0,95 (recordemos que para considerar una unión rígida según el “criterio del 5%” no debe haber una variación mayor de este porcentaje si se comparan el modelo dónde se incorpora la unión a tipificar y el modelo rígido ideal).

Debería observarse, también, que como simplificación, en la Ecuación 1.11 se aplica el “criterio del 5%” sobre cargas críticas elásticas (también conocidas como cargas críticas de Euler) y no sobre resistencias últimas (integrando los efectos de plasticidad, imperfecciones...). Esta simplificación obtiene un valor por el lado de la seguridad de rigidez límite para la clasificación de las basas de pilares rígidas, ya que una modificación del pilar o de las características de su unión con la placa base siempre tienen una variación menor en la resistencia última que en la carga crítica elástica.

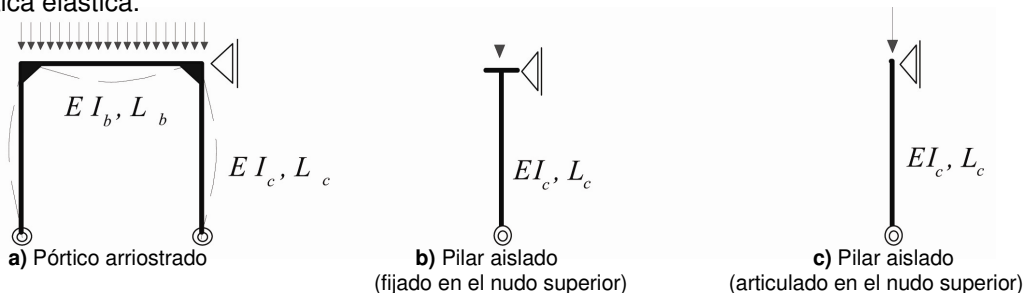


Figura 1.4: Pórtico arriostrado y pilares aislados para el estudio de clasificación.

De la Ecuación 1.11 se deduce que el valor mínimo posible del coeficiente de la longitud de pandeo (K), para que la basa del pilar sea considerada como rígida, es:

$$\frac{0,5^2}{K^2} \geq 0,95 \quad [Ec. 1.12. a]$$

$$K \leq 0,513 \quad [Ec. 1.12. b]$$

De acuerdo con el Anejo E (CEN, Octubre 1998), titulado “Longitud de pandeo de una pieza comprimida”, el coeficiente K se puede expresar como función de los coeficientes de flexibilidad (k_1 y k_u) de los dos extremos del soporte. Para estructuras arriostradas se escribe como muestra la ecuación 1.13:

$$K = \frac{1 + 0,145 (k_1 + k_u) - 0,265 k_1 k_u}{2 - 0,364 (k_1 + k_u) - 0,247 k_1 k_u} \quad [Ec. 1.13]$$

Con:

En el extremo inferior:

$$k_1 = \frac{4 \frac{E I_c}{L_c}}{4 \frac{E I_c}{L_c} + S_{j,ini}} \quad [Ec. 1.14. a]$$

Y en el extremo superior:

$$k_u = 0 \quad [Ec. 1.14. b]$$

De las Ecuaciones 1.12 a 1.14, el valor mínimo de la rigidez inicial elástica $S_{j, ini}$ que presumiblemente las basas de pilares rígidas deben poseer se deduce como el siguiente (valor redondeado):

$$S_{j,ini} \geq 48 \frac{E I_c}{L_c} \quad [Ec. 1.15]$$

De forma similar se deduce para el **segundo caso límite (pilar articulado en su extremo superior)**, Figura 1.4.c, el valor límite mínimo de rigidez elástica inicial $S_{j, ini}$ que deberían tener las basas de pilares rígidas:

$$S_{j,ini} \geq 40 \frac{E I_c}{L_c} \quad [Ec. 1.16]$$

Este límite, como se observa, es menos restrictivo que el primero; por tanto muestra que:

- El requerimiento de rigidez depende del sistema;
- El requerimiento mayor respecto la rigidez de la unión se obtiene para el primer caso límite (pilar fijado en su extremo superior), donde la flexibilidad de los extremos del soporte es resultado estricto del de la basa del pilar.

Todo lo descrito es físicamente comprensible y, en consecuencia, se sugieren los siguientes valores límite para la clasificación simple entre basas de pilares rígidas y semirrígidas:

$$\text{Para basas de pilares rígidas:} \quad S_{j,ini} \geq 48 \frac{E I_c}{L_c} \quad [Ec. 1.17. a]$$

$$\text{Para basas de pilares semirrígidas:} \quad S_{j,ini} < 48 \frac{E I_c}{L_c} \quad [Ec. 1.17. b]$$

- Deducción precisa de los valores límite para la clasificación.

El “criterio del 5%” puede ser aplicado con más precisión al **primer caso límite (pilar fijado en su extremo superior)**, Figura 1.4.b, si nos referimos a las resistencias últimas del pórtico y no a las cargas críticas elásticas como se acaba de hacer en la explicación anterior. Una aproximación considerada suficiente de la resistencia última de un soporte es (Massonnet, y otros, 1976):

$$\frac{1}{N_u} = \frac{1}{N_p} + \frac{1}{N_{cr}} \quad [Ec. 1.18]$$

donde N_p y N_{cr} designan respectivamente la carga de aplastamiento y la carga crítica elástica (o carga crítica de Euler) del pilar. Como $N_{cr} = N_p/\bar{\lambda}^2$, siendo $\bar{\lambda}$ la esbeltez reducida del pilar, la Ecuación 1.18, consecuentemente, también puede ser escrita como:

$$\frac{1}{N_u} = \frac{1}{N_p} + \frac{1}{\frac{N_p}{\bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{N_p} + \frac{\bar{\lambda}^2}{N_p} = \frac{1 + \bar{\lambda}^2}{N_p} \quad [Ec. 1.20. a]$$

$$N_u = N_p \frac{1}{1 + \bar{\lambda}^2} \quad [Ec. 1.20. b]$$

Si nos referimos al caso descrito en la Figura 1.4.b, la esbeltez reducida del pilar con la basa del soporte perfectamente rígida en el extremo inferior, $\bar{\lambda}_{stif}$, es:

$$\bar{\lambda}_{stif} = 0,5\bar{\lambda}_{pin} \quad [Ec. 1.21. a]$$

Mientras que la esbeltez reducida del pilar con la basa de soporte semirrígida es:

$$\bar{\lambda}_{res} = K \bar{\lambda}_{pin} \quad [Ec. 1.21. b]$$

siendo $\bar{\lambda}_{pin}$ la esbeltez reducida del pilar biarticulado ($K=1,0$).

Si aplicamos el “criterio del 5%” a la resistencia última del pilar, considerando N_p constante, se obtiene:

$$\frac{N_p \frac{1}{1 + \bar{\lambda}_{res}^2}}{N_p \frac{1}{1 + \bar{\lambda}_{stif}^2}} = \frac{1 + \bar{\lambda}_{stif}^2}{1 + \bar{\lambda}_{res}^2} = \frac{1 + (0,5 \bar{\lambda}_{pin})^2}{1 + (K \bar{\lambda}_{pin})^2} = \frac{1 + (0,5)^2 \bar{\lambda}_{pin}^2}{1 + K^2 \bar{\lambda}_{pin}^2} \quad [Ec. 1.22. a]$$

Aplicando el citado “criterio de 5%”:

$$\frac{1 + (0,5)^2 \bar{\lambda}_{pin}^2}{1 + K^2 \bar{\lambda}_{pin}^2} \geq 0,95 \quad [Ec. 1.22. b]$$

Por tanto, se deduce que para que una basa de pilar se considere rígida, se tiene que cumplir:

$$K \leq 0,513 \sqrt{1 + \frac{1}{5 \bar{\lambda}_{pin}^2}} \quad [Ec. 1.22. c]$$

La Ecuación 1.22.c debería ser comparada con la 1.12.b. Si así lo hacemos podemos observar que, para valores altos de la esbeltez relativa $\bar{\lambda}_{pin}$, las dos expresiones son iguales. En estos casos, la resistencia última N_u es igual a N_{cr} (el fenómeno del pandeo adquiere una trascendencia absoluta) y se requiere un valor límite alto de $S_{j, ini}$.

Para valores bajos de esbeltez relativa del pilar, la condición 1.22.c se relaja (crece el valor mínimo de K requerido para conseguir una basa de pilar considerada rígida) y, en consecuencia, se requieren valores menos severos de $S_{j,ini}$. La influencia de la fluencia de la sección transversal del soporte se convierte en prioritaria frente a la inestabilidad (factor predominante en el caso anterior). En el caso de $\bar{\lambda}_{pin} = 0,48$, la Ecuación 1.22.c muestra $K \leq 0,7$, cosa que significa que cualquier basa de pilar, incluso la perfectamente articulada, se consideraría rígida⁴. La resistencia última, N_u , es tan cercana a la carga de aplastamiento N_p que no se contempla una reducción de la resistencia por fenómenos de inestabilidad (pandeo). Integrando la fórmula 1.22.c en las ecuaciones 1.13 a 1.14.b, se obtienen los siguientes valores límite en función de $\bar{\lambda}_{pin}$ del soporte⁵:

$$si \bar{\lambda}_{pin} \leq 0,48 \quad S_{j,ini} \geq 0 \quad [Ec. 1.23. a]$$

$$si \bar{\lambda}_{pin} > 0,48 \quad S_{j,ini} \geq \frac{1,145 - 0,838\mu}{1,026\mu - 1} \frac{E I_c}{L_c} \quad [Ec. 1.23. b]$$

siendo:

$$\mu = \sqrt{1 + \frac{1}{5\bar{\lambda}_{pin}^2}} \quad [Ec. 1.24]$$

Para aplicaciones prácticas, se proponen expresiones más simples que se ajustan suficientemente bien a los valores exactos, ver Figura 1.5, con valores completamente exactos en el rango habitual de utilización ($\bar{\lambda}_{pin} \leq 2 a 3$). Los valores límite para considerar las basas de pilares rígidas son:

$$si \bar{\lambda}_{pin} \leq 0,5 \quad S_{j,ini} \geq 0 \quad [Ec. 1.25. a]$$

$$si 0,5 < \bar{\lambda}_{pin} < 3,93 \quad S_{j,ini} \geq 7(2\bar{\lambda}_{pin} - 1) \frac{E I_c}{L_c} \quad [Ec. 1.25. b]$$

$$si \bar{\lambda}_{pin} \geq 3,93 \quad S_{j,ini} \geq 48 \frac{E I_c}{L_c} \quad [Ec. 1.25. c]$$

Pueden utilizarse las Ecuaciones 1.17.a y 1.17.b como una aproximación suficientemente segura para cualquier esbeltez del soporte.

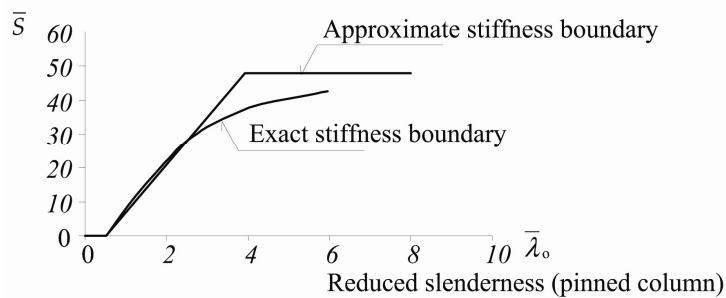


Figura 1.5: Valores exactos y aproximados de los límites de rigidez para estructuras arriostradas.

La aproximación realizada, que se concreta con las expresiones de las Ecuaciones 1.17 y las 1.25, permite clasificar las basas de pilares dependiendo solamente de las propiedades del pilar. Podrían deducirse unos límites más precisos que dependieran también de k_u (coeficiente

⁴ Cabe recordar que la K de un pilar articulado-empotrado es de 0,7.

⁵ Cabe poner énfasis en que los valores de rigidez relativa de la unión obtenidos se comparan siempre a la rigidez del pilar, por tanto éstos nunca son valores absolutos sino relativos. A mayor esbeltez del pilar más sensible es a los giros de la basa de éste y, por tanto, más rígida debe ser la unión inferior, comparándola con el valor de rigidez del pilar, para ser considerada la basa perfectamente rígida.

de flexibilidad del extremo superior del pilar), pero su aplicación sería ciertamente más compleja.

Un límite de rigidez que permitiera distinguir entre las basas de pilares simplemente articuladas y las semirrígidas podría deducirse de forma análoga al proceso efectuado. Sin embargo, los valores obtenidos serían tan bajos que, en la práctica, prácticamente todas las basas de pilares son clasificadas como semirrígidas; motivo por el cual siempre se requiere de un modelado semi-contínuo.

En la práctica, incluso si una unión es semirrígida, nadie prohíbe al proyectista de la estructura considerarla como articulada si la dota de suficiente ductilidad rotacional. Consecuentemente, los investigadores encargados de la realización de la base teórica donde se sustenta el Eurocódigo 3 (Gresnigt, y otros, 1999a) no consideraron necesario la deducción de unos valores límite para clasificar las basas de pilares articuladas.

1.2.1.1.2- Basas de pilares en estructuras no arriostradas.

Los pórticos no arriostrados son más sensibles que los arriostrados a la variación de las propiedades rotacionales de las basas de pilares, principalmente por su alta sensibilidad a los desplazamientos laterales, así como también a los cambios de las condiciones globales de estabilidad cuando la flexibilidad lateral aumenta.

Para ilustrar esta afirmación se considera el estudio de un pórtico concreto de un vano y una planta, tal como puede observarse en la Figura 1.6. El gráfico muestra la evolución de la relación $\beta_s = \bar{\delta}_{res} / \bar{\delta}_{pin}$ (ratio entre el desplazamiento lateral $\bar{\delta}_{res}$ del pórtico con las condiciones actuales de rigidez y el desplazamiento lateral $\bar{\delta}_{pin}$ del pórtico considerando las basas de los pilares articulaciones perfectas) a medida va aumentando el valor de \bar{S} . La rigidez no dimensional \bar{S} se ha definido en la Ecuación 1.10 y se representa en la Figura 1.6, nuevamente en escala logarítmica. Para calcular los valores de $\bar{\delta}$ se utiliza la teoría elástica de primer orden.

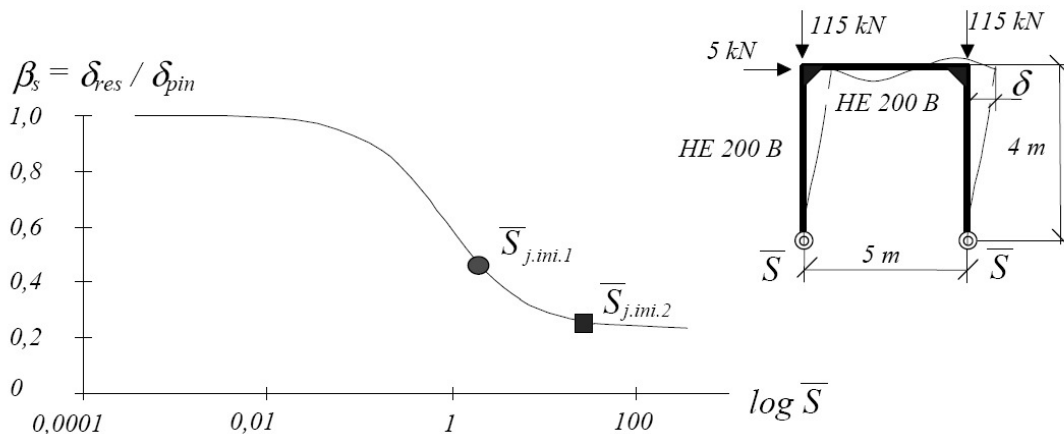


Figura 1.6: Sensibilidad del desplazamiento lateral a la variación de la rigidez de la basa del pilar del pórtico descrito.

Pueden deducirse unos valores límite para la clasificación de las basas de pilares según su rigidez similares a los expresados en el caso de pórticos arriostrados, derivados del “criterio de resistencia del 5%”. Para pórticos no arriostrados también debe ser demostrado que la situación más restrictiva corresponde al caso límite donde la rigidez a flexión de la viga es mucho mayor que la del pilar.

Referente a la columna aislada representada en la Figura 1.7.b, pueden deducirse unos valores límite para la clasificación.

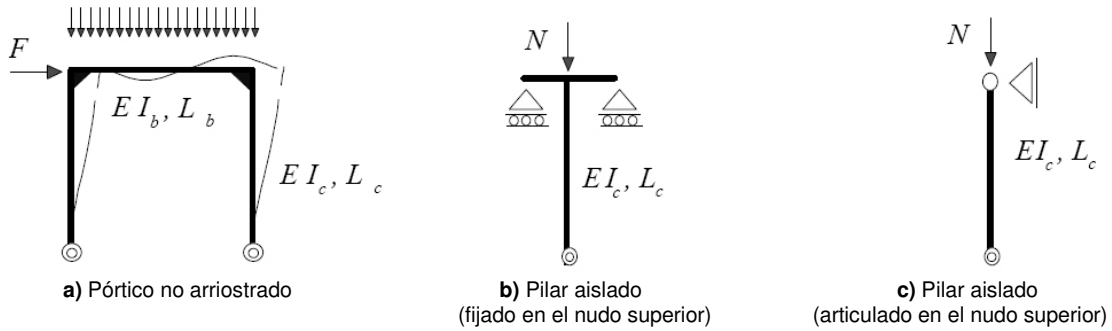


Figura 1.7: Pórtico no arriostrado y pilares aislados para el estudio de clasificación.

De acuerdo con la formulación de Merchant-Rankine, el factor de resistencia última o de carga elasto-plástico en segundo orden de todo el pórtico, λ_u , puede expresarse como muestra la Ecuación 1.26.

$$\frac{1}{\lambda_u} = \frac{1}{\lambda_{cr}} + \frac{0,9}{\lambda_p} \quad [Ec. 1.26]$$

Donde λ_{cr} y λ_p designan respectivamente el factor de carga crítica elástica (o de Euler), resultado de un análisis de inestabilidad lineal elástico, y el factor de carga plástica o de aplastamiento, resultado de un análisis rígido-plástico de primer orden.

El rango de aplicación de la fórmula se define como:

$$4 \leq \frac{\lambda_{cr}}{\lambda_p} \leq 10 \quad [Ec. 1.27]$$

De las Ecuaciones 1.26 y 1.27 se demuestra que la aplicación del “criterio de resistencia del 5%” al factor λ_u supone una posible variación del 20% (valor redondeado) de λ_{cr} . Este extremo, si se desarrolla la demostración de la afirmación anterior, se observa que sucede en el caso límite $\frac{\lambda_{cr}}{\lambda_p} = 4$. Como consecuencia, el criterio se escribe como:

$$\frac{\pi^2 E I_c}{(K L_c)^2} \geq \frac{\pi^2 E I_c}{(L_c)^2} \geq 0,80 \quad [Ec. 1.28]$$

Que resulta:

$$K \leq 1,118 \quad [Ec. 1.29]$$

Para pórticos no arriostrados, la relación $K - k$ dada en la Ecuación 1.13 debe ser remplazada por la siguiente (CEN, Octubre 1998):

$$K = \sqrt{\frac{1 - 0,2 (k_1 + k_u) - 0,24 k_1 k_u}{1 - 0,8 (k_1 + k_u) + 0,6 k_1 k_u}} \quad [Ec. 1.30]$$

Las Ecuaciones 1.14.a y 1.14.b, por el contrario, se mantienen invariables. La combinación de estas ecuaciones lleva a la siguiente expresión del valor límite para la clasificación según la rigidez:

$$S_{j,ini} \geq \frac{9 E I_c}{L_c} \quad [Ec. 1.31]$$

Sin embargo, el “criterio de resistencia del 5%” no toma en consideración la deflexión lateral, aspecto que ha sido apuntado como clave. Se demuestra (Wald, y otros, 1997) y en (Gresnigt, y otros, 1999a) que el desplazamiento lateral y_s del pórtico que se ilustra en la Figura 1.7.a es:

$$y_S = \frac{FL_c^3}{2EI_c} \frac{1}{12} \frac{4(3 + \bar{S}) + 6(4 + \bar{S})\zeta}{\bar{S} + 6(1 + \bar{S})\zeta} \quad [Ec. 1.32]$$

Dónde:

$$\bar{S} = \frac{S_{j,ini}}{EI_c/L_c} \quad [Ec. 1.33]$$

$$\zeta = \frac{\frac{EI_b}{L_b}}{\frac{EI_c}{L_c}} \quad [Ec. 1.34]$$

Para $\bar{S} \rightarrow \infty$, se deduce el desplazamiento lateral del pórtico con basas de pilares rígidas:

$$y_R = \frac{FL_c^3}{2EI_c} \frac{1}{12} \frac{4 + 6\zeta}{1 + 6\zeta} \quad [Ec. 1.35]$$

En comparación con el caso donde se usaban basas de pilares rígidas, Ecuación 1.35, el pórtico actual -donde las basas de los pilares poseen un cierto grado de flexibilidad- experimentará una deflexión mayor, Ecuación 1.32. Este incremento de desplazamiento lateral puede ser expresado, en términos de porcentaje ω , como sigue:

$$\frac{y_S}{y_R} = 1 + \omega \quad [Ec. 1.36]$$

Por lo que concierne a la clasificación, en los estudios base para la redacción del Eurocódigo 3 (Gresnigt, y otros, 1999a) se sugiere un “ $\omega\%$ criterio de resistencia” con el objetivo de limitar el incremento de desplazamiento lateral del pórtico actual a $\omega\%$ de la deflexión producida en el caso de basas de pilares rígidas. Este criterio significa que, en la Ecuación 1.36, el signo “=” debería ser sustituido por un “ \leq ”. Combinando las Ecuaciones 1.32, 1.35 y 1.36, se deduce el valor de la rigidez rotacional mínima que las basas de pilares deberían tener para ser consideradas rígidas desde un punto de vista del desplazamiento lateral:

$$\bar{S} \geq \frac{12 + 24\zeta - 6\zeta(1 + \omega) \frac{4 + 6\zeta}{1 + 6\zeta}}{(4 + 6\zeta)\omega} \quad [Ec. 1.37]$$

Esta condición se ilustra en la Figura 1.8 (Wald, y otros, 1997). La rigidez requerida parece ser insensible a los valores de ζ para valores significativos de ω . De forma conservadora, se seleccionan los valores obtenidos para $\zeta=0,0$:

- Para $\omega = 20\%$, se obtiene el valor límite de rigidez de $\bar{S} \geq 15$ [Ec. 1.38]
- Para $\omega = 10\%$ se obtiene el valor límite de rigidez de $\bar{S} \geq 30$ [Ec. 1.39]
- Para $\omega = 5\%$ se obtiene el valor límite de rigidez de $\bar{S} \geq 60$ [Ec. 1.40]

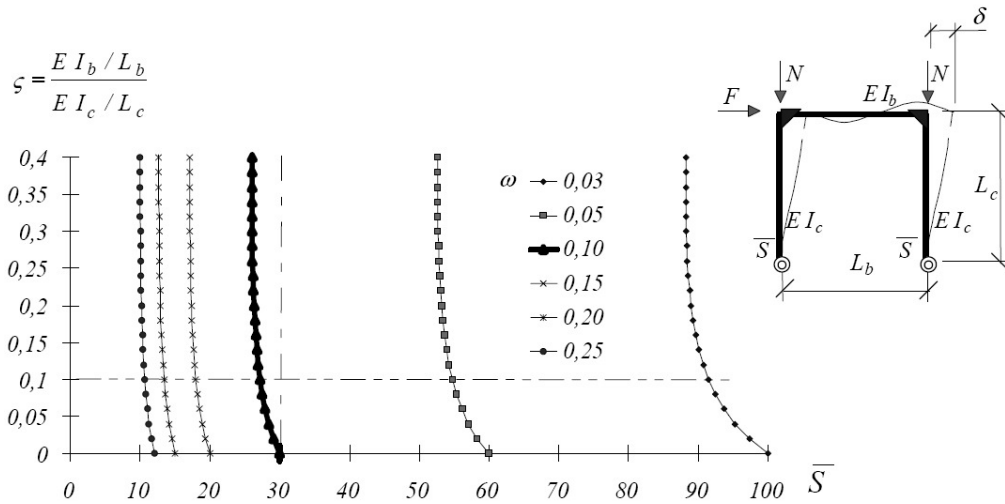


Figura 1.8: Criterio de clasificación según desplazamiento lateral para bases de pilares de pórticos no arriostrados (Wald, y otros, 1997).

Como consecuencia, se observa que el criterio de clasificación según el desplazamiento lateral es mucho más restrictivo que el de resistencia dado en la Ecuación 1.31. La selección del valor límite está, obviamente, fuertemente relacionado con el nivel de precisión que se crea oportuno para la evaluación del desplazamiento lateral del pórtico. Un valor de un 10% es un valor que entra dentro de los parámetros más realistas y, por tanto, es el que se toma para la clasificación que se propone:

- Bases de pilares rígidas en pórticos no arriostrados:

$$S_{j,ini} \geq \frac{30EI_c}{L_c} \quad [Ec. 1.41]$$

- Bases de pilares semirrígidas en pórticos no arriostrados:

$$S_{j,ini} < \frac{30EI_c}{L_c} \quad [Ec. 1.42]$$

En este caso, y por las razones ya expuestas en el caso de estructuras arriostradas, tampoco se sugieren unos valores límite para bases de pilares articuladas.

1.2.1.1.3- Resumen de la clasificación de las bases de pilares según su rigidez.

Dependiendo del sistema estructural (arriostrado o no), se deducen unos valores límite para la clasificación de las bases de pilares, que son los que aparecen en el cuerpo normativo del Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b). La deducción de estos valores se basa en un estudio sobre la sensibilidad del sistema estructural a la variación de las propiedades de la rigidez rotacional de las bases de los pilares. Las bases se consideran rígidas si su comportamiento rotacional no influye en la resistencia del pórtico, en su Estado Límite Último, en más de un 5%, ni tampoco en el desplazamiento lateral bajo cargas de servicio en más de un 10% (Wald, y otros, 1997).

Seguidamente se resumen los valores límite:

- Estructuras arriostradas:

Pórticos cuyo sistema de arriostramiento reduce el desplazamiento horizontal en, como mínimo, un 80%, y donde se obvian los efectos de la deformación.

- Bases de pilares rígidas:

$$Si \bar{\lambda}_0 \leq 0,5 \quad S_{j,ini} \geq 0 \quad [Ec. 1.43. a]$$

$$\text{Si } 0,5 < \bar{\lambda}_0 < 3,93 \quad S_{j,ini} \geq \frac{7(2\bar{\lambda}_0 - 1)EI_c}{L_c} \quad [\text{Ec. 1.43. b}]$$

$$\text{Si } \bar{\lambda}_0 \geq 3,93 \quad S_{j,ini} \geq \frac{48EI_c}{L_c} \quad [\text{Ec. 1.43. c}]$$

- Bases de pilares semirrígidas:

$$\text{Si } \bar{\lambda}_0 \leq 0,5 \quad \text{todas las uniones rígidas} \quad [\text{Ec. 1.44. a}]$$

$$\text{Si } 0,5 < \bar{\lambda}_0 < 3,93 \quad S_{j,ini} < \frac{7(2\bar{\lambda}_0 - 1)EI_c}{L_c} \quad [\text{Ec. 1.44. b}]$$

$$\text{Si } \bar{\lambda}_0 \geq 3,93 \quad S_{j,ini} < \frac{48EI_c}{L_c} \quad [\text{Ec. 1.44. c}]$$

- Estructuras no arriostradas:

- Bases de pilares rígidas:

$$S_{j,ini} \geq \frac{30EI_c}{L_c} \quad [\text{Ec. 1.45}]$$

- Bases de pilares semirrígidas:

$$S_{j,ini} < \frac{30EI_c}{L_c} \quad [\text{Ec. 1.46}]$$

Donde: $\bar{\lambda}_0$ es la esbeltez relativa del pilar supuesto biarticulado.
 I_c y L_c son el momento de inercia y la longitud del pilar respectivamente

Los valores límite de un caso concreto ($\bar{\lambda}_0 = 1,36$) se muestran en la Figura 1.9 para pórticos arriostrados y no arriostrados.

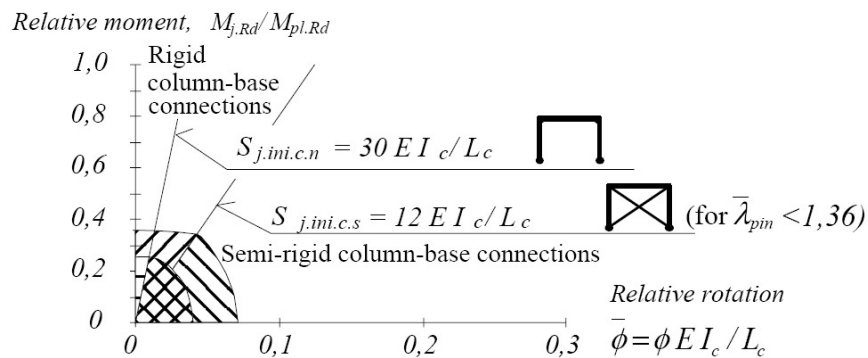


Figura 1.9: Sistema de clasificación propuesto de acuerdo con la rigidez inicial.

1.2.2- CLASIFICACIÓN SEGÚN LA RESISTENCIA:

El Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b) distingue tres clases de uniones según su resistencia: nominalmente articulada, de resistencia parcial y de resistencia total (ver Figura 1.10).

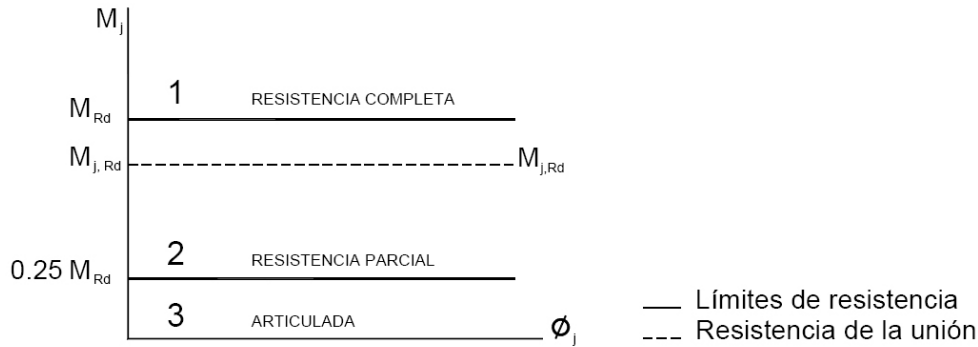


Figura 1.10: Límites para la clasificación en función de la resistencia propuestos por el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b).

- Para clasificar la unión como de **resistencia total**, el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b) define que la resistencia de la unión no puede ser menor que la de los miembros que conecta. La normativa aporta dos criterios distintos según la localización de la unión en la estructura (ver Figura 1.11). Así, si la unión se sitúa en la parte superior de un pilar, su resistencia ha de ser superior tanto a la de la viga como a la del pilar que une, Figura 1.11.a:

$$M_{j,Rd} \geq M_{b,pl,Rd} \quad [Ec. 1.47. a]$$

$$M_{j,Rd} \geq M_{c,pl,Rd} \quad [Ec. 1.47. b]$$

En el caso de una unión intermedia en un pilar, Figura 1.11.b, no se varía la comprobación respecto a la viga, pero sí respecto de la resistencia del pilar. En estos casos, pues, para que una unión intermedia en un pilar pueda ser considerada de resistencia total deberá cumplir:

$$M_{j,Rd} \geq M_{b,pl,Rd} \quad [Ec. 1.48. a]$$

$$M_{j,Rd} \geq 2M_{c,pl,Rd} \quad [Ec. 1.48. b]$$

a) Top of column



$M_{j,Rd}$

Either

$$M_{j,Rd} \geq M_{b,pt,Rd}$$

or

$$M_{j,Rd} \geq M_{c,pt,Rd}$$

b) Within column height



$M_{j,Rd}$

Either

$$M_{j,Rd} \geq M_{b,pt,Rd}$$

or

$$M_{j,Rd} \geq 2M_{c,pt,Rd}$$

Figura 1.11: Uniones de resistencia total.

- La **unión nominalmente articulada** se considera capaz de transmitir los esfuerzos internos de la estructura sin desarrollar momentos que afecten de modo adverso al resto de la misma. Una unión nominalmente articulada deberá ser capaz de aceptar las rotaciones derivadas de la aplicación de las cargas de diseño. Se establece como criterio cuantitativo que una unión se clasifique como nominalmente articulada si el momento resistente de diseño de ésta no es mayor de la cuarta parte del requerido para una unión de resistencia total.

$$M_{j,Rd} \leq 0,25 M_{j,Rd,unión\ resistencia\ total} \quad [Ec. 1.49]$$

Existen estudios (Tschemmerneg, y otros, 1998) que sugieren modificar el límite inferior, reduciéndolo a $0,1M_{pl,b}$, así como modificar el término de nominalmente articulada por de baja resistencia (ver Figura 1.12).

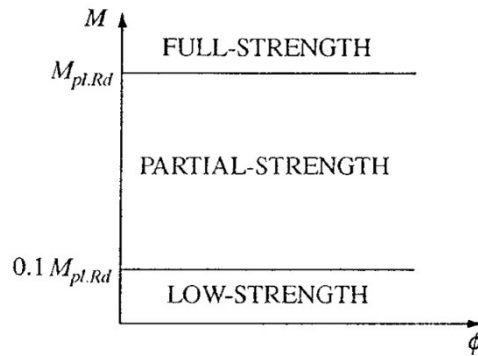


Figura 1.12: Criterio de clasificación de resistencia modificado. (Tschammerneg, y otros, 1998)

- El resto de uniones, con características intermedias a las nominalmente articuladas o a las de resistencia total, son consideradas **uniones de resistencia parcial**.

1.2.3- CLASIFICACIÓN SEGÚN LA CAPACIDAD ROTACIONAL:

El Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b) no proporciona unos criterios cuantitativos claros a tal efecto y se limita a establecer una serie de recomendaciones para uniones atornilladas y para uniones soldadas.

El cuerpo normativo deja claro que toda unión perteneciente a una estructura en la que se realice un análisis rígido-plástico global debe tener suficiente capacidad de rotación y se remite a la información dada en los apartados que siguen (Apartados 2.3.1 y 2.3.2) para determinarla, en función de si la unión es atornillada o soldada. Como alternativa, prescribe que no es necesario comprobar la capacidad rotacional de la unión si se trata de una unión cuya resistencia, $M_{j,Rd}$, es al menos 1,2 veces la de los miembros conectados⁶.

Por tanto, para prescindir de la comprobación de la capacidad rotacional de la unión deberá cumplirse:

$$M_{j,Rd} \geq 1,2M_{b-c\ pl,Rd} \quad [Ec. 1.50]$$

Seguidamente se exponen los métodos para determinar la capacidad de rotación de una unión atornillada o soldada. Los métodos de diseño que siguen son válidos únicamente para aceros S235, S275 y S355 y para uniones en las que el valor del axil de diseño en el miembro conectado, N_{Ed} , no exceda en más de un 5% el axil plástico de diseño $N_{pl,Rd}$ de la sección.

1.2.3.1- Uniones atornilladas.

- En una unión viga-pilar en que el momento resistente de la unión, $M_{j,Rd}$, está gobernado por la resistencia del panel del pilar a cortante, se considerará que la unión posee suficiente capacidad rotacional para realizar un análisis global plástico si cumple la Ecuación 1.51. Se observa que se comprueba que la esbeltez del alma de la sección transversal del pilar es inferior a un valor límite de referencia establecido.

$$\frac{d}{t_w} \leq 69\epsilon \quad [Ec. 1.51]$$

Donde, según el Cuadro 5.2 de (CEN, Mayo 2005a):

⁶ Como se ha visto en el apartado 1.2 correspondiente a la clasificación de uniones según su resistencia, las uniones que están exentas de comprobar su capacidad rotacional son clasificables como de resistencia total.

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} \quad [Ec. 1.52]$$

- Una unión atornillada con chapa de testa o con angulares de alma se considerará que tiene suficiente capacidad rotacional para realizar un análisis global plástico si se cumplen las dos condiciones que siguen (a i b):
 - a) El momento resistente de la unión está gobernado por:
 - Ala del pilar a flexión, o
 - Chapa de testa de la viga a tracción o angulares a flexión.
 - b) El grosor, t , del ala del pilar o la chapa de testa de la viga o del ala del angular a tracción (no necesariamente el mismo componente básico que en la condición a) satisface:

$$t \leq 0,36d \sqrt{\frac{f_{ub}}{f_y}} \quad [Ec. 1.53]$$

Donde: f_y es el límite elástico del componente básico relevante.
 f_{ub} es la tensión de rotura de los tornillos.
 d es el diámetro nominal de los tornillos.

- Una unión atornillada, en que su momento resistente $M_{j,Rd}$ es regulado por la resistencia de los tornillos a cortante, no se considerará nunca poseedora de la suficiente capacidad rotacional para efectuar un análisis global plástico.

1.2.3.2- Uniones soldadas.

- La capacidad de rotación ϕ_{cd} de una unión viga-pilar soldada se asume que no será inferior al valor dado en la Ecuación 1.54, teniendo en cuenta que el alma del pilar está rigidizada en la zona de compresión pero no lo está en la zona de tracción, y que su momento resistente no está gobernado por la resistencia a cortante del alma del pilar.

$$\phi_{cd} = 0,025 \frac{h_c}{h_b} \quad [Ec. 1.54]$$

Donde: h_b es el canto de la viga.
 h_c es el canto del pilar.

- Una unión soldada no rigidizada viga-pilar, diseñada conforme a las prescripciones del Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b), se asume que tiene, como mínimo, una capacidad rotacional de 0,015 radianes.

1.2.4- SISTEMA DE CLASIFICACIÓN EN VERSIONES PREVIAS DEL EUROCÓDIGO 3 (CEN, 1996):

En las primeras versiones del Eurocódigo 3 (CEN, 1996), y tal como resume en su tesis doctoral (Cabrero Ballarín, 2006), la normativa presentaba un diagrama de clasificación distinto a los dos explicados anteriormente (Figura 1.2 para la clasificación de las uniones según su rigidez y Figura 1.10 para la clasificación según su resistencia). La principal diferencia era el establecimiento de una clasificación conjunta para la rigidez y la resistencia. Se representaban las zonas de clasificación sobre ejes cartesianos con valores normalizados de momento y rotación:

$$\bar{m} = \frac{M_u}{M_{p.b}} \quad [Ec. 1.55. a]$$

$$\bar{\Phi} = \Phi \frac{EI_b}{M_{p,b}L_b} \quad [Ec. 1.55. b]$$

Esta clasificación permitía comparar y clasificar de modo directo el comportamiento momento-rotación completo de la unión. Se daban para ello límites trilineales (Figuras 1.13 y 1.14).

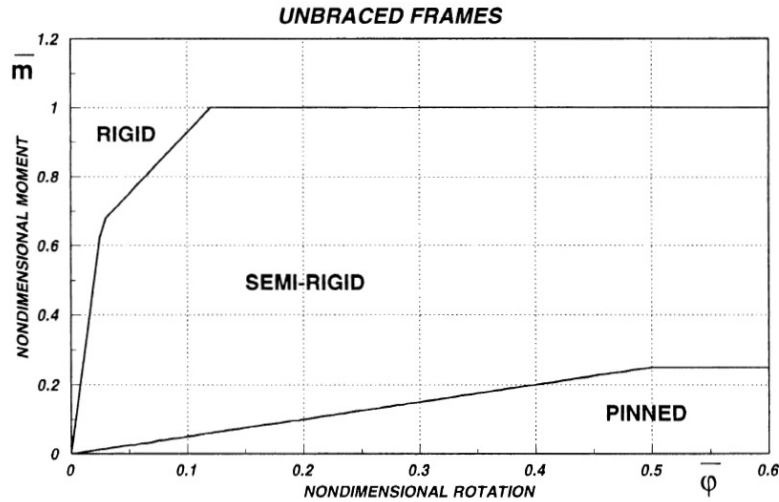


Figura 1.13: Clasificación de uniones para pórticos no arriostrados en versiones anteriores del Eurocódigo 3 (CEN, 1996), tomado de (Faella, y otros, 2000).

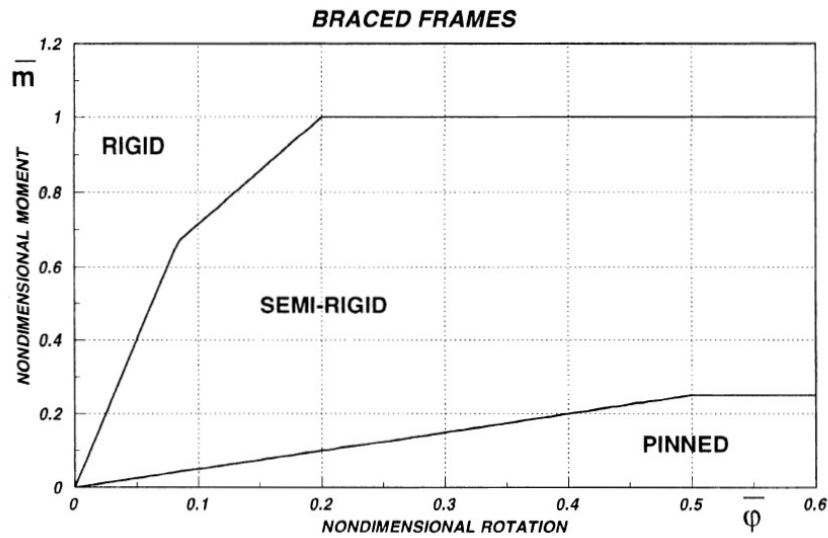


Figura 1.14: Clasificación de uniones para pórticos arriostrados en versiones anteriores del Eurocódigo 3 (CEN, 1996), tomado de (Faella, y otros, 2000).

La zona rígida se delimitaba del siguiente modo:

- La **primera rama** se definía como:

$$\bar{m} = \bar{K}^* \bar{\Phi} \quad \text{para } \bar{\Phi} \leq \frac{2}{3\bar{K}^*} \quad [Ec. 1.56]$$

Donde $\bar{K}^* = 8$ en pórticos arriostrados y $\bar{K}^* = 25$ en pórticos sin arriostrar.

- La **segunda rama**:

En casos de pórticos no arriostrados:

$$\bar{m} = \frac{25\bar{\Phi} + 4}{7} \quad \text{para } \frac{2}{3\bar{K}^*} \leq \bar{\Phi} \leq 0,12 \quad [Ec. 1.57]$$

En casos de pórticos arriostrados:

$$\bar{m} = \frac{20\bar{\phi} + 3}{7} \quad \text{para} \quad \frac{2}{3\bar{K}^*} \leq \bar{\phi} \leq 0,20 \quad [\text{Ec. 1.57}]$$

- La **última rama** representa el actual límite de resistencia, $\bar{m} = 1$.

Este sistema de clasificación presentaba problemas con las uniones cuya curva característica estaba al mismo tiempo en dos regiones distintas. Al ser un hecho habitual, representaba un serio inconveniente. También la nomenclatura empleada para cada zona establecida resultaba confusa, al unir criterios de resistencia y rigidez.

Uniendo ambos criterios, rigidez al giro y resistencia de la unión, hay trabajos (Guardiola VÍllora, 2006), basados en el sistema de clasificación de las versiones previas del Eurocódigo, que establecen los siguientes tipos de modelización de las uniones posibles:

- Rígidas de resistencia completa.
- Rígidas de resistencia parcial.
- Semirrígidas de resistencia completa.
- Semirrígidas de resistencia parcial.
- Articuladas.

En función del método de análisis a utilizar, los tipos de uniones requeridas para los diferentes modelos de pórticos son los que se resumen en la tabla 1.3.

HIPÓTESIS DE DISEÑO		
TIPO DE PÓRTICO	ANÁLISIS GLOBAL	TIPOS DE UNIONES
Nudos Articulados	Articulaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Nominalmente articuladas
	Elástico	<ul style="list-style-type: none"> • Rígidas • Nominalmente articuladas
Nudos Rígidos	Rígido-plástico	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia completa • Nominalmente articuladas
	Elasto-plástico	<ul style="list-style-type: none"> • Rígidas de resistencia completa • Nominalmente articuladas
	Elástico	<ul style="list-style-type: none"> • Semirrígidas • Rígidas • Nominalmente articuladas
Nudos Semirrígidos	Rígido-plástico	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia parcial • Resistencia completa • Nominalmente articuladas
	Elasto-plástico	<ul style="list-style-type: none"> • Semirrígidas de resistencia parcial • Semirrígidas de resistencia completa • Rígidas de resistencia parcial • Rígidas de resistencia completa • Nominalmente articuladas
	Elástico	<ul style="list-style-type: none"> • Semirrígidas • Rígidas • Nominalmente articuladas

Tabla 1.3: Tipos de uniones requeridas para los diferentes modelos de pórticos en función del método de análisis a utilizar uniendo los criterios de rigidez al giro y resistencia de la unión. (Guardiola VÍllora, 2006)

1.2.5- COMENTARIOS AL REDACTADO DEL EUROCÓDIGO 3:

La clasificación del Eurocódigo se basa en la resistencia total de la estructura, hecho que hace que sea un criterio racional. Sin embargo, un inconveniente es que requiere definir la unión y la estructura, de forma que ésta no puede clasificarse de modo independiente a la estructura en la que se situará. Se puede observar que, para clasificar una unión, debemos conocer las barras que ésta va a unir, tanto si la clasificamos según su rigidez (compararemos la rigidez de la unión con unos valores límite que se obtendrán en función de la rigidez de la viga a unir) o

según su resistencia (compararemos el momento de cálculo de la unión con los límites de resistencia completa y articulación, dependientes de la posición de la unión en la parte superior del pilar o intermedia y de los momentos resistentes plásticos de la viga y el soporte a unir).

Existen opiniones diversas sobre los límites establecidos por el Eurocódigo. Sirva de ejemplo la opinión de (Goto, y otros, 1995), que consideran muy restrictivo el límite entre rígido y semirrígido en términos de la resistencia última de los pórticos. Posteriormente, (Kishi, y otros, 1997b), indicaron que los términos que expresa el Eurocódigo referente a este tema son correctos, aunque en los estudios que hicieron podría sobrestimarse la resistencia de la estructura (asumen comportamiento elástico en vigas y pilares y anelástico en las uniones).

Otro inconveniente es no especificar una demanda rotacional mínima. La normativa explica cuándo se puede prescindir de la comprobación de la capacidad rotacional de la unión y cómo determinar la citada capacidad en los casos que sí se deba hacer esta comprobación en uniones atornilladas y soldadas. El problema, pues, es que no se tienen unos valores cuantitativos claros que permitan saber al proyectista de la estructura si la capacidad de rotación de la unión concreta que diseña es suficiente o no para efectuar un cálculo global plástico.

Referente a la clasificación de las bases de pilares, el Eurocódigo proporciona unos criterios de clasificación según su rigidez en función de si la estructura es arriostrada o no. Es interesante la reflexión respecto a la esbeltez del pilar, requiriendo para estructuras arriostradas valores relativos de rigidez de la unión respecto a la del pilar más restrictivos a medida que aumentan las esbelteces de los soportes. El criterio es comprensible dada la creciente sensibilidad que tienen los pórticos a los giros de sus bases de pilares a medida que aumenta la esbeltez de los soportes. Gracias al estudio de la base teórica que permite la redacción del Eurocódigo (Gresnigt, y otros, 1999a), sabemos que su criterio de clasificación respecto a las bases de pilares es considerarlas rígidas si su comportamiento rotacional no influye en la resistencia del pórtico, en su Estado Límite Último, en más de un 5%, ni tampoco en el desplazamiento lateral bajo cargas de servicio en más de un 10% (Wald, y otros, 1997).

1.3- CRITERIO DE CLASIFICACIÓN DEL CODIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN:

El Código Técnico de la Edificación⁷ configura un marco normativo nuevo en España que identifica, ordena y complementa la normativa técnica existente hasta el momento de su entrada en vigor (Aprobado por el Consejo de Ministros el 17 de Marzo de 2006 y en vigor desde el día 29 de marzo de 2006), facilitando su aplicación y con el máximo de armonía con la normativa europea que se desarrolla en los Eurocódigos.

En el campo de la estructura metálica, el Código Técnico (AENOR, 2006) recoge los cambios y avances que se han producido. El DB-SE A sigue básicamente el enfoque del Eurocódigo 3 y el desarrollo de la teoría de uniones se expone en el capítulo 8.

1.3.1- CLASIFICACIÓN SEGÚN LA RIGIDEZ ROTACIONAL:

El Código Técnico (AENOR, 2006) clasifica las uniones según su rigidez de forma prácticamente idéntica a como lo hace el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b).

La normativa prescribe que se podrá establecer la rigidez de la unión mediante ensayos o a partir de experiencia previa contrastada, aunque en general se calculará a partir de la flexibilidad de sus componentes básicos, determinada mediante ensayos previos. Subrayar que el CTE expone que para determinar la flexibilidad de los componentes básicos de la unión se debe hacer mediante ensayos y, por tanto, no da la opción de utilizar ningún método predictivo para determinar el comportamiento de la unión. El Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b), sin embargo, recoge el método de los componentes (explicado en el Capítulo 3 de la presente tesis) que, mediante un conjunto de muelles, permite modelar los diversos mecanismos de deformación de la unión para obtener el comportamiento global de ésta, con el objetivo de incluirlo posteriormente en el modelo estructural para su posterior diseño, análisis y cálculo.

⁷ Conocido popularmente como CTE.

Una vez obtenida la rigidez inicial de la unión, el CTE (AENOR, 2006) compara el valor con los límites establecidos para clasificarla en alguna de las categorías que define. Las categorías son las ya conocidas: nominalmente articuladas, rígidas y semirrígidas.

- **Uniones nominalmente articuladas:** Son aquellas en las que no se desarrollan momentos significativos que puedan afectar a los miembros de la estructura. Serán capaces de transmitir las fuerzas y de soportar las rotaciones obtenidas en el cálculo.
- **Rígidas:** Son aquellas cuya deformación (movimientos relativos entre los extremos de las piezas que unen) no tiene una influencia significativa sobre la distribución de esfuerzos en la estructura ni sobre su deformación global. Deben ser capaces de transmitir las fuerzas y momentos obtenidos del cálculo.
- **Semirrígidas:** Son aquellas que no corresponden a ninguna de las categorías anteriores. Establecerán la interacción prevista (basada, por ejemplo, en las características momento rotación de cálculo) entre los miembros de la unión y serán capaces de transmitir las fuerzas y momentos obtenidos en el cálculo.

Los límites que establece el CTE para clasificar las uniones según su rigidez son los mismos del Eurocódigo 3, por tanto, para uniones viga-pilar:

- Una unión será considerada **rígida** si se cumple la Ecuación 1.4, teniendo en cuenta que para estructuras no arriostradas se deberá cumplir la Ecuación 1.5 respecto al parámetro de rigidez de cada planta.
- Serán uniones **nominalmente articuladas** aquellas cuya rigidez inicial, $S_{j,ini}$, cumpla la Ecuación 1.7.
- Finalmente, las uniones semirrígidas serán aquellas cuya rigidez inicial se encuentra en la zona intermedia entre los límites establecidos para uniones rígidas y nominalmente articuladas. Por tanto, serán aquellas que cumplan la Ecuación 1.6.

Referente a las basas de pilares, el sistema de clasificación del CTE (AENOR, 2006) lo toma directamente del Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b), clasificación que ha sido minuciosamente expuesta y analizada su base teórica en el Apartado 1.2.1.1.

Por tanto, podrán considerarse rígidas las basas de pilares que cumplan:

- Para estructuras arriostradas frente a acciones horizontales, el conjunto de Ecuaciones 1.44.a, 1.44.b y 1.44.c.
- En cualquier otro caso, la Ecuación 1.46.a.

En caso de no poder realizar los análisis anteriormente descritos, el CTE (AENOR, 2006) permite clasificar las uniones como tradicionalmente se acostumbraba a hacer. De este modo y en defecto de análisis más precisos, se considerarán:

- **Nominalmente articuladas** (excéntricamente), las uniones por soldadura del alma de una viga metálica en doble T sin unión de las alas del pilar.
- **Nominalmente articuladas** (viga continua sobre apoyo posiblemente excéntrico), las uniones de vigas planas de hormigón armado en continuidad sobre pilar metálico.
- **Rígidas**, las uniones soldadas de vigas en doble T a soportes en las que se materialice la continuidad de las alas a través del pilar mediante rigidizadores de dimensiones análogas a las de las alas.
- **Rígidas**, las uniones de pilares interiores realizados con perfiles laminados I o H en pórticos de estructuras arriostradas, en las que las vigas que acometen a ambos lados del nudo, realizadas también con perfiles I o H y de luces no muy diferentes entre sí y esbeltez geométrica mayor a 24, se unen a las alas del pilar mediante soldadura de resistencia completa, aun cuando no se precise disponer rigidizadores en el pilar.

1.3.2- CLASIFICACIÓN SEGÚN LA RESISTENCIA:

Igual que sucede en el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b), la resistencia última de una unión según el CTE (AENOR, 2006) se determinará a partir de las resistencias de los elementos que componen dicha unión. El CTE, por tanto, tampoco permite clasificar la unión de modo independiente a la estructura dónde ésta está situada y, consecuentemente, es necesario definir unión y estructura.

Las consideraciones para clasificar las uniones según la resistencia son prácticamente calcadas a las del Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b) y solo existen matices que, si se realiza una lectura apresurada de las dos normativas, pueden fácilmente pasarse por alto. Según el CTE (AENOR, 2006), atendiendo a su resistencia las uniones pueden clasificarse en: nominalmente articuladas, totalmente resistentes (o de resistencia completa) o parcialmente resistentes.

- **Nominalmente articuladas.** Son aquellas uniones capaces de transmitir los esfuerzos obtenidos en el análisis global de la estructura, y su resistencia de cálculo a flexión no es mayor de la cuarta parte del momento resistente plástico de cálculo de la pieza de menor resistencia unida, y siempre que exista una capacidad de giro suficiente para permitir que en la estructura se formen todas las rótulas plásticas necesarias en el modelo de análisis adoptado bajo las cargas consideradas. Por tanto, las uniones nominalmente articuladas deberán cumplir la Ecuación 1.58 que sigue:

$$M_{j,Rd} \leq 0,25 M_{b,c,menor,Rd} \quad [Ec. 1.58]$$

Siendo $M_{b,c,menor,Rd}$ el momento resistente plástico de cálculo de la pieza de menor resistencia unida.

- **Totalmente resistentes (o de resistencia completa).** Su resistencia es mayor o igual que la de los elementos que conecta. Si en una unión con resistencia completa la relación entre su momento resistente, $M_{j,Rd}$, y el momento resistente plástico, $M_{pl,Rd}$, de la menor de las barras que conecta, es superior a 1,20, no es necesario considerar la capacidad de rotación de la unión. Las uniones totalmente resistentes serán aquellas, en consecuencia, que cumplan las Ecuaciones 1.47.a y 1.47.b.
- **Parcialmente resistentes.** Su resistencia es menor que la de los elementos unidos, aunque debe ser capaz de transmitir las fuerzas y momentos determinados en el análisis global de la estructura. La rigidez de estas uniones debe ser suficiente para evitar que se supere la capacidad de rotación de las rótulas plásticas que se deban formar en la estructura bajo las cargas consideradas. Si se requieren rótulas plásticas en las uniones parcialmente resistentes, éstas deberán tener capacidad de rotación suficiente para permitir la formación en la estructura de todas las rótulas plásticas necesarias.

Si se atiende con atención a las definiciones que se acaban de exponer y se comparan con las del Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b), se aprecian pequeñas diferencias dentro de un mismo marco base. El CTE (AENOR, 2006) define las uniones nominalmente articuladas como las que su resistencia de cálculo a flexión no es mayor de la cuarta parte del momento resistente plástico de cálculo de la pieza de menor resistencia unida, mientras que el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b) lo hace como aquellas en que el momento resistente de la unión no es mayor de la cuarta parte del requerido por una unión de resistencia total, siendo éstas aquellas en las que la resistencia de la unión no es menor que la de los miembros que conecta.

Así, en un caso como el que expone a modo de ejemplo la Figura 1.15, para que la unión fuera nominalmente articulada según el CTE, debería cumplirse la Ecuación 1.59, mientras que para ser considerada como tal por el Eurocódigo 3, debería cumplir lo que expone la Ecuación 1.60.

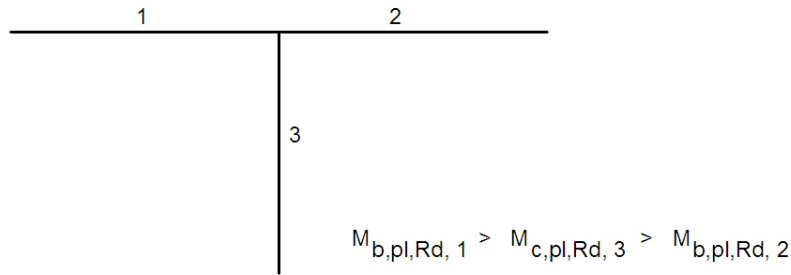


Figura 1.15: Ejemplo.

$$M_{j,Rd} \leq 0,25 M_{b,pl,Rd} \text{ (viga2)} \quad [Ec. 1.59]$$

$$M_{j,Rd} \leq 0,25 M_{b,pl,Rd} \text{ (viga 1)} \quad [Ec. 1.60]$$

1.3.3- CLASIFICACIÓN SEGÚN LA CAPACIDAD ROTACIONAL:

Fundamentalmente los criterios que establece el CTE (AENOR, 2006) respecto a la capacidad rotacional de la unión son los mismos que establece el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b) y que se han desarrollado en el Apartado 1.2.3. Aparecen, como en los casos anteriores, pequeños matices que clarifican conceptos o los diferencian levemente de una normativa respecto de la otra.

Ambas normativas aclaran que, lógicamente, cuando se realice un análisis global plástico, las uniones en las que se requiera la existencia de rótula plástica y sean de resistencia parcial o totalmente resistentes deberán tener una capacidad de giro suficiente. El CTE (AENOR, 2006), igualmente a como lo hace la normativa europea, considera que para las uniones que cumplan la Ecuación 1.50 no será necesario que se compruebe su capacidad rotacional.

Al igual que en los casos anteriormente descritos, la normativa española clarifica que, salvo los supuestos que se incluyen específicamente en el Documento Básico, el método para determinar la capacidad de giro de las uniones será mediante ensayos, hecho que dificulta la aplicación práctica del día a día.

El CTE (AENOR, 2006), primeramente, explica dos casos donde, de encontrármolos, no se deben tener dudas respecto a la capacidad rotacional de la unión. El primero es el de una unión atornillada en la que el valor de la resistencia al momento flector esté regido por la resistencia de los tornillos a cortante para la que tal como también dictamina el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b), no podrá suponerse que hay capacidad rotacional suficiente para efectuar un análisis global plástico. Por el contrario, sí se podrá suponer en una unión viga-pilar, tanto atornillada como soldada, en la que la resistencia al momento flector esté condicionada por la resistencia de la zona solicitada a cortante. En este último caso, la normativa europea dispone que, para casos de uniones atornilladas, para considerar que la capacidad rotacional es suficiente para efectuar un cálculo global plástico, se deberá cumplir la Ecuación 1.51, que comprueba que la esbeltez del alma de la sección transversal del pilar es inferior a un valor límite de referencia establecido, condición restrictiva que no aparece en la normativa española.

1.3.3.1- Uniones atornilladas.

En los casos concretos de uniones atornilladas, el CTE (AENOR, 2006) dictamina exactamente lo mismo que su normativa madre europea. A tal efecto, pues, la normativa española prescribe lo que se describe en el segundo punto del Apartado 1.2.3.1.

1.3.3.2- Uniones soldadas.

El CTE (AENOR, 2006) describe específicamente que podrá suponerse que una unión viga-pilar soldada tiene capacidad de giro suficiente para un análisis plástico en los supuestos siguientes:

- Si se trata de una unión de resistencia completa.
- Si el pilar está rigidizado en continuidad con las alas de la viga en las zonas de tracción y compresión del nudo.
- Si el pilar está rigidizado en la zona del nudo solicitada a tracción y no en la zona de compresión.

Asimismo, los dos puntos del apartado 1.2.3.2 también son válidos para el CTE (AENOR, 2006).

1.4- OTRAS PROPUESTAS DE CLASIFICACIÓN:

Existen trabajos de investigación que proponen cambios en los sistemas de clasificación de las uniones que dictan las normativas, sugiriendo modificaciones y ampliaciones de éstas o bien proponiendo directamente métodos alternativos para su clasificación.

En esta línea existen algunos autores (Bjorhovde, y otros, 1990) que propusieron un sistema de clasificación aplicable en los casos en que no se dispone de la configuración estructural. Este método, muy útil en la práctica diaria del proyectista de estructuras, no debe utilizarse si se conoce el predimensionado de las barras según aconseja el trabajo (Richard Liew, y otros, 1993), ya que su utilización conduce a una pérdida de precisión respecto al comportamiento real de la unión si se compara con la aproximación que proporciona la aplicación del Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b). Por tanto, el segundo estudio aconseja limitar el uso del primero solo en aquellos casos en que no se puede disponer del citado predimensionado de las barras.

También cabe destacar el trabajo (Hasan, y otros, 1998) que presenta un sistema de clasificación no lineal aplicable para uniones viga-pilar en pórticos no arriostrados. Para definir los límites se emplea el modelo potencial que se propone en (Chen, y otros, 1996), que se resume en el Apartado 2.2.1.3.

También es reseñable el sistema unificado de clasificación para conexiones viga-pilar (Nethercot, y otros, 1998), que intenta desarrollar un método que proporcione resultados coherentes con la teoría, aspecto que en primera instancia parece básico pero que no se cumple si se aplican otros sistemas de clasificación de uniones.

Enmarcado dentro de aquellos trabajos que sugieren modificaciones a los límites establecidos por el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b), se encuentra el estudio (Gomes, y otros, 1998) que sugiere nuevos valores límite que permitan ajustarse con mayor precisión al criterio de deflexión expuesto en la Ecuación 1.3.

Seguidamente se pasa a explicar brevemente algunos de los sistemas de clasificación alternativos a los de las normativas que se acaban de citar, extraídos del trabajo de síntesis de éstos efectuado en la tesis (Cabrerero Ballarín, 2006).

1.4.1- SISTEMA AISLADO DE CLASIFICACIÓN DE BJORHOVDE, COLSON Y BROZETTI:

Bjorhovde, Colson y Brozetti (1990) proponen un sistema de clasificación cuya principal virtud es, como se ha expuesto en la introducción, que puede ser aplicado en aquellos casos en los que no se dispone de la configuración estructural, cosa que hace que sea un sistema de clasificación muy práctico, sencillo y relativamente rápido de usar. A pesar de todas estas virtudes, también es cierto que, al no haberse considerado en su definición el comportamiento de la estructura, la unión puede clasificarse erróneamente si la configuración estructural empleada difiere mucho de las estudiadas para establecer los criterios de clasificación.

También cabe decir que, como es lógico, la aproximación del Eurocódigo 3 es más precisa que la que se describe en este Apartado 1.4.1 ya que desde un inicio cuenta con el dimensionado de las barras, tal como se demuestra en el estudio de (Richard Liew, y otros, 1993).

La clasificación, que no puede realizarse atendiendo al efecto de flexibilidad de la unión en la estructura como en la clasificación del Eurocódigo (CEN, Mayo 2005b), clasifica las uniones en tres categorías: rígidas, semirrígidas y articuladas, según su rigidez y resistencia. Al considerar simultáneamente la rigidez y la resistencia en la clasificación, afloran los mismos problemas que se destacaron en la clasificación en versiones previas del Eurocódigo (CEN, 1996),

expuestas en el Apartado 1.2.4, como por ejemplo que una unión puede clasificarse en distintas categorías (Nethercot, y otros, 1998).

La rigidez de la unión se define como muestra la Ecuación 1.61:

$$S_j = \frac{E I_b}{n h_r} = \frac{E I_b}{L_r} \quad [Ec. 1.61]$$

Donde $E I_b$ es la rigidez de la viga y L_r una longitud de referencia expresada como un múltiplo del canto h_r de la viga.

Si se toma como referencia el parámetro adimensional $\bar{\phi}$, utilizado en versiones previas del Eurocódigo 3 (CEN, 1996) y definido en la Ecuación 1.55.b, expresado según una longitud de referencia $L_r=5 h_b$, se obtiene:

$$\bar{\phi} = \phi \frac{E I_b}{M_{p,b} 5 h_b} \quad [Ec. 1.62]$$

Mediante el citado parámetro pueden expresarse las distintas regiones del diagrama de clasificación que puede observarse en la Figura 1.16, del siguiente modo:

- **Unión rígida:**

resistencia: $\bar{m} \geq 0,7$ [Ec. 1.63. a]

rigidez: $\bar{m} \geq 2,5\bar{\phi}$ [Ec. 1.63. b]

- **Unión semirígida:**

resistencia: $0,7 > \bar{m} > 0,2$ [Ec. 1.64. a]

rigidez: $2,5\bar{\phi} > \bar{m} > 0,5\bar{\phi}$ [Ec. 1.64. b]

- **Unión flexible:**

resistencia: $\bar{m} \leq 0,2$ [Ec. 1.65. a]

rigidez: $\bar{m} \leq 0,5\bar{\phi}$ [Ec. 1.65. b]

La Figura 1.16 representa gráficamente el sistema de clasificación aislado de Bjorhovde, Colson y Brozetti (1990). Se observan los requerimientos de resistencia en los tramos de recta horizontales, y los de rigidez en los tramos inclinados de pendiente 2,5 y 0,5 del valor frontera, entre uniones rígidas y semirígidas, y el de semirígidas y flexibles, respectivamente.

Asimismo, el gráfico también indica que si la longitud de referencia L_r es inferior a $2h_b$, la unión se clasifica como rígida (estaría en el caso que tabulan las Ecuaciones 1.63.a y 1.63.b), y si L_r es mayor de $10h_b$, ésta es flexible (estaría en del rango definido por las Ecuaciones 1.65.a y 1.65.b).

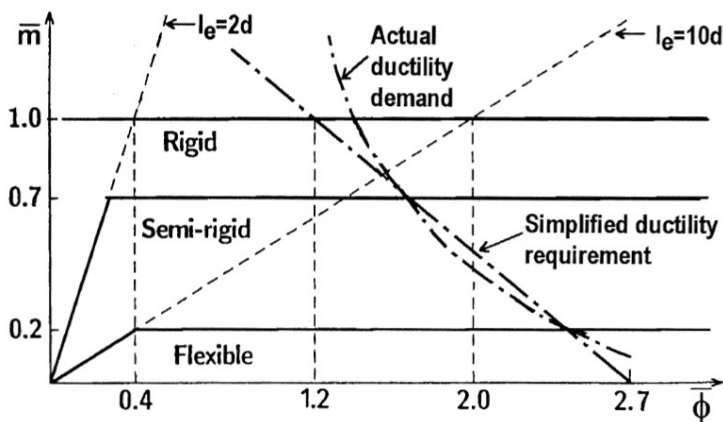


Figura 1.16: Sistema aislado de clasificación de Bjorhovde, Colson y Brozetti (1990)

El criterio de ductilidad de las uniones, que esta clasificación sí provee, se define mediante la longitud de referencia ya utilizada ($L_r=5h_b$). Para establecerlo, los autores propusieron

simplificar, a la expresión lineal de la Ecuación 1.66, la curva obtenida mediante datos experimentales, también mostrada en la Figura 1.16.

$$\bar{m} = \frac{5,4 - 2\bar{\phi}}{3} = \frac{5,4 - 2\phi EI_b}{15M_{p,b}h_b} = \frac{0,36 - 0,13\phi EI_b}{M_{p,b}h_b} \quad [Ec. 1.66]$$

Se observa que las uniones de menor resistencia requieren mayor ductilidad, al ser inversamente proporcionales. Este criterio de rotación mínima en ocasiones da resultados no conservadores (Goto, y otros, 1995).

1.4.2- PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DE GOMES, KUHLMANN, DE MATTEIS Y MANDARA; GOMES Y NEVES.

El trabajo que aquí se resume (Gomes, y otros, 1998) se engloba dentro de aquellos que proponen modificaciones a los límites establecidos en el Eurocódigo.

- **Pórticos arriostrados:** Para el caso de una viga con carga uniforme, el límite de rigidez establecido en el Eurocódigo ($8 \frac{EI_b}{L_b}$) no cumple el criterio de deflexión expuesto en la Ecuación 1.3, que aquí se vuelve a exponer. En este caso de referencia, la flecha en el centro del vano es del 80% de la obtenida para la viga biempotrada.

$$\delta \leq \frac{\delta_{\infty}}{0,9} \quad [Ec. 1.3]$$

Para ello, en (Gomes, y otros, 1998) se propone un criterio distinto al del Eurocódigo, basado en la redistribución de los momentos de la viga ideal. La redistribución límite ha de ser del 10%. Para esta condición se obtiene un límite de rigidez de $18 \frac{EI_b}{L_b}$, con una variación de la flecha del 40%. Sugieren aplicar este límite para pórticos arriostrados.

- **Pórticos no arriostrados:** Se analiza la influencia de la rigidez de la unión en las deflexiones y sus cargas de colapso. El criterio de deflexión, expuesto en la Ecuación 1.3, es más restrictivo que el de carga última, expuesto en la Ecuación 1.1 y repetido bajo estas líneas. El límite de rigidez obtenido según este criterio –el de carga última–, que se expone en la Ecuación 1.67, obtiene la condición límite que expresa la Ecuación 1.68 y que muestra gráficamente la Figura 1.17.

$$\alpha_u \geq 0,95 \alpha_{u,\infty} \quad [Ec. 1.1]$$

$$\bar{K} = 114 \frac{\alpha_{u,R}}{\alpha_{cr,R}} \quad [Ec. 1.67]$$

$$\bar{K} = 114 \frac{V_{Sd} EI_b}{V_{cr,R} L_b} \quad [Ec. 1.68]$$

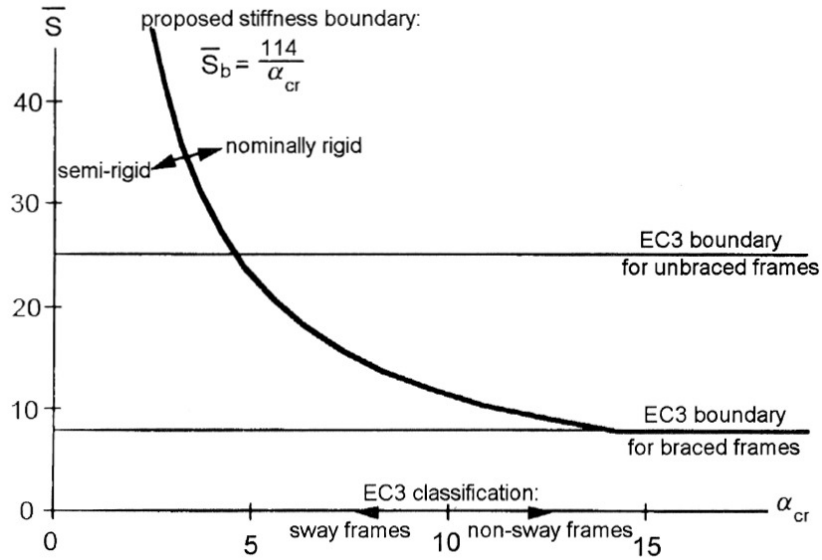


Figura 1.17: Comparación entre los límites propuestos en (Gomes, y otros, 1998) y los del Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b).

Existe, según los autores, una zona que el Eurocódigo admite como rígida para pórticos no arriostrados, que en realidad es semirrígida. Tal como se observa en la Figura 1.17, ésta corresponde a valores de carga crítica elástica inferiores a cinco ($\alpha_{cr} \leq 5$).

En el caso del criterio de deflexión (Ecuación 1.3), más restrictivo que el de carga última, para el límite establecido en el Eurocódigo para estos pórticos ($25 \frac{EI_b}{L_b}$) las deflexiones reales pueden resultar hasta de un 24% superiores a las calculadas con uniones rígidas. Este estudio (Gomes, y otros, 1998) propone modificar el límite al siguiente, mostrado en la Figura 1.18:

$$S_j \begin{cases} 25(2 - \zeta) \frac{EI_b}{L_b} & [Ec. 1.69. a] \\ 25 \frac{EI_b}{L_b} & [Ec. 1.69. b] \end{cases}$$

Siendo: ζ la relación de rigidez entre las vigas y los pilares del pórtico.

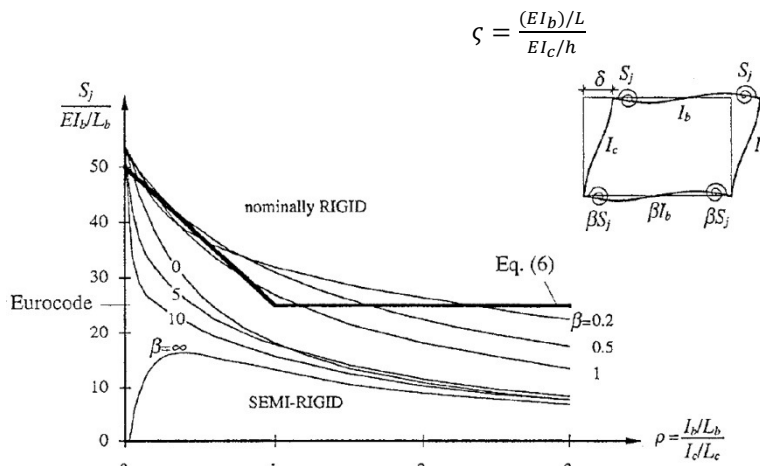


Figura 1.18: Clasificación para pórticos no arriostrados según el criterio de deflexión (Gomes, y otros, 1998).

La principal diferencia de este método (Gomes, y otros, 1998) respecto al Eurocódigo es la consideración adicional de la relación de rigideces entre los

pilares y las vigas del pórtico, aspecto notablemente influyente en su comportamiento.

Indicar que en la normativa europea solo aparece una pequeña referencia a la relación entre rigidez de vigas y pilares del pórtico⁸. En el caso de los no arriostrados, si se obtenía $\zeta < 0,1$ entre barras de una misma planta, el nudo se consideraba directamente como semirrígido. En ningún caso la normativa (CEN, Mayo 2005b) prevé incluir el parámetro ζ en la definición de los límites de clasificación, tal como propone este estudio (Gomes, y otros, 1998).

1.4.3- SISTEMA DE CLASIFICACIÓN NO LINEAL.

En (Hasan, y otros, 1998) se presenta un sistema de clasificación en que se divide el diagrama momento-rotación de la unión en tres zonas, separadas por curvas no lineales. La propuesta es aplicable para uniones viga pilar en pórticos no arriostrados.

Para definir los límites se emplea el modelo potencial (Chen, y otros, 1996), expuesto en el Apartado 2.2.1.3. Se requiere la definición de tres parámetros:

- **Rigidez inicial.** Basándose en una serie de estudios de la rigidez y la resistencia de diversos tipos de uniones, (Hasan, y otros, 1995) y (Hasan, y otros, 1997) establecen un límite cuantitativo, dimensional e independiente de la rigidez de la viga. Fijan un valor máximo y uno mínimo para la rigidez rotacional inicial en unidades americanas de 10^6 y $10^{4,5}$ kip-in/rad, respectivamente.
- **Momento resistente.** De modo similar al Eurocódigo (CEN, Mayo 2005b), los momentos últimos para definir la capacidad última al momento se definen como el momento plástico total de la viga $M_{p,b}$ y $1/4$ del mismo para el límite rígido y articulado respectivamente.
- **Parámetro de forma.** Como simplificación de la clasificación, se propone emplear $n=1$.

En la Figura 1.19 se muestra el sistema de clasificación obtenido.

Realizan una verificación de su clasificación. Analizan para ello el comportamiento resistente y de servicio de una serie de pórticos. En la Figura 1.20 se recoge un gráfico representativo de sus resultados, comparándolos con otros sistemas de clasificación expresados adimensionalmente en función de la ratio con la carga crítica del pórtico con uniones rígidas. Su límite rígido se adecúa mejor a los resultados obtenidos.

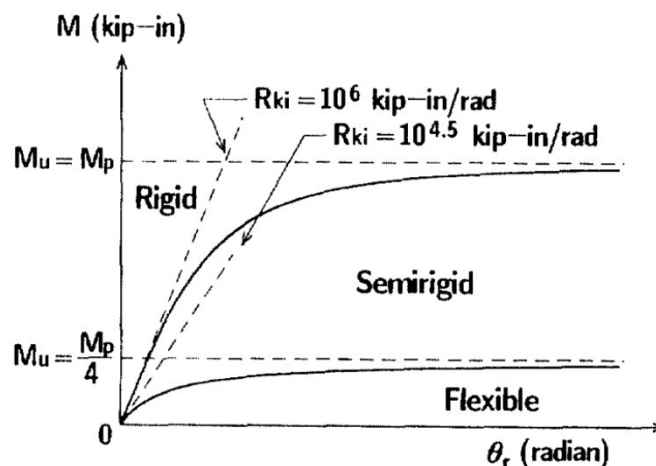


Figura 1.19. Sistema de clasificación no lineal en unidades americanas (Hasan, y otros, 1998).

⁸ También conocida la relación como parámetro de rigidez.

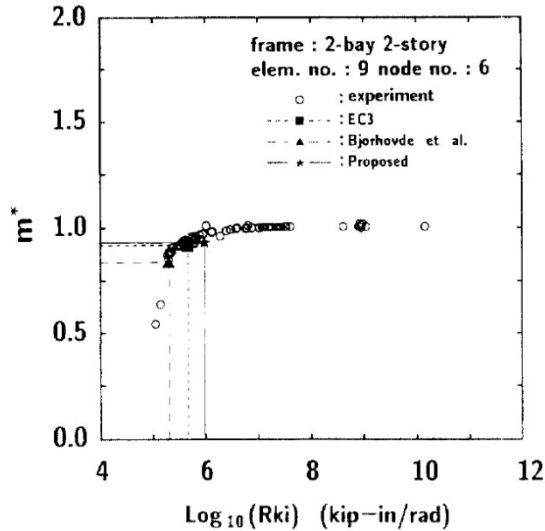


Figura 1.20. Comparación del sistema de clasificación no lineal con el del Eurocódigo (Hasan, y otros, 1998).

1.4.4- SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN PARA CONEXIONES VIGA-PILAR.

Aunque parezca complicado de entender, las propuestas del Eurocódigo (CEN, Mayo 2005b) no son totalmente consistentes con la idea tradicional de pórticos rígidos y articulados. Si así fuera, las uniones de un pórtico que son clasificadas como rígidas comportarían una distribución interna de esfuerzos de éste muy similar al resultado teórico obtenido del análisis tradicional; igualmente para las uniones clasificadas como articuladas, extremos éstos que no siempre son así. De este modo, y dada la paradoja, se propone desarrollar un sistema de clasificación de las uniones que sea consistente con la teoría (Nethercot, y otros, 1998).

Para hacerlo, se cree necesario considerar al mismo tiempo la rigidez y la resistencia de la unión. Cabe recordar que, salvo en las estructuras isostáticas, la distribución interna de esfuerzos en una estructura depende de la rigidez relativa de cada uno de sus miembros. Los más rígidos soportan mayores esfuerzos internos, mientras que los más flexibles tienen menores esfuerzos pero mayores deformaciones.

En el caso particular de las uniones, existen estudios (Li, y otros, 1995) que demuestran que una unión con elevada resistencia pero poca rigidez nunca puede alcanzar su momento último, y, de modo inverso, si la resistencia de la unión es relativamente pequeña, independientemente de su rigidez, nunca podrá considerarse rígida, ya que siempre plastificará antes de alcanzar el nivel de esfuerzo requerido para el análisis del pórtico rígido.

En el sistema propuesto, la rigidez rotacional y la resistencia son consideradas simultáneamente para determinar la categoría de la unión. Se establecen cuatro categorías y se distingue la clasificación para los dos Estados Límite.

Las categorías posibles son:

- Uniones de conexión total.
- Uniones de conexión parcial.
- Uniones articuladas.
- Uniones no estructurales

Seguidamente se pasa a exponer la distinción entre los dos Estados Límite.

1.4.4.1- Clasificación para el Estado Límite Último.

- **Unión de conexión total.** Para considerar una unión como de conexión total debe adecuarse a las suposiciones del análisis tradicional de pórticos rígidos: su capacidad al momento debe ser, al menos, igual a la de la viga conectada, y por tanto su rigidez debe ser lo suficientemente alta como para permitir que se desarrolle tal nivel de esfuerzo.

Al conocer la viga, y por tanto su capacidad al momento, resulta sencillo establecer el criterio de resistencia. Por el contrario, no lo es tanto establecer el de rigidez, ya que la configuración del pórtico puede variar y resulta imposible establecer un criterio que sea adecuado para cualquier configuración particular. (Nethercot, y otros, 1998) estudian un pórtico sencillo, para el que obtienen el valor de $38 \frac{EI_b}{L_b}$ en el caso del pilar rígido, y $25 \frac{EI_b}{L_b}$ (el límite del Eurocódigo) para una relación de rigidez de $\zeta=4$ entre pilares y vigas.

- **Unión articulada.** No debe desarrollar momentos significativos. Siguiendo las consideraciones de otros sistemas de clasificación (como el del Eurocódigo), si la capacidad de resistencia es menor del 25% del momento obtenido por el análisis rígido, la unión se considera articulada. Además, se añade un criterio adicional de giro con el valor de 43 mrad, valor que cumplimentan la gran mayoría de conexiones reales de acero tradicionalmente consideradas como articuladas (Nethercot, y otros, 1998).
- **Unión de conexión parcial.** Contrariamente a la tendencia general de los sistemas de clasificación, las uniones de conexión parcial, que serían las semirrígidas, no son el resto, sino que también deben cumplir un requisito de ductilidad: deben poder girar una cierta magnitud hasta que se desarrolle el momento requerido.
- **Unión no estructural.** Si una unión no puede cumplir ninguno de los requisitos que se acaban de exponer, principalmente por falta de capacidad rotacional (ductilidad), la unión debe considerarse como no estructural y, en consecuencia, no debería emplearse. Su falta de ductilidad impide que pueda considerarse un elemento estructural, ya que es probable que se produzca la rotura antes de alcanzar la condición de diseño.

La Figura 1.21 muestra el diagrama completo de clasificación. El requerimiento de capacidad rotacional se obtiene mediante la suposición de que la capacidad al momento positivo y negativo de la viga son iguales, y que la capacidad al momento de la viga se alcanza totalmente. Los parámetros requeridos para clasificar la unión son el momento de diseño, la rigidez rotacional secante y la capacidad rotacional de la misma, no requiriéndose la curva completa del diagrama momento-rotación del comportamiento real de la unión.

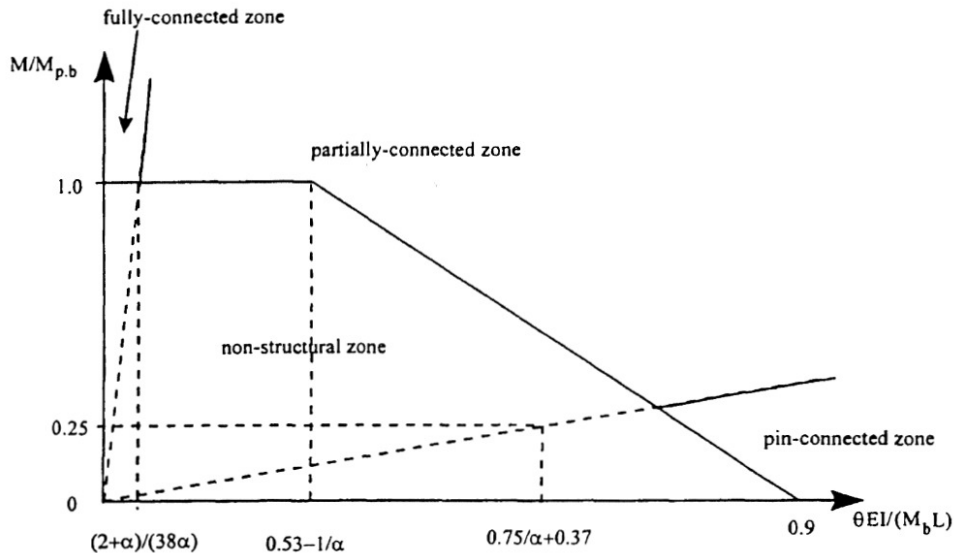


Figura 1.21. Clasificación propuesta para el Estado Límite Último (Nethercot, y otros, 1998).

1.4.4.2- Clasificación para el Estado Límite de Servicio.

El Estado Límite de Servicio limita la deformación. La clasificación se ve influenciada por la rigidez rotacional.

- **Uniones de conexión total.** La rigidez rotacional requerida para estas uniones debe determinarse de modo que las deformaciones resultantes sean similares a las obtenidas con uniones rígidas ideales.
- **Uniones de conexión parcial.** Su rigidez debe ser lo suficientemente elevada como para reducir de modo apreciable las deflexiones de la viga en comparación con las que se obtienen para uniones idealmente articuladas.
- **Uniones articuladas.** Si la rigidez de la unión es tan baja que la flecha de la viga es muy similar a la calculada bajo la suposición de uniones articuladas ideales.

La representación gráfica de las zonas y límites que se obtienen para este Estado Límite bajo las premisas descritas se expone en la Figura 1.22.

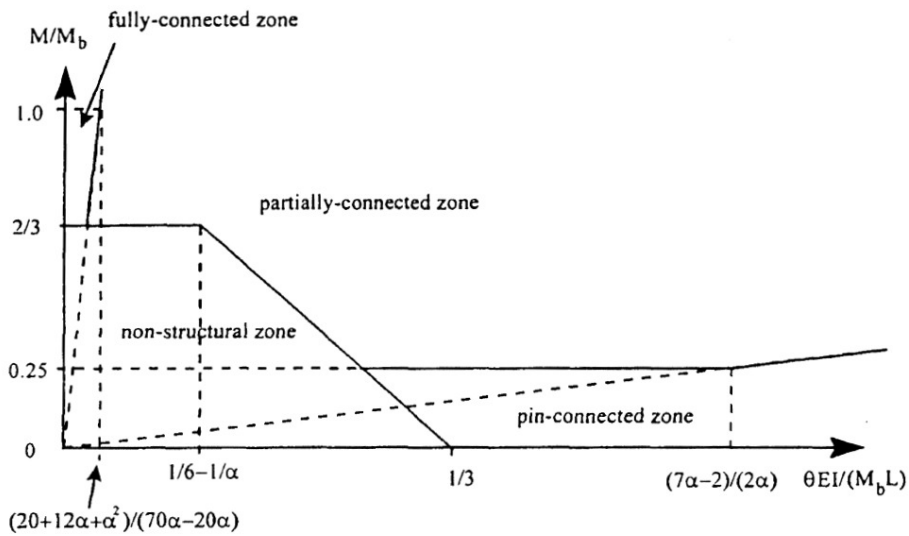


Figura 1.22. Clasificación propuesta para el Estado Límite de Servicio (Nethercot, y otros, 1998).

2

PREDICCIÓN Y MODELADO DEL COMPORTAMIENTO DE LAS UNIONES SEMIRRÍGIDAS

2.1- Modelos predictivos del comportamiento de las uniones.....	36
2.1.1- Modelos empíricos.....	38
2.1.1.1- Modelo empírico de Fyre y Morris.....	38
2.1.1.2- Modelo empírico de Krishnamurthy.....	39
2.1.1.3- Modelo empírico de Attiogbe y Morris.....	41
2.1.2- Modelos analíticos.....	41
2.1.2.1- Modelo analítico de Chen, Goto y Richard Liew.....	41
2.1.2.2- Modelo analítico de Yee y Melchers.....	44
2.2- Modelado de la unión semirrígida.....	45
2.2.1- Representación matemática del comportamiento rotacional.....	46
2.2.1.1- Modelos lineales.....	47
2.2.1.2- Modelos no lineales.....	47
2.2.1.3- Modelos potenciales.....	47
2.2.1.4- Modelos exponenciales.....	48
2.2.2- Modelos propuestos en el Eurocódigo 3.....	49
2.2.2.1- Cálculo global elástico.....	49
2.2.2.2- Cálculo global rígido plástico.....	51
2.2.2.3- Cálculo global elástico-plástico.....	51
2.2.3- Procedimiento iterativo para el modelado de basas de pilares.....	55
2.2.4- Modelado de la unión semirrígida mediante un elemento viga equivalente.....	57
2.2.5- Modelado de la interacción con el cortante en uniones viga-pilar.....	59
2.2.5.1- Método del parámetro de transformación β del Eurocódigo 3.....	59
2.2.5.2- Otros métodos para el modelado de la interacción con el cortante.....	65

2. PREDICCIÓN Y MODELADO DEL COMPORTAMIENTO DE LAS UNIONES SEMIRRÍGIDAS.

El interés en las propiedades de las uniones semirrígidas y su efecto en el comportamiento de las estructuras de barras se remontan a la década de 1930, cuando en Londres se publican los primeros informes del Steel Structures Research Committee. Desde entonces, el interés ha ido creciendo y se han publicado innumerables estudios teóricos y experimentales que, paulatinamente y de forma selectiva, se han ido incorporando a las normativas hoy en día vigentes. Aunque esta efervescencia investigadora sobre el tema ha comportado avances innegables, también es cierto que, cuando se trata de realizar una aplicación práctica en proyectos concretos, empiezan a aflorar dificultades que, a la postre, comportan que la utilización de uniones semirrígidas sea minoritaria frente a los modelos articulados o empotrados teóricamente perfectos.

Estos obstáculos a la aplicación práctica ya se detectaron cuando en 1934 se publica un artículo (Batho, y otros) en el que se propone un método de cálculo gráfico que permite obtener las restricciones en extremo de barra generadas por las uniones. Para poder aplicar este método, conocido como “beam line”, era necesario conocer la curva $M - \phi$ de la unión, la cual debía ser obtenida necesariamente de forma experimental. Es evidente que, mediante ensayos de laboratorio, puede obtenerse información muy precisa sobre la deformabilidad y resistencia de las uniones, pero también lo es que su alto costo limita su uso a la investigación. Los bancos de datos¹ intentan paliar parte del problema almacenando y organizando los resultados obtenidos en numerosos ensayos, aunque es lícito reconocer que la probabilidad de que el proyectista de estructuras encuentre el tipo concreto de unión que pretende diseñar es muy baja.

Con toda la exposición realizada salta a la vista la necesidad de disponer de métodos de cálculo que permitan predecir el comportamiento rotacional de la unión para que, una vez conocido, se clasifique y se diseñe la estructura en consecuencia. El modelo predictivo que finalmente recoge el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b) es el método de los componentes, que se desarrollará en el Capítulo 3. Conocido el comportamiento de la unión, éste deberá incluirse en el modelo estructural mediante expresiones matemáticas o modelos simplificados como los que ofrece el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b).

Este capítulo se ha apoyado en la Tesis de Cabrero Ballarín (Cabrero Ballarín, 2006), la cual desarrolla un fantástico estado del arte sobre la cuestión que este capítulo aborda.

2.1- MODELOS PREDICTIVOS DEL COMPORTAMIENTO DE LAS UNIONES:

Un buen número de investigadores (Jaspart, Bursi, Piluso o Cabrero entre otros) coinciden con Nethercot y Zandonini (Nethercot, y otros, 1989) clasificando los métodos de predicción del comportamiento de las uniones en las siguientes categorías:

- **Modelos empíricos o “curve fitting”.** La aproximación tiene como objetivo ajustar un conjunto de expresiones matemáticas a la curva $M - \phi$ obtenida a partir de ensayos y simulaciones numéricas. El modelo predictivo, por tanto, es válido para la tipología concreta de unión con la que el método ha elaborado las expresiones, o bien, en propuestas que pretenden ser más generalistas, el mismo estudio incorpora constantes de ajuste de curva o parámetros dependientes de la geometría y las propiedades mecánicas del tipo de unión con la que se trabaja en cada caso, para intentar generalizar a otros tipos de uniones su aproximación.

¹ Para tener una visión cronológica, cabe recordar que en 1983 nace el primer banco de datos en EEUU (Goverdhan, 1983) que recoge ensayos realizados en los propios Estados Unidos entre 1950 y 1983. En 1985 aparece el primer banco de datos europeo (Nethercot, 1985a) y (Nethercot, 1985b) que incluye unos 70 estudios experimentales basados en más de 700 ensayos; y un año después, en 1986, Kishi i Chen realizan un extenso trabajo (Kishi, y otros, 1986) que recopila distintos ensayos elaborados por todo el mundo desde 1936, desarrollando simultáneamente el programa SCDB (Steel Connection Data Bank), que proporciona la expresión matemática de la curva $M - \phi$ obtenida experimentalmente.

Las funciones dependen de los parámetros físicos de la unión y relacionan, a lo largo de todo el proceso de carga, el momento aplicado con la rotación generada.

- **Modelos analíticos simplificados.** Son aquellos que tratan de predecir los valores de los parámetros más significativos de la curva $M - \phi$, tales como la rigidez inicial o el momento resistente, a partir de las propiedades geométricas y mecánicas de las uniones. Tales valores deben compararse con los resultantes de ensayos o de simulaciones numéricas para verificarlos. Según A. Guardiola (Guardiola VÍllora, 2006), en esta línea se encuentran los trabajos de H.H. Snijder (Snijder, 1988) en los que se basa el Eurocódigo 3.
- **Modelos mecánicos.** También llamados modelos de muelles, se basan en la simulación de la unión mediante un conjunto de resortes. La respuesta no lineal de la unión se obtiene con el empleo de leyes constitutivas inelásticas para los diversos muelles que, a su vez, se deducen mayoritariamente de ensayos de casos reales.

La principal diferencia con los modelos analíticos descritos anteriormente, y que se amplían en el Apartado 2.1.2, es que caracterizan la rigidez y la resistencia de la unión empleando para ello conceptos básicos del análisis estructural basados en la superposición de los efectos de las deformaciones de los distintos elementos que la componen. Otra diferencia es que no están enfocados solamente a la obtención de la rigidez y la resistencia de la unión, sino a conseguir obtener la curva $M - \phi$ completa de ésta. No requieren de un proceso posterior de ajuste de curva mediante factores de forma, ya que pueden modelar correctamente el comportamiento de la unión gracias a la pauta multilínea resultante de la plastificación progresiva de los distintos resortes, que son los que representan los diversos componentes básicos de ésta.

El Método de los Componentes es un modelo mecánico, basado en los trabajos de Zoetemeijer (Zoetemeijer, 1983) sobre las uniones atornilladas, y es el que, como se ha comentado anteriormente, presenta el Eurocódigo 3 como normativo.

- **Análisis por elementos finitos.** Método utilizado a partir de los años 1970-80. Algunos de los investigadores pioneros en aplicar el método para predecir la curva $M - \phi$ de las uniones semirrígidas fueron Krishnamurthy (Krishnamurthy, 1978a) y (Krishnamurthy, 1978b) o Poggi (Poggi, 1988a) y (Poggi, 1988b). Estas simulaciones han de apoyarse siempre sobre evidencias experimentales y sus resultados deben confrontarse con la realidad para asegurar la obtención de un modelo de cálculo adecuado.

Los resultados obtenidos con simulaciones por elementos finitos son muy sensibles al tipo de ecuación constitutiva implementada, al tipo de elemento finito utilizado, al número de puntos de integración tomados en cada uno de ellos y a la finura de la discretización aplicada.

Dada la comentada extrema sensibilidad de los análisis por elementos finitos, Baniotopoulos (Baniotopoulos, 2000) indica que para el desarrollo de un modelo numérico ha de elegirse cuidadosamente entre diversos aspectos:

- Método de análisis más efectivo.
- Tipo de elemento empleado para cada parte de la unión.
- Densidad y tipo de mallado.
- Modelo de plasticidad y endurecimiento del material.
- Uso de modelos uni-, bi-, o tri-dimensionales.
- Modelo de contacto unilateral, fricción y separación en las zonas de contacto.

A pesar de la complicación que comporta realizar un análisis por elementos finitos, cabe recordar que con los avances realizados en el cálculo computacional, y gracias a la última generación de paquetes computacionales de elementos finitos, hoy por hoy somos capaces de simular, no sin una dosis importante de esfuerzo, casi todos los complejos fenómenos que caracterizan el comportamiento de las uniones (contacto, fricción, sujeción, deslizamiento, concentraciones de tensiones, esfuerzos de palanca, acciones de los tornillos, modelización de materiales distintos, etc.). Todavía permanecen algunas

dificultades por solventar que exigen realizar simplificaciones y suposiciones diversas, cosa que hace que se deba tener siempre muy claro el objetivo que persigue el análisis y la necesidad imperiosa de verificar con la experiencia real los resultados obtenidos.

2.1.1- MODELOS EMPÍRICOS:

2.1.1.1- Modelo empírico de Frye y Morris.

Este modelo (Frye, y otros, 1975), uno de los más populares en Estados Unidos, se basa en la representación de la curva momento-rotación por medio de un polinomio de potencias impares, expresado según la Ecuación 2.1.

$$\varphi = C_1(KM) + C_2(KM)^3 + C_3(KM)^5 \quad [Ec. 2.1]$$

Donde el parámetro K, denominado constante de estandarización, varía en función de las propiedades mecánicas y geométricas, y C_1 , C_2 y C_3 son constantes de ajuste de curva. Ver Tabla 1.1.

Tipo de unión	Constantes de ajuste de curva	Constantes de estandarización
Angular simple de alma.	$C_1 = 1,67$ $C_2 = 8,56x10^{-2}$ $C_3 = 1,35x10^{-3}$	$K = d_a^{-2,4} t_a^{-1,81} g^{0,15}$
Doble angular de alma.	$C_1 = 1,43x10^{-1}$ $C_2 = 6,79x10$ $C_3 = 4,09 x10^5$	$K = d_a^{-2,4} t_a^{-1,81} g^{0,15}$
Angular superior e inferior con doble angular de alma.	$C_1 = 1,50x10^{-3}$ $C_2 = 5,60x10^{-3}$ $C_3 = 4,35 x10^{-3}$	$K = d^{-1,287} t^{-1,128} t_c^{-0,415} \rho_a^{-0,694} (g - \frac{d_b}{2})^{1,350}$
Angular superior e inferior sin doble angular de alma.	$C_1 = 2,59x10^{-1}$ $C_2 = 2,88x10^3$ $C_3 = 3,31 x10^4$	$K = d^{-1,5} t^{-0,5} \rho_a^{-0,7} d_b^{-1,1}$
Chapa de testa sin rigidizadores en pilar.	$C_1 = 8,91x10^{-1}$ $C_2 = -1,20x10^4$ $C_3 = 1,75 x10^8$	$K = d_g^{-2,4} t_p^{-0,4} t_f^{-1,5}$
Chapa de testa parcial.	$C_1 = 6,14x10^{-3}$ $C_2 = 1,08x10^{-3}$ $C_3 = 6,05 x10^{-3}$	$K = t_p^{-1,6} g^{1,6} d_p^{-2,3} t_w^{-0,5}$

Tabla 2.1: Constantes de ajuste y de estandarización para la representación polinómica de Frye y Morris (1975) (tomada de Kishi (2000)). Los coeficientes del parámetro K se indican en la Figura 2.1.

Hay estudios (Kishi, 2000) que revelan que uno de los principales inconvenientes de esta formulación es que la pendiente de la curva momento-rotación puede resultar negativa para algunos valores de M. Este fenómeno, evidentemente, representará un inconveniente cuando se realice un análisis en el que se considere la rigidez secante de la unión.

Detectado este problema, se propone una formulación (Azizinamini, y otros, 1985) distinta para el parámetro K, expresada en la Ecuación 2.2.

$$K = P_1^{\alpha_1} P_2^{\alpha_2} \dots P_n^{\alpha_n} \quad [Ec. 2.2]$$

Donde P_i es un parámetro geométrico de la unión, y los coeficientes α se obtienen por un proceso de ajuste de curva.

Diversos grupos de investigadores se dedicaron a completar y ampliar este modelo a un mayor número de tipos de uniones (Altman, y otros, 1982), (Goverdhan, 1983), (Picard, y otros, 1976). La Tabla 2.1 es el resultado de estos trabajos y muestra los valores obtenidos para los coeficientes C y la formulación para K.

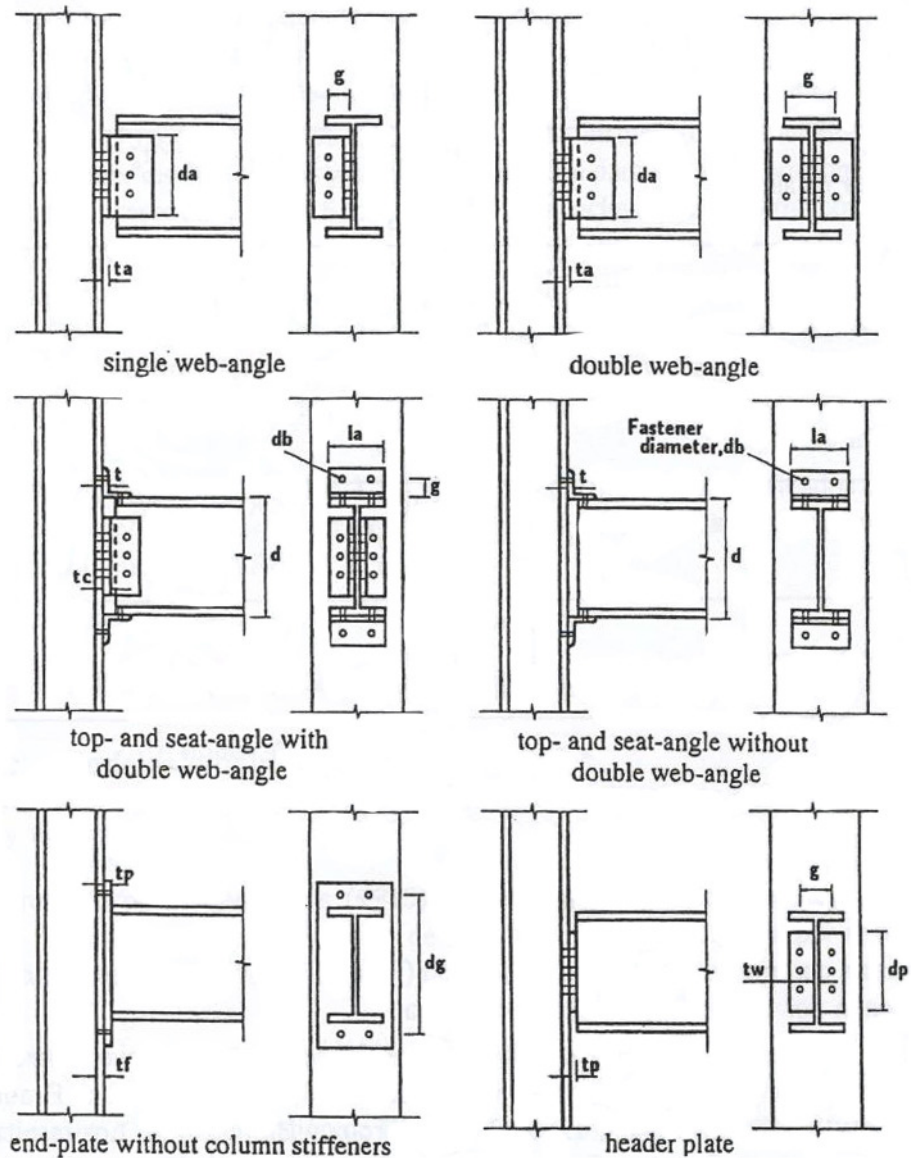


Figura 2.1: Parámetros geométricos para la aplicación del modelo de Frye y Morris (1975).

2.1.1.2- Modelo empírico de Krishnamurthy.

Krishnamurthy propuso una aproximación distinta al problema predictivo (Krishnamurthy, 1978a) y (Krishnamurthy, 1978b).

Obtuvo su formulación a partir de un análisis de regresión del estudio paramétrico que realizó con el método de los elementos finitos² para uniones de **chapa de testa extendida** (limitó la experimentación a unos pocos ensayos de confirmación de los resultados obtenidos), y adoptó la expresión de la Ecuación 2.3.

$$\varphi = CM^\alpha \quad [Ec. 2.3]$$

Donde los coeficientes C i α son:

$$\alpha = 1,58 \quad [Ec. 2.4. a]$$

² Tal como se ha dicho en la introducción, Krishnamurthy fue uno de los pioneros en el modelado de uniones atornilladas mediante modelos de elementos finitos.

$$C = \frac{1,4 \beta \mu p_f^{2,03}}{A_b^{0,36} t_{ep}^{1,38}} \quad [Ec. 2.4. b]$$

Las uniones estudiadas en el estudio (Krishnamurthy, 1978a) se caracterizan por tener el ancho de la chapa de testa b_{ep} igual al ala del pilar. Es por ello que el parámetro β , expresado en la Ecuación 2.4.c, es sólo función de las propiedades de la viga (siendo W_b el módulo resistente de la misma), mientras μ , en la Ecuación 2.4.d, lo es de las propiedades del material.

$$\beta = \frac{0,0056 b_{ep}^{0,61} t_{fb}^{1,03}}{h_b^{1,30} t_{wb}^{0,26} W_b^{1,58}} \quad [Ec. 2.4. c]$$

$$\mu = \frac{1,0}{f_y^{0,38} f_{yb}^{1,20}} \quad [Ec. 2.4. d]$$

La formulación propuesta por Krishnamurthy es independiente de las propiedades del pilar y, de hecho, éste no fue considerado en su modelo informático. Debe enfatizarse que este modelo se refiere a la curva momento-rotación de la conexión, no de la unión en su conjunto³.

Nueve años después de la propuesta de Krishnamurthy, otros investigadores (Kukreti, y otros, 1987) extendieron su formulación (Krishnamurthy, 1978a) para uniones de **chapa de testa no extendida**. Los factores α i C se expresan según las Ecuaciones 2.5.a y 2.5.b:

$$\alpha = 0,737 \quad [Ec. 2.5. a]$$

$$C = \frac{3,59 \times 10^{-6} p_f^{2,227}}{h_b^{2,616} t_{wb}^{0,501} t_{fb}^{0,038} d_b^{0,849} g_b^{0,519} b_{ep}^{0,218} t_{ep}^{1,539}} \quad [Ec. 2.5. b]$$

Las unidades usadas son pulgadas y kip-pie para la longitud y el momento, respectivamente.

A nivel de conclusiones cabe significar que, según (Cabrero Ballarín, 2006), estos modelos basados en la representación de la curva momento-rotación, por medio de la representación potencial mostrada en la Ecuación 2.3, predicen adecuadamente el comportamiento rotacional inicial de la unión pero no el comportamiento completo, ya que se producen errores significativos a niveles elevados de deformación.

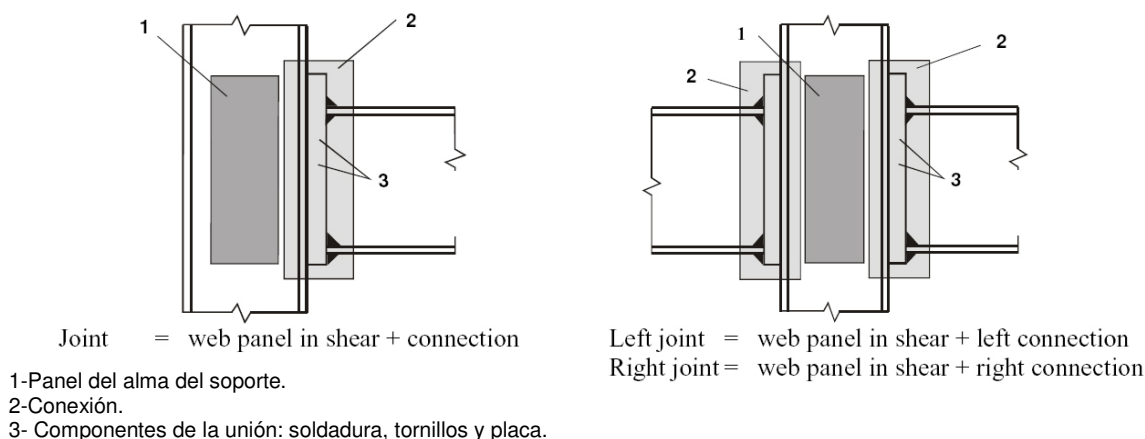


Figura 2.2: Distinción entre conexión y unión (CEN, Mayo 2005b), tomado de la tesis de Cabrero Ballarín (Cabrero Ballarín, 2006).

³ Aunque los términos conexión y unión suelen emplearse como sinónimos, éstos se refieren a conceptos diferentes (ver Figura 2.2). Se define **conexión** ("connection") como el conjunto de componentes físicos que sujetan mecánicamente los miembros enlazados. Se localizan en la zona en la que se produce el enlace. **Unión** ("joint"), en cambio, es un concepto más amplio, en el que al área de la conexión se le suman las correspondientes zonas de interacción entre los miembros enlazados. Este concepto, por tanto, incluye la zona del panel del alma.

2.1.1.3- Modelo empírico de Attiogbe y Morris.

En 1991 Attiogbe y Morris emplearon resultados experimentales para la obtención de su modelo de **uniones con doble angular de alma** (Attiogbe, y otros, 1991). Para su expresión matemática utilizaron un modelo potencial de cuatro parámetros (Goldberg, y otros, 1963), cuya expresión es la que se muestra en la Ecuación 2.6.

$$\frac{M}{M_0} = \frac{\left(1 - \frac{K_{\phi,p}}{K_{\phi}}\right) \frac{\phi}{\phi_0}}{\left[1 + \left|\left(1 - \frac{K_{\phi,p}}{K_{\phi}}\right) \frac{\phi}{\phi_0}\right|^n\right]^{1/n}} + \frac{K_{\phi,p}}{K_{\phi}} \frac{\phi}{\phi_0} \quad [Ec. 2.6]$$

Los cuatro parámetros se relacionan con las propiedades geométricas de las uniones (Attiogbe, y otros, 1991), tal como muestra el conjunto de Ecuaciones 2.7:

$$\phi_0 = (t_a^{0,595} g^{-2,817} \ell_a^{4,737} h_b^{-0,784} n_b^{-5,957}) \times 10^{-3} \quad [Ec. 2.7. a]$$

$$M_0 = t_a^{1,136} g^{-1,515} \ell_a^{1,139} h_b^{0,258} n_b^{0,309} \quad [Ec. 2.7. b]$$

$$n = t_a^{0,522} g^{1,564} \ell_a^{-1,073} h_b^{-0,737} n_b^{1,704} \quad [Ec. 2.7. c]$$

$$K_{\phi,p} = t_a^{0,955} g^{2,044} \ell_a^{-4,445} h_b^{0,327} n_b^{7,555} \quad [Ec. 2.7. d]$$

Donde: t_a es el espesor de los angulares (mm)
 g es la distancia horizontal entre los tornillos (mm)
 ℓ_a es la longitud del angular (mm)
 h_b es el canto de la viga (mm)
 n_b es el número de tornillos por angular en el ala del pilar

Las unidades con las que se expresan ϕ_0, M_0 y $K_{\phi,p}$ son radianes, kN y kN.m/rad respectivamente.

2.1.2- MODELOS ANALÍTICOS:

2.1.2.1- Modelo analítico de Chen, Goto y Richard Liew.

Uno de los autores del trabajo que se presenta es uno de los investigadores más importantes en el campo de las uniones semirrígidas, W.F. Chen. En este modelo (Chen, y otros, 1996) se recogen las propuestas para la obtención de la rigidez inicial y el momento resistente para **uniones semirrígidas con angulares**, aunque la contribución del autor comentado se extiende a otros tipos de uniones semirrígidas y a su análisis avanzado en muchos otros trabajos publicados.

En el trabajo (Chen, y otros, 1996) se define la geometría mediante las Ecuaciones 2.8 y 2.9, que son función de una serie de parámetros adimensionales relacionados con el angular (ver Figura 2.3).

$$\beta = \frac{g_c}{\ell_a} \quad [Ec. 2.8. a]; \quad \gamma = \frac{\ell_a}{t_a} \quad [Ec. 2.8. b]; \quad \delta = \frac{h_b}{t_a} \quad [Ec. 2.8. c]$$

$$\kappa = \frac{k}{t_a} \quad [Ec. 2.9. a]; \quad \omega = \frac{W}{t_a} \quad [Ec. 2.9. b]; \quad \rho = \frac{t_w}{t_t} \quad [Ec. 2.9. c]$$

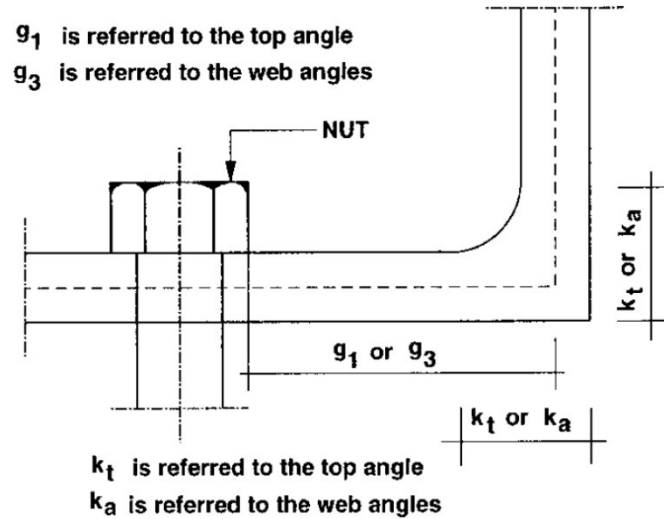


Figura 2.3: Parámetros de una conexión con angulares (Chen, y otros, 1996).

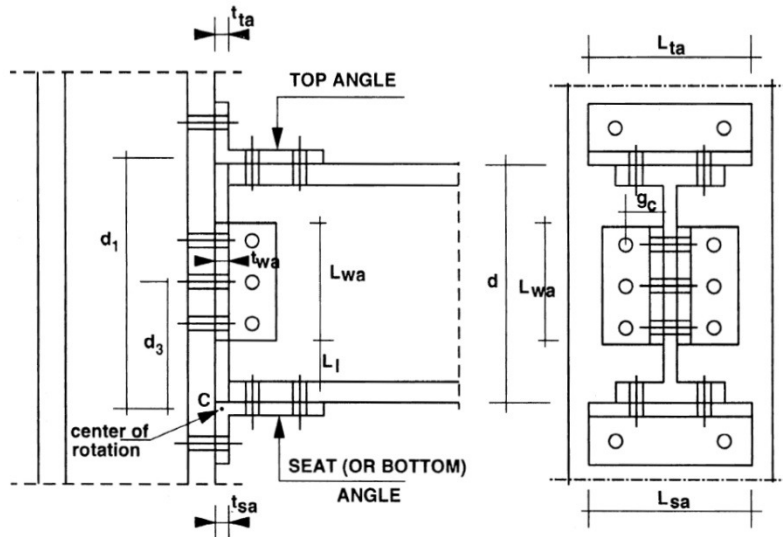


Figura 2.4: Parámetros de la unión con angular superior e inferior de asiento y doble angular de alma (Chen, y otros, 1996).

Para las uniones **de angular superior e inferior de asiento con doble angular de alma** (ver Figura 2.4) se indican las siguientes relaciones⁴ (Chen, y otros, 1996) para la rigidez inicial, en la Ecuación 2.10.a, y el momento último, en la Ecuación 2.10.b.

$$K_{\varphi} = \frac{3 E I_{ta} d_1^2}{g_1 (g_1^2 + 0,78 t_{ta}^2)} + \frac{3 E I_{wa} d_3^2}{g_3 (g_3^2 + 0,78 t_{wa}^2)} \quad [Ec. 2.10. a]$$

Se observa en la Ecuación 2.10.a que el primer sumando se refiere a la aportación de los angulares superior e inferior, mientras que el segundo lo hace a la contribución de los angulares de alma.

$$M_{j,u} = f_y \frac{L_{sa} t_{sa}^2}{4} + \frac{V_{pt}(g_1 - k_t)}{2} + V_{pt} d_2 + 2V_{pa} d_4 \quad [Ec. 2.10. b]$$

El último término de esta expresión corresponde a la aportación de los angulares de alma.

⁴ (Chen, y otros, 1996) presentan su formulación en forma de parámetros adimensionales de rigidez y resistencia. De este modo confeccionan después una serie de ábacos de cálculo para obtener la rigidez y resistencia de las uniones (Chen, y otros, 1996). La formulación adimensional que aquí se presenta es la recogida en (Faella, y otros, 2000) y en (Cabrero Ballarín, 2006).

En esta formulación, I_{ta} y I_{wa} son los momentos de inercia de la parte del angular adyacente a la cara del pilar del angular superior y del alma respectivamente. Siendo t_i el espesor del angular correspondiente se tiene la formulación de la inercia conocida.

$$I_i = \frac{L_i t_i^3}{12} \quad [Ec. 2.11. a]$$

d_2 y d_4 se definen como:

$$d_2 = d + \frac{t_{sa}}{2} + k_t \quad [Ec. 2.11. b]$$

$$d_4 = \frac{2 V_{pu} + \frac{f_y t_{wa}}{2}}{3 (V_{pu} + \frac{f_y t_{wa}}{2})} L_{wa} + L_1 + \frac{t_{sa}}{2} \quad [Ec. 2.11. c]$$

El parámetro V_{pu} se obtiene de la siguiente expresión:

$$\left(\frac{2 V_{pu}}{f_y t_{wa}} \right)^4 + \frac{g_c - k_a}{t_{wa}} \left(\frac{2 V_{pu}}{f_y t_{wa}} \right) = 1 \quad [Ec. 2.11. d]$$

Y el resto de parámetros V_i se definen a partir de:

$$V_{pa} = \frac{V_{pu} + \frac{f_y t_{wa}}{2}}{2} L_{wa} \quad [Ec. 2.11. e]$$

$$\left(\frac{2 V_{pt}}{f_y L_{ta} t_{ta}} \right)^4 + \frac{g_1 - k_t}{t_{ta}} \left(\frac{2 V_{pt}}{f_y L_{ta} t_{ta}} \right) = 1 \quad [Ec. 2.11. f]$$

La rigidez de la **unión con angular superior e inferior sin angulares de alma**, si se atiende al comentario hecho sobre la Ecuación 2.10.a, es:

$$K_\varphi = \frac{3 E I_{ta} d_1^2}{g_1 (g_1^2 + 0,78 t_{ta}^2)} \quad [Ec. 2.12. a]$$

Su momento resistente será el de la Ecuación 2.10.b obviando su último sumando, tal como lo indica la Ecuación 2.12.b.

$$M_{j,u} = f_y \frac{L_{sa} t_{sa}^2}{4} + \frac{V_{pt}(g_1 - k_t)}{2} + V_{pt} d_2 \quad [Ec. 2.12. b]$$

En aquellos casos de **uniones con un angular de alma**, la rigidez inicial viene dada por la Ecuación 2.13.a, mientras que su momento resistente se expresa según la Ecuación 2.13.b.

$$K_\varphi = \frac{G t_{wa}^3}{3} \frac{4,2967 \cosh \frac{4,2967 g_1}{L_{wa}}}{\frac{4,2967 g_1}{L_{wa}} \cosh \frac{4,2967 g_1}{L_{wa}} - \sinh \frac{4,2967 g_1}{L_{wa}}} \quad [Ec. 2.13. a]$$

$$M_{j,u} = \frac{2 V_{pu} + \frac{f_y t_{wa}}{2}}{6} L_{wa}^2 \quad [Ec. 2.13. b]$$

Para **uniones con doble angular de alma**, la rigidez es el doble de la estimada en la Ecuación 2.13.a y, consecuentemente, la resistencia es el doble de la indicada en 2.13.b.

Obtenidas la rigidez inicial y el momento resistente de la unión, se propone (Chen, y otros, 1996) la representación matemática de la curva momento rotación de la unión mediante el modelo potencial de tres parámetros que se muestra en el Apartado 2.2.1.3. Los valores para

el factor de forma n de ajuste de curva se muestran en la Tabla 2.2. Se expresan como función lineal de $\log_{10} \theta_0$ (θ_0 es un giro de referencia expresado en la Ecuación 2.14). Las constantes se han determinado por medio de un análisis estadístico de datos experimentales.

$$\theta_0 = \frac{M_u}{S_j} \quad [Ec. 2.14]$$

Toda la información presentada (Chen, y otros, 1996) para uniones viga-pilar con angulares no incluye la deformación del pilar ya que, de hecho, para su obtención se supone que las uniones están sobre un soporte rígido. Consecuentemente, y tal como también sucedía en el modelo empírico de Krishnamurthy (Krishnamurthy, 1978a) desarrollado en el Apartado 2.1.1.2, todas las expresiones deben considerarse como estimaciones del comportamiento de la conexión, no de la unión en su conjunto.

Tipo de unión	n	ámbito de validez
Angular superior y de asiento con doble angular de alma.	$1,398X + 4,631$ 0,827	$X > -2,72$ $X \leq -2,72$
Chapa de testa extendida a ambos lados sin rigidizadores en el pilar.	$1,730X + 6,077$ 1,216	$X > -2,81$ $X \leq -2,81$
Chapa de testa extendida a ambos lados con rigidizadores en el pilar.	$1,832X + 5,021$ 1,357	$X > -2,00$ $X \leq -2,00$
Chapa de testa extendida en la zona de tracción sin rigidizadores en el pilar.	$1,021X + 4,392$ 1,982	$X > -2,36$ $X \leq -2,36$
Chapa de testa extendida en la zona de tracción con rigidizadores en el pilar.	$0,896X + 4,877$ 2,655	$X > -2,48$ $X \leq -2,48$
Chapa de testa no extendida sin rigidizadores en el pilar.	$1,230X + 4,177$ 1,569	$X > -2,12$ $X \leq -2,12$
Chapa de testa no extendida con rigidizadores en el pilar.	$1,657X + 5,689$ 1,033	$X > -2,81$ $X \leq -2,81$
		$X = \log_{10} \theta_0$

Tabla 2.2: Valores del parámetro de forma n (Chen, y otros, 1989)

2.1.2.2- Modelo analítico de Yee y Melchers.

El trabajo (Yee, y otros, 1986), que sí incluye en su modelo la deformación referente al comportamiento del pilar, hace referencia a las **uniones de chapa de testa extendida**.

En el estudio (Yee, y otros, 1986) se distinguieron cinco contribuciones como las principales a la deformación general de la unión. Mediante la adecuada combinación de estas cinco deformaciones se obtiene la rigidez inicial de la unión.

Contribuciones principales a la deformación general de

- Deformación a flexión de la chapa de testa.
- Deformación a flexión del ala del pilar.
- Alargamiento de los tornillos.
- Deformación a cortante del alma del pilar.
- Deformación a compresión del alma del pilar.

Yee y Melchers (1986) dedujeron que, en el caso del momento resistente, su valor correspondía con la resistencia del elemento débil de la unión. Analizaron los siguientes componentes y modos de rotura:

- Rotura a tracción de los tornillos.
- Formación de un mecanismo plástico en la chapa de testa.
- Formación de un mecanismo plástico en la zona de tracción del pilar.
- Pandeo del alma del pilar.
- Aplastamiento del alma del pilar.

La aportación del estudio se encuentra a medio camino entre los modelos analíticos explicados y los mecánicos y, de hecho, el modelo de Yee y Melchers (1986) debe considerarse como una

de las primeras propuestas de la génesis de lo que actualmente se conoce como el método de los componentes (GEN, Mayo 2005b).

2.2- MODELADO DE LA UNIÓN SEMIRRÍGIDA:

El comportamiento real de una unión se representa, como se verá a lo largo de este mismo Apartado 2.2, mediante un muelle con rigidez al giro que une los ejes del soporte y la viga (en caso de ser una unión viga-soporte) en el punto de intersección, de manera que, en función del momento M_j que le transmita la viga, se producirá un giro relativo entre las barras unidas (ver Figura 2.5.b).

Si representamos gráficamente en un sistema de coordenadas los pares de valores $M-\phi$ correspondientes a distintas solicitaciones, obtenemos el diagrama momento-rotación correspondiente al nudo en cuestión. Tal como se representa en la Figura 2.5.d, el diagrama del comportamiento típico de la unión semirrígida es altamente no lineal, motivo por el cual, y para una mayor facilidad, puede sustituirse por otros más sencillos, con la única condición de que la curva aproximada –de cálculo– quede siempre por debajo de la más precisa –la real obtenida gracias a ensayos o mediante algún modelo predictivo del comportamiento de la unión–.

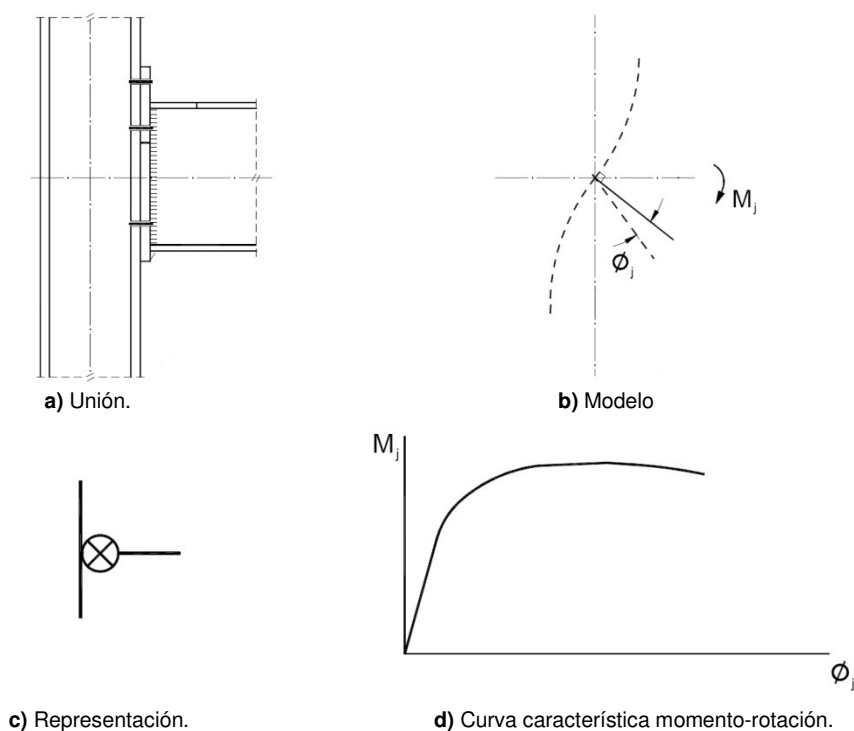


Figura 2.5: Representación de la unión semirrígida (Guardiola Villora, 2006).

Como ejemplo de lo descrito anteriormente, la Figura 2.6 muestra la idealización más simple posible: la elástica-perfectamente plástica. En esta gráfica se representan los tres parámetros básicos que, como mínimo, definen cualquier curva momento-rotación de cálculo:

- **Momento resistente de cálculo $M_{j, Rd}$:** es igual al valor máximo del momento. Corresponde al escalón de cedencia, y debe ser entendido como el momento plástico resistente de la unión.
- **Rigidez al giro S_j :** es el parámetro que relaciona el momento transmitido, M_j , con el giro relativo, ϕ_j (la diferencia entre los giros absolutos de las dos barras conectadas).
- **Capacidad de rotación de cálculo ϕ_{Ca} :** es el giro máximo producido por el momento resistente de cálculo de la unión. Es necesario conocer su valor cuando se pretende realizar un análisis plástico de la estructura.

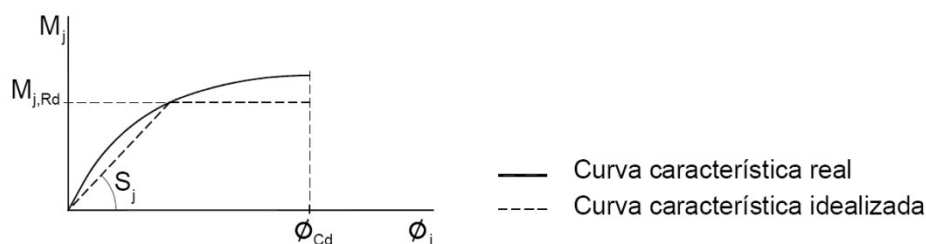


Figura 2.6: Idealización elástica-perfectamente plástica de la curva momento-rotación de una unión (Guardiola Vállora, 2006).

El tema que nos ocupa pues es, una vez obtenido el diagrama $M-\phi$ de la unión, cómo aproximarse, con la precisión requerida en cada caso, a la curva real, y cómo definir el comportamiento completo de ésta en función de sus características estructurales: rigidez y resistencia. Resulta necesaria la adopción de un modelo matemático.

2.2.1- REPRESENTACIÓN MATEMÁTICA DEL COMPORTAMIENTO ROTACIONAL:

En la Figura 2.7 se indican las diversas posibilidades para expresar matemáticamente al comportamiento de la unión.

Obviamente, la representación lineal es la más sencilla, pero sobrestima la rigidez de la unión para grandes giros, aspecto que mejora sustancialmente el modelo bilineal aunque no tiene la capacidad de modelar los múltiples cambios de pendiente que ocurren en la unión real.

La representación multilínea y la no-lineal se aproximan con mucha más precisión al comportamiento real de la unión y, por tanto, permiten alcanzar un mayor grado de exactitud a riesgo de perder sencillez del modelo.

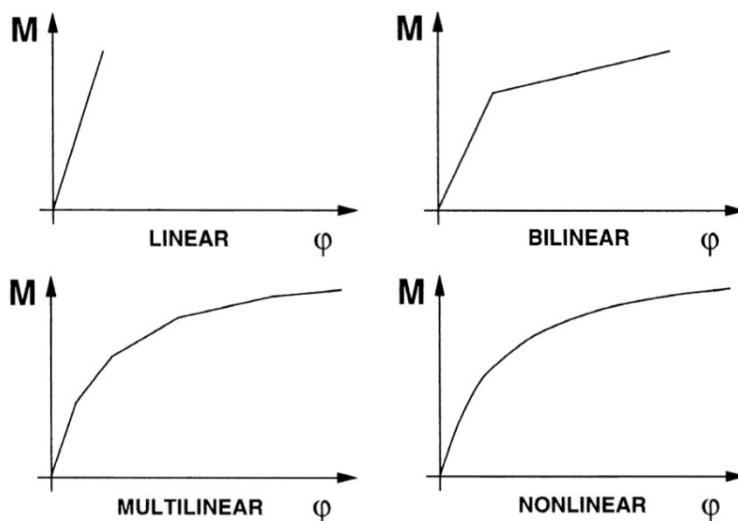


Figura 2.7: Representaciones matemáticas posibles para la representación de la curva momento-rotación de la unión (Faella, y otros, 2000).

Según el estudio (Faella, y otros, 2000) pueden distinguirse dos familias entre los modelos matemáticos posibles:

- Representación matemática que se basa en parámetros con un claro sentido físico y un factor de forma. Los que nos centraremos en este Apartado 2.2.1.
- Representación matemática en que los factores de ajuste no tienen un claro sentido físico, ya que se obtienen de un análisis de regresión. Estos modelos tienen un menor interés, ya que son de aplicación directa solamente para la unión concreta que se analiza en cada caso y, por este motivo, no se desarrollarán en mayor profundidad. A este tipo pertenecen los utilizados en (Kozłowski, 2005), que ya han sido presentados en el Apartado 2.1.1.2 (Krishnamurthy, 1978a) o (Kukreti, y otros, 1987).

Los modelos que se presentan a continuación tomados de (Cabrero Ballarín, 2006) son, en algunos casos, el resultado matemático de aproximación a la curva $M-\phi$ de propuestas de diversos autores para sus modelos predictivos, como los presentados en el Apartado 2.1.

A veces, la propuesta de generación matemática de la curva $M-\phi$ tiene interés más allá de la aplicación particular en su modelo, y otros investigadores la aplican posteriormente a sus modelos. Subrayar que uno de los modelos más extendidos es el modelo potencial de Chen y Kishi (Chen, y otros, 1987), utilizado frecuentemente para el modelado de la unión, especialmente en todo el ámbito americano. Posteriormente se explicará.

2.2.1.1- Modelos lineales.

Como se ha comentado en la introducción, los modelos **lineales** (ver Figura 2.8) son los más sencillos posibles, ya que sólo requiere un parámetro físico: la rigidez de la unión K_ϕ .

La representación **bilineal** (ver Figura 2.9) ya necesita la definición de dos parámetros adicionales: el momento plástico $M_{j,p}$ y la rigidez plástica (endurecimiento) $K_{\phi,p}$.

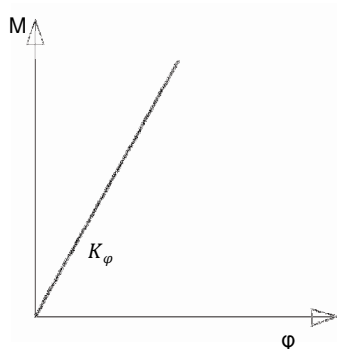


Figura 2.8: Modelo lineal.

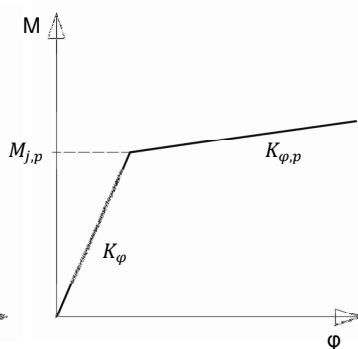


Figura 2.9: Modelo bilineal.

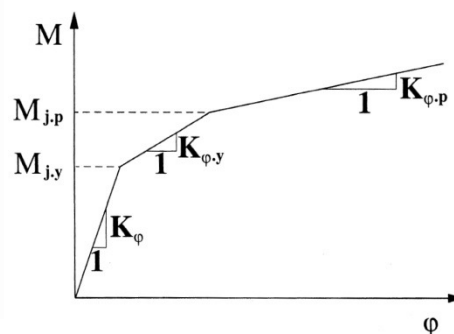


Figura 2.10: Modelo trilineal (Moncaraz, y otros, 1981)

Hay trabajos (Moncaraz, y otros, 1981) que proponen un modelo trilineal (ver Figura 2.10). Para su definición se precisan cinco datos:

- La rigidez rotacional, K_ϕ
- El momento elástico, $M_{j,y}$
- La rigidez rotacional de plastificación, $K_{\phi,y}$
- El momento plástico, $M_{j,p}$
- La rigidez rotacional plástica, $K_{\phi,p}$

2.2.1.2- Modelos no lineales.

Es adecuado su uso en aquellas ocasiones en que el comportamiento de la unión es altamente no lineal, incluso para niveles bajos de carga, o para aquellos casos en que se necesite una gran precisión del comportamiento de la unión.

2.2.1.3- Modelos potenciales.

Representan una alternativa común. Su forma más sencilla es el modelo de **dos parámetros** de ajuste de curva (a i b) descrito en la Ecuación 2.15, aunque éste no suele representar la curva momento-rotación de forma adecuada y se requieren modelos más complejos con más parámetros de ajuste.

$$\phi = aM^b \quad [Ec. 2.15]$$

En (Colson, 1991) se presentó una función basada en **tres parámetros**, de la forma

$$\phi = \frac{M}{S_j} \frac{1}{1 - \left(\frac{M}{M_j}\right)^n} \quad [Ec. 2.16]$$

En (Chen, y otros, 1987) y (Kishi, y otros, 1988) se desarrolló un procedimiento para expresar y predecir la curva momento-rotación de ciertos tipos de uniones con angulares (explicado en el Apartado 2.1.2.1). Para la definición de la curva propusieron un modelo de tres parámetros, definido inicialmente en (Richard, y otros, 1975). Su forma general es:

$$\varphi = \frac{M}{S_j \left[1 - \left(\frac{M}{M_u} \right)^n \right]^{1/n}} \quad [Ec. 2.17]$$

La ventaja de este modelo es que la rigidez tangente y el giro relativo pueden ser obtenidos directamente a partir de la Ecuación 2.17. Algunos autores optan por emplearlo en su forma adimensional:

$$\bar{m} = \frac{\bar{\theta}}{(1 + \bar{\theta}^n)^{1/n}} \quad [Ec. 2.18]$$

Donde:

$$\bar{m} = \frac{M}{M_u} \quad [Ec. 2.19. a]$$

$$\bar{\theta} = \frac{\theta_0}{\theta} \quad [Ec. 2.19. b]$$

$$\theta_0 = \frac{M_u}{S_j} \quad [Ec. 2.19. c]$$

Para los modelos que se han comentado (Colson, 1991) y (Chen, y otros, 1987), la rigidez inicial S y la capacidad última al momento M_u son valores límite de curva, y el factor n (valores indicados en la Tabla 2.2) ajusta la curvatura. Se debe tener en cuenta que no resultan adecuados para representaciones de uniones que presenten un comportamiento plástico con elevada rigidez plástica.

Existen otras representaciones de tres parámetros. Por ejemplo, una de las más sencillas es la proporcionada en (Ramberg, y otros, 1943), ver Ecuación 2.20, donde el parámetro K_φ representa la rigidez inicial de la unión, mientras n es, nuevamente, un factor de forma. El parámetro K se expresa, tal como muestra la Ecuación 2.21, en función de un valor de referencia M_0 del momento flector que da lugar, tras la descarga, a una rotación permanente (Faella, y otros, 2000).

Cuando el factor de forma $n \rightarrow \infty$, este modelo simula un comportamiento elastoplástico bilineal.

$$\varphi = \frac{M}{K_\varphi} + \left(\frac{M}{K} \right)^n \quad [Ec. 2.20]$$

$$\varphi_0 K^n = M_0^n \quad [Ec. 2.21]$$

Mediante **cuatro parámetros** destaca la representación que propone el trabajo (Goldberg, y otros, 1963) que, como se ha comentado en el Apartado 2.1.1.3, en (Attiogbe, y otros, 1991) se completó la formulación para obtener una mejor representación.

$$\frac{M}{M_0} = \frac{\left(1 - \frac{K_{\varphi,p}}{K_\varphi} \right) \frac{\varphi}{\varphi_0}}{\left[1 + \left| \left(1 - \frac{K_{\varphi,p}}{K_\varphi} \right) \frac{\varphi}{\varphi_0} \right|^n \right]^{1/n}} + \frac{K_{\varphi,p}}{K_\varphi} \frac{\varphi}{\varphi_0} \quad [Ec. 2.22]$$

2.2.1.4- Modelos exponenciales.

Las funciones exponenciales son otra alternativa no-lineal de representación.

Un modelo exponencial con tres parámetros es el que se propone en (Wu, y otros, 1990) y que se expresa en la Ecuación 2.23.

$$\frac{M}{M_u} = n \ln \left(1 + \frac{\varphi}{n\theta_0} \right) \quad [Ec. 2.23]$$

$$\theta_0 = \frac{M_u}{S_j} \quad [Ec. 2.24]$$

Donde θ_0 es un giro de referencia expresado según la Ecuación 2.24 (S_j es la rigidez inicial) y n es el factor de forma.

También Yee y Melchers (1986), cuyo modelo analítico se expuso en el Apartado 2.1.2.2, propusieron una representación exponencial para su modelo:

$$M = M_0 \left[1 - \exp \left(\frac{-\varphi(K_\varphi - K_{\varphi,p} + n\varphi)}{M_0} \right) \right] + K_{\varphi,p}\varphi \quad [Ec. 2.25]$$

Donde n es un factor de forma, con el inconveniente que en este caso es dimensional, y M_0 se relaciona con la resistencia plástica a flexión de la unión. La pendiente en el origen es igual a la rigidez inicial elástica de la unión y, para valores altos, la curva se aproxima a la recta:

$$M = M_0 + K_{\varphi,p}\varphi \quad [Ec. 2.26]$$

De modo que M_0 representa la capacidad resistente a partir de la cual la unión empieza a rotar.

2.2.2- MODELOS PROPUESTOS EN EL EUROCÓDIGO 3:

En este Apartado se explicaran las posibilidades de idealizar la curva característica $M-\phi$ de una unión y se verán las distintas opciones que el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b) propone, ya sea en artículos concretos de manera clara, o bien inducida a través de formulaciones que relacionan la rigidez inicial y secante de la unión⁵ en otros apartados del mismo cuerpo normativo. Se verá cómo la elección de la idealización está condicionada al tipo de análisis global que se realice: elástico, rígido-plástico o elasto-plástico.

2.2.2.1- Cálculo global elástico.

Cuando se realiza un cálculo global elástico de la estructura, las uniones se clasifican en función de su rigidez (relación entre los momentos en extremo de barra y la rotación relativa entre las mismas⁶).

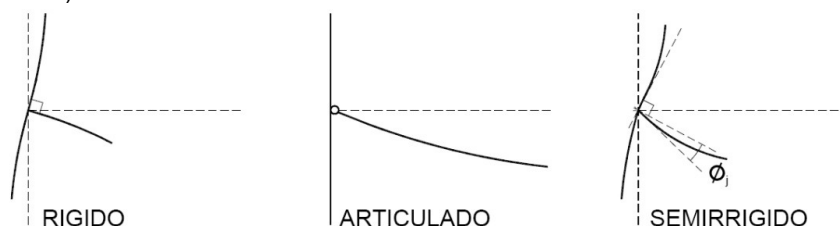


Figura 2.11: Comportamiento de una unión rígida, articulada y semirrígida (Guardiola Villora, 2006).

⁵ Su relación, $S_{j,ini}/S_j$, es llamado ratio de rigidez (μ)

⁶ De acuerdo con este criterio se considera **articulada** una unión cuando los giros en los extremos de las barras unidas son independientes, de modo que la viga se comporta como una barra simplemente apoyada.

Por otro lado, se define como unión **rígida** aquella en que no se producen rotaciones relativas entre los extremos de las barras unidas (antes y después de la deformación el ángulo entre ellas sigue siendo el mismo). En estos casos el nudo experimenta únicamente una rotación como sólido rígido (el giro del nudo que aparece cuando se utilizan los métodos habituales de análisis de estructuras de barras).

Las uniones **semirrígidas** corresponden al caso intermedio entre las anteriores, de modo que las cargas generan momentos flectores, M_j , y giros relativos entre las barras conectadas, θ_j . El momento flector y el giro relativo en una unión semi-rígida se relacionan entre sí a través de una ley constitutiva que depende de las propiedades de la unión. (Ver Figura 2.11 y 2.12).

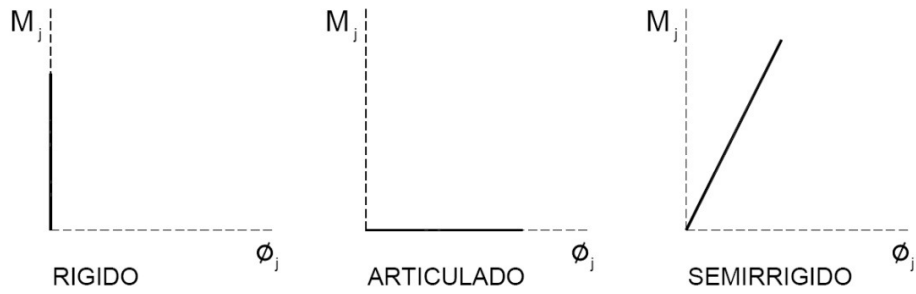


Figura 2.12: Leyes de comportamiento de los tres tipos de uniones, particularizadas para el análisis global elástico lineal (Guardiola Villora, 2006).

Las uniones deben tener suficiente resistencia para transmitir las fuerzas y los momentos actuantes en las uniones resultantes del análisis.

Para el cálculo de las uniones en un análisis global elástico, el apartado 5.1.2 del Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b) ofrece dos posibilidades, dependiendo de la importancia del momento actuante en la unión respecto al máximo resistido por ésta.

- La constante de rigidez se toma igual a la rigidez inicial de la unión $S_{j,ini}$ siempre que el momento que solicita dicha unión $M_{j,Ed}$ sea menor que el momento resistente elástico de ésta, definido como $2/3 M_{j,Rd}$ (siendo $M_{j,Rd}$ el momento resistente de cálculo de la unión). Ver Figura 2.13.
- Como simplificación y tal como se observa en la Figura 2.4, la rigidez rotacional de la unión puede tomarse como $S_{j,ini}/\eta$ para cualquier valor de momento $M_{j,Ed}$ que la solicite ($M_{j,Ed} \leq M_{j,Rd}$). η es el coeficiente modificador de rigidez y toma los valores que se indican en la Tabla 2.3.

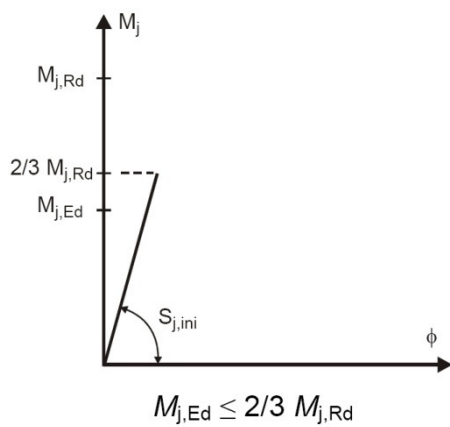


Figura 2.13: Idealización del comportamiento de la unión para $M_{j,Ed} \leq 2/3 M_{j,Rd}$ (CEN, Mayo 2005b).

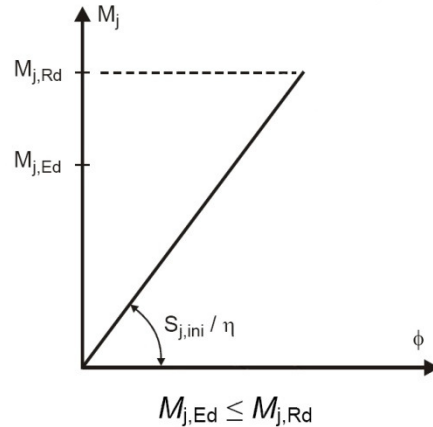


Figura 2.14: Simplificación para cualquier valor de $M_{j,Ed} \leq M_{j,Rd}$ (CEN, Mayo 2005b)

Type of connection	Beam-to-column joints	Other types of joints (beam-to-beam joints, beam splices, column base joints)
Welded	2	3
Bolted end-plates	2	3
Bolted flange cleats	2	3,5
Base plates	-	3

Tabla 2.3: Coeficiente modificador de rigidez η (CEN, Mayo 2005b).

2.2.2.2- Cálculo global rígido-plástico.

En el análisis de una estructura con el método rígido-plástico se entiende que la rigidez de las uniones es infinita, que los giros son nulos hasta que se alcanza el $M_{j,Rd}$ y que las uniones poseen capacidad de rotación suficiente para que se formen rótulas plásticas. Es evidente, pues, que para un análisis global rígido-plástico las uniones se clasifican en función de su resistencia.

Para modelizar el comportamiento es suficiente conocer el valor del momento resistente y la capacidad rotacional, que deberá ser suficiente para tolerar las rotaciones resultantes del análisis. Ver Figura 2.15.

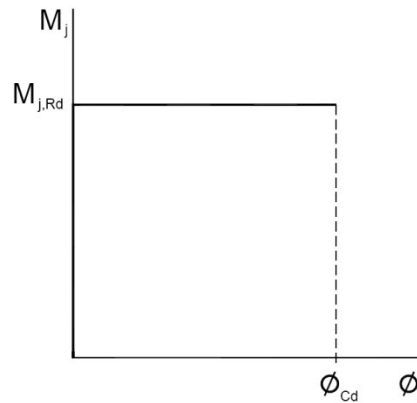


Figura 2.15: Comportamiento de la unión en un cálculo global rígido-plástico (Guardiola Vállora, 2006).

2.2.2.3- Cálculo global elasto-plástico.

En un cálculo global elasto-plástico el comportamiento momento-rotación de las uniones debe ser usado para determinar la distribución interna de los esfuerzos. En este caso, las uniones también deberán poseer suficiente capacidad de giro allí donde se deban formar las rótulas plásticas. Las uniones se clasifican en función de su rigidez y resistencia, y su comportamiento queda definido a partir de la rigidez, S_j , la resistencia, $M_{j,Rd}$, y la capacidad de rotación de la unión, ϕ_{Cd} .

Las posibles idealizaciones abarcan un gran abanico, como se ha ido mostrando a lo largo de este Apartado; desde una representación bilineal o trilineal hasta la curva completa no lineal, tal como se muestra en la Figura 2.16. A nivel de simplificación, el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b), en su apartado 5.1.4, propone adoptar la representación bilineal que se presenta en la Figura 2.17, siendo η el coeficiente modificador de rigidez mostrado en la Tabla 2.3.

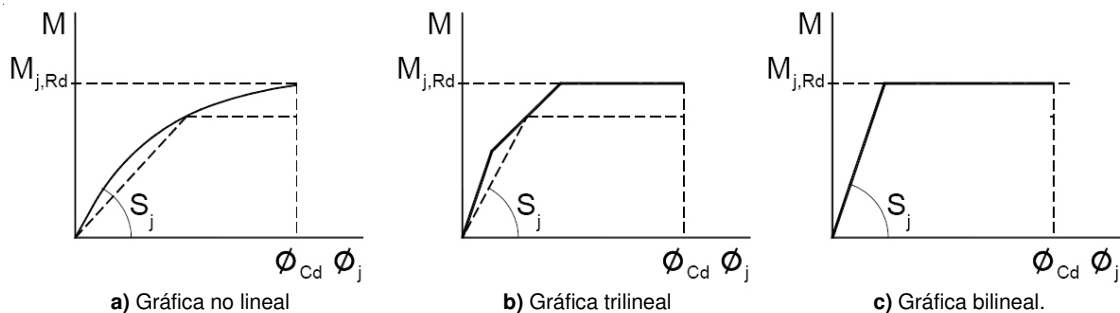


Figura 2.16: Posibles idealizaciones del comportamiento momento-rotación de la unión (Guardiola Vállora, 2006).

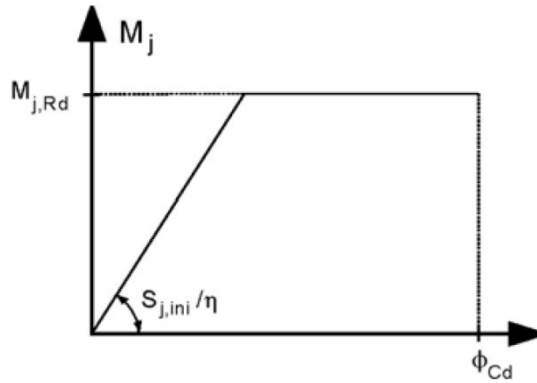


Figura 2.17: Diagrama bilineal simplificado del comportamiento $M-\phi$ de la unión (CEN, Mayo 2005b)

Por otro lado, el mismo Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b), en el apartado 6.3.1, sugiere implícitamente un trazado de la curva momento-rotación dividido en tres zonas de comportamiento, ver Figura 2.18. Las tres zonas son las siguientes:

- La **primera** corresponde al comportamiento lineal de la Ecuación 2.27 hasta el valor del momento resistente elástico de ésta que, como se ha visto, se establece en $2/3 M_{j,Rd}$.

$$M = S_{j,ini}\varphi \quad [Ec. 2.27]$$

La Ecuación 2.27 se justifica en el artículo 6.3.1(4) del Eurocódigo 3 que define:

$$Si \quad M_{j,Ed} \leq \frac{2}{3} M_{j,Rd} \quad considerar \quad \mu = 1 \quad [Ec. 2.28. a]$$

Siendo μ el ratio de rigidez:

$$\mu = \frac{S_{j,ini}}{S_j} \quad [Ec. 2.28. b]$$

Por tanto, de la Ecuación 2.28.a y de la 2.28.b, y para el rango de momento actuante establecido ($M_{j,Ed} \leq \frac{2}{3} M_{j,Rd}$), se obtiene:

$$S_{j,ini} = S_j \quad [Ec. 2.28. c]$$

Quedando justificada la relación lineal de la Ecuación 2.27.

- La **segunda** zona es no-lineal, de acuerdo a la relación siguiente:

$$M = \frac{S_{j,ini}}{\left(1,5 \frac{M}{M_{j,Rd}}\right)^\psi} \varphi \quad [Ec. 2.29]$$

Siendo $\frac{S_{j,ini}}{\left(1,5 \frac{M}{M_{j,Rd}}\right)^\psi}$ la rigidez, S_j , como muestra la Ecuación 2.31.b.

Según el artículo 6.3.1(4) del Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b):

$$Si \quad \frac{2}{3} M_{j,Rd} < M_{j,Ed} \leq M_{j,Rd} \quad considerar \quad \mu = \left(\frac{1,5 M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}}\right)^\psi \quad [Ec. 2.30. a]$$

Siendo μ la relación entre rigideces expresada en la Ecuación 2.28.b, se obtiene de la Ecuación 2.30.a y de la 2.28.b el valor de S_j .

$$\frac{S_{j,ini}}{S_j} = \left(\frac{1,5 S_{j,ini}}{M_{j,Rd}} \right)^\psi \quad [Ec. 2.31. a]$$

$$S_j = \frac{S_{j,ini}}{\left(1,5 \frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} \right)^\psi} \quad [Ec. 2.31. b]$$

Por tanto, si sustituimos el valor de $M_{j,Ed}$ por el de sus dos valores extremos obtenemos:

○ Si $M_{j,Ed} = \frac{2}{3} M_{j,Rd}$;

$$S_j = \frac{S_{j,ini}}{\left(1,5 \frac{2/3 M_{j,Rd}}{M_{j,Rd}} \right)^\psi} = \frac{S_{j,ini}}{1^\psi} = S_{j,ini} \quad [Ec. 2.32]$$

Valor absolutamente coherente ya que, para $M_{j,Ed} = \frac{2}{3} M_{j,Rd}$, nos encontramos en el punto de transición entre el primer y el segundo tramo del gráfico.

○ Si $M_{j,Ed} = M_{j,Rd}$;

$$S_j = \frac{S_{j,ini}}{\left(1,5 \frac{M_{j,Rd}}{M_{j,Rd}} \right)^\psi} = \frac{S_{j,ini}}{1,5^\psi} \quad [Ec. 2.33. a]$$

Si se sustituye el valor del coeficiente ψ por los valores numéricos que facilita el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b) en el apartado 6.3.1, ver Tabla 2.4, se tienen los valores de la rigidez secante, $S_{j,sec}$, correspondiente a $M_{j,Rd}$ para uniones soldadas, atornilladas con chapa de testa o para basas de pilares ($\psi = 2,7$) y para uniones con angulares de ala atornillados ($\psi = 3,1$).

Así pues,

- Para $\psi = 2,7$: $S_{j,sec} = S_{j,ini}/3$ [Ec. 2.33. b]

- Para $\psi = 3,1$: $S_{j,sec} = S_{j,ini}/3,5$ [Ec. 2.33. c]

Type of connection	ψ
Welded	2,7
Bolted end-plate	2,7
Bolted angle flange cleats	3,1
Base plate connections	2,7

Tabla 2.4: Valores del coeficiente ψ (CEN, Mayo 2005b).

- Finalmente, se contempla una **tercera** zona con una rama absolutamente horizontal, cosa que significa que la rigidez plástica, $S_{j,p}$, es igual a cero.

Aunque el Eurocódigo (CEN, Mayo 2005b) propone, como se ha visto, una zona intermedia no lineal, el modelo propuesto es casi una aproximación trilineal⁷ del tipo de la propuesta Moncarz y Gestle (1981), ver Apartado 2.2.1.1. Para simplificar el tema del tramo curvo, éste se convierte en recto, trazado desde el punto de la intersección entre la recta de pendiente $S_{j,ini}$

⁷ La influencia de la zona no lineal es despreciable en comparación con los resultados obtenidos por medio de la aproximación trilineal (Faella, y otros, 2000).

con la horizontal trazada en $\frac{2}{3} M_{j,Rd}$, hasta el punto encontrado mediante la intersección de la recta con pendiente $S_{j,sec}$ y la horizontal trazada por $M_{j,Rd}$. Este segundo tramo, ahora recto, tiene como pendiente el valor de la rigidez rotacional de plastificación $K_{j,y}$, según la nomenclatura usada en (Moncaraz, y otros, 1981). Para ser coherentes con la notación usada en el Eurocódigo, la rigidez rotacional de plastificación la representaremos como $S_{j,y}$. Según esta aproximación trilineal, el valor a tomar de $S_{j,y}$ se muestra en la Ecuación 2.34.

$$S_{j,y} = \frac{S_{j,ini}}{3 \left(1,5\psi - \frac{2}{3}\right)} \quad [Ec. 2.34]$$

Sustituyendo ψ por los valores de la Tabla 2.4, se obtienen las expresiones que se representan en la Figura 2.15 de $S_{j,y} = S_{j,ini}/7$ para $\psi=2,7$ y $S_{j,y} = S_{j,ini}/8,5$ para $\psi=3,1$.

En la Tabla 2.5 se resumen los cinco datos necesarios para definir el modelo trilineal (Moncaraz, y otros, 1981) y la rigidez secante correspondiente a $M_{j,Rd}$

	Uniones con $\psi = 2,7$	Uniones con $\psi = 3,1$
Rigidez inicial $S_{j,ini}$	$S_{j,ini}$	$S_{j,ini}$
Momento resistente elástico	$\frac{2}{3} M_{j,Rd}$	$\frac{2}{3} M_{j,Rd}$
Rigidez rotacional de plastificación $S_{j,y}$	$S_{j,y} = \frac{S_{j,ini}}{7}$	$S_{j,y} = \frac{S_{j,ini}}{8,5}$
Momento resistente plástico	$M_{j,Rd}$	$M_{j,Rd}$
Rigidez plástica $S_{j,p}$	$S_{j,p} = 0$	$S_{j,p} = 0$
Rigidez secante (correspondiente a $M_{j,Rd}$)	$S_{j,sec} = \frac{S_{j,ini}}{3}$	$S_{j,sec} = \frac{S_{j,ini}}{3,5}$

Tabla 2.5: Datos necesarios para la definición del modelo trilineal (Moncaraz, y otros, 1981) y rigidez secante correspondiente a $M_{j,Rd}$.

Tal como se puede observar en la Figura 2.18, de hecho el trazado curvo del gráfico que sugiere el Eurocódigo en el rango $\frac{2}{3} M_{j,Rd} < M_{j,Ed} \leq M_{j,Rd}$ (o bien su aproximación lineal de pendiente igual a la rigidez rotacional de plastificación, $S_{j,y}$) es una solución para dar continuidad al gráfico momento-rotación de la unión que, de otro modo, tendría una discontinuidad en el punto $\frac{2}{3} M_{j,Rd}$ entre la recta de pendiente $S_{j,ini}$ y la de $S_{j,sec}$ para $M_{j,Rd}$.

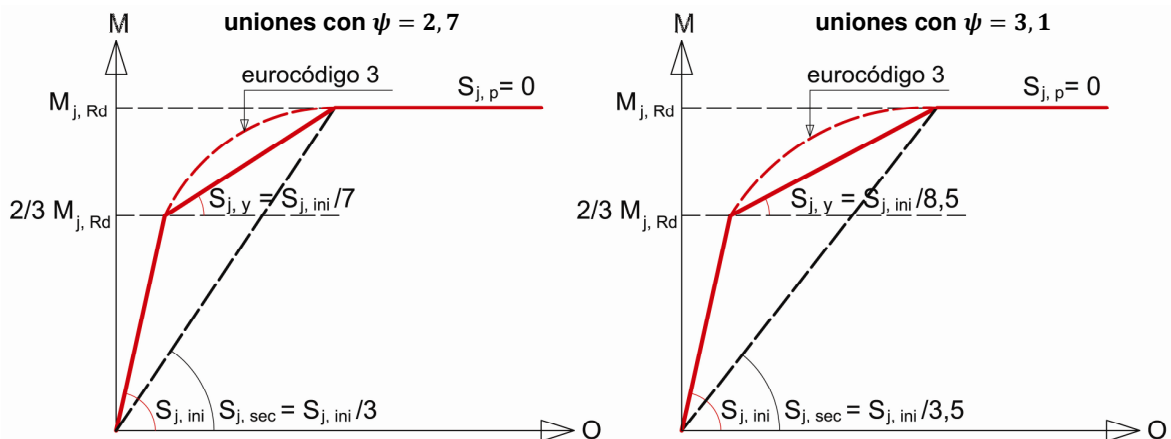


Figura 2.18: Aproximación trilineal del tipo de la propuesta Moncarz y Gestle (1981) del Eurocódigo, según (Faella, y otros, 2000). Notación según Eurocódigo.

A nivel de conclusión podría decirse que el artículo 5.1.2 del Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b), como se ha visto anteriormente, propone una lectura independiente del comportamiento momento-rotación de la unión, dependiendo de si el momento actuante $M_{j,Ed}$ que se tiene es

inferior o superior al momento elástico resistente de la unión, de valor $\frac{2}{3} M_{j,Rd}$ (Figuras 2.13 y 2.14). No se pretende una solución de continuidad de los gráficos sino una lectura intencionada, sabiendo a priori la intensidad del momento actuante $M_{j,Ed}$ y, por tanto, el rango donde éste se encuentra.

El diagrama momento-rotación que se muestra en la Figura 2.18, sin embargo, basado en la formulación del apartado 6.3.1 del mismo cuerpo normativo, intenta describir de forma continua el comportamiento de la unión en un solo gráfico, combinando los dos anteriormente descritos con un trazado curvo que aproxima, por el lado de la seguridad, el comportamiento de ésta a niveles altos de momento flector actuante.

De todas formas, a criterio del autor sería más preciso utilizar un gráfico de idealización del comportamiento $M-\phi$ de la unión que presentara una discontinuidad en el punto $\frac{2}{3} M_{j,Rd}$ y que tuviera claramente un comportamiento trilineal dividido en tres zonas (ver Figura 2.19):

- Una **primera** de pendiente $S_{j,ini}$ en el rango $M_{j,Ed} \leq \frac{2}{3} M_{j,Rd}$.
- Una **segunda** de pendiente $S_{j,sec}$ correspondiente al valor $M_{j,Rd}$ en el rango $\frac{2}{3} M_{j,Rd} < M_{j,Ed} \leq M_{j,Rd}$. En este caso no tiene sentido que se llame rigidez secante y se adopta la nomenclatura usada anteriormente y propuesta en (Moncaraz, y otros, 1981) de rigidez de plastificación $S_{j,y}$.
- Una **tercera** zona de fluencia donde el momento actuante es constante y de valor igual al máximo resistido por la unión, y el giro aumenta de manera incontrolada. Es evidente que este último tramo es representado por una rama absolutamente horizontal de pendiente igual a la rigidez plástica $S_{j,p}=0$.

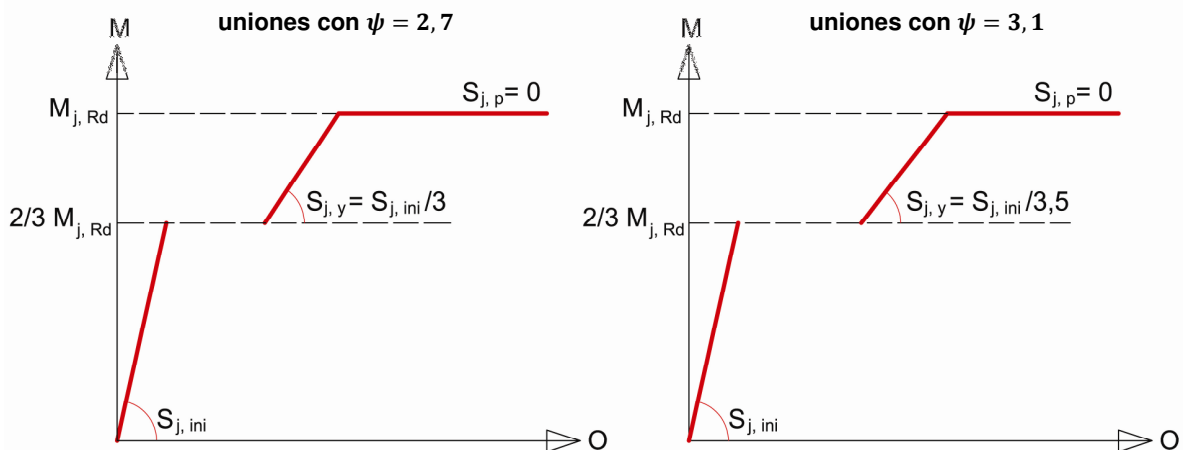


Figura 2.19: Aproximación trilineal discontinua propuesta para el comportamiento momento-rotación de la unión.

2.2.3- PROCEDIMIENTO ITERATIVO PARA EL MODELADO DE BASAS DE PILARES:

El análisis de pórticos se lleva a cabo, habitualmente, considerando las bases de los pilares perfectamente rígidas o completamente libres para rotar (articulaciones perfectas). Como se está viendo a lo largo de este trabajo, introducir la rigidez rotacional de las bases de los pilares en el modelo conllevaría una predicción del comportamiento de la unión más realista. Este aspecto haría que, comparando el resultado del modelo con el derivado del análisis con bases de pilares perfectamente articuladas, se reduciría el desplazamiento transversal, mientras que éste se ampliaría si la comparación se hiciese respecto al análisis con bases de pilares rígidas, aspecto particularmente importante en el diseño de estructuras no arriostradas.

Si se examinan cuidadosamente los resultados de los ensayos realizados y de los modelos predictivos propuestos, es fácilmente demostrable que la rigidez y la resistencia de las bases de pilares están influenciadas por la relación entre el momento y la fuerza normal (el axil) aplicados (ver Figura 2.20).

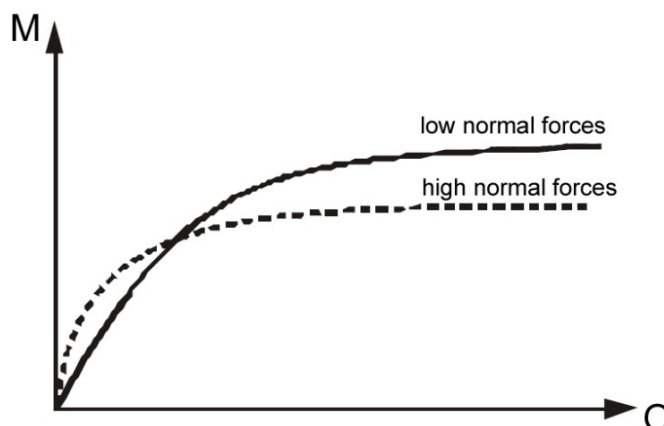


Figura 2.20: Influencia del esfuerzo axil en el comportamiento momento-rotación.

Como se desprende de lo anteriormente comentado, para la determinación de las propiedades de la unión se necesita tomar en consideración la respuesta global de la estructura y, por otro lado, el comportamiento de ésta depende, a su vez, del comportamiento de la unión (siempre que no se considere como perfectamente rígida). Esto lleva a un proceso iterativo a priori inevitable.

Para determinar las propiedades de las bases de pilares se requiere una suposición de las fuerzas actuantes (por ejemplo del ratio M_{sd}/N_{sd} , siendo M_{sd} el momento y N_{sd} el axil aplicado). El procedimiento iterativo que se propone recomienda empezar tomando en consideración el comportamiento del pórtico por un lado y el de las bases de los pilares por el otro, tal como resume la Figura 2.21.

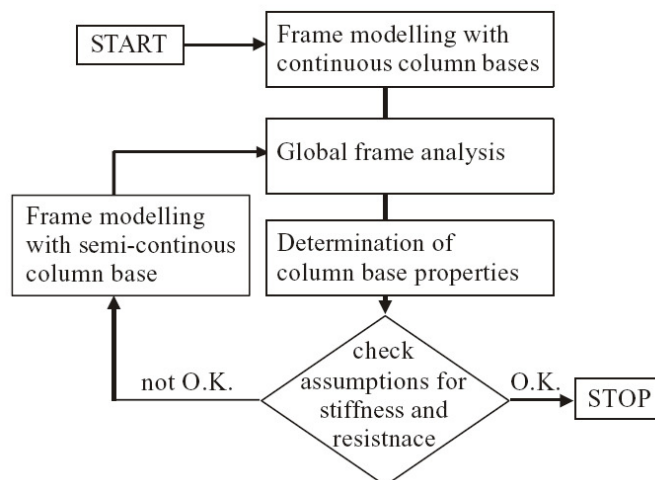


Figura 2.21: Procedimiento iterativo.

Si se modela la unión como continua (ver Tabla 1.2), es evidente que no hay interacción entre el comportamiento de la unión (de rigidez infinita) y la respuesta del pórtico. Es por eso que se recomienda empezar el procedimiento iterativo considerando las bases de los pilares perfectamente rígidas y de resistencia completa (o total), modelándolas como continuas en una primera tentativa. Con esta suposición inicial, el análisis del pórtico puede llevarse a cabo sin ningún conocimiento de las propiedades de las bases de los pilares, práctica que, en la realidad cotidiana, se acostumbra a realizar en algún estadio del pre-diseño de la estructura, con el objetivo de tener un primer predimensionado de las secciones de las barras. Como resultado se obtienen las fuerzas actuantes en las bases de los pilares. Basándonos en el ratio M/N obtenido en el análisis, la resistencia y la rigidez de las uniones puede ser determinada. Llegados a este punto, es evidente que se debe comprobar si la suposición inicial (de considerar las bases de los pilares perfectamente rígidas) es válida o no. Esto será relativamente fácil ya que la clasificación de la unión (ver Capítulo 1) nos dará la respuesta: si la rigidez obtenida es mayor que el valor frontera de la clasificación, la premisa inicial resultará válida y, en caso contrario, se tendrá que llevar a cabo un análisis más avanzado del pórtico.

En este segundo estadio de análisis se deberán tener en cuenta las rigideces de las basas de los pilares obtenidas, y modelarlas como semi-continuas. Lógicamente, esta vez sí que influirán las propiedades de la unión en el comportamiento global del pórtico, motivo por el cual el valor del momento y el axil actuantes en las basas de los pilares diferirán de los obtenidos anteriormente y, consecuentemente, derivarán en unos valores nuevos de rigidez y resistencia de la unión.

El proceso iterativo puede proceder repitiendo los dos últimos pasos y detenerse cuando la diferencia entre la rigidez de las basas de los pilares y la del paso previo sea menor a un valor mínimo aceptado. Una aproximación a este valor puede obtenerse en (Steenhuis, y otros, 1994).

Generalmente, el comportamiento de las basas de pilares se representa en el pórtico usando un muelle rotacional de comportamiento no lineal. Sin embargo, para una simplificación del trabajo, es necesario realizar idealizaciones de la curva $M-\phi$ y linealizarla tal como muestra el Apartado precedente 2.2.2, prestando especial atención a la rigidez que se debe tomar en función del momento aplicado respecto al resistente de la unión.

2.2.4- MODELADO DE LA UNIÓN SEMIRRÍGIDA MEDIANTE UN ELEMENTO VIGA EQUIVALENTE:

En el software habitualmente empleado no especializado específicamente en el diseño de uniones no hay un modelo sencillo para incorporar el comportamiento rotacional de éstas. El Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b), en su apartado 5.3, propone sustituir la unión semirrígida por un muelle rotacional que tenga unas características momento-rotación que tome en consideración el comportamiento del alma del pilar a cortante⁸, así como la influencia de las conexiones más relevantes en el funcionamiento de la unión. La Figura 2.22 muestra cómo deberían modelarse los muelles rotacionales en uniones viga pilar según el Eurocódigo.

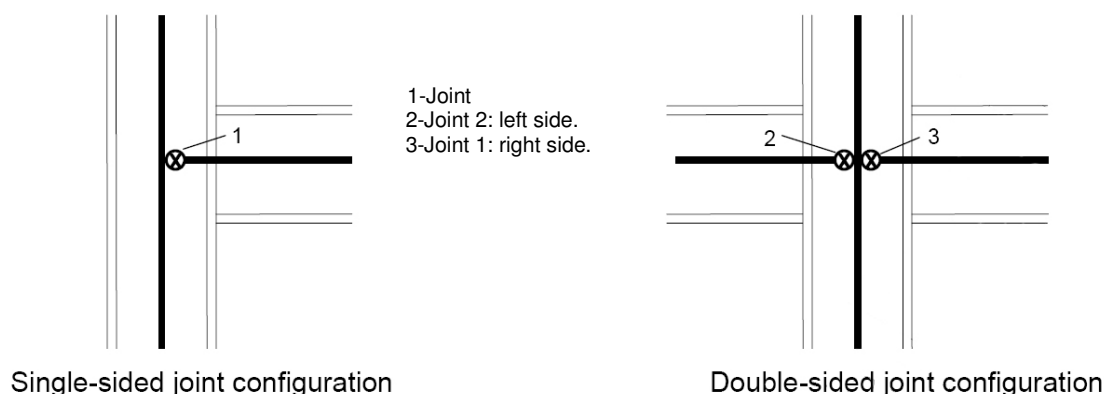


Figura 2.22: Muelles rotacionales como modelización de uniones viga-pilar (CEN, Mayo 2005b).

En la práctica diaria resulta muy dificultosa la sustitución del comportamiento por el de un muelle rotacional, bien porque el programa informático no posee esta opción, o bien porque surgen dificultades en el momento de definir el muelle. Sólo puede emplearse este modelo de forma sencilla si se desarrolla un análisis avanzado junto a herramientas informáticas diseñadas a tal efecto (Chen, 2000) o (Chen, y otros, 1996), en las que ya se incluye el comportamiento de dicho muelle mediante, por ejemplo, alguno de los modelos previamente presentados en el Apartado 2.2.1.

Desde diversos ámbitos (Dubina, y otros, 1996) o (SSEDTA, 1999) se propone la simulación de la unión semirrígida mediante un elemento viga equivalente. El giro elástico de dicho elemento viga, mostrado en la Figura 2.23, se asemeja al de la unión y, tal como muestra la representación bilineal $M-\phi$ incluida en la misma figura, la rigidez rotacional del muelle lo hace con la rigidez de la viga. La Ecuación 2.35 es la traducción matemática de esta última afirmación, siendo $S_{j,Rd}$ la rigidez rotacional de la unión, I_{eq} la inercia de la viga equivalente y L_{eq} la longitud de la viga equivalente.

⁸ Ver apartado 2.2.5.

$$S_{j,Rd} = \frac{E I_{eq}}{L_{eq}} \quad [Ec. 2.35]$$

A partir de la ecuación anterior se obtiene la expresión para la inercia de la viga equivalente:

$$I_{eq} = \frac{S_{j,Rd} L_{eq}}{E} \quad [Ec. 2.36]$$

Si se requiere modelar también la resistencia de la unión, puede hacerse mediante este mismo elemento equivalente. Se iguala el momento resistente de la unión con el resistente de la viga.

$$M_{j,Rd} = W_{pl,eq} f_y \quad [Ec. 2.37]$$

De esta forma se encuentra el módulo resistente plástico de la viga equivalente.

$$W_{pl,eq} = \frac{M_{j,Rd}}{f_y} \quad [Ec. 2.38]$$

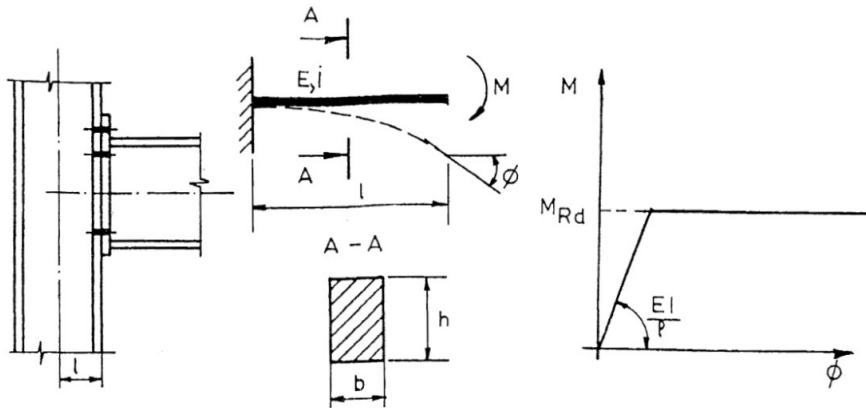


Figura 2.23: Descripción del elemento viga equivalente para el modelado de la unión semirrígida (Dubina, y otros, 1996).

Tal como anteriormente se ha observado, este elemento viga equivalente supone una aproximación bilineal al resultado real. La exactitud con él obtenida es inversamente proporcional a su longitud, motivo por el cual debe darse algún criterio para establecer una longitud del elemento que se considere suficientemente para la obtención de resultados aceptables. El trabajo (Cabreró Ballarín, 2006) recomienda modelar el elemento con una longitud equivalente a la mitad del ancho del pilar ya que, además de proporcionar un nivel de exactitud considerado adecuado, también se incluyen implícitamente en el modelo estructural los momentos excéntricos de las uniones en los pilares.

Otro posible modelo es el propuesto en (da S. Vellasco, y otros, 2006), mostrado en la Figura 2.24. Se modela la viga como articulada, con la adición de un muelle axial en diagonal que simula la rigidez rotacional de la unión.

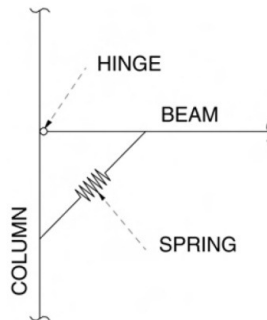


Figura 2.24: Modelo de muelle propuesto por da S. Vellasco y otros (2006).

2.2.5- MODELADO DE LA INTERACCIÓN CON EL CORTANTE EN UNIONES VIGA-PILAR:

2.2.5.1- Método del parámetro de transformación β del Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b).

La configuración de una unión viga-pilar debe diseñarse para resistir los esfuerzos internos transmitidos por los miembros conectados (ver Figura 2.25):

- Los momentos $M_{b1,Ed}$ y $M_{b2,Ed}$.
- Los axiles $N_{b1,Ed}$ y $N_{b2,Ed}$.
- Los cortantes $V_{b1,Ed}$ y $V_{b2,Ed}$.

Para modelar el comportamiento deformacional de la unión es necesario considerar la deformación por cortante del panel del alma y la deformación por rotación de las conexiones (ver nota al pie de página número 3 de este mismo capítulo para recordar las diferencias entre unión y conexión).

La deformación del panel del alma del soporte es producto del cortante resultante en el mismo, $V_{wp,Ed}$, cuyo valor se obtiene a partir de los momentos y fuerzas en los extremos de barra actuando en su periferia (ver Figura 2.25.a). Así pues, en la Ecuación 2.39 se muestra la expresión del cortante actuante en el alma del pilar, $V_{wp,Ed}$, que contempla la parte debida al momento desequilibrado entre la viga derecha e izquierda confluyentes en el nudo, y la parte correspondiente a la contribución del cortante en los extremos de los soportes (encima y debajo del nudo).

$$V_{wp,Ed} = \frac{M_{b1,Ed} - M_{b2,Ed}}{z} - \frac{V_{c1,Ed} - V_{c2,Ed}}{2} \quad [Ec. 2.39]$$

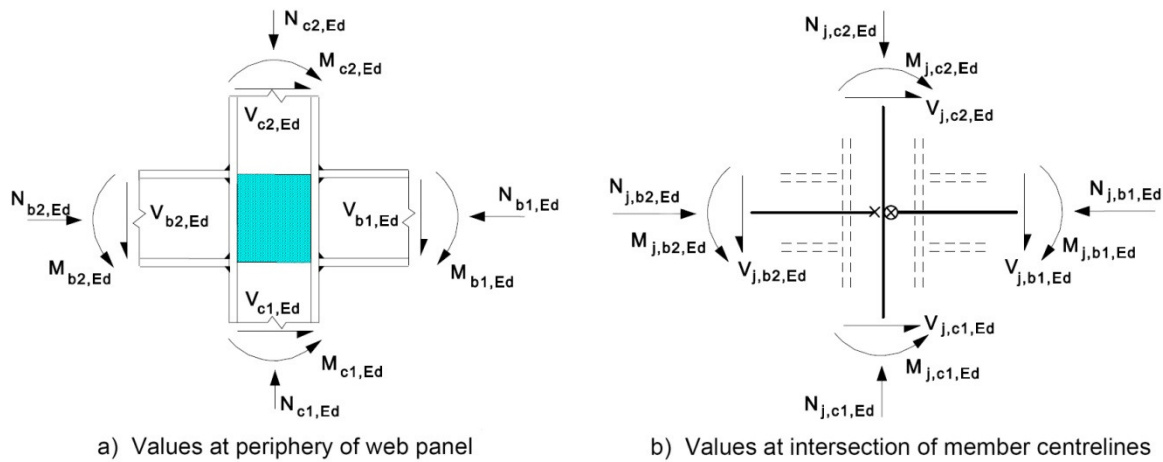


Figura 2.25: Fuerzas y momentos actuantes en la unión (CEN, Mayo 2005b).

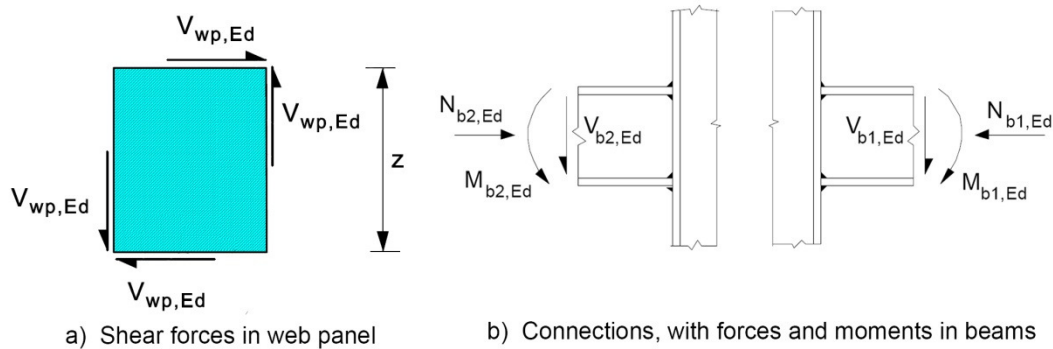


Figura 2.26: Fuerzas y momentos actuantes en el panel del alma del pilar en las conexiones (CEN, Mayo 2005b).

Para modelar las uniones de manera que se reproduzca lo más fielmente posible su comportamiento, se debería considerar el modelado por separado del panel del alma a cortante y cada una de las conexiones, atendiendo a los momentos y fuerzas internas de los miembros actuando en la periferia del panel del alma, ver Figura 2.25.a y 2.26. Según este modelo, la deformación por cortante del panel del alma del soporte se representa con un muelle diagonal, y la deformación por giro de cada conexión se representa con dos resortes con rigidez a torsión. Esta modelización se muestra en la Figura 2.27.

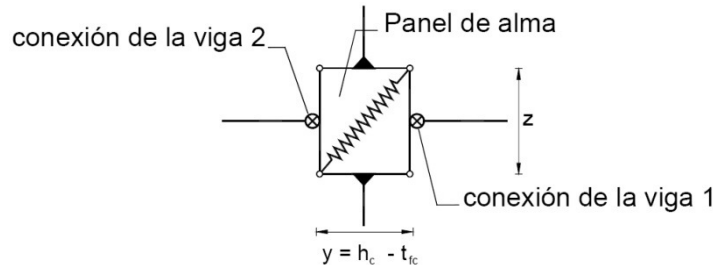


Figura 2.27: Representación de la deformación por cortante del panel del alma del soporte mediante tres resortes. (Guardiola Vállora, 2006).

El Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b), en su apartado 5.3.(5), recoge una simplificación de esta modelización, donde el nudo formado por un soporte y una viga se modeliza como una unión sencilla, y el nudo doble, formado por un soporte y una viga a cada lado del mismo, se modeliza como dos uniones sencillas en las que se tiene en cuenta su interacción. Este modelo se muestra en la Figura 2.22. De esta manera, en un nudo viga-pilar doble, cada unión se representa mediante un muelle rotacional por separado en que cada uno tiene su diagrama propio momento-rotación. Estos dos diagramas deben tener en cuenta la influencia en el comportamiento que tiene el panel del alma a cortante, cosa que se hace a través de los parámetros de transformación β_1 y β_2 ⁹, así como la influencia de las conexiones relevantes. La deformación del alma del soporte se debe al esfuerzo cortante que actúa en ella. Estos parámetros se utilizan para la obtención del cortante en el alma del soporte a partir de los momentos flectores transmitidos por las vigas de la unión. Los valores obtenidos de esta manera son suficientemente ajustados, debido a que los esfuerzos que mayoritariamente influyen en su valor son los flectores, siendo la contribución del cortante en los extremos del soporte (encima y debajo del nudo) considerablemente menor.

Se propone como valor del cortante actuante en el alma del pilar, $V_{wp,Ed}$, el producto de los coeficientes β_1 y β_2 por las fuerzas transmitidas por las vigas $F_{j,b1,Ed}$ y $F_{j,b2,Ed}$.

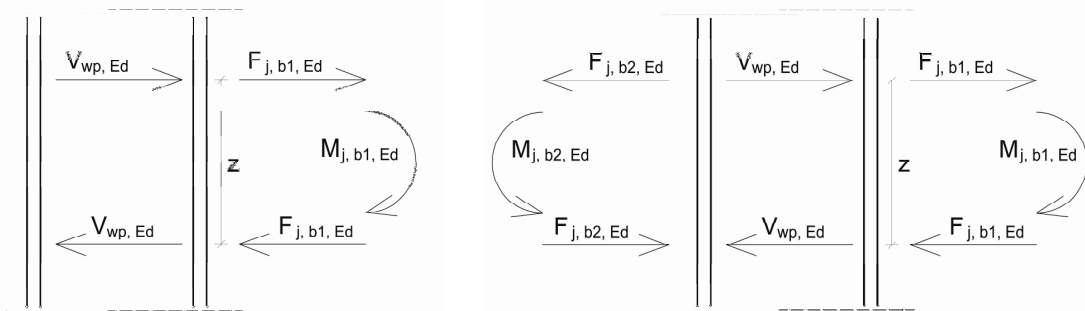


Figura 2.28.a: Nudo simple con viga a un solo lado. **Figura 2.28.b:** Nudo doble con vigas a ambos lados del soporte

Observando la Figura 2.28.a (nudo simple con viga a un solo lado) y conforme a los criterios establecidos, se obtiene el valor del par de fuerzas transmitidas por la viga, $F_{j,b1,Ed}$, y el valor del cortante actuante en el alma del pilar, $V_{wp,Ed}$, calculado a partir de $F_{j,b1,Ed}$, y del parámetro

⁹ Según el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b) β_1 y β_2 son:
 β_1 es el valor del parámetro de transformación β para la unión de la derecha.
 β_2 es el valor del parámetro de transformación β para la unión de la izquierda.

de transformación β . Este parámetro, como ya se ha comentado anteriormente, se utiliza para la obtención del cortante en el alma del soporte a partir de los momentos flectores transmitidos por las vigas ($F_{j,b1,Ed}$ es el axil directamente derivado de la actuación de $M_{j,b1,Ed}$):

$$F_{j,b1,Ed} = \frac{M_{j,b1,Ed}}{h} \quad [Ec. 2.40. a]$$

$$V_{wp,Ed} = \beta F_{j,b1,Ed} \quad [Ec. 2.40. b]$$

Asimismo, observando la Figura 2.28.b (nudo doble con vigas a ambos lados del soporte), se deducen los valores de los dos pares de fuerzas transmitidos por las vigas, $F_{j,b1,Ed}$ y $F_{j,b2,Ed}$, así como el valor del cortante actuante en el alma del pilar, $V_{wp,Ed}$. Tal como se observa en la Ecuación 2.41.c, el valor del cortante actuante en el alma del soporte es fruto del momento desequilibrado entre los momentos $M_{j,b1,Ed}$ y $M_{j,b2,Ed}$, y no interviene el parámetro de transformación β , al considerar la aplicación conjunta de $M_{j,b1,Ed}$ y $M_{j,b2,Ed}$ y no por separado.

$$F_{j,b1,Ed} = \frac{M_{j,b1,Ed}}{h} \quad [Ec. 2.41. a]$$

$$F_{j,b2,Ed} = \frac{M_{j,b2,Ed}}{h} \quad [Ec. 2.41. b]$$

$$V_{wp,Ed} = \left| \frac{M_{j,b1,Ed} - M_{j,b2,Ed}}{h} \right| \quad [Ec. 2.41. c]$$

En este caso, si consideramos cada lado de la unión de manera independiente, pero teniendo en cuenta la influencia que ejerce una sobre la otra, obtenemos:

$$V_{wp,Ed} = \beta_1 \frac{M_{j,b1,Ed}}{z} \quad [Ec. 2.42. a]$$

$$V_{wp,Ed} = \beta_2 \frac{M_{j,b2,Ed}}{z} \quad [Ec. 2.42. b]$$

Para la obtención del valor del parámetro de transformación de la unión de la derecha, β_1 , igualamos las Ecuaciones 2.41.c y 2.42.a. De esta manera, se iguala el valor del cortante actuante en el alma del soporte considerando la aplicación conjunta de $M_{j,b1,Ed}$ y $M_{j,b2,Ed}$ con el valor resultante de considerar independientemente el modelado de la conexión derecha, pero teniendo en cuenta, mediante el parámetro β_1 , la interacción con la izquierda, ver Figura 2.26. En este caso, al querer obtener el valor de β_1 , 2.41.c se iguala con 2.42.a, que es la que hace referencia a $M_{j,b1,Ed}$.

$$\left| \frac{M_{j,b1,Ed} - M_{j,b2,Ed}}{h} \right| = \beta_1 \frac{M_{j,b1,Ed}}{z} \quad [Ec. 2.43]$$

El Eurocódigo 3 (GEN, Mayo 2005b) limita los valores del parámetro de transformación β_i a valores positivos dentro el rango $0,0 \leq \beta_i \leq 2$. Por tanto:

$$\beta_1 = \left| 1 - \frac{M_{j,b2,Ed}}{M_{j,b1,Ed}} \right| \leq 2 \quad [Ec. 2.44. a]$$

De forma muy similar, igualando la Ecuación 2.41.c con la 2.42.b, se obtiene el valor de β_2 .

$$\beta_2 = \left| 1 - \frac{M_{j,b1,Ed}}{M_{j,b2,Ed}} \right| \leq 2 \quad [Ec. 2.44. b]$$

El valor de estos parámetros depende del momento solicitación a cada uno de los lados de la unión, a la vez que β influye en la resistencia y rigidez del panel del soporte, de los que

depende el momento de la unión. Por tanto, un valor estricto del coeficiente β sólo puede obtenerse mediante un proceso iterativo. Para dar solución a este inconveniente, el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b) proporciona unos valores aproximados para β_1 y β_2 basados en los valores de los momentos de las vigas, $M_{b1,Ed}$ y $M_{b2,Ed}$, en la periferia del panel del alma del soporte. Estos valores se adjuntan en la Tabla 2.6.

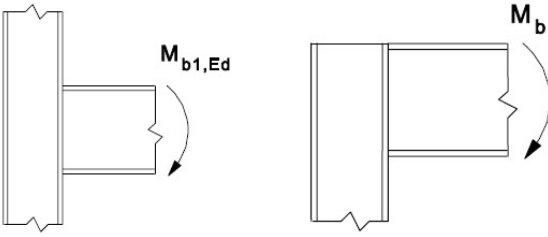
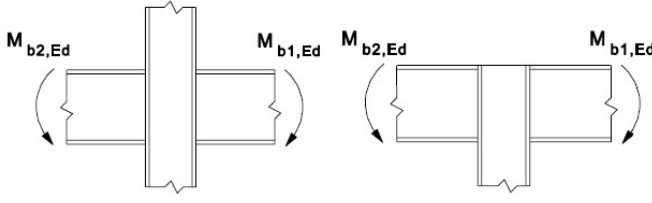
Type of joint configuration	Action	Value of β
	$M_{b1,Ed}$	$\beta \approx 1$
	$M_{b1,Ed} = M_{b2,Ed}$	$\beta = 0$ *)
	$M_{b1,Ed} / M_{b2,Ed} > 0$	$\beta \approx 1$
	$M_{b1,Ed} / M_{b2,Ed} < 0$	$\beta \approx 2$
	$M_{b1,Ed} + M_{b2,Ed} = 0$	$\beta \approx 2$
*) In this case the value of β is the exact value rather than an approximation.		

Tabla 2.6: Valores aproximados para el parámetro de transformación β , (CEN, Mayo 2005b).

Si dejamos de lado las simplificaciones del Eurocódigo respecto a la formulación de los parámetros β , según (Faella, y otros, 2000) el cortante actuante en el panel del alma del pilar, el que con la nomenclatura del Eurocódigo se ha representado por $V_{wp,Ed}$, es:

$$V_{wp,Ed} = \frac{M_{b1,Ed}}{h} \left[\left(1 + \frac{M_{b2,Ed}}{M_{b1,Ed}} \right) - \frac{h}{2M_{b1,Ed}} (V_{c1,Ed} + V_{c2,Ed}) \right] \quad [Ec. 2.45. a]$$

$$V_{wp,Ed} = \frac{M_{b2,Ed}}{h} \left[\left(1 + \frac{M_{b1,Ed}}{M_{b2,Ed}} \right) - \frac{h}{2M_{b2,Ed}} (V_{c1,Ed} + V_{c2,Ed}) \right] \quad [Ec. 2.45. b]$$

Los términos entre corchetes son los parámetros β con su formulación completa. La propuesta simplificada del Eurocódigo, como se ha observado en las Ecuaciones 2.44, elimina los términos correspondientes a los esfuerzos internos de cortante en el pilar, $V_{c1,Ed}$ y $V_{c2,Ed}$, así como también limita los valores de este parámetro a valores positivos inferiores o iguales a 2.

Existen trabajos específicos sobre el modelado de la interacción con el cortante que estudian las ventajas e inconvenientes de la utilización de los parámetros de transformación β_i en su forma completa o simplificada¹⁰, así como otros métodos para el modelado de uniones semirrígidas para el análisis global.

Un claro ejemplo es el método que se desarrolla en el apartado 2.2.5.2, correspondiente al estudio (Bayo, y otros, 2006). En éste trabajo se obtienen unas conclusiones muy interesantes, gracias a los ejemplos desarrollados para verificar el correcto comportamiento del elemento que proponen, sobre el uso del parámetro de transformación y las simplificaciones que propone el Eurocódigo a su respecto:

¹⁰ Usaremos la nomenclatura β_{real} y β_{EC3} para la versión general y para la simplificada propuesta en el Eurocódigo del parámetro de transformación β .

- El uso del parámetro β conlleva asociado un proceso iterativo que requiere, en su versión no simplificada, valores positivos y negativos de β_{real} más allá de los límites establecidos por el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b). Este hecho puede significar asignar una rigidez negativa a los correspondientes muelles durante el proceso de iteración, aspecto que los programas generalistas de cálculo de estructuras normalmente no contemplan entre sus funciones.
- Para la mayoría de casos, en Estado Límite Último, el comportamiento de la unión se convierte en plástico y el proceso iterativo no es convergente para β_{real} .
- Los límites establecidos por el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b) son la causa de errores en la determinación de los momentos flectores en los elementos estructurales y en las uniones, aspecto que, consecuentemente, puede llevar a una predicción errónea sobre la localización de las rótulas plásticas. Además, estos límites establecidos por la normativa no aseguran en la totalidad de los casos solucionar el problema de convergencia cuando las uniones alcanzan un comportamiento plástico.

En un ejemplo desarrollado en (Bayo, y otros, 2006) se observa claramente que las limitaciones impuestas por el Eurocódigo en el valor de β_{EC3} son las causantes de que los resultados obtenidos mediante este parámetro difieran de forma significativa respecto a los correctos. Se muestra el pórtico con el que trabaja el citado ejemplo en la Figura 2.29.

En la Figura 2.30.a, perteneciente al mismo estudio, se observa cómo, para las uniones J2, J3, J6 y J7, para obtener el valor de β_{real} se requieren 9 iteraciones. Puede destacarse como el valor de J3 alcanza el valor de -5,5 antes de que converja a -3,1. En los casos que el parámetro de transformación alcanza valores negativos, cómo se ha comentado anteriormente, se tiene la dificultad añadida de asignar rigideces negativas a los muelles que les correspondan en el proceso de iteración.

Por otro lado, en la Figura 2.30.b se muestra cómo el uso de β_{EC3} requiere solo 3 iteraciones para las mismas uniones J2, J3, J6 y J7. Se observa cómo para J3 el valor que sugiere el Eurocódigo es de $\beta_{EC3} = 2$, valor muy distinto al $\beta_{real} = -3,1$.

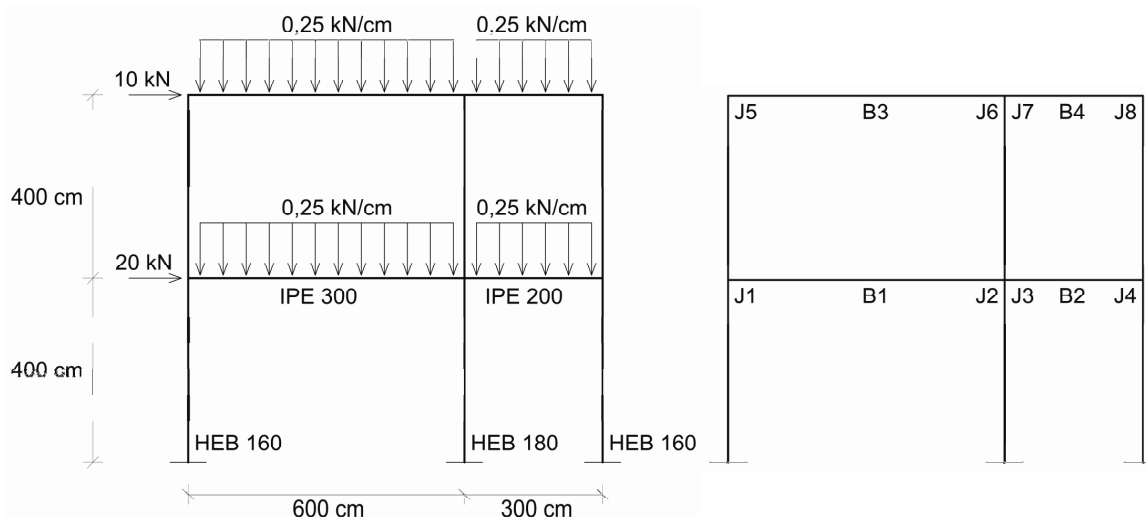


Figura 2.29: Pórtico metálico desarrollado como ejemplo en (Bayo, y otros, 2006).

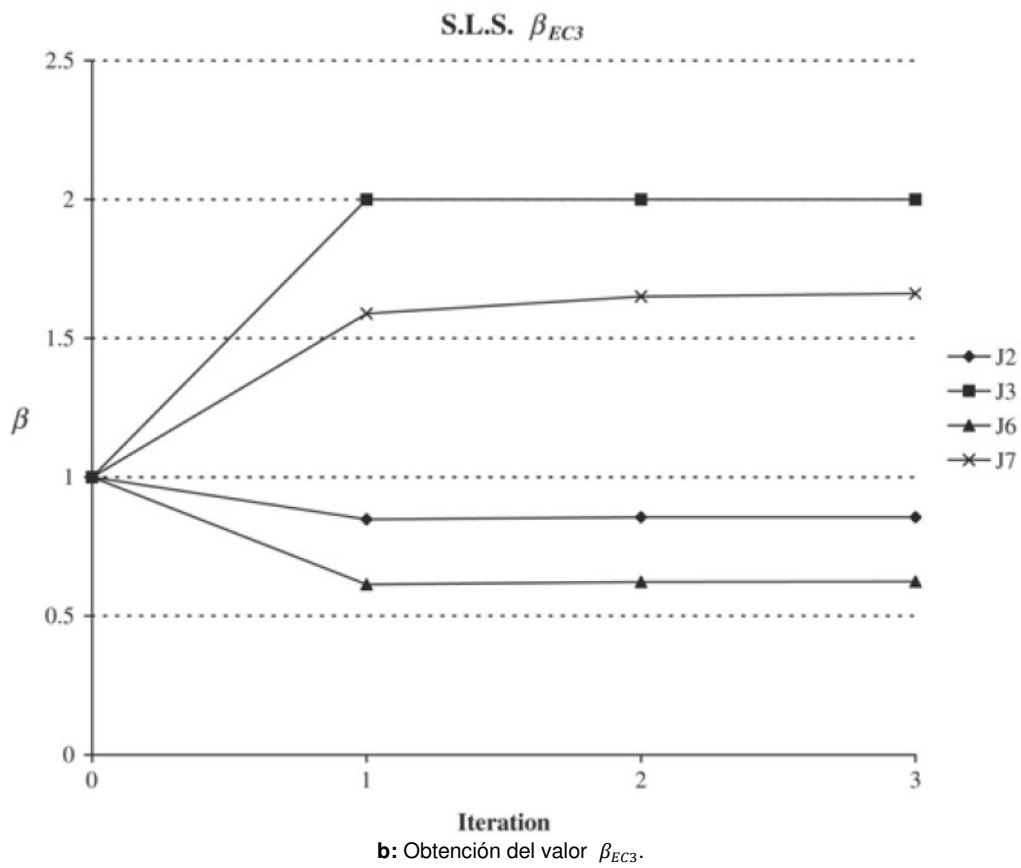
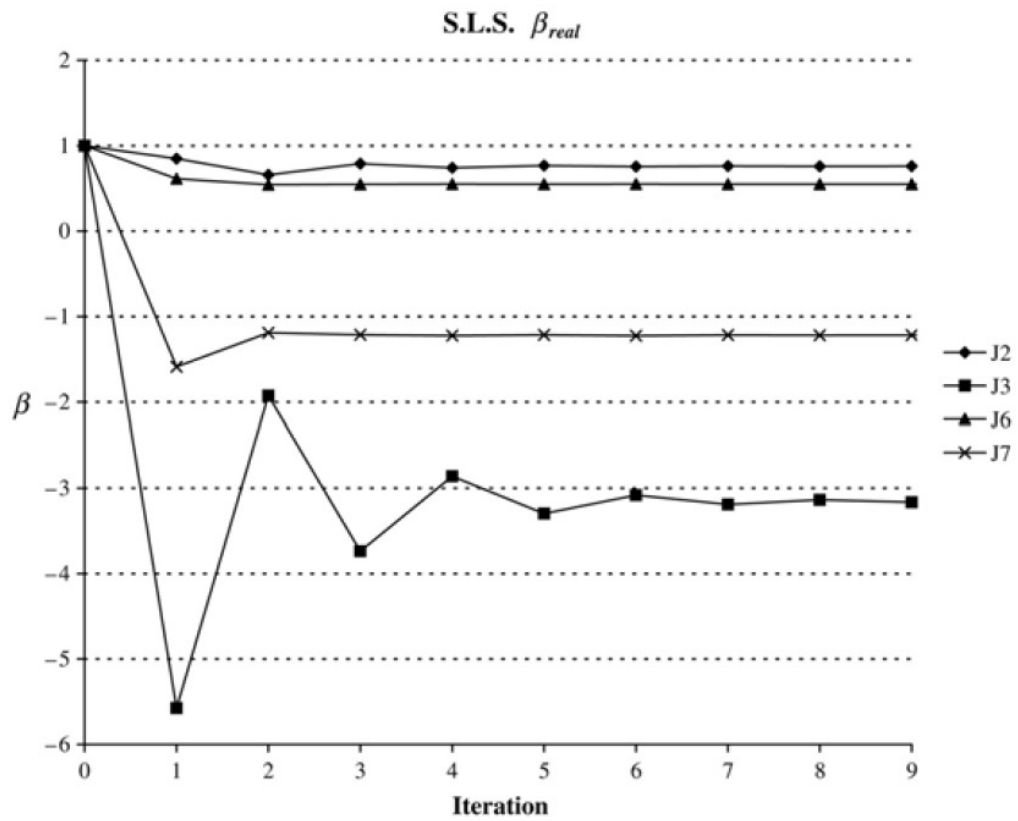


Figura 2.30: Proceso de iteración para la obtención de la β real y comparación con la β limitada por el Eurocódigo. (Bayo, y otros, 2006).

2.2.5.2- Otros métodos para el modelado de la interacción con el cortante.

Tal como se ha comentado anteriormente, los cuerpos normativos modernos ponen especial énfasis en la importancia de una correcta modelización de la zona del panel del soporte bajo esfuerzos de compresión y cortante. El Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b) propone el modelado de las uniones mediante muelles rotacionales en el final de las vigas a ambos lados del soporte, consideración que implica el uso del llamado parámetro de transformación β . Este factor, como ampliamente se ha comentado en el Apartado precedente 2.2.5.1, implica un proceso iterativo para su definición que, unido a las limitaciones “teóricas” de los valores de este parámetro, hicieron pensar en desarrollar un método alternativo para el modelado del panel del soporte a cortante. Uno de los métodos más interesantes que evita el uso de β , y por tanto el citado proceso iterativo que éste requiere, es el que se propone en (Bayo, y otros, 2006). El método, pensado para ser incorporado en el análisis global, se basa en un elemento finito dimensional elasto-plástico de cuatro nodos que toma en consideración, de una forma congruente y completa, sus características deformacionales (componentes del Eurocódigo), incluyendo las del panel del alma, fenómenos locales y todas las fuerzas internas que confluyen en la unión. Además, también considera las excentricidades de éstas, ya que la modelización se hace teniendo en cuenta las dimensiones reales de la unión.

Gracias a las simulaciones efectuadas en el estudio reseñado, correspondientes a análisis elásticos y plásticos en estructuras metálicas y mixtas, se observa cómo el elemento es capaz de resolver todos los casos considerados con exactitud y eficiencia numérica.

3

EL MÉTODO DE LOS COMPONENTES

3.1- Conceptos básicos.....	67
3.2- Resistencia.....	71
3.2.1- <i>T-Stub</i> equivalente a tracción.....	71
3.2.1.1- Definición y conceptos generales.....	71
3.2.1.2- Filas de tornillos consideradas individualmente, grupos de tornillos y grupos de filas de tornillos.....	77
3.2.2- <i>T-Stub</i> equivalente a compresión.....	77
3.2.3- Resistencia de los componentes básicos.....	79
3.2.3.1- Componente nº1: Alma del soporte a cortante.....	79
3.2.3.2- Componente nº2: Alma del soporte a compresión transversal.....	81
3.2.3.3- Componente nº3: Alma del soporte a tracción transversal.....	84
3.2.3.4- Componente nº4: Ala del soporte a flexión transversal.....	86
3.2.3.4.1- Ala del soporte no rigidizada. Uniones atornilladas.....	86
3.2.3.4.2- Ala del soporte no rigidizada. Uniones soldadas.....	88
3.2.3.5- Componente nº5: Chapa de testa a flexión.....	89
3.2.3.6- Componente nº6: Ala del angular a flexión.....	92
3.2.3.7- Componente nº7: Ala y alma de la viga a compresión.....	93
3.2.3.8- Componente nº8: Alma de la viga a tracción.....	94
3.2.3.9- Componente nº9: Placa extrema a tracción o compresión.....	94
3.2.3.10- Componente nº10: Tornillos a tracción.....	94
3.2.3.11- Componente nº11: Tornillos a cortante.....	95
3.2.3.12- Componente nº12: Tornillos a aplastamiento.....	95
3.2.3.13- Componente nº13: Hormigón a compresión (incluye mortero).....	96
3.2.3.14- Componente nº14: Placa base a flexión bajo compresión.....	96
3.2.3.15- Componente nº15: Placa base a flexión bajo tracción.....	96
3.2.3.16- Componente nº16: Anclajes a tracción.....	96
3.2.3.17- Componente nº17: Anclajes a cortante.....	97
3.2.3.18- Componente nº18: Anclajes a aplastamiento.....	97
3.2.3.19- Componente nº19: Soldaduras.....	97
3.2.3.20- Componente nº20: Viga con cartelas.....	100
3.2.4- Ensamblaje de la resistencia.....	100
3.2.4.1- Resistencia de diseño en basas de pilares.....	102
3.2.4.1.1- Basas de pilares bajo fuerza axil.....	103
3.2.4.1.2- Basas de pilares bajo fuerza axil y momentos flectores.....	103
3.3- Rigidez.....	104
3.3.1- Descripción general.....	104
3.3.2- Coeficientes de rigidez de los componentes básicos.....	105
3.3.3- Uniones con chapa de testa con dos o más filas de tornillos traccionadas.....	108
3.3.4- Rigidez de las basas de pilares.....	109
3.4- Capacidad de rotación.....	110
3.4.1- Descripción general.....	110
3.4.2- Capacidad rotacional en uniones atornilladas.....	110
3.4.3- Capacidad rotacional en uniones soldadas.....	111

3. EL MÉTODO DE LOS COMPONENTES.

El método de los componentes es el modelo predictivo que recoge el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b) y permite, mediante un conjunto de muelles, modelar los diversos mecanismos de deformación de una unión con el objetivo de obtener su comportamiento global. Este método, vigente en el actual cuerpo normativo, permite tener descripciones del comportamiento mecánico de las uniones razonablemente fiables y cercanas a la realidad.

A pesar de poseer este instrumento, y como se ha ido comentando en diversos apartados de esta tesis, el cálculo estructural realizado de forma mayoritaria continúa simplificando enormemente el comportamiento de las uniones, considerándolas como nudos ideales y despreciando totalmente la posibilidad de aproximarse a la realidad. Este aspecto demuestra que el método de los componentes, aunque sea una gran herramienta analítica, se ha entendido por parte de los diversos agentes implicados más como un modelo teórico para la investigación o la aplicación para puntos concretos de estructuras singulares, que como un método práctico y fácilmente introducible en la dinámica del día a día de los despachos profesionales. Su árida, lenta y compleja aplicación puede dar una pista del porqué, así como la necesidad de disponer del diseño y dimensionado completo de la unión para la determinación de cada uno de los componentes. Se puede concluir que el método de los componentes no es una herramienta práctica de diseño a pesar de su enorme potencial.

3.1- CONCEPTOS BÁSICOS:

Los principios del método de los componentes parten de trabajos (Yee, y otros, 1986) o (Zoetemeijer, 1983), que posteriormente fueron ampliados por tesis doctorales (Jaspart, 1991) y otros trabajos de investigación (Faella, y otros, 2000). Progresivamente se fue sofisticando hasta alcanzar el nivel actual de desarrollo, y se incorporó de manera definitiva en el cuerpo normativo del Eurocódigo 3 en sus diversas versiones. Paralelamente se continúan desarrollando trabajos de investigación para encontrar componentes en los que se incorpore la existencia de axial en las uniones¹ (Simoes da Silva, y otros, 2001) o para obtener modelos adecuados para el cálculo de su capacidad rotacional (Piluso, y otros, 2001) y (Simoes da Silva, y otros, 2002), uno de los aspectos del tema en cuestión menos desarrollados en la normativa, que solamente recoge vagas indicaciones.

Todo lo expuesto demuestra que el método de los componentes está en continuo desarrollo y perfeccionamiento y que, atendiendo a los nuevos hallazgos, no siempre se ha expuesto en las distintas versiones del Eurocódigo de la misma manera. Como ejemplo cabe comentar que en el Anexo J(r) de la versión ENV del Eurocódigo 3 (CEN, Octubre 1998), dedicado a uniones, se distinguían 12 componentes básicos. Posteriormente la versión prEN del Eurocódigo 3 (CEN, Diciembre 2003) amplía la lista añadiendo los componentes necesarios para modelizar la unión de un soporte con placa de anclaje a cimentación (componentes del 13 al 19), y el componente necesario para modelizar la unión viga-soporte con acartelamientos (componente 20).

Tal como se ha comentado en el párrafo introductorio, el método de los componentes divide la unión en un conjunto de muelles individuales básicos en que cada uno de ellos posee su propia resistencia y rigidez a compresión, tracción y cortante. El método, por tanto, hace posible predecir el comportamiento de la unión a partir del conocimiento de las propiedades mecánicas y geométricas de cada uno de los componentes básicos que influyan en la unión que se considere. Cabe decir que la determinación de cada uno de los componentes requiere que el diseñador disponga previamente de la unión completamente diseñada y dimensionada, ya que solo así se obtiene el conocimiento adecuado de su comportamiento mecánico, aspecto que obviamente hace que el método se aleje de ser una “herramienta práctica para el diseño”.

Por componente básico² se entiende cualquier parte de la unión que influye en sus propiedades estructurales. Las propiedades estructurales de una unión son:

- La **resistencia** frente a fuerzas y momentos internos producidos en los extremos de las barras conectadas.

¹ Los componentes del Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b), excepto los que hacen referencia a las basas de pilares (componentes del 13 al 19), se circunscriben al caso, ciertamente mayoritario, de las uniones que trabajan principalmente a flexión con una reducida presencia de esfuerzos axiales.

² También llamado elemento básico del nudo.

- La **rigidez** a la rotación, o sea, el momento requerido para producir un giro unidad en la unión.
- La **capacidad de giro**, o máximo giro posible de la unión sin que se produzca su colapso.

Cabe recordar que el lugar donde uno o más componentes se encuentran se define como conexión, donde se produce el atado, mientras que el conjunto formado por la conexión y la zona de interacción de las barras es el que se define como unión³. A efectos de diseño se entiende por unión el conjunto de componentes básicos necesarios para la transmisión de fuerzas y momentos internos entre las barras conectadas.

La aplicación del método requiere llevar a cabo tres etapas fundamentales:

- Determinar el recorrido de las fuerzas en la unión e identificar los componentes que la definen, que son los que se deberán evaluar.
- Calcular la resistencia⁴, rigidez⁵ y capacidad de deformación⁶ de cada uno de los componentes.
- Obtener las propiedades mecánicas de la unión completa a partir de las de los componentes individuales que la constituyen. Este procedimiento analítico, llamado ensamblaje, permite calcular la rigidez inicial y el momento resistente de cálculo.

Tal como se deduce del proceso de ensamblaje, la calidad de los resultados obtenidos depende de los componentes empleados y de la descripción mecánica de cada uno de ellos. El método supone, simplificando el complejo fenómeno real, que las características de los componentes son independientes entre sí pero, sin embargo, realmente algunos de ellos no actúan independientemente, sino que influyen y son influidos en y por el comportamiento de otros adyacentes (Cabrero Ballarín, 2006). Es, lógicamente, de vital importancia encontrar el equilibrio entre la adecuada definición de los componentes y la complejidad justa del proceso analítico.

Los componentes descritos por el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b) son los que se muestran en la Tabla 3.1 y sus propiedades se determinan de acuerdo con las directrices marcadas por el cuerpo normativo. Es cierto que la misma normativa prevé el uso de otros componentes no incluidos en la citada tabla pero, para poderlo hacer, obliga a que los nuevos componentes estén necesariamente basados en ensayos o en métodos analíticos y numéricos corroborados también por ensayos.

Los métodos de diseño para los componentes básicos dados en la instrucción europea son de aplicación general y pueden ser utilizados también para componentes similares en otras configuraciones de uniones. Sin embargo, los criterios específicos dados para determinar el momento resistente, la rigidez rotacional y la capacidad de rotación de la unión global, están basados en la distribución interna de fuerzas para las configuraciones de uniones indicadas en la Figura 3.1. Para otras configuraciones de uniones, insiste el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b), los métodos de diseño para determinar las características globales de la unión deberían estar basados en suposiciones correctas sobre la distribución interna de las fuerzas.

Las propiedades de la unión pueden ser expresadas mediante sus características momento-rotación, que describen la relación entre el momento flector aplicado a la unión, $M_{j,Ed}$, y la correspondiente rotación entre los miembros conectados, Φ_{Ed} . Generalmente la curva momento-rotación no es lineal (ver Figura 3.2), tal como se ha explicado ampliamente en el Capítulo Segundo: Predicción y modelado del comportamiento de las uniones semirrígidas. Las características M- Φ de las uniones utilizadas en el análisis estructural pueden ser simplificadas adoptando cualquier curva que sea adecuada (incluyendo las aproximaciones bilineales y las trilineales⁷), atendiendo al criterio de que la curva aproximada debe quedar siempre por debajo

³ Recordar las diferencias entre conexión y unión comentadas en la nota al pie número 3 del capítulo segundo: Predicción y modelado del comportamiento de las uniones semirrígidas.

⁴ El componente de la cadena de componentes con menor resistencia controla la resistencia global de la unión.

⁵ El conjunto de rigideces de los componentes permite obtener la resistencia global de la unión.

⁶ A partir de la capacidad de deformación de cada componente se puede obtener la ductilidad de la unión.

⁷ Ver capítulo 2.2.1.1.

de la de diseño. Las características momento-rotación para uniones y basas de pilares de secciones en I o H obtenidos de la aplicación de las expresiones del Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b) satisfacen este criterio básico.

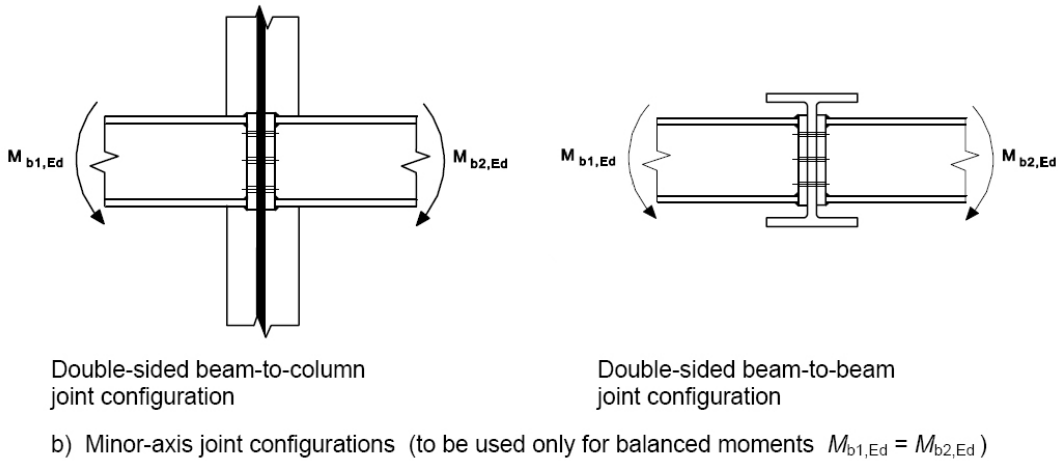
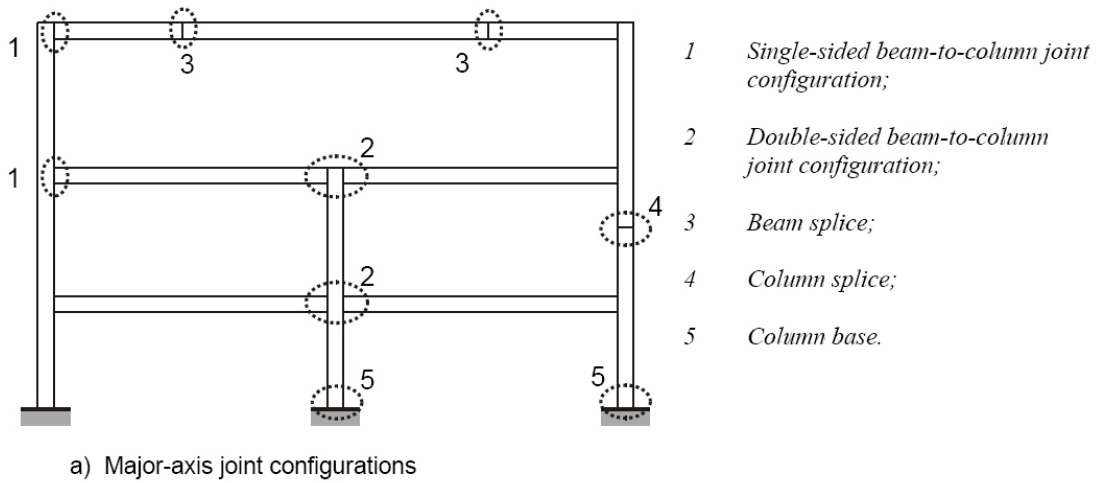


Figura 3.1: Configuraciones de uniones sobre la distribución interna de las fuerzas de las cuales se basan los criterios específicos para determinar el momento resistente, rigidez y capacidad rotacional de las uniones (CEN, Mayo 2005b).

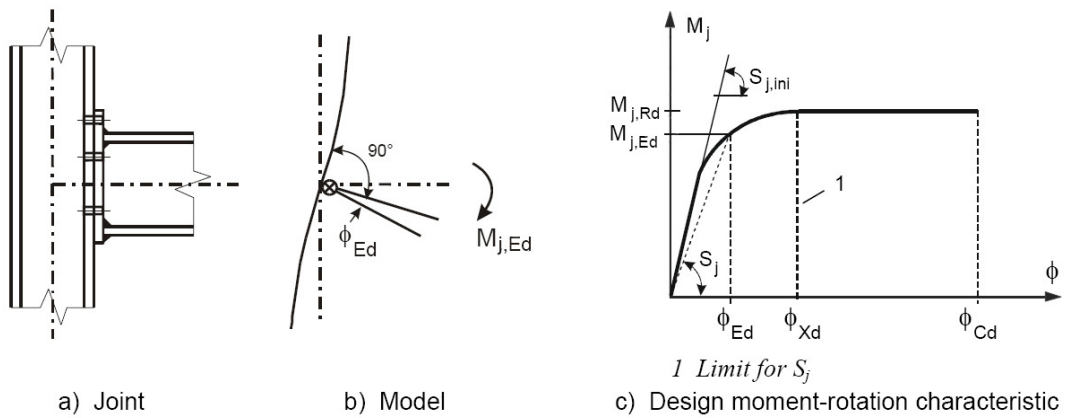
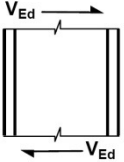
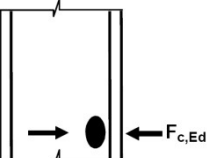
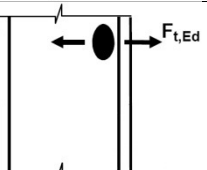
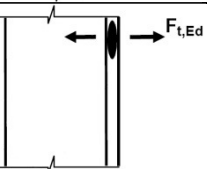
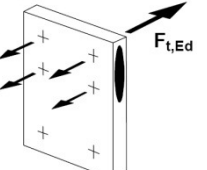
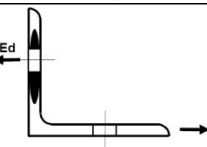
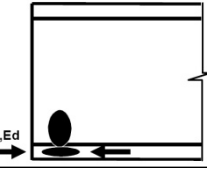
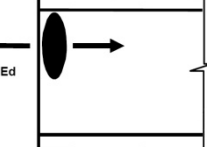
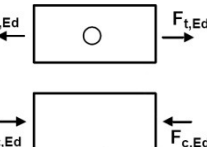
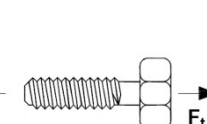
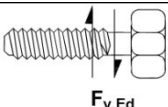
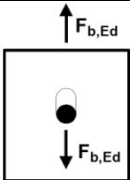
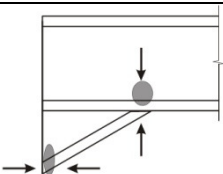


Figura 3.2: Características momento-rotación de una unión (CEN, Mayo 2005b).

Componentes básicos descritos en el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b):

Componentes			Referencia del apartado de aplicación del Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b).		
			Resistencia	Rigidez	Capacidad de rotación
1	Alma del soporte a cortante.		6.2.6.1 3.2.3.1	6.3.2	6.4.2 i 6.4.3
2	Alma del soporte a compresión transversal.		6.2.6.2 3.2.3.2	6.3.2	6.4.2 i 6.4.3
3	Alma del soporte a tracción transversal.		6.2.6.3 3.2.3.3	6.3.2	6.4.2 i 6.4.3
4	Ala del soporte a flexión transversal.		6.2.6.4	6.3.2	6.4.2 i 6.4.3
5	Chapa de testa a flexión.		6.2.6.5	6.3.2	6.4.2
6	Ala del angular a flexión.		6.2.6.6	6.3.2	6.4.2
7	Ala y alma de la viga a compresión.		6.2.6.7	6.3.2	Sin información.
8	Alma de la viga a tracción.		6.2.6.8	6.3.2	Sin información.
9	Placa extrema a tracción o compresión		A tracción: EN 1993 1-1 A compresión: EN 1993 1-1	6.3.2	Sin información.
10	Tornillos a tracción.		Con ala del pilar: 6.2.6.4 Con placa extrema:	6.3.2	6.4.7

			6.2.6.5 Con angular de ala: 6.2.6.6		
11	Tornillos a cortante.		3.6	6.3.2	6.4.2
12	Tornillos a aplastamiento (en: ala de la viga, ala del soporte, placa extrema o angular)		3.6	6.3.2	Sin información.
13*	Hormigón a compresión (incluye mortero).	-	6.2.6.9	6.3.2	Sin información.
14*	Placa base a flexión bajo compresión.	-	6.2.6.10	6.3.2	Sin información.
15*	Placa base a flexión bajo tracción.	-	6.2.6.11	6.3.2	Sin información.
16*	Anclajes a tracción.	-	6.2.6.12	6.3.2	Sin información.
17*	Anclajes a cortante.	-	6.2.2	Sin información	Sin información.
18*	Anclajes a aplastamiento	-	6.2.2	Sin información	Sin información.
19*	Soldaduras.	-	4	6.3.2	Sin información.
20	Viga con cartelas.		6.2.6.7	6.3.2	Sin información.

* Componentes necesarios para modelar la unión de un soporte con la placa base de anclaje a la cimentación.

Tabla 3.1: Componentes básicos de las uniones (CEN, Mayo 2005b).

3.2- RESISTENCIA:

3.2.1- T-STUB EQUIVALENTE A TRACCIÓN:

3.2.1.1- Definición y conceptos generales.

El *T-Stub* consiste en dos elementos en T unidos entre sí mediante tornillos en las alas, y permite analizar los componentes principales de las uniones atornilladas. En estas conexiones se utiliza un *T-Stub* equivalente a tracción para modelar la resistencia de diseño de los siguientes componentes:

- Componente nº4: Ala del soporte a flexión.
- Componente nº5: Chapa de testa a flexión.
- Componente nº6: Ala del angular a flexión.
- Componente nº15: Placa base a flexión bajo tracción.

Los métodos para modelar estos componentes básicos como *T-Stubs* equivalentes, incluyendo los valores de e_{min} , l_{eff} y m (ver Figura 3.3), se dan en la definición de los propios componentes en el Apartado 3.2.3. Mediante esta modelización se asume que los modos de rotura de los *T-Stubs* equivalentes serán similares a los que ocurren en cada uno de los componentes básicos que representan. Asimismo, la longitud efectiva total $\sum l_{eff}$ de un *T-Stub* equivalente, ver Figura 3.3, debería definirse como aquella que hace que la resistencia de diseño de su ala sea equivalente a la del componente básico que representa. Debe tenerse en

cuenta que la citada longitud equivalente del *T-Stub* no corresponde necesariamente con una longitud física identificable del componente básico de la unión que representa.

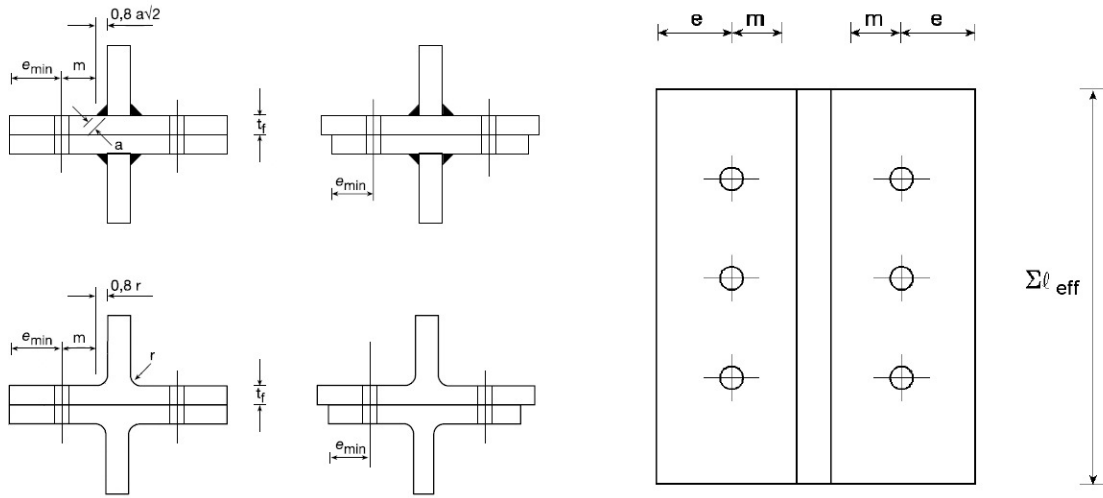


Figura 3.3: Dimensiones de un ala de un *T-Stub* (CEN, Mayo 2005b).

La resistencia de diseño a tracción de un ala de un *T-Stub* se resumen en la Tabla 3.2, extraída del Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b). Tomando estos valores, se tienen en cuenta los efectos de apalancamiento, implícitos en la formulación.

Dado un *T-Stub* en el que se conectan las alas por medio de una única fila de tornillos, se consideran tres mecanismos distintos de colapso (Faella, y otros, 2000), tal como se muestra en la Figura 3.4.

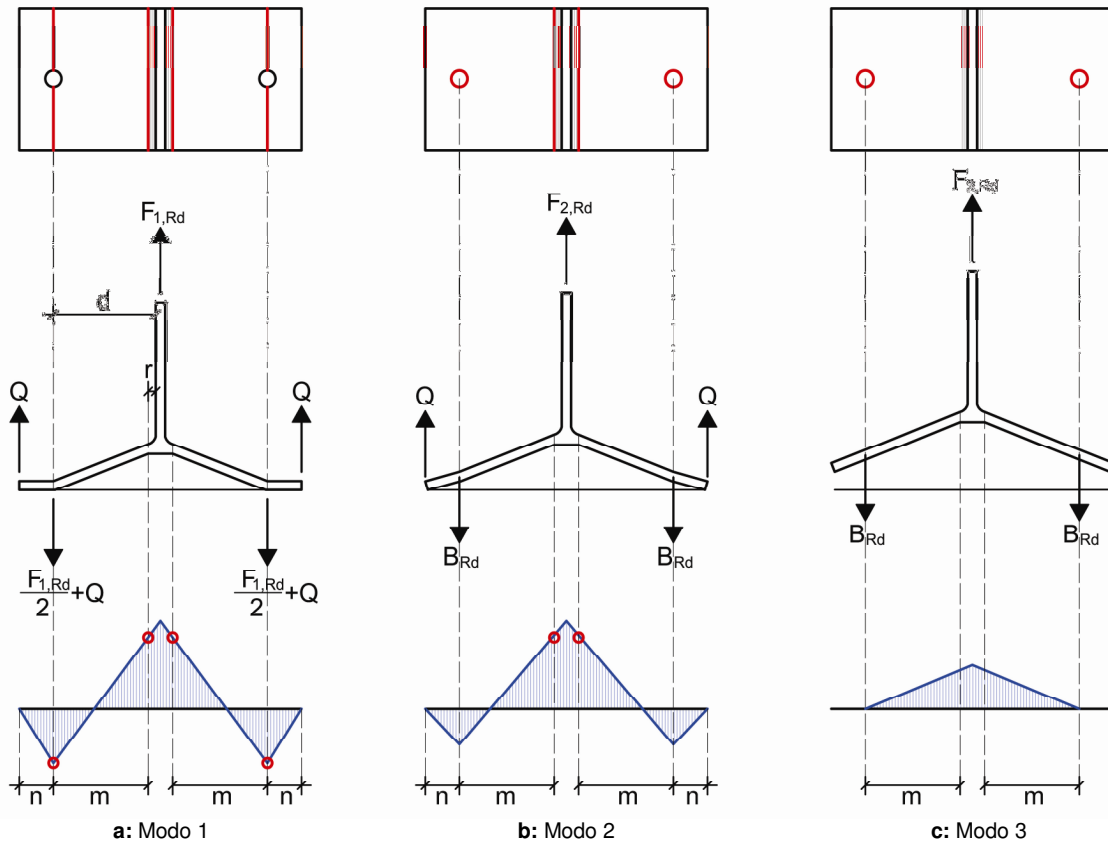


Figura 3.4: Modos de rotura de los *T-Stub* atornillados (Faella, y otros, 2000).

- Modo 1:** Su comportamiento se caracteriza por la formación de cuatro rótulas plásticas en las alas, ver Figura 3.4.a. Dos, debidas a la flexión producida por los tornillos, que hace aparecer una línea de plastificación a la altura de sus ejes. Las otras dos se localizan en la unión entre ala y alma del perfil (momento máximo en el sitio más vulnerable). La línea de plastificación aparece a una distancia m que se define como:

$$m = d - 0,8 r \quad [Ec. 3.1]$$

Donde:

- d : Distancia del eje del tornillo a la cara del alma.
- r : Radio de acuerdo entre ala y alma del perfil.

La resistencia de este mecanismo de rotura se define como:

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4 M_{pl,1,Rd}}{m} \quad [Ec. 3.2]$$

La expresión es fácilmente deducible. Si se observa una mitad del *T-Stub*, uno se percatará de que está delante del problema elemental de una barra biempotrada de longitud m sometida a un desplazamiento transversal δ , tal como muestra la Figura 3.5.

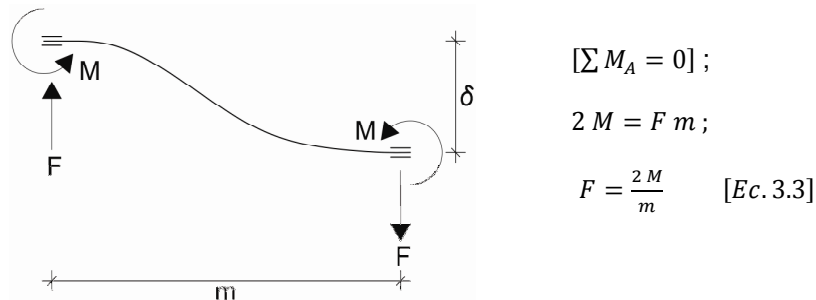


Figura 3.5: Esquema de la mitad del ala del *T-Stub*.

En el caso que nos ocupa, el valor de F del esquema de la Figura 3.5 corresponde, en realidad, a la mitad de $F_{T,1,Rd}$, ya que el *T-Stub* dispone de dos ramas como la representada. La expresión que se obtiene sustituyendo F por $\frac{F_{T,1,Rd}}{2}$ y teniendo en cuenta que el valor de M es $M_{pl,1,Rd}$ es exactamente la Ecuación 3.2.

Si se considera la resistencia del tornillo, se produce un incremento adicional significativo de la resistencia de $F_{T,1,Rd}$, aspecto que se observa en la expresión del método alternativo dado en la Tabla 3.2. Dicho efecto se basa en que la acción del tornillo no se concentra en su eje, sino que se distribuye uniformemente por toda el área bajo la cabeza o la tuerca. La ecuación que hoy recoge el cuerpo normativo responde a los estudios realizados en la tesis doctoral de J.P Jaspert (Jaspert, 1991).

- Modo 2:** Se caracteriza por la formación de dos líneas de plastificación en las alas del *T-Stub*, en la zona donde se unen ala y alma, y por la rotura de los tornillos. En este modo de rotura, a diferencia del anterior, colapsan los tornillos antes de llegar a la plastificación de la chapa que conforma el ala del *T-Stub*.

La resistencia de este mecanismo de rotura se define como:

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n \sum F_{t,Rd}}{m + n} \quad [Ec. 3.4]$$

La expresión se obtiene de realizar un simple equilibrio de fuerzas verticales y momentos flectores.

Observando la Figura 3.4.b, se obtiene la Ecuación 3.5 realizando un equilibrio de fuerzas verticales.

$$F_{T,2,Rd} = 2(B_{Rd} - Q) \quad [Ec. 3.5]$$

Del esquema de la Figura 3.6 se obtiene la Ecuación 3.7 por equilibrio de momentos.

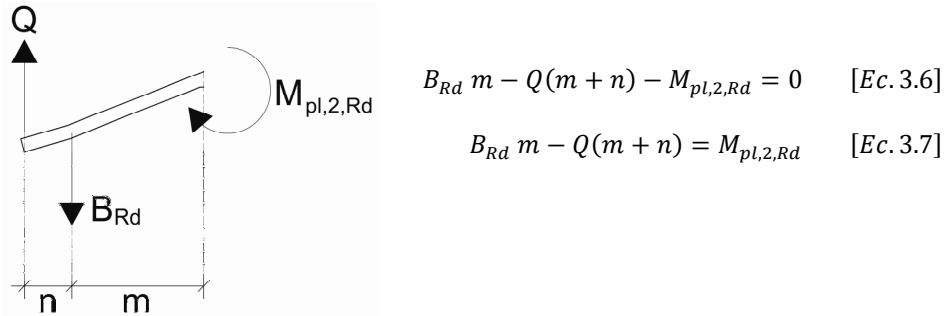


Figura 3.6: Esquema del modo 2 de colapso.

De la Ecuación 3.7 se obtiene un valor de Q de:

$$Q = \frac{B_{Rd} m - M_{pl,2,Rd}}{n + m} \quad [Ec. 3.8]$$

Sustituyendo en la Ecuación 3.5 el valor de Q que se acaba de encontrar se obtiene:

$$F_{T,2,Rd} = 2 \left[B_{Rd} - \left(\frac{B_{Rd} m - M_{pl,2,Rd}}{n + m} \right) \right] \quad [Ec. 3.9]$$

$$F_{T,2,Rd} = 2 \left(\frac{B_{Rd} n + B_{Rd} m - B_{Rd} m + M_{pl,2,Rd}}{n + m} \right) \quad [Ec. 3.10]$$

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2 M_{pl,2,Rd} + 2 B_{Rd} n}{n + m} \quad [Ec. 3.11]$$

El colapso se produce cuando la resistencia a tracción del tornillo, B_{Rd} , se iguala a su capacidad máxima, $F_{t,Rd}$. El producto $2 B_{Rd}$, en la situación de colapso y generalizando la expresión, es $\sum F_{t,Rd}$. Teniendo en cuenta estos aspectos se aprecia cómo, efectivamente, la Ecuación 3.11 es igual a la 3.4, ecuación que dicta la resistencia del mecanismo de rotura.

- **Modo 3:** Este último mecanismo de colapso corresponde únicamente a la fractura de los tornillos. Su resistencia, por tanto, es:

$$F_{T,3,Rd} = \sum F_{t,Rd} \quad [Ec. 3.12]$$

En la Tabla 3.2, extraída del Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b), se presentan las resistencias de diseño, $F_{T,Rd}$, de los diferentes modos de colapso del *T-Stub*, especificando su valor en los casos que se desarrollan fuerzas de apalancamiento y en los que no se desarrollan. Asimismo, también se presenta la formulación del método alternativo para el modo 1 anteriormente comentado, que permite obtener valores de resistencia sensiblemente mayores a los normalmente considerados, gracias a la consideración de la presión uniformemente distribuida que en realidad se genera por toda el área bajo la cabeza o la tuerca del tornillo.

	Se desarrollan fuerzas de apalancamiento ($L_b \leq L_b^*$).		Sin fuerzas de apalancamiento.
Modo 1	Método 1	Método 2 (método alternativo)	$F_{T,1-2,Rd} = \frac{2 M_{pl,1,Rd}}{m}$
Sin chapas posteriores de refuerzo	$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m}$	$F_{T,1,Rd} = \frac{(8n - 2e_w)M_{pl,1,Rd}}{2mn - e_w(m + n)}$	
Con chapas posteriores de refuerzo (ver Figura 3.7)	$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd} + 2M_{bp,Rd}}{m}$	$F_{T,1,Rd} = \frac{(8n - 2e_w)M_{pl,1,Rd} + 4nM_{bp,Rd}}{2mn - e_w(m + n)}$	
Modo 2	$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n \sum F_{t,Rd}}{m + n}$		
Modo 3	$F_{T,3,Rd} = \sum F_{t,Rd}$		

Modo 1: Plastificación completa del ala.

Modo 2: Fallo de los tornillos con plastificación del ala.

Modo 3: Fallo de los tornillos.

L_b : Longitud de alargamiento del tornillo igual a la distancia entre mitades de la cabeza y la tuerca o, en caso de anclajes a cimentación, igual a la suma de 8 veces el diámetro nominal del anclaje, la capa de mortero, el grosor de la chapa, la arandela y la mitad de la altura de la tuerca.

$$L_b^* = \frac{8,8 m^3 A_s}{\sum \ell_{eff,1} t_f^3}$$

$F_{T,Rd}$ es la resistencia a tracción de diseño del ala de un *T-Stub*.

Q es la fuerza de apalancamiento.

$$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \sum \ell_{eff,1} t_f^2 f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{pl,2,Rd} = 0,25 \sum \ell_{eff,2} t_f^2 f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{bp,Rd} = 0,25 \sum \ell_{eff,1} t_{bp}^2 f_{y,bp} / \gamma_{M0}$$

$$n = e_{min} \text{ pero } n \leq 1,25m$$

$F_{t,Rd}$ es la resistencia a tracción de diseño de un tornillo, ver Tabla 3.4 del Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b).

$\sum F_{t,Rd}$ es el valor total de $F_{t,Rd}$ para todos los tornillos del *T-Stub*.

$\sum \ell_{eff,1}$ es el valor de $\sum \ell_{eff}$ para el modo 1.

$\sum \ell_{eff,2}$ es el valor de $\sum \ell_{eff}$ para el modo 2.

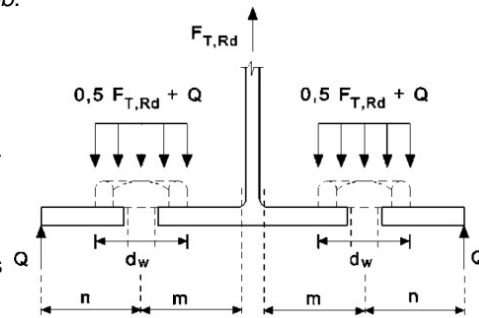
e_{min} , m y t_f se indican en la Figura 3.3.

$f_{y,bp}$ es el límite elástico de las chapas posteriores de refuerzo.

t_{bp} es el grosor de las chapas posteriores de refuerzo.

$$e_w = \frac{d_w}{4}$$

d_w es el diámetro de las arandelas o el ancho entre los puntos Q entre la cabeza o la tuerca, si son relevantes.



Nota 1: En uniones atornilladas viga-pilar o en empalmes entre vigas se asume que se desarrollaran fuerzas de apalancamiento.

Nota 2: En el método 2 (o método alternativo) la fuerza aplicada al ala del *T-Stub* por los tornillos se considera uniformemente distribuida bajo la arandela, la cabeza o la tuerca, según sea el caso, en vez de concentrada en el eje del tornillo. Esta consideración conlleva unos valores más altos de resistencia para el modo 1, pero no varía los valores de $F_{T,1-2,Rd}$ y la resistencia de los modos 2 y 3.

Tabla 3.2: Resistencias de diseño para las alas de un *T-Stub* (CEN, Mayo 2005b).

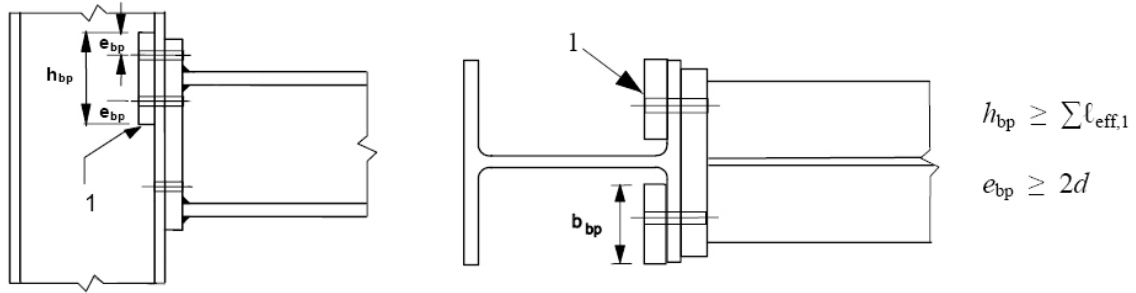


Figura 3.7: Chapas posteriores de refuerzo (CEN, Mayo 2005b)

El modo de rotura 1, o de apalancamiento total, se desarrolla en configuraciones constructivas donde se utilizan chapas delgadas, mientras que el modo de rotura 3, sin apalancamiento y dependiendo su colapso exclusivamente de la rotura de los tornillos, hace referencia a chapas gruesas. El modo de rotura 2, o de apalancamiento parcial, corresponde a chapas de un grosor intermedio a los dos anteriormente comentados, y su resistencia, tal como se ha visto, depende de la plastificación de las alas del *T-Stub* y del colapso de los tornillos.

Así pues, es evidente que las configuraciones que se rijan por un modo de colapso 1 tendrán un comportamiento dúctil y que, a medida aumente el grosor de la chapa y que en consecuencia su mecanismo de colapso sea el segundo o el tercero, progresivamente irá fragilizándose su comportamiento, ya que su resistencia pasará a depender de la rotura de los tornillos.

Si se realiza equilibrio de momentos en un tornillo del modo 1 se obtiene:

$$Q n = \frac{F_d m}{4} \quad [Ec. 3.14]$$

Suponiendo $m = 3n$, obtenemos

$$Q = \frac{3}{4} F_d \quad [Ec. 3.15]$$

Es decir, que la fuerza de apalancamiento Q vale tres cuartas partes de la fuerza de tracción exterior aplicada al *T-Stub*.

La fuerza que deben desarrollar los tornillos en el modo 1 (chapa flexible), ver Figura 3.4.a, y sustituyendo el valor de Q por el de la Ecuación 3.15, es la que se indica en la Ecuación 3.17.

$$F_{t,Rd,1} = \frac{F_d}{2} + Q \quad [Ec. 3.16]$$

$$F_{t,Rd,1} = \frac{F_d}{2} + \frac{3}{4} F_d = \frac{5}{4} F_d \quad [Ec. 3.17]$$

Por el contrario, la fuerza que deben desarrollar los tornillos en el modo de colapso 3 (chapa rígida) es:

$$F_{t,Rd,3} = \frac{F_d}{2} \quad [Ec. 3.18]$$

Por tanto, se deduce que la fuerza que deben desarrollar los tornillos en una configuración de *T-Stub* que se rija por el modo de colapso 1 (chapa delgada) es 2,5 veces mayor a una que se rija por el modo de colapso 3 (chapa gruesa).

Si se tiene en cuenta que el momento máximo que se desarrolla en una chapa flexible, M_1 , es aproximadamente la mitad del que se desarrolla en una chapa rígida, M_3 , se obtiene un conocimiento global del comportamiento de los *T-Stub*s a tracción. Se observa que, en casos de chapas delgadas, éstas se ven sometidas a momentos flectores bajos en comparación con las gruesas, del orden de la mitad, pero, a cambio, los tornillos deben soportar una sollicitación 2,5 veces mayor. La conclusión del citado comportamiento es que, para cuadros de carga relativamente bajos, las chapas delgadas obtienen un mayor rendimiento pero que, para cargas externas de entidad, se debe aumentar el espesor de las chapas para liberar a los tornillos del sobreesfuerzo y transferir más responsabilidad a la propia chapa.

En los casos en que se desarrollan fuerzas de apalancamiento⁸, la resistencia a tracción del *T-Stub*, $F_{T,Rd}$, se tomará como el valor menor entre los tres modos de rotura posibles, tal como muestra la Ecuación 3.19.

$$F_{T,Rd} = \min\{F_{T,1,Rd}, F_{T,2,Rd}, F_{T,3,Rd}\} \quad [Ec. 3.19]$$

Por el contrario, en los casos en que no existan fuerzas de apalancamiento⁹, la resistencia a tracción del *T-Stub*, $F_{T,Rd}$, se tomará como el valor menor entre los dos modos de rotura posibles sin apalancamiento, ver Ecuación 3.20.

$$F_{T,Rd} = \min\{F_{T,1-2,Rd}, F_{T,3,Rd}\} \quad [Ec. 3.20]$$

3.2.1.2- Filas de tornillos consideradas individualmente, grupos de tornillos y grupos de filas de tornillos.

- Aunque habitualmente las fuerzas en cada fila de tornillos son generalmente iguales en el *T-Stub* real de un ala, cuando el *T-Stub* equivalente se usa para modelar uno de los componentes básicos descritos en 3.2.1.1 es preciso tener en cuenta la diferencia de fuerzas en cada fila de tornillos.
- Cuando se use la aproximación del *T-Stub* para modelar un grupo de filas de tornillos, puede ser necesario dividir el grupo en filas de tornillos por separado y usar un *T-Stub* equivalente para modelar cada una de ellas.

Además, se deberán cumplir las siguientes condiciones:

- a) La fuerza en cada fila de tornillos no debe exceder la resistencia de diseño determinada considerando solamente aquella fila individualmente.
- b) La fuerza total en cada grupo de filas de tornillos, comprendiendo dos o más filas adyacentes del mismo grupo de tornillos, no debe exceder la resistencia de diseño del grupo de tornillos.
- Cuando se determine la resistencia de diseño a tracción de un componente básico representado por un *T-Stub* equivalente, deben calcularse los siguientes parámetros:
 - a) La resistencia de diseño de una fila individual de tornillos, determinada considerando únicamente esa fila.
 - b) La contribución de cada fila de tornillos a la resistencia de diseño de dos o más filas de tornillos adyacentes dentro de un grupo de éstos, determinada considerando únicamente aquella fila de tornillos.
- En el caso de una fila individual de tornillos, $\sum \ell_{eff}$ debe tomarse igual a la longitud eficaz ℓ_{eff} tabulada en el apartado 3.2.3 para aquella fila de tornillos tomada como una fila individual.
- En el caso de un grupo de filas de tornillos, $\sum \ell_{eff}$ debe tomarse como la suma de las longitudes eficaces ℓ_{eff} tabuladas en el apartado 3.2.3 para cada fila de tornillos relevante tomada como parte de un grupo de tornillos.

3.2.2- T-STUB EQUIVALENTE A COMPRESIÓN:

En las uniones acero-hormigón, el ala de una *T-Stub* equivalente a compresión se utiliza para modelizar las resistencias de diseño para los siguientes componentes básicos:

- Componente nº13: Hormigón y/o mortero de la unión a compresión.

⁸ Existen fuerzas de apalancamiento si $L_b \leq L_b^*$.

⁹ No existen fuerzas de apalancamiento si $L_b > L_b^*$.

- Componente nº14: Placa base a flexión bajo la presión de aplastamiento de los cimientos.

Como se ha comentado en el caso del *T-Stub* a tracción, la longitud total efectiva l_{eff} y el ancho efectivo b_{eff} de un *T-Stub* a compresión son tales que su resistencia a compresión es equivalente a la de los componentes básicos que representa. Se debe tener en cuenta que estas dimensiones no corresponden necesariamente a dimensiones físicas reconocibles de los componentes representados.

La resistencia de diseño a compresión de un ala de un *T-Stub*, $F_{C,Rd}$, se determina según el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b) como reza la Ecuación 3.21.

$$F_{C,Rd} = f_{jd} b_{eff} l_{eff} \quad [Ec. 3.21]$$

Donde:

b_{eff} : Ancho eficaz del ala del *T-Stub*, ver Figura 3.8.

l_{eff} : Longitud eficaz del ala del *T-Stub*, ver Figura 3.8.

f_{jd} : Resistencia de diseño a aplastamiento de la unión, ver Ecuación 3.23.

Las fuerzas que se transfieren a través del *T-Stub* se asume que se distribuyen uniformemente como muestra la Figura 3.8. La presión en el área eficaz no debe exceder el valor de la resistencia a aplastamiento f_{jd} y el ancho eficaz, c , no deberá exceder el siguiente valor:

$$c = t \sqrt{\frac{f_y}{3 f_{jd} \gamma_{M0}}} \quad [Ec. 3.22]$$

Donde:

t : Espesor del ala del *T-Stub*.

f_y : Límite elástico del ala del *T-Stub*.

La Figura 3.8.a muestra el área efectiva que se debe tomar en el caso que la longitud física disponible sea menor que la teórica calculada c . La Figura 3.8.b, por el contrario, indica el área eficaz a tomar cuando la longitud física disponible sea mayor que la teórica c .

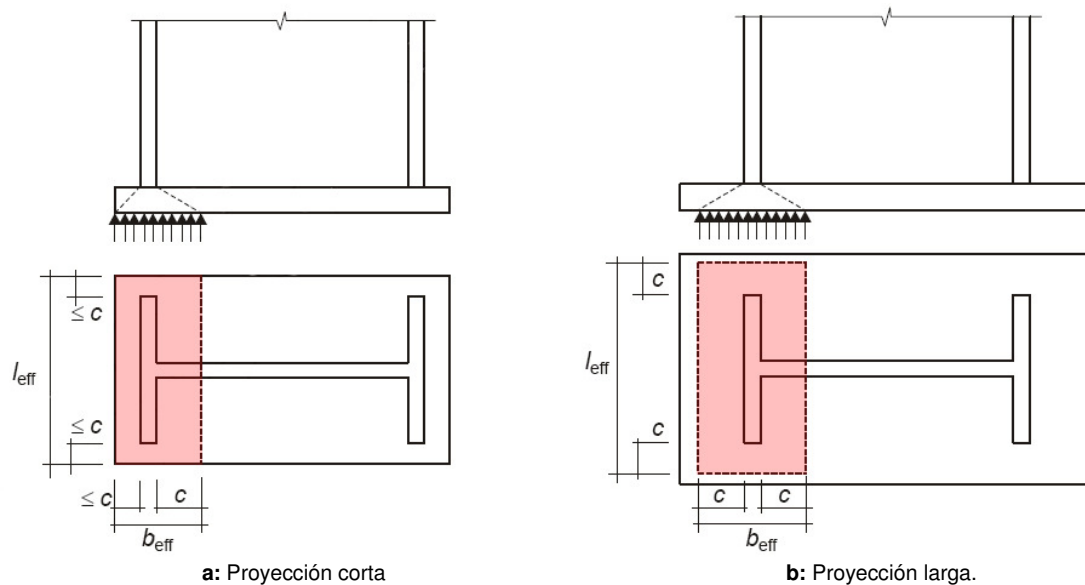


Figura 3.8: Área de un *T-Stub* equivalente a compresión (CEN, Mayo 2005b).

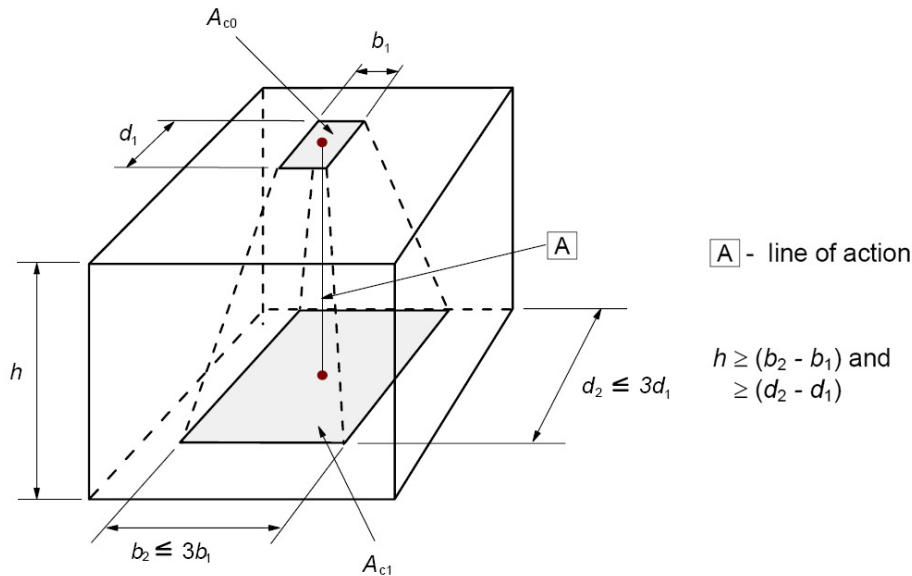


Figura 3.9: Distribución en áreas parcialmente cargadas según el Eurocódigo 2 (CEN, Diciembre 2004).

La resistencia de diseño a aplastamiento, f_{jd} , se determina de:

$$f_{jd} = \frac{\beta_j F_{Rdu}}{b_{eff} l_{eff}} \quad [Ec. 3.23]$$

Donde:

β_j : Coeficiente del material de la unión de la cimentación. Puede tomarse $\beta_j = 2/3$ siempre que la resistencia característica del mortero de nivelación no sea inferior de 0,2 veces la resistencia característica del hormigón de la cimentación, y que su espesor no sea superior a 0,2 veces el ancho menor de la basa. En aquellos casos donde el espesor del cemento de nivelación sea superior a 50 mm, la resistencia característica del cemento deberá ser, como mínimo, la misma que la del hormigón.

l_{eff} : Longitud eficaz del *T-Stub*, ver Figura 3.8.

b_{eff} : Ancho eficaz del *T-Stub*, ver Figura 3.8.

F_{Rdu} : Resistencia concentrada de diseño. Se puede obtener del Eurocódigo 2 (CEN, Diciembre 2004)¹⁰. Ver Ecuación 3.24.

$$F_{Rdu} = A_{c0} f_{cd} \sqrt{\frac{A_{c1}}{A_{c0}}} \leq 3,0 f_{cd} A_{c0} \quad [Ec. 3.24]$$

Donde:

A_{c0} : Área cargada. En este caso $A_{c0} = b_{eff} l_{eff}$. Ver Figura 3.9.

A_{c1} : Máxima área de distribución posible con una forma similar a A_{c0} , ver Figura 3.9

f_{cd} : Valor de cálculo de la resistencia a compresión del hormigón.

3.2.3- RESISTENCIA DE LOS COMPONENTES BÁSICOS:

3.2.3.1- Componente nº1: Alma del soporte a cortante.

Los métodos de diseño que aquí se muestran, de acuerdo con la teoría desarrollada en el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b), son válidos si la esbeltez del alma del soporte cumple la siguiente condición:

¹⁰ Apartado 6.7- Partially loaded areas.

$$\frac{d}{t_w} \leq 69\varepsilon \quad [Ec. 3.25]$$

Siendo, según el Cuadro 5.2 del Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005a):

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} \quad [Ec. 3.26]$$

Para uniones simples viga-pilar a un lado de éste, o para uniones a ambos lados del soporte con cantos de vigas similares, la resistencia del alma del pilar a cortante $V_{wp,Rd}$ de un panel sin rigidizar sujeto a la actuación de un esfuerzo cortante, $V_{wp,Ed}$, se obtiene aplicando la Ecuación 3.27.

$$V_{wp,Rd} = \frac{0,9 f_{y,wc} A_{vc}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} \quad [Ec. 3.27]$$

Donde:

A_{vc} : Área a cortante del pilar. Para secciones soldadas, el área a cortante se corresponde con la del alma. En perfiles laminados en I o H, el área a cortante se define mediante la expresión de la Ecuación 3.28 (CEN, Mayo 2005a) que describe el área representada con un sombreado rojo en la Figura 3.10.

$$A_{vc} = A_c - 2b_{cf}t_{cf} + (t_{cw} + 2r_c)t_{cf} \geq \eta h_{cw}t_{cw} \quad [Ec. 3.28]$$

Donde:

A_c : Área del pilar.

De forma conservadora puede adoptarse como factor del área a cortante $\eta = 1$. Para determinar el resto de valores, ver Figura 3.10.

$f_{y,wc}$: Límite elástico del acero que conforma el panel del alma del soporte.

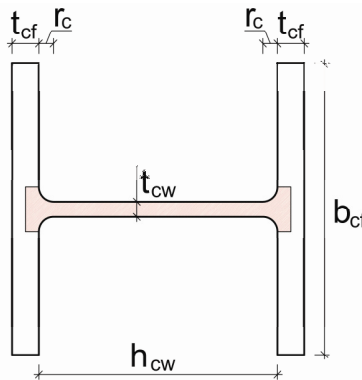


Figura 3.10: Área a cortante definida por el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005a) de perfiles laminados en I o H.

Según Cabrero (Cabrero Ballarín, 2006), para su aplicación práctica, la resistencia del componente debe ser reducida por el parámetro de transformación explicado en el Apartado 2.2.5.1. De este modo se incluyen de forma sencilla los esfuerzos internos en el alma.

$$F_{cws,Rd} = \frac{V_{cws,Rd}}{\beta} \quad [Ec. 3.29]$$

El factor 0,9 de la Ecuación 3.27 minora la resistencia con la intención de tener en cuenta la influencia de la tensión normal σ debida al esfuerzo axial. El valor codificado en el Eurocódigo 3,

según se indica en (Faella, y otros, 2000), es seguro hasta una carga axial del pilar del 45% de la carga axial máxima del pilar¹¹.

Para incluir de manera explícita la influencia del axial del pilar en la resistencia del alma, los mismos autores proponen sustituir la Ecuación 3.27 por la siguiente:

$$V_{wp,Rd} = \frac{f_{y,wc} A_{vc}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} \sqrt{1 - \left(\frac{\sigma}{f_{y,wc}}\right)} \quad [Ec. 3.30]$$

La resistencia a cortante del componente puede incrementarse mediante el uso de rigidizadores en la zona de compresión, de tracción o en ambas, así como usando rigidizadores en diagonal. También puede aumentarse la resistencia a cortante del componente añadiendo chapas de alma suplementarias, Ver Figura 3.11. Ambos casos, rigidizadores y chapas de alma suplementarias, son contemplados por el Eurocódigo 3¹² (CEN, Mayo 2005b), donde se ofrece formulación y consideraciones constructivas para su uso.

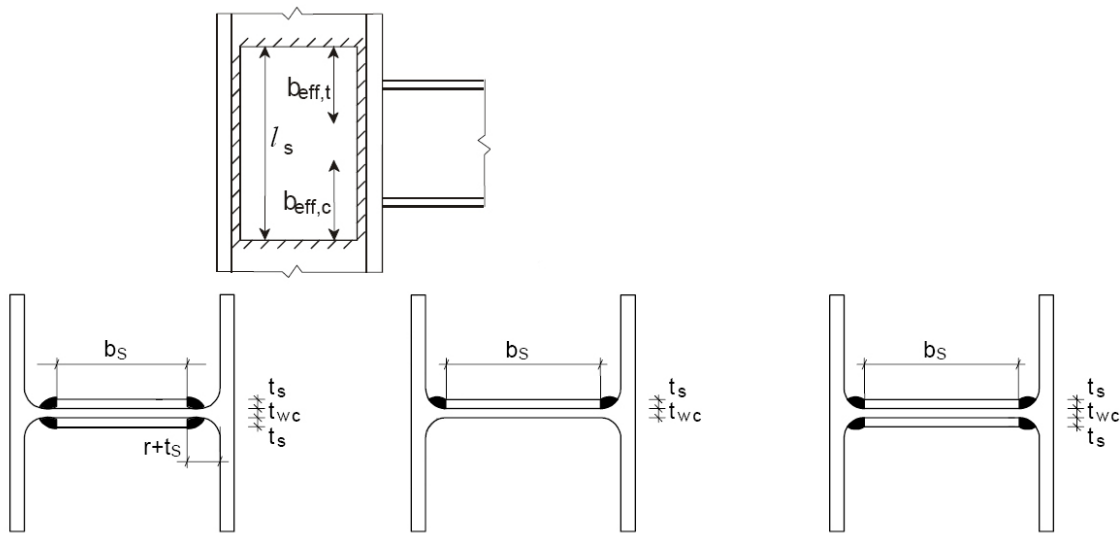


Figura 3.11: Ejemplos de chapas de alma suplementarias (CEN, Mayo 2005b).

3.2.3.2- Componente nº2: Alma del soporte a compresión transversal.

El Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b) determina la resistencia del alma del pilar sin rigidizar a compresión transversal tal como se muestra a continuación. La Ecuación 3.31 corresponde a la resistencia del alma del pilar a aplastamiento, mientras que la Ecuación 3.32 incluye el pandeo.

$$F_{c,wc,Rd} = \frac{\omega k_{wc} b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}} \quad [Ec. 3.31]$$

Pero

$$F_{c,wc,Rd} \leq \frac{\omega k_{wc} \rho b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}} \quad [Ec. 3.32]$$

Donde:

ω : Factor de reducción que se incorpora para permitir los posibles efectos de interacción con el cortante en el panel del alma del pilar. Sus valores se recogen en la Tabla 3.3, extraída del trabajo de Jaspart, Steenhuis y Weinand (Jaspart, y otros,

¹¹ Sin considerar el pandeo, es decir, con la tensión debida al axial calculada $\sigma_y = N_s/A$.

¹² En el apartado 6.2.6.1-Column web panel in shear.

1995) y reproducida en el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b). Tal como se observa, ω depende de los valores del parámetro de transformación β y del ancho efectivo $b_{eff,c,wc}$.

Parámetro de transformación β .	Factor de reducción ω .
$0 \leq \beta \leq 0,5$	$\omega = 1$
$0,5 < \beta < 1$	$\omega = \omega_1 + 2(1 - \beta)(1 - \omega_1)$
$\beta = 1$	$\omega = \omega_1$
$1 < \beta < 2$	$\omega = \omega_1 + (\beta - 1)(\omega_2 - \omega_1)$
$\beta = 2$	$\omega = \omega_2$
$\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{1 + 1,3 \left(\frac{b_{eff,c,wc} t_{wc}}{A_{vc}} \right)^2}}$	$\omega_2 = \frac{1}{\sqrt{1 + 5,2 \left(\frac{b_{eff,c,wc} t_{wc}}{A_{vc}} \right)^2}}$
A_{vc} : Área a cortante del pilar, ver Ecuación 3.28.	
β : Parámetro de transformación, ver Apartado 2.2.5.1 de esta Tesis.	

Tabla 3.3: Factor de reducción ω para la interacción con el cortante (CEN, Mayo 2005b).

Otros trabajos de investigación (Faella, y otros, 2000) constatan que las fórmulas del Eurocódigo se obtienen de modos no teóricos y proponen una formulación alternativa a la Tabla 3.3 para la obtención del coeficiente ω :

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{1 + 3\beta^2 \xi^2 \left(\frac{b_{eff,c,wc} t_{wc}}{A_{vc}} \right)^2}} \quad [Ec. 3.33]$$

Estudios existentes (Tsai, y otros, 1988) sugieren utilizar el valor $\xi = 0,8$.

$b_{eff,c,wc}$: Ancho eficaz del alma del pilar a compresión. A continuación se especifica su definición para diversas configuraciones de uniones. Ver Figura 3.12 para la definición de las variables geométricas.

- Para uniones soldadas:

$$b_{eff,c,wc} = t_{fb} + 2\sqrt{2}a_b + 5(t_{fc} + s) \quad [Ec. 3.34]$$

- Para uniones atornilladas con chapa de testa:

$$b_{eff,c,wc} = t_{fb} + 2\sqrt{2}a_p + 5(t_{fc} + s) + s_p \quad [Ec. 3.34b]$$

s_p : Longitud obtenida suponiendo una dispersión del esfuerzo a 45° a través de la chapa de testa. Su valor mínimo posible es t_p y, si la longitud inferior de la chapa de testa permite suponerlo, alcanza un valor máximo de $2t_p$. Para su estimación, Cabrero (Cabrero Ballarín, 2006) propone la fórmula:

$$s_p = t_p + h_p - L_p - h_b - \sqrt{2}a_p \quad [Ec. 3.35]$$

- Para uniones atornilladas con angulares de ala:

$$b_{eff,c,wc} = 2t_a + 0,6r_a + 5(t_{fc} + s) \quad [Ec. 3.36]$$

Donde:

Para pilares con perfiles laminados en I o H: $s = r_c$
 Para pilares con perfiles armados en I o H: $s = \sqrt{2}a_c$

ρ : Factor reductor por pandeo de la chapa.

$$\text{Si } \bar{\lambda}_p \leq 0,72: \quad \rho = 1,0 \quad [\text{Ec. 3.37}]$$

$$\text{Si } \bar{\lambda}_p > 0,72: \quad \rho = \frac{(\bar{\lambda}_p - 0,2)}{\lambda_p^2} \quad [\text{Ec. 3.38}]$$

Siendo $\bar{\lambda}_p$ la esbeltez de la chapa del panel del alma del soporte:

$$\bar{\lambda}_p = 0,932 \sqrt{\frac{b_{eff,c,wc} d_{wc} f_{y,wc}}{Et_{wc}^2}} \quad [\text{Ec. 3.39}]$$

Donde:

Para pilares con perfiles laminados en I o H: $d_{wc} = h_c - 2(t_{fc} + r_c)$

Para pilares con perfiles armados en I o H: $d_{wc} = h_c - 2(t_{fc} + \sqrt{2}a_c)$

Esta formulación deriva, según Faella (Faella, y otros, 2000), de la fórmula clásica de Winter, donde se deduce la expresión siguiente para la esbeltez del panel del alma del soporte:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{F_{cr}}} \quad [\text{Ec. 3.40}]$$

Siendo:

$$F_{cr} = \frac{\pi E t_{wc}^3}{3(1 - \nu^2) d_{wc}} \quad [\text{Ec. 3.41}]$$

Para la obtención de la Ecuación 3.39 dada en el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b), sólo se trata de sustituir la Ecuación 3.41 en la 3.40 y considerar el coeficiente de Poisson del acero $\nu = 0,3$.

k_{wc} : Factor de reducción que tiene en cuenta la tensión longitudinal máxima de compresión $\sigma_{comb,Ed}$ debida al esfuerzo axial y al momento flector en el pilar. Si esta tensión supera el valor de $0,7f_{y,wc}$, debe minorarse el valor de la resistencia del componente alma del soporte a compresión transversal por el factor de reducción que se indica en la Ecuación 3.43. En caso contrario, no se requiere ninguna reducción de la resistencia del componente, ver Ecuación 3.42.

Generalmente, el factor k_{wc} es 1 y no se requiere ninguna reducción. El Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b) permite, por tanto, omitir el factor de reducción k_{wc} en cálculos preliminares de la estructura, cuando la tensión longitudinal es aún desconocida. Posteriormente, en fases de proyecto donde ya se conozca la tensión longitudinal, deberá ser comprobada la corrección del cálculo simplificado primeramente efectuado.

$$\text{Si } \sigma_{comb,Ed} \leq 0,7f_{y,wc}: \quad k_{wc} = 1 \quad [\text{Ec. 3.42}]$$

$$\text{Si } \sigma_{comb,Ed} > 0,7f_{y,wc}: \quad k_{wc} = \frac{1,7 - \sigma_{comb,Ed}}{f_{y,wc}} \quad [\text{Ec. 3.43}]$$

Tal como se observa en la formulación que se acaba de dar, el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b) limita el valor del parámetro k_{wc} a la unidad y, por tanto, no tiene en cuenta posibles efectos beneficiosos del estado de tensiones biaxial en el panel del alma comprimido del soporte. Por ello, y atendiendo al criterio de plastificación de Von Mises, Faella, Piluso y Rizzano (Faella, y otros, 2000) proponen adoptar la formulación siguiente como alternativa.

$$k_{wc} = \left[1 - \left(\frac{\sigma_v}{f_{y,cw}} \right)^2 + \left(\frac{\omega \sigma_v}{2f_{y,cw}} \right)^2 \right] + \frac{\omega \sigma_v}{2f_{y,cw}} \quad [Ec. 3.44]$$

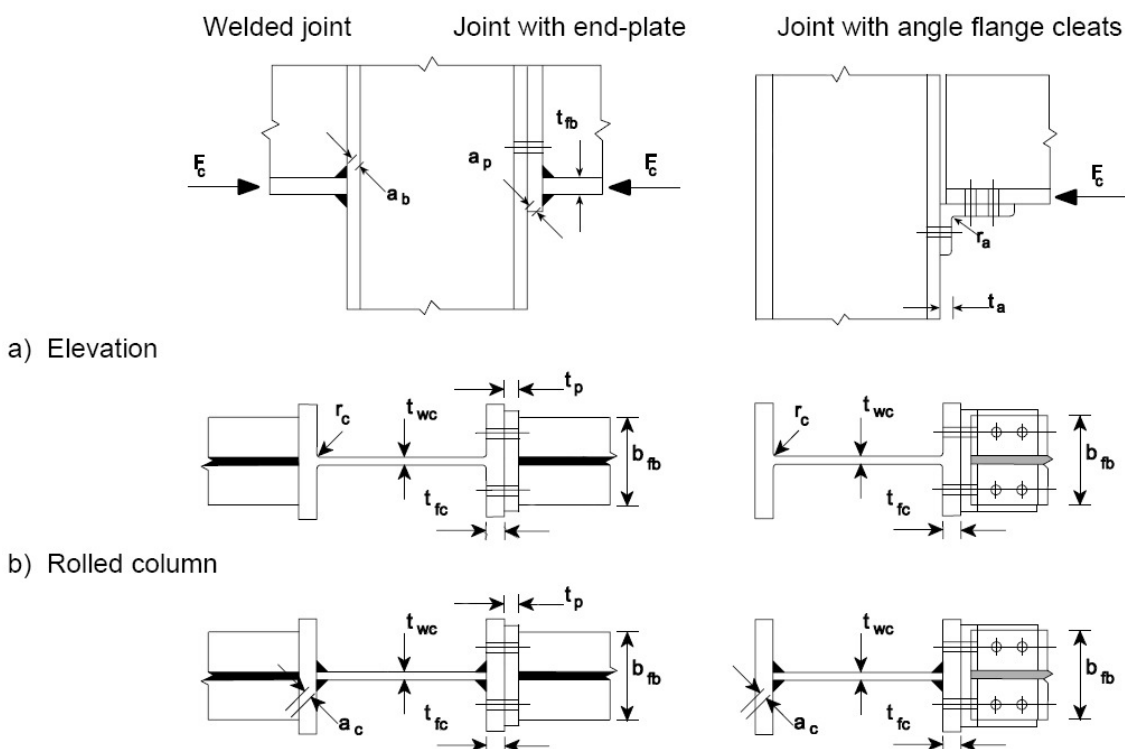


Figura 3.12: Compresión transversal en un pilar sin rigidizar (CEN, Mayo 2005b).

Para aumentar la resistencia del alma del soporte a compresión transversal pueden usarse rigidizadores o chapas de alma suplementarias según las disposiciones descritas en el Eurocódigo 3¹³ (CEN, Mayo 2005b).

3.2.3.3- Componente nº3: Alma del soporte a tracción transversal.

El Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b) determina la resistencia del alma del pilar sin rigidizar a tracción transversal tal como define la Ecuación 3.45.

$$F_{t,wc,Rd} = \frac{\omega b_{eff,t,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}} \quad [Ec. 3.45]$$

Donde:

ω : Factor de reducción, ya descrito en el componente precedente, que se incorpora para permitir los posibles efectos de interacción con el cortante en el panel del alma del pilar. Ver Tabla 3.3. Se usaran los valores de $b_{eff,t,wc}$ que se describen a continuación:

$b_{eff,t,wc}$: Anchura eficaz a tracción del alma del soporte.

- Para **uniones soldadas**:

$$b_{eff,t,wc} = t_{fb} + 2\sqrt{2}a_b + 5(t_{fc} + s) \quad [Ec. 3.46]$$

Donde:

Para pilares con perfiles laminados en I o H: $s = r_c$

¹³ En su apartado 6.2.6.2.

Para pilares con perfiles armados en I o H: $s = \sqrt{2}a_c$

Siendo:

a_c y r_c son los valores indicados en la Figura 3.15 y a_b es el que se muestra en la Figura 3.12.

Según Guardiola (Guardiola VÍllora, 2006), la formulación precedente dada por el Eurocódigo 3 es válida únicamente para soportes continuos. Para poder considerar el mismo valor de resistencia dado para un soporte no continuo, éste deberá sobresalir una longitud l_1 respecto del ala superior de la viga, tal como muestra la Figura 3.13 y describe la Ecuación 3.47 para perfiles laminados.

$$l_1 = 0,5 [t_{fb} + 2\sqrt{2}a_b + 5(t_{fc} + r_c)] - 0,5t_{fb} \quad [Ec. 3.47]$$

Para soporte enrasado con el cordón de soldadura superior, la altura del alma del soporte que realmente se dispone, para perfiles laminados, es la que se muestra en la Figura 3.14 y la que tabula la Ecuación 3.48 (Guardiola VÍllora, 2006).

$$b_{eff,t,wc} = 0,5[t_{fb} + 2\sqrt{2}a_b + 5(t_{fc} + r_c)] + 0,5t_{fb} + a_b \quad [Ec. 3.48]$$

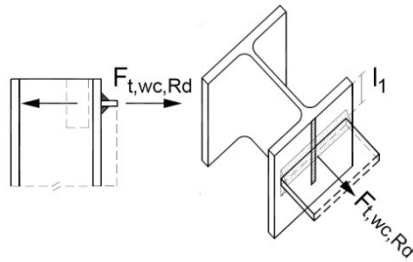


Figura 3.13: Longitud l_1 a sobresalir respecto del ala superior de la viga para considerar válida el valor de $F_{t,wc,Rd}$ de la Ecuación 3.44. (Guardiola VÍllora, 2006).

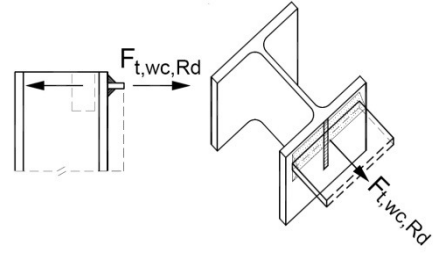


Figura 3.14: Soporte enrasado con el cordón de soldadura superior, $b_{eff,t,wc}$ tabulado en la Ecuación 3.47. (Guardiola VÍllora, 2006).

- Para **uniones atornilladas**, según el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b), la anchura eficaz del alma del soporte a tracción transversal, $b_{eff,t,wc}$, se deberá tomar como la longitud eficaz del *T-Stub* equivalente que representa el ala del pilar, ver Apartado 3.2.3.4.

La formulación propuesta para la resistencia del alma del soporte a tracción transversal definida en la Ecuación 3.45, extraída del Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b), no incluye la influencia de la tensión debida al axial¹⁴. Según Faella, Piluso y Rizzano (Faella, y otros, 2000), la citada expresión debería modificarse por la Ecuación 3.49 propuesta en su trabajo, ya que esta sí que incluye dicha interacción.

$$F_{t,wc,Rd} = \frac{\omega b_{eff,t,wc} t_{wc} k_{wc,t}}{\gamma_{M0}} \quad [Ec. 3.49]$$

Definiéndose $k_{wc,t}$ como:

$$k_{wc} = \left[1 - \left(\frac{\sigma_v}{f_{y,cw}} \right)^2 + \left(\frac{\omega \sigma_v}{2f_{y,cw}} \right)^2 \right] - \frac{\omega \sigma_v}{2f_{y,cw}} \quad [Ec. 3.50]$$

¹⁴ Recordar que la influencia de la tensión debida al axial, por el contrario, sí se tiene en cuenta en la definición del Componente nº2: Alma del soporte a compresión transversal mediante el factor k_{wc} .

Pueden usarse rigidizadores y chapas de alma suplementarias para aumentar la resistencia del alma del pilar a tracción transversal. El Eurocódigo 3¹⁵ (CEN, Mayo 2005b) regula el uso de estos elementos que confieren una resistencia suplementaria, así como concreta los parámetros necesarios para su cálculo.

3.2.3.4- Componente nº4: Ala del soporte a flexión transversal.

El Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b), dentro del campo de las uniones sin rigidizar, distingue entre las uniones atornilladas y las soldadas.

Además, el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b) en su apartado 6.2.6.4.2, desarrolla el tema para uniones rigidizadas mediante chapa de testa o angulares atornillados. Para estos casos, la propia normativa aporta¹⁶ los valores de longitud eficaz que deben tomarse.

3.2.3.4.1- Ala del soporte no rigidizada. Uniones atornilladas.

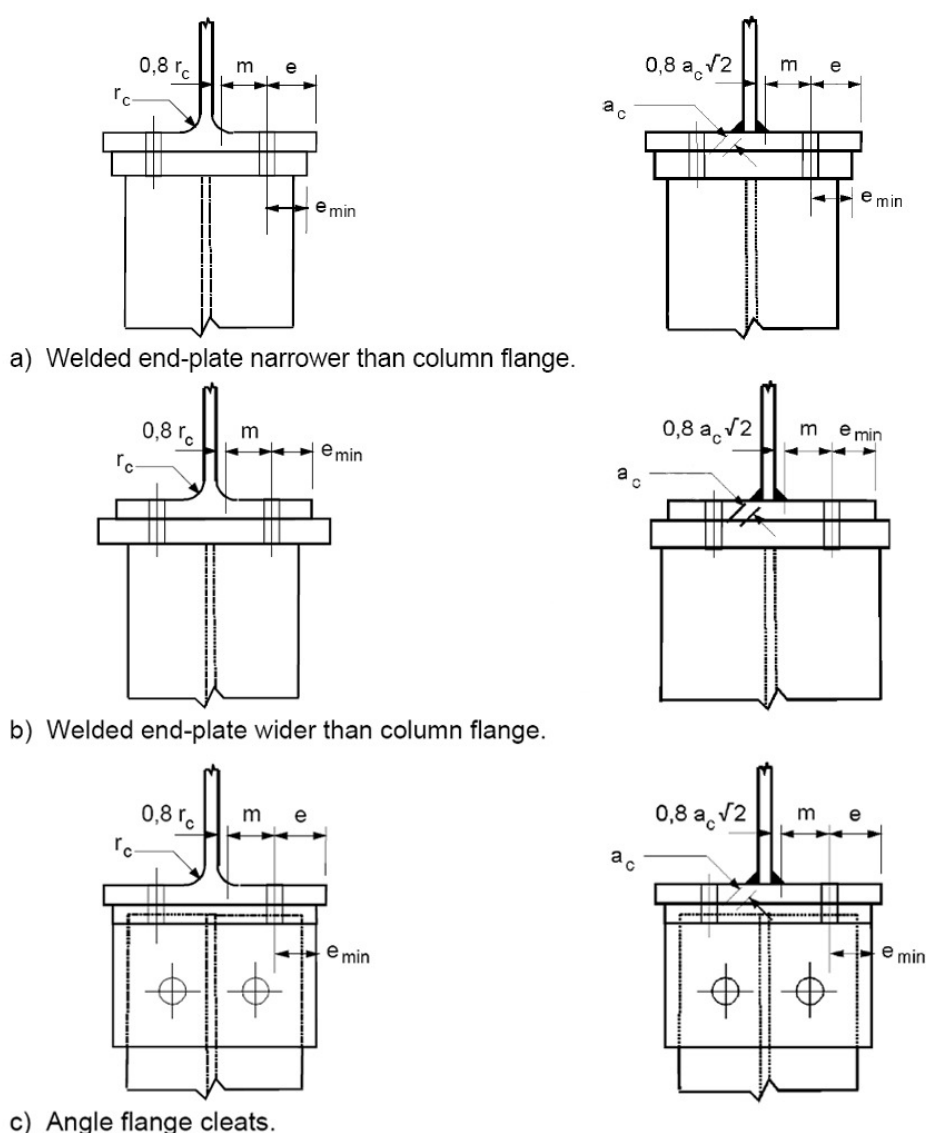


Figura 3.15: Definiciones de e , e_{min} , r_c y m (CEN, Mayo 2005b).

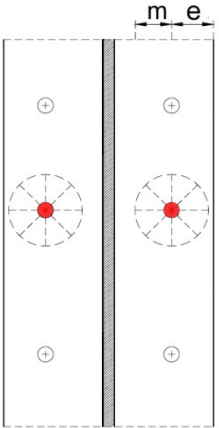
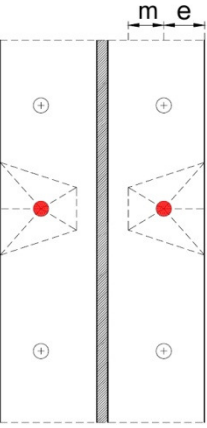
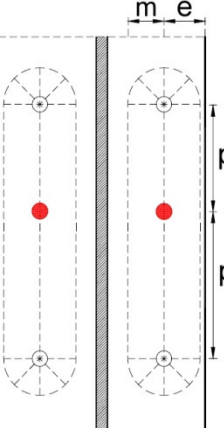
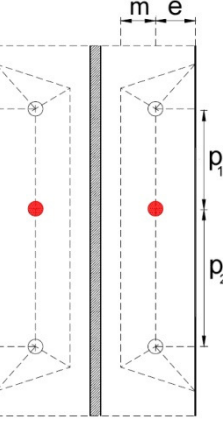
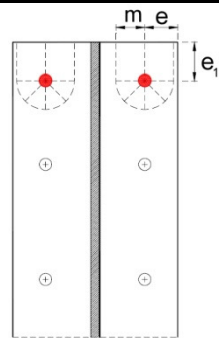
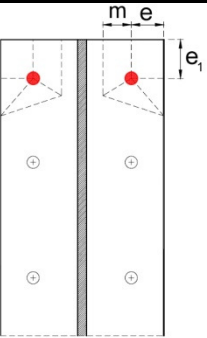
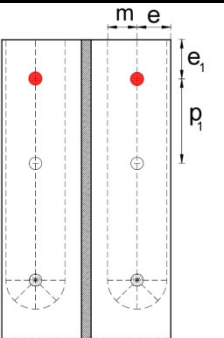
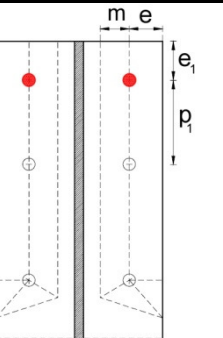
¹⁵ En su apartado 6.2.6.3

¹⁶ En la Tabla 6.5 de la instrucción.

La resistencia de diseño y los modos de rotura de un ala no rigidizada de un soporte a flexión transversal, conjuntamente con los tornillos a tracción asociados, deberían tomarse de forma similar a los del *T-Stub* equivalente a tracción¹⁷ (ver Apartado 3.2.1- *T-Stub* equivalente a tracción) para:

- Cada fila de tornillos considerada individualmente solicitada a tracción.
- Cada fila de tornillos considerada como parte de un grupo solicitada a tracción.

La Figura 3.15 indica los valores necesarios para la aplicación de la formulación descrita en el apartado en 3.2.1, correspondiente al *T-Stub* a tracción.

	Fila de tornillos considerada individualmente.		Fila de tornillos considerada como parte de un grupo.	
	Patrón circular ($\ell_{eff,cp}$)	Patrón no circular ($\ell_{eff,nc}$)	Patrón circular ($\ell_{eff,cp}$)	Patrón no circular ($\ell_{eff,nc}$)
TORNILLOS INTERIORES				
	$\ell_{eff,cp} = 2\pi m$	$\ell_{eff,nc} = 4m + 1,25e$	$\ell_{eff,cp} = p_1 + p_2$	$\ell_{eff,nc} = 0,5p_1 + 0,5p_2$
TORNILLOS DE SOPORTE EXTERIORES				
	$\ell_{eff,cp} = \text{El menor de:}$ $2\pi m$ $\pi m + 2e_1$	$\ell_{eff,nc} = \text{El menor de:}$ $4m + 1,25e$ $2m + 0,625e + e_1$	$\ell_{eff,cp} = \text{El menor de:}$ $\pi m + p_1$ $2e_1 + p_1$	$\ell_{eff,nc} = \text{El menor de:}$ $2m + 0,625e + 0,5p_1$ $e_1 + 0,5p_1$

Modo 1	$\ell_{eff,1} = \ell_{eff,nc}$ pero $\ell_{eff,1} \leq \ell_{eff,cp}$	$\sum \ell_{eff,1} = \sum \ell_{eff,nc}$ pero $\sum \ell_{eff,1} \leq \ell_{eff,cp}$
Modo 2	$\ell_{eff,2} = \ell_{eff,nc}$	$\sum \ell_{eff,2} = \sum \ell_{eff,nc}$

Tabla 3.4: Longitud eficaz del ala del soporte no rigidizada. Unión atornillada.

¹⁷ Ver apartado 3.2.1.

La Tabla 3.4 muestra los valores de longitud eficaz del ala del soporte no rigidizado para filas de tornillos consideradas individualmente y para filas de tornillos consideradas como parte de un grupo. La Tabla 3.4 extrae los valores del Eurocódigo 3¹⁸ (CEN, Mayo 2005b) y además se complementa con unos esquemas extraídos de la tesis de Guardiola Villora (Guardiola Villora, 2006) que ayudan a clarificar los conceptos¹⁹. Se ha adaptado la nomenclatura de los gráficos a la del Eurocódigo.

3.2.3.4.2- Ala del soporte no rigidizada. Uniones soldadas.

En uniones soldadas, la resistencia de diseño $F_{fc,Rd}$ de un ala del soporte no rigidizada a flexión, debida ésta a una tracción o a una compresión transmitida por el ala de una viga, debería obtenerse según el Eurocódigo 3 de la siguiente expresión:

$$F_{fc,Rd} = \frac{b_{eff,b,fc} t_{fb} f_{y,fb}}{\gamma_{M0}} \quad [Ec. 3.51]$$

$b_{eff,b,fc}$ es el ancho eficaz definido en el apartado 4.10 del Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b), donde el ala de la viga que se une al pilar de estudio se asimila a una chapa. Así pues, según rige la instrucción europea, para una sección en I o H sin rigidizar b_{eff} se deberá obtener de:

$$b_{eff} = t_w + 2s + 7kt_f \quad [Ec. 3.52]$$

Donde:

La dimensión s varía en función de la tipología del soporte²⁰:

Para pilares con perfiles laminados en I o H: $s = r_c$
 Para pilares con perfiles armados en I o H: $s = \sqrt{2}a_c$

El valor de k se obtiene de la siguiente relación, función de los espesores y tipos de acero:

$$k = \frac{t_f}{t_p} \frac{f_{y,f}}{f_{y,p}} \quad \text{pero } k \leq 1 \quad [Ec. 3.53]$$

Siendo:

$f_{y,f}$: Límite elástico del ala de la sección en I o H.
 $f_{y,p}$: Límite elástico de la chapa soldada a la sección en I o H (del ala de la viga en el presente caso).

Además, el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b) matiza que para alas sin rigidizar de secciones en I o H se debe cumplir siempre el criterio que expresa la Ecuación 3.54. En caso contrario, la unión debería rigidizarse.

$$b_{eff} \geq \frac{f_{y,p}}{f_{u,p}} b_p \quad [Ec. 3.54]$$

Donde:

$f_{u,p}$: Resistencia última de la chapa soldada a la sección en I o H.

¹⁸ El Eurocódigo supone que la distancia entre tornillos es idéntica (p). La Tabla 3.4 incorpora la posibilidad de tener distancias distintas entre tornillos (p_1 y p_2).

¹⁹ La formalización de la Tabla del Eurocódigo se ha variado para intentar conseguir un manejo más intuitivo de la misma.

²⁰ Recordar que s ya se explicó en la Ecuación 3.46.

b_p : Ancho de la chapa soldada a la sección en I o H (del ala de la viga en el caso que aquí se estudia). Ver Figura 3.16.

Obviamente, la expresión para la obtención de b_{eff} para secciones diferentes a las de I o H es distinta. El Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b) ofrece en el apartado 4.10 (4) una formulación alternativa.

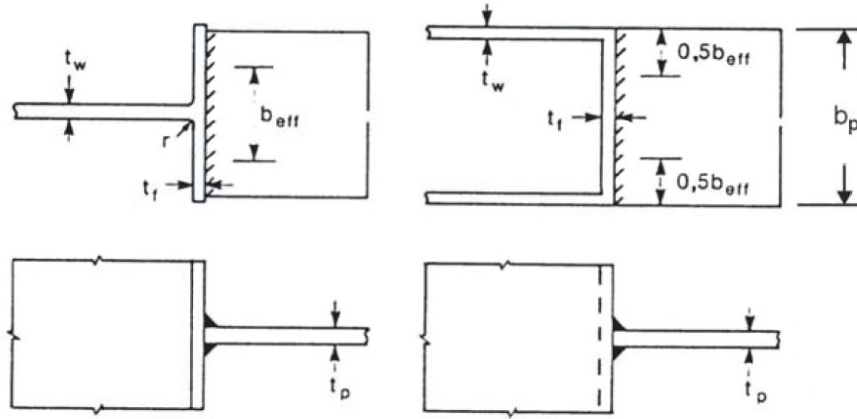
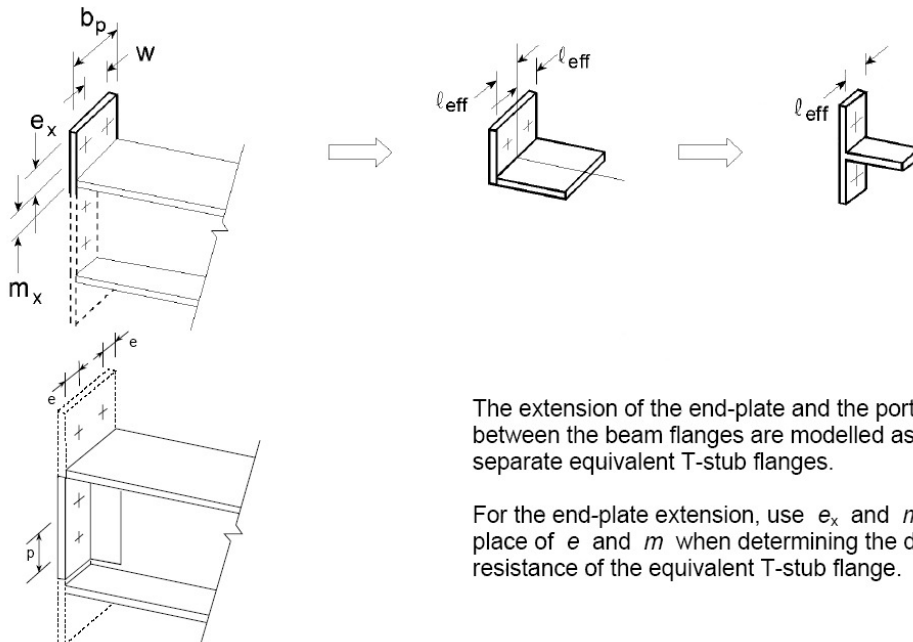


Figura 3.16: b_{eff} de una unión no rigidizada (CEN, Mayo 2005b).

3.2.3.5- Componente nº5: Chapa de testa a flexión.

Según el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b), la resistencia de diseño y los modos de rotura de este componente, conjuntamente con los tornillos asociados a tracción, se modela mediante un *T-Stub* equivalente²¹ (ver Apartado 3.2.1- *T-Stub* equivalente a tracción) para:

- Cada fila de tornillos considerada individualmente solicitada a tracción.
- Cada fila de tornillos considerada como parte de un grupo solicitada a tracción.



The extension of the end-plate and the portion between the beam flanges are modelled as two separate equivalent T-stub flanges.

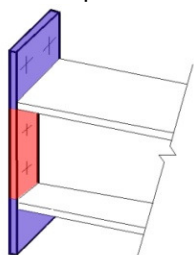
For the end-plate extension, use e_x and m_x in place of e and m when determining the design resistance of the equivalent T-stub flange.

Figura 3.17: Modelado de una chapa de testa extendida como *T-Stub*s separados (CEN, Mayo 2005b).

²¹ De igual forma como se hace para el componente nº4: Ala del soporte a flexión transversal (ver Apartado 3.2.3.4).

Las filas de tornillos a un lado de un rigidizador o similar deben tratarse como pertenecientes a grupos de tornillos independientes y modelarlos con *T-Stub*s equivalentes separados.

En el caso de uniones de chapa de testa extendida, la chapa de testa se debe modelar por medio de dos *T-Stub*s: para la extensión de la chapa y para el grupo de tornillos interior (ver Figura 3.17). La resistencia de diseño y los modos de rotura deben ser determinados de forma separada para cada *T-Stub* equivalente.



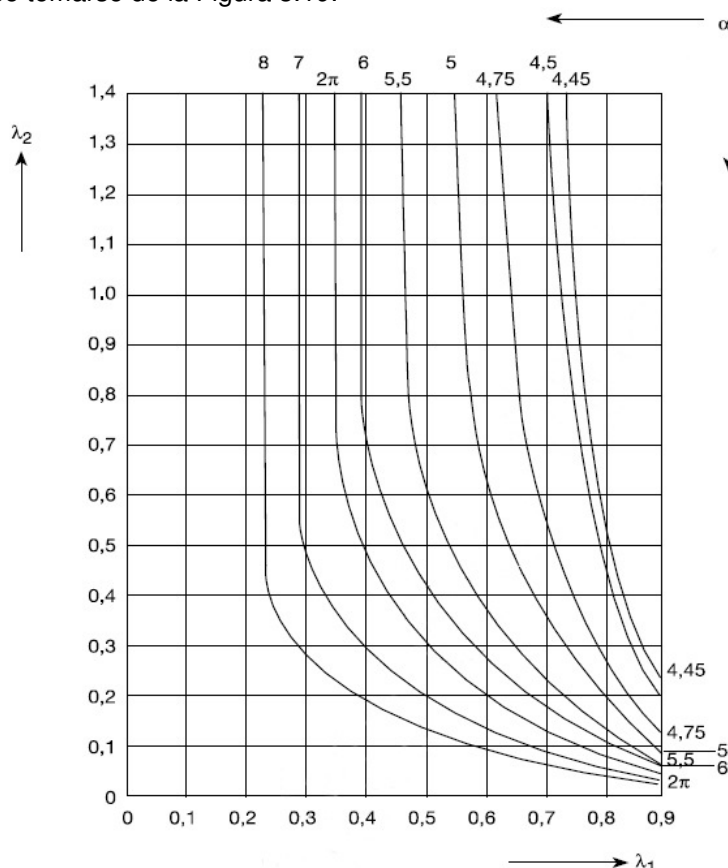
La dimensión e_{min} necesaria para el uso del *T-Stub* equivalente a tracción se obtiene de la Figura 3.15 para la parte de la chapa de testa comprendida entre las alas de la viga²². Para la extensión de la chapa de testa²³, e_{min} se deberá tomar igual a e_x de la Figura 3.17.

La Figura 3.18 muestra los tramos de chapa de testa donde se debe usar una u otra definición de los citados valores.

Figura 3.18: Tramos donde se deben tomar distintos valores de e_{min} .

La longitud eficaz de un *T-Stub* equivalente l_{eff} se determina de acuerdo con lo descrito en el Apartado 3.2.1.2, usando los valores para cada fila de tornillos dados en la siguiente Tabla 3.5. La Tabla 3.5 muestra los valores de longitud eficaz de una chapa de testa para filas de tornillos consideradas individualmente y para filas de tornillos consideradas como parte de un grupo. La Tabla 3.5 extrae los valores del Eurocódigo 3²⁴ (CEN, Mayo 2005b) y además se complementa con unos esquemas extraídos de la tesis de Guardiola Vllora (Guardiola Vllora, 2006) que ayudan a clarificar los conceptos²⁵. Se ha adaptado la nomenclatura de los gráficos a la del Eurocódigo.

El valor de α debe tomarse de la Figura 3.19.



²² Parte de color rojo en la Figura 3.18.

²³ Parte de color azul de la Figura 3.18.

²⁴ El Eurocódigo supone que la distancia entre tornillos es idéntica (p). La Tabla 3.5 incorpora la posibilidad de tener distancias distintas entre tornillos ($p_{1,2}$ y $p_{1,3}$).

²⁵ La formalización de la Tabla del Eurocódigo se ha variado para intentar conseguir un manejo más intuitivo de la misma.

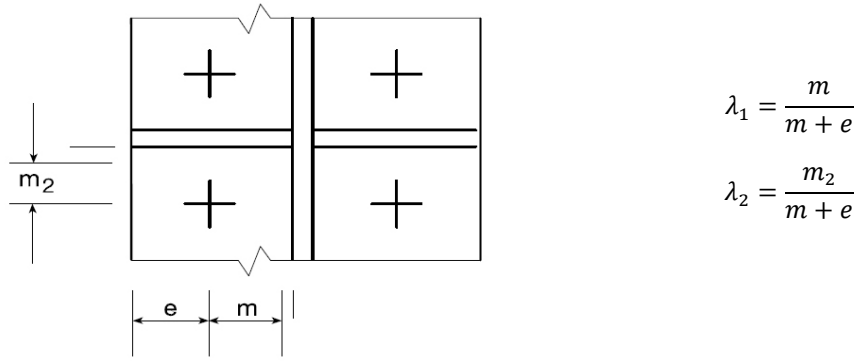


Figura 3.19: Valores de α para alas de pilares rigidizadas y chapas de testa (CEN, Mayo 2005b).

Posición de la fila de tornillos	Fila de tornillos considerada individualmente.		Fila de tornillos considerada como parte de un grupo.	
	Patrón circular ($l_{eff,cp}$)	Patrón no circular ($l_{eff,nc}$)	Patrón circular ($l_{eff,cp}$)	Patrón no circular ($l_{eff,nc}$)
Fila de tornillos por encima del ala traccionada de la viga.				
	El menor de: $2\pi m_x$ $\pi m_x + w$ $\pi m_x + 2e$	El menor de: $4m_x + 1,25e_x$ $e + 2m_x + 0,625e_x$ $0,5b_p$ $0,5w + 2m_x + 0,625e_x$	---	---
Primera fila de tornillos interior (por debajo el ala traccionada de la viga).				
	$2\pi m$	αm	$\pi m + p_{1,2}$	$2m + 0,625e + 0,5p_{1,2}$

Otras filas interiores de tornillos				
	$2\pi m$	$4m + 1,25e$	$p_{1,2} + p_{1,3}$	$0,5p_{1,2} + 0,5p_{1,3}$
Última fila de tornillos				
	$2\pi m$	$4m + 1,25e$	$\pi m + p_{1,3}$	$2m + 0,625e + 0,5p_{1,3}$
Modo 1	$l_{eff,1} = l_{eff,nc}$ pero $l_{eff,1} \leq l_{eff,cp}$		$\sum l_{eff,1} = \sum l_{eff,nc}$ pero $\sum l_{eff,1} \leq l_{eff,cp}$	
Modo 2	$l_{eff,2} = l_{eff,nc}$		$\sum l_{eff,2} = \sum l_{eff,nc}$	

Tabla 3.5: Longitud eficaz para una chapa de testa. Unión atornillada.

3.2.3.6- Componente nº6: Ala del angular a flexión.

La resistencia de diseño y el modo de rotura del ala de un angular a flexión, conjuntamente con los tornillos a tracción asociados, se deberá tomar de forma similar al *T-Stub* equivalente visto en el apartado 3.2.1²⁶.

La longitud eficaz l_{eff} del *T-Stub* equivalente deberá tomarse como $0,5b_a$, donde b_a es el ancho del angular como muestra la Figura 3.20.

Las dimensiones e_{min} y m necesarias para la aplicación de lo descrito en el citado apartado 3.2.1 podrán ser tomadas de la Figura 3.21.

²⁶ Apartado 3.2.1- *T-Stub* equivalente a tracción.

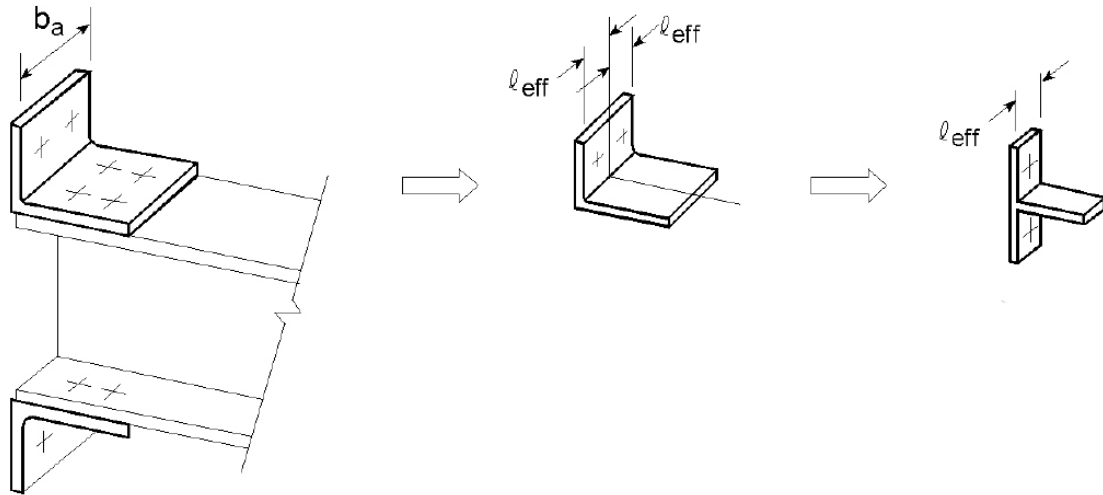
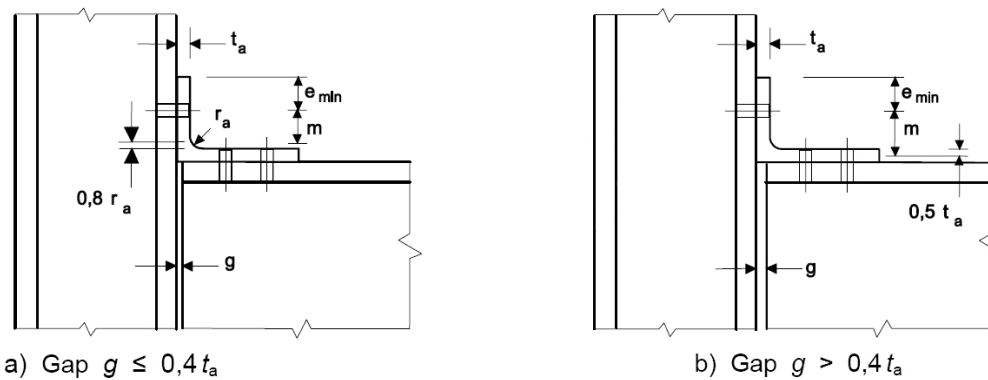


Figura 3.20: Longitud eficaz ℓ_{eff} del ala de un angular (CEN, Mayo 2005b).



Notas:

- El número de filas de tornillos que conectan el angular al ala del pilar se limita a una.
- No se limita el número de filas de tornillos que conectan el angular al ala de la viga.
- La longitud b_a del angular debe ser distinta al ancho del ala de la viga y al ancho del ala del pilar.

Figura 3.21: Dimensiones e_{min} y m para angulares atornillados.

3.2.3.7- Componente nº7: Ala y alma de la viga a compresión.

La resultante de la resistencia de diseño a compresión del ala de una viga y de la zona adyacente de compresión de la viga se asume que actúa al nivel del centro de compresión, ver 6.2.7 Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b). La resistencia conjunta de diseño a compresión del ala y alma de la viga se da mediante la siguiente expresión (CEN, Mayo 2005b):

$$F_{c,fb,Rd} = \frac{M_{b,Rd}}{h - t_{fb}} \quad [Ec. 3.55]$$

Donde:

h : Canto de la viga.

$t_{f,b}$: Grosor del ala de la viga.

$M_{b,Rd}$: Momento resistente de diseño de la sección transversal de la viga, reducido, si es necesario, por efecto del cortante.

El Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b), y también el Código Técnico de la Edificación (AENOR, 2006), no requiere tener en cuenta el efecto del cortante en la valoración del momento

resistente de la viga si el cortante actuante es inferior a la mitad de la resistencia plástica a cortante, definida como:

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}} \right)}{\gamma_{M0}} \quad [Ec. 3.56]$$

Para estos casos²⁷, el valor de $M_{b,Rd}$ se expresa según la Ecuación 3.57 para perfiles clase 1 o 2.

$$M_{b,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}} \quad [Ec. 3.57]$$

En casos donde el cortante actuante supere el 50% de la resistencia plástica a cortante de la viga (perfiles clase 1 o 2), el Código Técnico de la Edificación (AENOR, 2006) propone:

Para perfiles en I o H:

$$M_{v,Rd} = \left(W_{pl} - \frac{\rho A_v^2}{4t_w} \right) \quad [Ec. 3.58]$$

$$\rho = \left(2 \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1 \right)^2 \quad [Ec. 3.59]$$

Para el resto de casos:

$$M_{v,Rd} = \frac{W_{b,pl} \cdot (1 - \rho) \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad [Ec. 3.60]$$

Siendo igualmente válida la expresión de ρ dada en la Ecuación 3.59.

En estos casos se calcula el valor de $V_{pl,Rd}$ mediante la Ecuación 3.56.

3.2.3.8- Componente nº8: Alma de la viga a tracción.

En una unión de chapa de testa atornillada, la resistencia de diseño a tracción de la viga se obtiene de la expresión dada en la Ecuación 3.61 (CEN, Mayo 2005b).

$$F_{t,wb,Rd} = \frac{b_{eff,t,wb} \cdot t_{wb} \cdot f_{y,wb}}{\gamma_{M0}} \quad [Ec. 3.61]$$

La anchura efectiva $b_{eff,t,wb}$ del alma de la viga a tracción se debe tomar igual al ancho efectivo usado para el *T-stub* equivalente que representa la chapa de testa a flexión (ver Apartado 3.2.3.5), sea como grupo o individualmente.

3.2.3.9- Componente nº9: Placa extrema a tracción o compresión.

A tracción o compresión ver EN 1993 1-1. Con el ala del pilar consultar Apartado 3.2.3.4 de esta tesis o el capítulo 6.2.6.4 del Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b).

3.2.3.10- Componente nº10: Tornillos a tracción.

A nivel de resistencia, el modelo de *T-stub* (ver Apartado 3.2.1 de esta tesis) incluye implícitamente la resistencia de los tornillos en cada uno de los modos de rotura y, en

²⁷ Casos donde el cortante actuante es inferior al 50% del que resiste la viga.

consecuencia, no se debe considerar su resistencia de modo independiente al *T-stub* al que pertenece (Cabreró Ballarín, 2006). En el caso que nos ocupa, si se refiere a placa extrema ver el Apartado 3.2.3.5 correspondiente al componente de chapa de testa a flexión, o si lo hace al angular de ala consultar el Apartado 6.2.6.6 correspondiente al ala del angular a flexión.

3.2.3.11- Componente nº11: Tornillos a cortante.

Para el cálculo específico de tornillos o roblones, debe consultarse la Tabla 3.4 del Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b).

En el caso de tornillos a cortante, la expresión que rige su resistencia es la que se muestra en la Ecuación 3.62.

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} \quad [Ec. 3.62]$$

Donde el plano de cortante pase por la sección roscada del tornillo, *A* se referirá al área resistente del tornillo (*A_s*) y α toma los siguientes valores:

- Para aceros 4.6, 5.6 y 8.8: $\alpha_v=0,6$
- Para aceros 4.8, 5.8, 6.8 y 10.9: $\alpha_v=0,5$

Donde el plano de corte pase por la sección no roscada del tornillo, *A* se referirá al área de caña del vástago y α tomará siempre un valor de 0,6.

3.2.3.12- Componente nº12: Tornillos a aplastamiento.

Para el cálculo específico de tornillos o roblones, debe consultarse la Tabla 3.4 del Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b).

En el caso de tornillos a aplastamiento, su resistencia debe calcularse mediante la siguiente expresión:

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot a_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} \quad [Ec. 3.63]$$

Donde *a_b* es el valor mínimo entre:

$$\alpha_d$$

$$\frac{f_{ub}}{f_u}$$

$$1$$

En la dirección de transferencia de la carga:

- Para tornillos extremos:
- $$\alpha_d = \frac{e_1}{3 \cdot d_0} \quad [Ec. 3.64]$$

- Para tornillos interiores:
- $$\alpha_d = \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - \frac{1}{4} \quad [Ec. 3.65]$$

Perpendicular a la dirección de transferencia de la carga:

- Para tornillos de esquina *k₁* es el valor mínimo entre:

$$2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7 \text{ y } 2,5$$

- Para tornillos interiores *k₁* es el valor mínimo entre:

$$1,4 \cdot \frac{p_2}{d_0} - 1,7 \text{ y } 2,5$$

3.2.3.13- Componente nº13: Hormigón a compresión (incluye mortero).

La resistencia a aplastamiento de la unión entre la placa base y el macizo de hormigón se determina tomando en consideración las propiedades de los materiales y las dimensiones del mortero de regularización y del hormigón del macizo. El soporte de hormigón debe ser diseñado de acuerdo con el Eurocódigo 2 (CEN, Diciembre 2004).

La resistencia de diseño del hormigón a compresión, incluyendo el mortero, conjuntamente con la placa base a flexión $F_{c,pl,Rd}$, se debe calcular como muestra el Apartado 3.2.2 correspondiente al *T-stub* equivalente a compresión.

3.2.3.14- Componente nº14: Placa base a flexión bajo compresión.

La resistencia de diseño de una placa base a flexión bajo compresión, conjuntamente con el macizo de hormigón donde se sitúa la basa del pilar $F_{c,pl,Rd}$, se debe calcular como muestra el Apartado 3.2.2 correspondiente al *T-stub* equivalente a compresión.

3.2.3.15- Componente nº15: Placa base a flexión bajo tracción.

La resistencia de diseño y el modo de rotura de una placa base a flexión bajo tracción, conjuntamente con los anclajes a tracción asociados $F_{t,pl,Rd}$, se debe calcular usando las reglas dadas en el Apartado 3.2.3.5 correspondiente al componente nº5: chapa de testa a flexión.

3.2.3.16- Componente nº16: Anclajes a tracción.

Los anclajes deben diseñarse para resistir los efectos de las cargas aplicadas. Deben proveer la resistencia adecuada frente a posibles tracciones debidas a efectos de levantamiento y momentos flectores.

Cuando se calculen las fuerzas de tracción en los anclajes debidas a momentos flectores, el brazo de palanca no debe ser mayor a la distancia entre el centroide del área de carga del lado comprimido y el centroide del grupo de anclajes del lado traccionado.

La resistencia de diseño de los anclajes se debe tomar como la menor entre la resistencia de diseño a tracción del anclaje (ver punto 3.6 del Eurocódigo 3, parte 1.8 (CEN, Mayo 2005b)) y la resistencia última de vinculación hormigón-anclaje según el Eurocódigo 2 (CEN, Diciembre 2004) (en el Apartado 4.2.3.3.1 se puede observar un ejemplo de cálculo de esta resistencia última de vinculación hormigón-anclaje).

Uno de los siguientes métodos debe ser usado para asegurar los anclajes en la cimentación:

- Gancho (Figura 3.22.a).
- Placa y arandela. (Figura 3.22.b).
- Otros sistemas de distribución de cargas embebidos en el hormigón del macizo.
- Otras fijaciones adecuadamente testadas y probadas.

Cuando los anclajes dispongan de gancho, su longitud debe ser la adecuada para prevenir la rotura de la vinculación hormigón-anclaje antes de la plastificación del anclaje. La longitud del anclaje debe calcularse de acuerdo con el Eurocódigo 2 (CEN, Diciembre 2004). Este tipo de anclajes no deben usarse, según el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b), para anclajes realizados con aceros con un límite elástico superior a los 300N/mm².

Cuando los anclajes dispongan de placa y arandela u otros distribuidores de carga, no debe tenerse en cuenta la contribución de la vinculación entre el hormigón y el anclaje. La totalidad de la fuerza debe transferirse a través del aparato distribuidor de cargas.

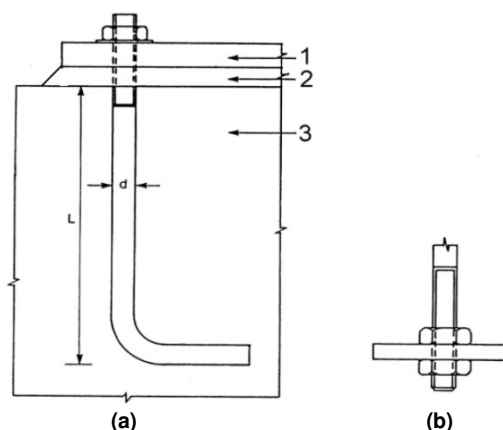


Figura 3.22: Fijación de los anclajes: a- Anclaje en gancho; b- Placa y arandela.

3.2.3.17- Componente nº17: Anclajes a cortante.

En basas de pilares, la resistencia de diseño de un anclaje $F_{vb,Rd}$ se debe tomar como el mínimo entre $F_{1,vb,Rd}$ y $F_{2,vb,Rd}$, donde:

- $F_{1,vb,Rd}$ es la resistencia de diseño a cortante del anclaje (ver Apartado 3.2.3.11).
- $F_{2,vb,Rd} = \frac{\alpha_b \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{Mb}}$ [Ec. 3.66]

Donde: $\alpha_b = 0,44 - 0,0003 \cdot f_{yb}$ [Ec. 3.67]
 f_{yb} : límite elástico de los anclajes ($235 \text{ N/mm}^2 \leq f_{yb} \leq 640 \text{ N/mm}^2$)

3.2.3.18- Componente nº18: Anclajes a aplastamiento.

Se recomienda ver el Capítulo 6.2.2 del Eurocódigo 3, Parte 1.8 (CEN, Mayo 2005b), y el Apartado 3.2.3.12 de esta tesis correspondiente al componente nº12: tornillos a aplastamiento.

3.2.3.19- Componente nº19: Soldaduras.

Para **soldaduras en ángulo** puede aplicarse el método direccional presente en el capítulo 4.5.3.2 del Eurocódigo 3, Parte 1.8 (CEN, Mayo 2005b), o bien el método simplificado, también presente en el capítulo 4.5.3.3 del mismo documento y que a continuación se resume.

La resistencia de diseño de una soldadura es adecuada si, en cada punto de su longitud, la resultante de todas las fuerzas por unidad de longitud transmitidas por la soldadura satisface el siguiente criterio:

$$F_{w,Ed} \leq F_{w,Rd} \quad [Ec. 3.68]$$

Donde: $F_{w,Ed}$ es el valor de diseño de la fuerza de la soldadura por unidad de longitud.
 $F_{w,Rd}$ la resistencia de diseño de la soldadura por unidad de longitud.

Independientemente de la orientación del cordón de soldadura respecto a la orientación de la fuerza, la resistencia de diseño por unidad de longitud $F_{w,Rd}$ se determina mediante la Ecuación 3.69.

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} \cdot a \quad [Ec. 3.69]$$

Donde $f_{vw,d}$ es la resistencia de diseño a cortante de la soldadura y viene dada por la Ecuación 3.70:

$$f_{vw,a} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \gamma_{M2}} \quad [Ec. 3.70]$$

Donde: f_u es la resistencia última de la parte más débil conectada.
 β_w es el factor de correlación adecuado de acuerdo con la Tabla 3.6.

Normas y aceros			Factor de correlación β_w
EN 10025	EN 10210	EN 10219	
S 235 S 235 W	S 235 H	S 235 H	0,8
S 275 S 275 N/NL S 275 M/ML	S 275 H S 275 NH/NLH	S 275 H S 275 NH/NLH S 275 MH/MLH	0,85
S 355 S 355 N/NL S 355 M/ML S 355 W	S 355 H S 355 NH/NLH	S 355 H S 355 NH/NLH S 355 MH/MLH	0,9
S 420 N/NL S 420 M/ML		S 420 MH/MLH	1,0
S 460 N/NL S 460 M/ML S 460 Q/QL/QL1	S 460 NH/NLH	S 460 NH/NLH S 460 MH/MLH	1,0

Tabla 3.6: Correlación β_w para soldaduras en ángulo.

El espesor de garganta efectivo de una soldadura en ángulo, a , se define como la altura del mayor triángulo (con lados iguales o no) que puede ser inscrito dentro la figura del cordón de soldadura, medido perpendicularmente al lado exterior del triángulo. El espesor efectivo de un cordón de soldadura no debe ser inferior a 3mm. Ver Figura 3.23.

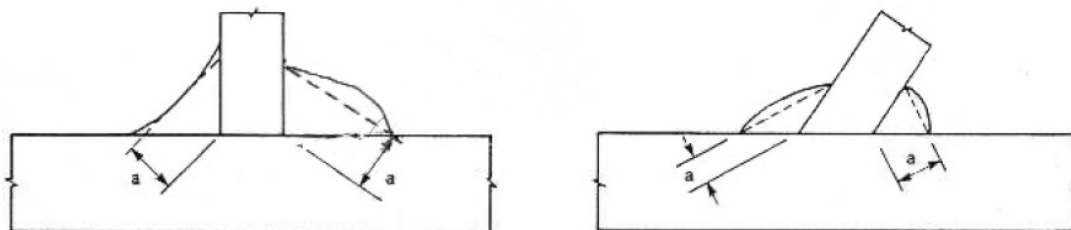


Figura 3.23: Espesor de garganta de las soldaduras en ángulo.

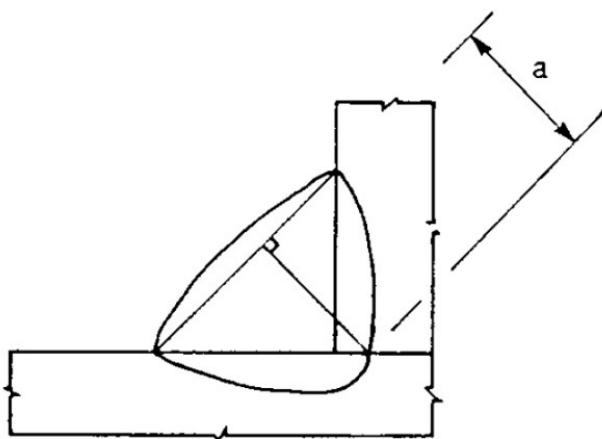


Figura 3.24: Espesor de garganta de las soldaduras en ángulo profundas.

Para determinar la resistencia de diseño de un cordón de soldadura en ángulo profundo, podrá tenerse en cuenta su espesor de garganta adicional si se demuestra mediante ensayos previos que la penetración puede realmente conseguirse. Ver Figura 3.24.

Para las **soldaduras de penetración**, también conocidas como soldaduras a tope, se distinguen entre las soldaduras de penetración total y las de penetración parcial, ver Figura 3.25.

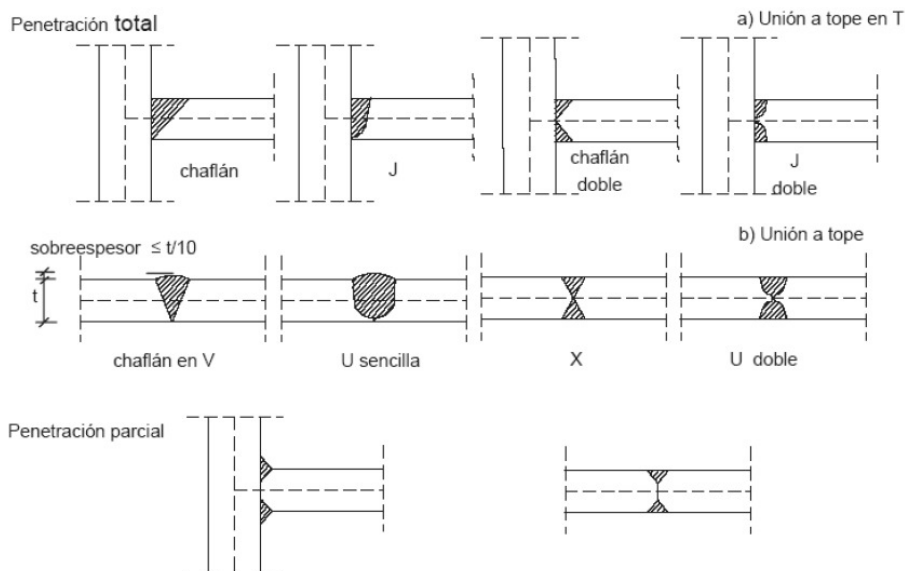


Figura 3.25: Soldadura de penetración, también conocida como soldadura a tope, y formas de preparación.

La resistencia de diseño de una soldadura de penetración total se debe tomar igual a la resistencia de diseño de la parte menos resistente unida, siempre que la soldadura esté hecha con un consumible adecuado que produzca una soldadura con un límite elástico y una resistencia a tracción mínimas no inferiores a las del acero de las partes unidas.

La resistencia de diseño de una soldadura de penetración parcial será determinada usando el método para soldaduras en ángulo profundas dado en el apartado 4.5.2(3) del Eurocódigo 3, Parte 1.8 (CEN, Mayo 2005b). Tal como muestra la Figura 3.24, correspondiente al espesor de garganta de soldaduras en ángulo profundas, el espesor de la garganta de una soldadura de penetración parcial no puede ser mayor que la profundidad que puede realmente conseguirse.

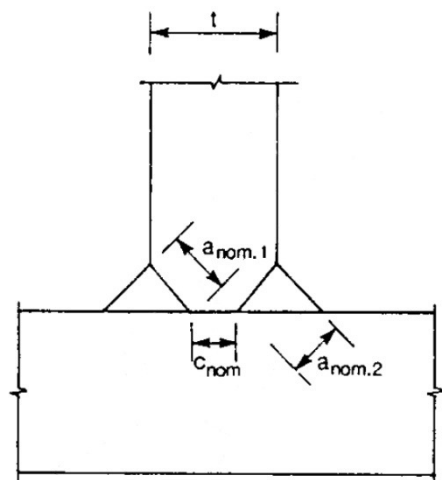


Figura 3.26: Condiciones para considerar una unión en T como de penetración total:
 $a_{nom,1} + a_{nom,2} \geq t$ y c_{nom} debe ser menor de $t/5$ y 3mm.

En referencia a las **uniones en T**, consistentes en un par de soldaduras de penetración parcial reforzadas con cordones de soldadura en ángulo superpuestos, puede considerarse como de penetración total si el espesor de garganta total, excluyendo el espacio no soldado, no es menor que el espesor t de la chapa del vástago de la unión en T, siempre que el espacio sin soldadura c_{nom} no sea mayor al menor valor entre $t/5$ o 3mm (ver Figura 3.26).

La resistencia de diseño de las uniones en T que no cumplan los requerimientos dados para ser consideradas soldaduras de penetración total se deberá determinar usando el método para soldaduras en ángulo o soldaduras en ángulo profundas, dependiendo de la cantidad de penetración de la soldadura en la pieza de acero. El espesor de garganta se debe determinar de acuerdo con las especificaciones dadas para soldaduras en ángulo (ver Figura 3.23) o para soldaduras de penetración parcial según corresponda.

3.2.3.20- Componente nº20: Viga con cartelas.

Para calcular la resistencia de vigas con cartelas se recomienda aplicar el Apartado 3.2.3.7 correspondiente al componente nº7: ala y alma de la viga a compresión

3.2.4- ENSAMBLAJE DE LA RESISTENCIA:

El procedimiento de ensamblaje de la resistencia, a partir de las resistencias parciales de los componentes básicos necesarios dependiendo de la tipología de la unión diseñada, tiene como finalidad obtener la resistencia de cálculo de la unión completa. Lógicamente, la relación entre el momento aplicado a la unión ($M_{j,Ed}$) y el resistido por esta ($M_{j,Rd}$) deberá cumplir la siguiente expresión:

$$\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} \leq 1,0 \quad [Ec. 3.71]$$

Para la determinación del momento resistido, $M_{j,Rd}$, no se tienen en cuenta ninguna fuerza axil en el miembro conectado. En caso de existir un axil aplicado N_{Ed} que exceda del 5% de la resistencia de diseño plástica ($N_{pl,Rd}$) del perfil, no se debe usar la comprobación dada en la Ecuación 3.71, sino la que ofrece la Ecuación 3.72.

$$\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} + \frac{N_{j,Ed}}{N_{j,Rd}} \leq 1,0 \quad [Ec. 3.72]$$

Donde: $M_{j,Rd}$ es la resistencia de diseño de la unión (considerando que no existen axiles aplicados).

$N_{j,Rd}$ es la resistencia axil de diseño de la unión (considerando que no existen momentos aplicados).

En la Tabla 3.7, extraída del Eurocódigo 3 Parte 1.8 (CEN, Mayo 2005b), pueden consultarse los centros de compresiones, brazos de palanca (z) y distribuciones de fuerzas para el cálculo del momento resistente de diseño ($M_{j,Rd}$) para diversos tipos de uniones.

Para el caso de uniones viga-pilar mediante una chapa de testa atornillada, el momento resistente de diseño se calcula según la expresión de la Ecuación 3.73.

$$M_{j,Rd} = \sum_r h_r \cdot F_{tr,Rd} \quad [Ec. 3.73]$$

Donde: $F_{tr,Rd}$ es la resistencia a tracción de diseño de la fila de tornillos r .

h_r es el brazo de palanca correspondiente a dicha fila de tornillos.

r es el número de la fila de tornillos. En una unión atornillada con más de una fila de tornillos trabajando a tracción, las filas se numeran empezando por las que están más lejos del centro de compresión.

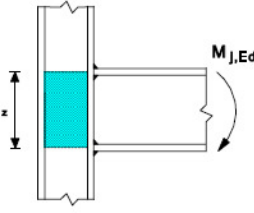
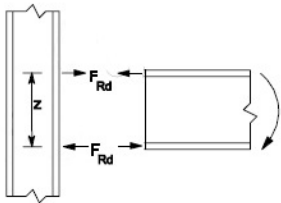
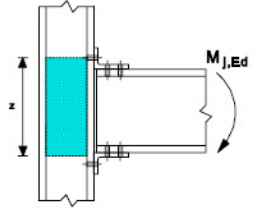
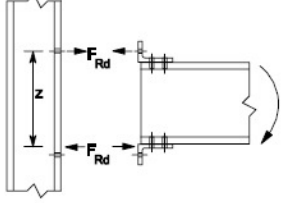
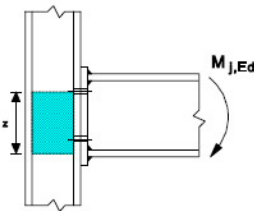
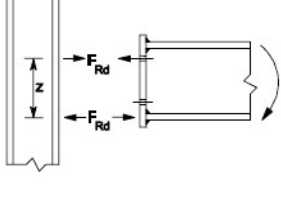
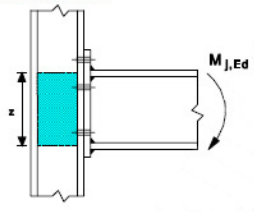
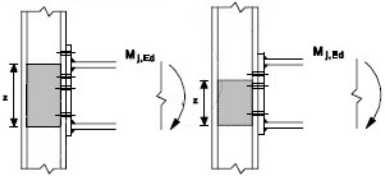
Type of connection	Centre of compression	Lever arm	Force distributions
a) Welded connection 	In line with the mid thickness of the compression flange	$z = h - t_{fb}$ h is the depth of the connected beam t_{fb} is the thickness of the beam flange	
b) Bolted connection with angle flange cleats 	In line with the mid-thickness of the leg of the angle cleat on the compression flange	Distance from the centre of compression to the bolt-row in tension	
c) Bolted end-plate connection with only one bolt-row active in tension 	In line with the mid-thickness of the compression flange	Distance from the centre of compression to the bolt-row in tension	
d) Bolted extended end-plate connection with only two bolt-rows active in tension 	In line with the mid-thickness of the compression flange	Conservatively z may be taken as the distance from the centre of compression to a point midway between these two bolt-rows	
e) Other bolted end-plate connections with two or more bolt-rows in tension 	In line with the mid-thickness of the compression flange	An approximate value may be obtained by taking the distance from the centre of compression to a point midway between the farthest two bolt-rows in tension	A more accurate value may be determined by taking the lever arm z as equal to z_{eq} obtained using the method given in 6.3.3.1.

Tabla 3.7: Centro de compresiones, brazo de palanca (z) y distribuciones de fuerzas para el cálculo del momento resistente de diseño ($M_{j,Rd}$) para diversos tipos de uniones.

Para las uniones con chapa de testa atornillada, el centro de compresiones se supone que está alineado con el centro de compresiones del ala del miembro conectado.

La resistencia de diseño a tracción $F_{t,Rd}$ de cada una de las filas de tornillos debe determinarse de forma secuencial, empezando por la fila de tornillos 1 (correspondiente la más lejana al centro de compresiones) y progresivamente la 2, etc.

En cada una se establece su resistencia de diseño a tracción, tomada individualmente, como el valor mínimo entre las de sus componentes básicas:

- $F_{t,wc,Rd}$: Alma del pilar a compresión.
- $F_{t,fc,Rd}$: Ala del pilar a flexión.
- $F_{t,ep,Rd}$: Chapa de testa a flexión.
- $F_{t,wb,Rd}$: Alma de la viga a tracción.

Por tanto, tomando las filas de tornillos independientemente, el valor la resistencia de diseño a tracción para cada fila de tornillos viene dada por la Ecuación 3.74.

$$F_{t,Rd} = \min\{F_{t,wc,Rd}; F_{t,fc,Rd}; F_{t,ep,Rd}; F_{t,wb,Rd}\} \quad [Ec. 3.74]$$

La resistencia de diseño a tracción de la fila de tornillos r debe reducir su valor dado en la Ecuación 3.74, si es necesario, para asegurarse que la suma de las resistencia de diseño de las filas de tornillos anteriores, incluyendo la fila r , no exceda el valor de la resistencia de diseño como grupo. Se deben evaluar los mismos componentes como parte de todos los grupos de filas de tornillos consecutivas constituidos por la r -ésima fila de tornillos y las anteriores, tal como expresa la Ecuación 3.75.

$$\sum F_{t,Rd} \leq \min\{F_{t,wc,Rd}; F_{t,fc,Rd}; F_{t,ep,Rd}; F_{t,wb,Rd}\} \quad [Ec. 3.75]$$

Además, la resistencia de cada grupo de filas no puede exceder la de los componentes independientes (alma del pilar a compresión, alma del pilar a cortante, ala y alma de la viga a compresión).

$$\sum F_{t,Rd} \leq \frac{V_{wp,Rd}}{\beta} \quad [Ec. 3.76]$$

$$\sum F_{t,Rd} \leq \min\{F_{c,wc,Rd}; F_{c,fb,Rd}\} \quad [Ec. 3.77]$$

Donde: β es el parámetro de transformación (ver Tabla 3.3).

3.2.4.1- Resistencia de diseño en basas de pilares.

Las basas de pilares deben tener las dimensiones, la rigidez y la resistencia suficientes para transmitir las fuerzas axiales, cortantes y momentos flectores a la cimentación u otros soportes, sin exceder su capacidad de carga.

La resistencia de diseño a aplastamiento entre la placa base y su soporte, típicamente el macizo de hormigón, se debe determinar considerando una distribución uniforme de la fuerza de compresión en el área de carga. En el caso del hormigón, la fuerza de aplastamiento no debe sobrepasar el valor f_{jd} descrito en la Ecuación 3.23.

En una basa de pilar sometida a la combinación de axil y momento, las fuerzas entre la placa base y su soporte pueden tomar una de las siguientes distribuciones, dependiendo de las magnitudes relativas entre el axil y el momento:

- En el caso de una fuerza axil de compresión dominante, se desarrollará compresión bajo las dos alas del pilar, ver Figura 3.27(a).
- En el caso de una fuerza axil de tracción dominante, se desarrollará tracción bajo las dos alas del pilar, ver Figura 3.27(b).
- Cuando domine la actuación del momento flector, se puede desarrollar compresión bajo un ala del pilar y tracción bajo la otra, ver Figuras 3.27(c) y 3.27(d).

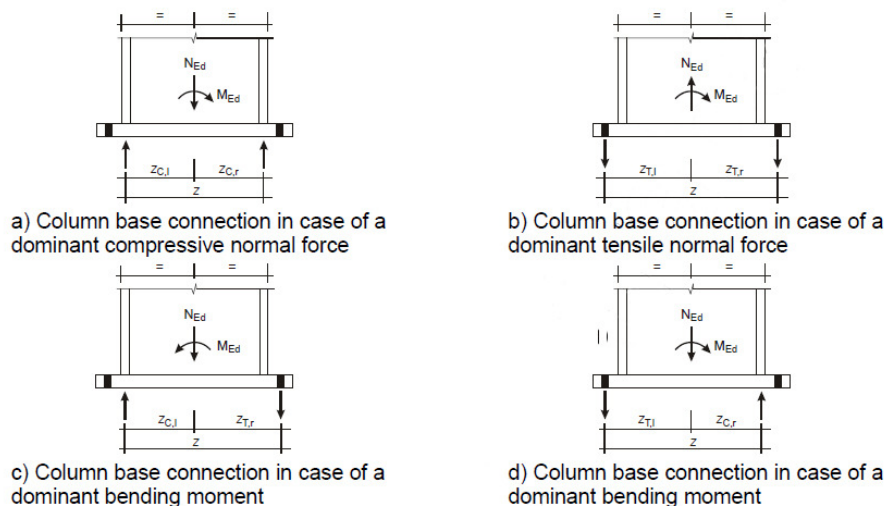


Figura 3.27: Determinación del brazo de palanca z para basas de pilares.

3.2.4.1.1- Basas de pilares bajo fuerza axil.

La resistencia de diseño ($N_{j,Rd}$) de una basa de pilar simétrica a una fuerza axil de compresión centrada se debe determinar sumando las resistencias de diseño individuales ($F_{C,Rd}$) de los tres *T-stubs* mostrados en la Figura 3.28: dos bajo las alas del pilar y uno bajo el alma. Los tres *T-stubs* no se pueden superponer, tal como muestra la Figura 3.28. La resistencia de diseño de cada uno de los tres *T-stubs* debe ser calculada usando el método descrito en el Apartado 3.2.2.

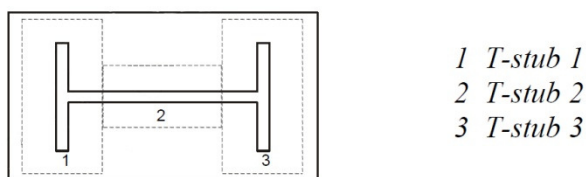


Figura 3.28: *T-stubs* caso de basas de pilares bajo fuerza axil.

3.2.4.1.2- Basas de pilares bajo fuerza axil y momentos flectores.

El momento resistente de diseño ($M_{j,Rd}$) de una basa de pilar sometida a un esfuerzo combinado de fuerza axil y momento flector se determina, según el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b), usando el método que seguidamente se describe en la tabla 3.8. La contribución de la porción de hormigón bajo el alma del pilar no se considera a efectos de capacidad a compresión.

Los parámetros que se usan en el método, tal como especifica el texto normativo, son los siguientes:

- $F_{T,l,Rd}$: Resistencia de diseño a tracción del lado izquierdo de la unión.

Su valor debe tomarse como el mínimo entre:

- $F_{t,wc,Rd}$: Alma del pilar a tracción transversal bajo el ala izquierda del pilar (ver Apartado 3.2.3.3)
- $F_{t,pl,Rd}$: Placa base a flexión bajo el ala izquierda del pilar (ver Apartado 3.2.3.15)

- $F_{T,r,Rd}$: Resistencia de diseño a tracción del lado derecho de la unión.

Su valor debe tomarse como el mínimo entre:

- $F_{t,wc,Rd}$: Alma del pilar a tracción transversal bajo el ala derecha del pilar (ver Apartado 3.2.3.3)
- $F_{t,pl,Rd}$: Placa base a flexión bajo el ala derecha del pilar (ver Apartado 3.2.3.15).

- $F_{c,l,Rd}$: Resistencia de diseño a compresión del lado izquierdo de la unión.

Su valor debe tomarse como el mínimo entre:

- $F_{c,pl,Rd}$: Hormigón a compresión bajo el ala izquierda del pilar (ver Apartado 3.2.3.13).
- $F_{c,fx,Rd}$: Ala y alma izquierda del pilar a compresión (ver Apartado 3.2.3.7).

- $F_{c,r,Rd}$: Resistencia de diseño a compresión del lado derecho de la unión.

- $F_{c,pl,Rd}$: Hormigón a compresión bajo el ala derecha del pilar (ver Apartado 3.2.3.13)
- $F_{c,fx,Rd}$: Ala y alma derecha del pilar a compresión (ver Apartado 3.2.3.7).

Situación de carga	Brazo de palanca (z)	Momento resistente de diseño ($M_{j,Rd}$)	
Lado izquierdo traccionado Lado derecho comprimido	$z = z_{T,l} + z_{C,r}$	$N_{Ed} > 0$ y $e > z_{T,l}$	$N_{Ed} \leq 0$ y $e \leq -z_{C,r}$
		El menor entre: $\frac{F_{T,l,Rd}z}{\left(\frac{z_{C,r}}{e}\right) + 1}$ y $\frac{-F_{C,r,Rd}z}{\left(\frac{z_{T,l}}{e}\right) - 1}$	
Lado izquierdo traccionado Lado derecho traccionado	$z = z_{T,l} + z_{T,r}$	$N_{Ed} > 0$ y $0 < e < z_{T,l}$	$N_{Ed} > 0$ y $-z_{T,r} < e \leq 0$
		El menor entre: $\frac{F_{T,l,Rd}z}{\left(\frac{z_{T,r}}{e}\right) + 1}$ y $\frac{F_{T,r,Rd}z}{\left(\frac{z_{T,l}}{e}\right) - 1}$	
Lado izquierdo comprimido Lado derecho a traccionado	$z = z_{C,l} + z_{T,r}$	$N_{Ed} > 0$ y $e \leq -z_{T,r}$	$N_{Ed} \leq 0$ y $e > z_{C,l}$
		El menor entre: $\frac{-F_{C,l,Rd}z}{\left(\frac{z_{T,r}}{e}\right) + 1}$ y $\frac{F_{T,r,Rd}z}{\left(\frac{z_{C,l}}{e}\right) - 1}$	
Lado izquierdo comprimido Lado derecho comprimido	$z = z_{C,l} + z_{C,r}$	$N_{Ed} \leq 0$ y $0 < e < z_{C,l}$	$N_{Ed} \leq 0$ y $-z_{C,r} < e \leq 0$
		El menor entre: $\frac{F_{C,l,Rd}z}{\left(\frac{z_{C,r}}{e}\right) + 1}$ y $\frac{F_{C,r,Rd}z}{\left(\frac{z_{C,l}}{e}\right) - 1}$	
$M_{Ed} > 0$ según las agujas del reloj; $N_{Ed} > 0$ es tracción			
$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{M_{Rd}}{N_{Rd}}$			

Tabla 3.8- Momento resistente de diseño ($M_{j,Rd}$) de una basa de pilar según el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b).

3.3- RIGIDEZ:

3.3.1- DESCRIPCIÓN GENERAL :

La rigidez rotacional de una unión debe determinarse a partir de las de sus componentes básicos, cada uno representado por una rigidez elástica k_i , que puede obtenerse de la Tabla 3.12.

Si la fuerza axil N_{Ed} aplicada en el miembro conectado no supera el 5% de la resistencia de diseño $N_{pl,Rd}$ de su sección transversal, la rigidez rotacional S_j de una unión viga-pilar o viga-viga, para un momento actuante M_{Ed} menor que el resistente $M_{j,Rd}$ de la unión, se obtiene con suficiente exactitud, según el Eurocódigo 3 Parte 1.8 (CEN, Mayo 2005b), de la Ecuación 3.78.

$$S_j = \frac{E \cdot z^2}{\mu \cdot \sum_i \frac{1}{k_i}} \quad [Ec. 3.78]$$

Donde: k_i es el coeficiente de rigidez del componente básico i .

z es el brazo de palanca (ver Tabla 3.7).

μ es el ratio de rigidez $S_{j,inf}/S_j$.

El Eurocódigo 3, en su Parte 1.8 (CEN, Mayo 2005b), ofrece la siguiente formulación para la determinación de μ .

$$\text{Si } M_{j,Ed} \leq \frac{2}{3} M_{j,Rd} \longrightarrow \mu = 1 \quad [Ec. 3.79]$$

$$\text{Si } \frac{2}{3} M_{j,Rd} < M_{j,Ed} \leq M_{j,Rd} \longrightarrow \mu = \left(\frac{1,5 M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} \right)^\Psi \quad [Ec. 3.80]$$

Donde Ψ puede obtenerse de la Tabla 3.9.

Tipo de conexión	Ψ
Soldada	2,7
Chapa de testa atornillada	2,7
Angulares de ala atornillados	3,1
Basas de pilares	2,7

Tabla 3.9- Valores de Ψ .

3.3.2- COEFICIENTES DE RIGIDEZ DE LOS COMPONENTES BÁSICOS :

Los componentes básicos que se deben tomar en consideración cuando se calcula la rigidez de una unión soldada viga-pilar o con angulares de ala atornillados se exponen en la Tabla 3.10. De forma similar, la Tabla 3.11 muestra los componentes básicos necesarios para el cálculo de uniones atornilladas con chapa de testa y para basas de pilares. La definición de los componentes descritos en estas tablas puede encontrarse en la Tabla 3.12.

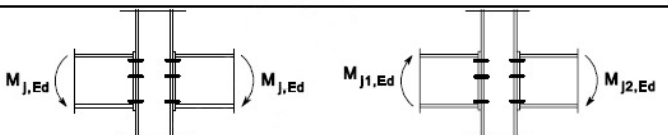
Beam-to-column joint with welded connections	Stiffness coefficients k_i to be taken into account
Single-sided	$k_1; k_2; k_3$
Double-sided – Moments equal and opposite	$k_2; k_3$
Double-sided – Moments unequal	$k_1; k_2; k_3$
Beam-to-column joint with Bolted angle flange cleat connections	Stiffness coefficients k_i to be taken into account
Single-sided	$k_1; k_2; k_3; k_4; k_6; k_{10}; k_{11}^*); k_{12}^{**})$
Double-sided – Moments equal and opposite	$k_2; k_3; k_4; k_6; k_{10}; k_{11}^*); k_{12}^{**})$
Double-sided – Moments unequal	$k_1; k_2; k_3; k_4; k_6; k_{10}; k_{11}^*); k_{12}^{**})$
 <p>Moments equal and opposite Moments unequal</p>	<p>*) Two k_{11} coefficients, one for each flange;</p> <p>**) Four k_{12} coefficients, one for each flange and one for each cleat.</p>

Tabla 3.10- Uniones soldadas o angulares de ala atornillados. Extraída del Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b)

Beam-to-column joint with bolted end-plate connections	Number of bolt-rows in tension	Stiffness coefficients k_i to be taken into account
Single-sided	One	$k_1; k_2; k_3; k_4; k_5; k_{10}$
	Two or more	$k_1; k_2; k_{eq}$
Double sided – Moments equal and opposite	One	$k_2; k_3; k_4; k_5; k_{10}$
	Two or more	$k_2; k_{eq}$
Double sided – Moments unequal	One	$k_1; k_2; k_3; k_4; k_5; k_{10}$
	Two or more	$k_1; k_2; k_{eq}$
Beam splice with bolted end-plates	Number of bolt-rows in tension	Stiffness coefficients k_i to be taken into account
Double sided - Moments equal and opposite	One	$k_5[\text{left}]; k_5[\text{right}]; k_{10}$
	Two or more	k_{eq}
Base plate connections	Number of bolt-rows in tension	Stiffness coefficients k_i to be taken into account
Base plate connections	One	$k_{13}; k_{15}; k_{16}$
	Two or more	$k_{13}; k_{15}$ and k_{16} for each bolt row

Tabla 3.11- Uniones con chapa de testa atornillada i basas de pilares. Extraída del Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b).

Componente	Coeficiente de rigidez k_i	
Componente nº1: Alma del soporte a cortante.	No rigidizado. (unión pilar-viga por un lado o unión pilar-viga por dos lados con cantos de viga similares)	Rigidizado.
	$k_1 = \frac{0,38 \cdot A_{VC}}{\beta \cdot z}$ [Ec. 3.81]	$k_1 = \infty$ [Ec. 3.82]
	z es el brazo de palanca (ver Tabla 3.7) β es el parámetro de transformación (ver Apartado 2.2.5.1)	
Componente nº2: Alma del soporte a compresión transversal.	No rigidizado.	Rigidizado.
	$k_2 = \frac{0,7 \cdot b_{eff,c,wc} \cdot t_{wc}}{d_c}$ [Ec. 3.83]	$k_2 = \infty$ [Ec. 3.84]
	$b_{eff,c,wc}$ es el ancho efectivo (ver Ecuación 3.34 para uniones soldadas, Ecuación 3.34.b para uniones atornilladas con chapa de testa y Ecuación 3.36 para uniones atornilladas con angulares de ala. Ver Figura 3.12).	
Componente nº3: Alma del soporte a tracción transversal.	Unión atornillada rigidizada o no rigidizada con una fila de tornillos a tracción.	Uniones soldadas rigidizadas.
	Uniones soldadas no rigidizadas.	
	$k_3 = \frac{0,7 \cdot b_{eff,t,wc} \cdot t_{wc}}{d_c}$ [Ec. 3.85]	$k_3 = \infty$ [Ec. 3.86]
$b_{eff,t,wc}$ es el ancho efectivo del alma del pilar a tracción (ver Apartado 3.2.3.3). Para uniones con una única fila de tornillos a tracción, $b_{eff,t,wc}$ se debe tomar igual al valor mínimo entre las longitudes eficaces l_{eff} (individualmente o como parte de un grupo de filas) dadas para alas de pilar no rigidizadas y para alas de pilar rigidizadas.		
Componente nº4: Ala del soporte a flexión transversal. (Con una única fila de tornillos traccionada).	$k_4 = \frac{0,9 \cdot l_{eff} \cdot t_p^3}{m^3}$ [Ec. 3.87]	
	l_{eff} es el valor mínimo de longitudes eficaces (calculadas individualmente o como parte de un grupo de filas) para ala del pilar no rigidizada o para ala del pilar rigidizada. m definida en la Figura 3.15.	
Componente nº5: Chapa de testa a flexión. (Con una única fila de	$k_5 = \frac{0,9 \cdot l_{eff} \cdot t_p^3}{m^3}$ [Ec. 3.88]	
	l_{eff} es el valor mínimo de longitudes eficaces (calculadas individualmente o como parte de un grupo de filas) dadas para esta fila en la Tabla 3.5.	

<p>tornillos traccionada).</p>	<p>m su definición general puede consultarse en la Figura 3.19, pero para una fila de tornillos situada en la parte extendida de la chapa de testa $m=m_x$. m_x puede encontrarse en la Figura 3.17.</p>	
<p>Componente nº6: Ala del angular a flexión.</p>	$k_6 = \frac{0,9 \cdot l_{eff} \cdot t_a^3}{m^3} \quad [Ec. 3.89]$ <p>l_{eff} es la longitud eficaz del ala del angular (ver Figura 3.20) m se define en la Figura 3.21.</p>	
<p>Componente nº10: Tornillos a tracción. (Con una única fila de tornillos).</p>	<p>Pretensados o no pretensados:</p> $k_{10} = \frac{1,6 \cdot A_s}{L_b} \quad [Ec. 3.90]$ <p>L_b es la longitud de alargamiento del tornillo igual a la longitud de sujeción (espesor total de material y arandelas), más la mitad de la suma de la cabeza y la tuerca del tornillo.</p>	
<p>Componente nº11: Tornillos a cortante.</p> <p>Componente nº17: Anclajes a cortante.</p>	<p>Pretensados</p> $k_{11} \text{ (o } k_{17}) = \frac{16 \cdot n_b \cdot d^2 \cdot f_{ub}}{E \cdot d_{M16}} \quad [Ec. 3.91]$ <p>d_{M16} es el diámetro nominal de un tornillo M16. n_b es el número de tornillos a cortante.</p>	<p>No pretensados*</p> $k_{11} = \infty \quad [Ec. 3.92]$
<p>Componente nº12: Tornillos a aplastamiento</p> <p>Componente nº18: Anclajes a aplastamiento.</p>	<p>Pretensados</p> $k_{12} \text{ (o } k_{18}) = \frac{24 \cdot n_b \cdot k_b \cdot k_t \cdot d \cdot f_u}{E} \quad [Ec. 3.93]$ <p>$k_b = k_{b1}$ siendo $k_b \leq k_{b2}$ [Ec. 3.95]</p> $k_{b1} = \frac{0,25 \cdot e_b}{d} + 0,5 \text{ siendo } k_{b1} \leq 1,25 \quad [Ec. 3.96]$ $k_{b2} = \frac{0,25 \cdot p_b}{d} + 0,375 \text{ siendo } k_{b2} \leq 1,25 \quad [Ec. 3.97]$ $k_t = \frac{1,5 \cdot t_j}{d_{M16}} \text{ siendo } k_t \leq 2,5 \quad [Ec. 3.98]$	<p>No pretensados*</p> $k_{12} = \infty \quad [Ec. 3.94]$ <p>e_b es la distancia de la fila de tornillos al borde libre de la placa en la dirección de la transferencia de la carga. f_u es la resistencia última del acero del tornillo sometido a aplastamiento. p_b es la distancia entre las filas de tornillos en la dirección de transferencia de la carga. t_j es el espesor del componente.</p>
<p>Componente nº13: Hormigón a compresión (incluye mortero).</p>	$k_{13} = \frac{E_c \sqrt{b_{eff} \cdot l_{eff}}}{1,275 \cdot E} \quad [Ec. 3.99]$ <p>b_{eff} es el ancho eficaz del ala del <i>T-stub</i> (ver Figura 3.8). l_{eff} es la longitud eficaz del ala del <i>T-stub</i> (ver Figura 3.8)</p>	
<p>Componente nº14: Placa base a flexión bajo compresión.</p>	$k_{14} = \infty \quad [Ec. 3.100]$ <p>Este coeficiente ya se toma en consideración en el cálculo del coeficiente de rigidez k_{13}.</p>	
	<p>Con fuerzas de apalancamiento**</p>	<p>Sin fuerzas de apalancamiento**</p>
<p>Componente nº15: Placa base a flexión bajo tracción.</p>	$k_{15} = \frac{0,85 \cdot l_{eff} \cdot t_p^3}{m^3} \quad [Ec. 3.101]$ <p>l_{eff} es la longitud eficaz del ala del <i>T-stub</i> (ver Figura 3.8). t_p es el espesor de la placa base. m es la distancia especificada en la Figura 3.15.</p>	$k_{15} = \frac{0,425 \cdot l_{eff} \cdot t_p^3}{m^3} \quad [Ec. 3.102]$
<p>Componente nº16: Anclajes a tracción.</p>	<p>Con fuerzas de apalancamiento**</p> $k_{16} = \frac{1,6 \cdot A_s}{L_b} \quad [Ec. 3.103]$	<p>Sin fuerzas de apalancamiento**</p> $k_{16} = \frac{2,0 \cdot A_s}{L_b} \quad [Ec. 3.104]$ <p>L_b es la longitud de alargamiento del tornillo igual a la distancia entre mitades de la cabeza y la tuerca o, en caso de anclajes a cimentación, igual a la suma de 8 veces el diámetro nominal del anclaje, la capa de cemento, el grosor de la chapa, la arandela y la mitad de la altura de la tuerca.</p>
<p>* Siempre que los tornillos se diseñen para no deslizar cuando se llegue al nivel de carga de aplastamiento.</p>		
<p>** Las fuerzas de apalancamiento se desarrollan si</p> $L_b \leq \frac{8,8 \cdot m^3 \cdot A_s}{l_{eff} \cdot t^3} \quad [Ec. 3.105]$		

Tabla 3.12- Coeficientes de rigidez de los componentes básicos. Extraída del Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b).

3.3.3- UNIONES CON CHAPA DE TESTA CON DOS O MÁS FILAS DE TORNILLOS TRACCIONADAS :

Para uniones con chapa de testa con dos o más filas de tornillos traccionadas, los componentes básicos relativos a estas filas de tornillos se deben representar mediante un único coeficiente llamado coeficiente de rigidez equivalente y representado por k_{eq} . La Ecuación 3.106 define el valor de k_{eq} .

$$k_{eq} = \frac{\sum_r k_{eff,r} \cdot h_r}{z_{eq}} \quad [Ec. 3.106]$$

Donde: h_r es la distancia entre la fila de tornillos r y el centro de compresión.
 $k_{eff,r}$ es el coeficiente de rigidez efectiva de la fila de tornillos r . Se deben tomar en consideración los coeficientes de rigidez k_i para los componentes básicos apropiados según sea una unión viga-pilar o viga-viga. Ver Ecuación 3.107.
 z_{eq} es el brazo de palanca equivalente definido en la Ecuación 3.108.

El coeficiente de rigidez efectiva $k_{eff,r}$ de la fila de tornillos r se debe determinar según expresa la Ecuación 3.107.

$$k_{eff,r} = \frac{1}{\sum_i \frac{1}{k_{i,r}}} \quad [Ec. 107]$$

Donde: $k_{i,r}$ es el coeficiente rigidez del componente i en relación a la fila de tornillos r .

El brazo de palanca equivalente z_{eq} se determina de la Ecuación 3.108.

$$z_{eq} = \frac{\sum_r k_{eff,r} \cdot h_r^2}{\sum_r k_{eff,r} \cdot h_r} \quad [Ec. 3.108]$$

En una unión viga-pilar con chapa de testa, el coeficiente de rigidez equivalente de la unión k_{eq} debe basarse (y sustituir) en los coeficientes de rigidez k_i de los siguientes componentes básicos:

- Alma del soporte a tracción (k_3).
- Ala del soporte a flexión (k_4).
- Chapa de testa a flexión (k_5).
- Tornillos a tracción (k_{10}).

La Figura 3.29 muestra la modelización de los muelles para una unión viga-pilar con chapa de testa y más de una fila de tornillos traccionada. Se observan los coeficientes de rigidez de los componentes básicos k_3 , k_4 , k_5 y k_{10} , los coeficientes de rigidez efectiva de cada una de las dos filas de tornillos $k_{eff,1}$ y $k_{eff,2}$, y el coeficiente de rigidez equivalente definitivo de la unión k_{eq} .

En el caso de uniones viga-viga con chapa de testa atornillada, k_{eq} debe basarse (y sustituir) en los coeficientes de rigidez k_i de los siguientes componentes básicos:

- Chapa de testa a flexión (k_5).
- Tornillos a tracción (k_{10}).

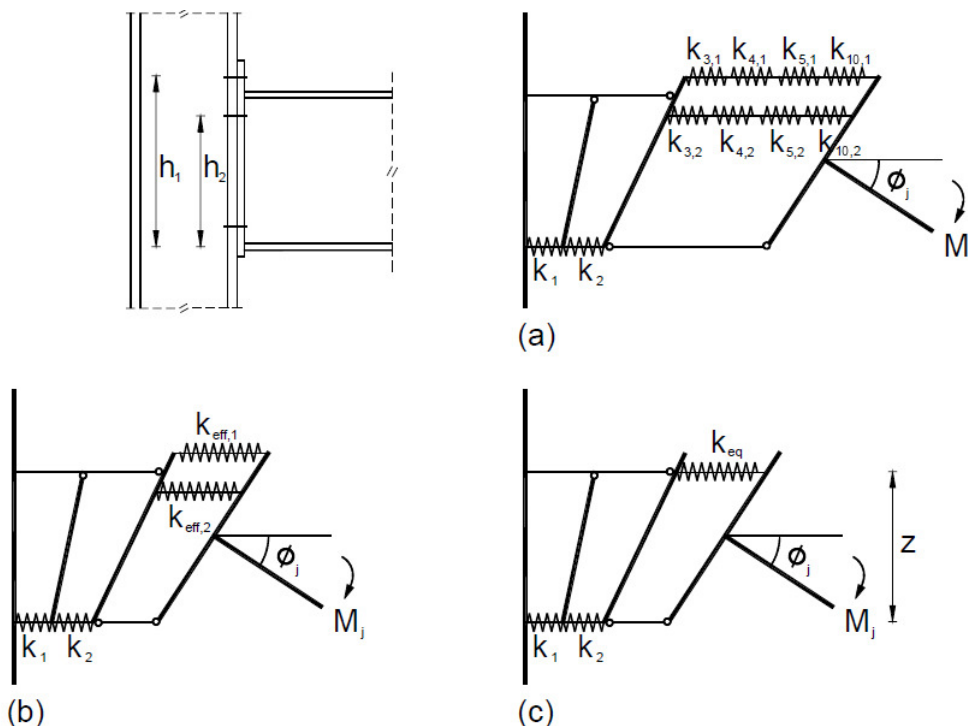


Figura 3.29: Modelización de los muelles para una unión viga-pilar con chapa de testa y más de una fila de tornillos traccionada.

3.3.4- RIGIDEZ DE LAS BASAS DE PILARES :

La rigidez rotacional (S_j) de una basa de pilar sometida a un esfuerzo combinado de fuerza axial y momento flector debe calcularse, según el texto europeo (CEN, Mayo 2005b), usando el método que se describe en la Tabla 3.13. Este método usa los siguientes coeficientes de rigidez:

- $k_{T,l}$: Coeficiente de rigidez a tracción del lado izquierdo de la unión, que debe tomarse como la suma de los coeficientes de rigidez k_{15} (placa base a flexión bajo tracción) y k_{16} (anclajes a tracción) actuando en el lado izquierdo de la unión.
- $k_{T,r}$: Coeficiente de rigidez a tracción del lado derecho de la unión, que debe tomarse como la suma de los coeficientes de rigidez k_{15} (placa base a flexión bajo tracción) y k_{16} (anclajes a tracción) actuando en el lado derecho de la unión.
- $k_{C,l}$: Coeficiente de rigidez a compresión del lado izquierdo de la unión, que debe tomarse igual al coeficiente de rigidez k_{13} (hormigón a compresión) actuando en el lado izquierdo de la unión.
- $k_{C,r}$: Coeficiente de rigidez a compresión del lado derecho de la unión, que debe tomarse igual al coeficiente de rigidez k_{13} (hormigón a compresión) actuando en el lado derecho de la unión.

Situación de carga	Brazo de palanca (z)	Rigidez rotacional ($S_{j,ini}$)
Lado izquierdo traccionado Lado derecho comprimido	$z = z_{T,l} + z_{C,r}$	$N_{Ed} > 0 \text{ y } e > z_{T,l} \quad \quad N_{Ed} \leq 0 \text{ y } e \leq -z_{C,r}$ $\frac{Ez^2}{\mu \left(\frac{1}{k_{T,l}} + \frac{1}{k_{C,r}} \right) e + e_k}$ <p>donde:</p> $e_k = \frac{z_{C,r} k_{C,r} - z_{T,l} k_{T,l}}{k_{T,l} + k_{C,r}}$

Lado izquierdo traccionado Lado derecho traccionado	$z=z_{T,l}+z_{T,r}$	$N_{Ed}>0$ y $0<e<z_{T,l}$	$N_{Ed}>0$ y $-z_{T,r}<e\leq 0$
		$\frac{Ez^2}{\mu\left(\frac{1}{k_{T,l}}+\frac{1}{k_{T,r}}\right)}\frac{e}{e+e_k}$ donde: $e_k = \frac{z_{T,r}k_{T,r}-z_{T,l}k_{T,l}}{k_{T,l}+k_{T,r}}$	
Lado izquierdo comprimido Lado derecho a traccionado	$z=z_{C,l}+z_{T,r}$	$N_{Ed}>0$ y $e\leq-z_{T,r}$	$N_{Ed}\leq 0$ y $e>z_{C,l}$
		$\frac{Ez^2}{\mu\left(\frac{1}{k_{C,l}}+\frac{1}{k_{T,r}}\right)}\frac{e}{e+e_k}$ donde: $e_k = \frac{z_{T,r}k_{T,r}-z_{C,l}k_{C,l}}{k_{C,l}+k_{T,r}}$	
Lado izquierdo comprimido Lado derecho comprimido	$z=z_{C,l}+z_{C,r}$	$N_{Ed}\leq 0$ y $0<e<z_{C,l}$	$N_{Ed}\leq 0$ y $-z_{C,r}<e\leq 0$
		$\frac{Ez^2}{\mu\left(\frac{1}{k_{C,l}}+\frac{1}{k_{C,r}}\right)}\frac{e}{e+e_k}$ donde: $e_k = \frac{z_{C,r}k_{C,r}-z_{C,l}k_{C,l}}{k_{C,l}+k_{C,r}}$	
$M_{Ed}>0$ según las agujas del reloj; $N_{Ed}>0$ es tracción $e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{M_{Rd}}{N_{Rd}}$ $\mu: \text{Ratio de rigidez } (S_{j,ini}/S_j)$ $\text{Si } M_{j,Ed}\leq 2/3 M_{j,Rd} \rightarrow \mu=1$ $\text{Si } M_{j,Ed}> 2/3 M_{j,Rd} < M_{j,Ed}\leq M_{j,Rd} \rightarrow \mu=(1,5M_{j,Ed}/M_{j,Rd})^\Psi$			

Tabla 3.13- Rigidez rotacional ($S_{j,ini}$) de una basa de pilar según el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b).

3.4- CAPACIDAD DE ROTACIÓN:

3.4.1- DESCRIPCIÓN GENERAL :

En el caso de realizar un análisis rígido-plástico global, las rótulas plásticas deben tener suficiente capacidad de rotación.

La capacidad de rotación de una unión soldada o atornillada se debe determinar según las especificaciones de los Apartados 3.4.2 y 3.4.3 respectivamente. Los métodos de diseño descritos en estos apartados, extraídos del Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b), son válidos únicamente para los aceros S235, S275 y S355 y para uniones en las que el axil de diseño aplicado N_{Ed} en el miembro conectado no exceda el 5% del axil plástico resistente de diseño $N_{pl,Rd}$ de su sección transversal.

Alternativamente al uso de los citados apartados, la capacidad de rotación de la unión no debe ser comprobada siempre que el momento resistente de diseño de la unión $M_{j,Rd}$ sea al menos 1,2 veces superior al momento plástico de diseño $M_{pl,Rd}$ de la sección transversal del miembro conectado.

El Eurocódigo 3, en su Parte 1.8 (CEN, Mayo 2005b), prevé que para aquellos casos no cubiertos en lo que se describe en los Apartados 3.4.2 y 3.4.3, puede determinarse normativamente la capacidad rotacional de las uniones testándolas según EN 1990, Anexo D. A partir de los resultados de los ensayos comentados pueden elaborarse modelos de cálculo.

3.4.2- CAPACIDAD ROTACIONAL EN UNIONES ATORNILLADAS :

En uniones viga-pilar en que el momento resistente de la unión $M_{j,Rd}$ está gobernado por la resistencia de diseño del alma del soporte a cortante, se supone una capacidad de rotación

adecuada para un análisis global plástico siempre que cumplan la Ecuación 3.109.

$$\frac{d}{t_w} \leq 69. \varepsilon \quad [Ec. 3.109]$$

A las uniones atornilladas resueltas con chapa de testa o con angulares de ala se les supone suficiente capacidad de rotación para realizar un análisis global plástico siempre que cumplan las dos condiciones siguientes:

- El momento resistente de diseño de la unión está gobernado por la resistencia de uno de los dos componentes básicos siguientes:
 - o Ala del pilar a flexión.
 - o Chapa de testa de la viga o angulares de ala traccionados a flexión.
- El espesor t del ala del soporte, de la chapa de testa de la viga o de los angulares de ala traccionados (no necesariamente el mismo componente básico del punto anterior) satisface la expresión dada en la Ecuación 3.110.

$$t \leq 0,36. d \sqrt{\frac{f_{ub}}{f_y}} \quad [Ec. 3.110]$$

Donde f_y es el límite elástico del componente básico relevante.

Una unión atornillada en la que el momento resistente de diseño $M_{pl,Rd}$ está gobernado por la resistencia de diseño de sus tornillos a cortante se asume que no tiene la capacidad de rotación suficiente para llevar a cabo un análisis global plástico.

3.4.3- CAPACIDAD ROTACIONAL EN UNIONES SOLDADAS :

La capacidad de rotación Φ_{Cd} de una unión soldada viga-pilar se asume que no es menor al valor dado por la Ecuación 3.111 siempre que el alma del soporte esté rigidizada a compresión pero no rigidizada a tracción, y que su momento resistente de diseño no esté gobernado por la resistencia de diseño a cortante el alma del pilar (ver Apartado 3.4.2 y Ecuación 3.109).

$$\Phi_{Cd} = \frac{0,025. h_c}{h_b} \quad [Ec. 3.111]$$

Donde: h_b es el canto de la viga.
 h_c es el canto del pilar.

A una unión soldada y no rigidizada entre una viga y un pilar diseñada según las prescripciones de la sección 6 del Eurocódigo 3 Parte 1.8 (GEN, Mayo 2005b), correspondiente a uniones estructurales que conectan perfiles H o I, se le supone una capacidad de rotación Φ_{Cd} de al menos 0,015 radianes.

4

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE LOS COMPONENTES DEL EUROCÓDIGO A UN CASO CONCRETO

4.1- Definición de la unión.....	113
4.1.1- Pilar.....	113
4.1.2- Pernos de anclaje.....	113
4.1.3- Placa base.....	114
4.1.4- Bloque de hormigón.....	114
4.1.5- Relaciones geométricas.....	114
4.2- Aplicación del método de los componentes del Eurocódigo a un caso concreto: basa de pilar.....	115
4.2.1- Aplicación de la formulación del Eurocódigo al caso concreto de estudio.....	115
4.2.1.1- Cálculo de la predicción del $M_{j,Rd}$ de la unión de la basa del pilar según el Eurocódigo (caso compresión-compresión).....	116
4.2.1.1.1- $F_{c,l,Rd}$: Resistencia de diseño a compresión del lado izquierdo de la unión.....	116
4.2.1.1.2- $F_{c,r,Rd}$: Resistencia de diseño a compresión del lado derecho de la unión.....	118
4.2.1.1.3- $M_{j,Rd}$: Estimación del momento resistente de la unión de la basa del pilar.....	118
4.2.1.2- Cálculo de la predicción de la $S_{j,ini}$ de la unión de la basa del pilar según el Eurocódigo (caso compresión-compresión).....	118
4.2.1.2.1- $k_{C,l}$: Coeficiente de rigidez a compresión del lado izquierdo de la unión.....	119
4.2.1.2.2- $k_{C,r}$: Coeficiente de rigidez a compresión del lado derecho de la unión.....	119
4.2.1.2.3- S_j : Estimación de la rigidez de la unión de la basa del pilar.....	119
4.2.1.3- Cálculo de la predicción del $M_{j,Rd}$ de la unión de la basa del pilar según el Eurocódigo (caso tracción-compresión).....	120
4.2.1.3.1- $F_{T,l,Rd}$: Resistencia de diseño a tracción del lado izquierdo de la unión.....	120
4.2.1.3.2- $F_{C,r,Rd}$: Resistencia de diseño a compresión del lado derecho de la unión.....	122
4.2.1.3.3- $M_{j,Rd}$: Estimación del momento resistente de la unión de la basa del pilar.....	123
4.2.1.4- Cálculo de la predicción de la $S_{j,ini}$ de la unión de la basa del pilar según el Eurocódigo (caso tracción-compresión).....	123
4.2.1.4.1- $k_{T,l}$: Coeficiente de rigidez a tracción del lado izquierdo de la unión.....	123
4.2.1.4.2- $k_{C,r}$: Coeficiente de rigidez a compresión del lado derecho de la unión.....	124
4.2.1.4.3- S_j : Estimación de la rigidez de la unión de la basa del pilar.....	125
4.2.2- Gráficos del comportamiento M-Ø según el método de los componentes del Eurocódigo...	125

4. APLICACIÓN DEL MÉTODO DE LOS COMPONENTES DEL EUROCÓDIGO A UN CASO CONCRETO.

A continuación se aplica el método predictivo del Eurocódigo (CEN, Mayo 2005b) a una configuración geométrica y de materiales determinada con el objetivo de estimar el comportamiento M-Ø de la unión en función de cada axil aplicado. De esta manera se interpretará el comportamiento que la normativa estima para la unión en cuestión con el objetivo futuro de poderlo comparar con el que realmente tiene y poder extraer conclusiones sobre la bondad del método sugerido por el texto europeo.

Para realizar todos los cálculos requeridos para el método predictivo que propone el Eurocódigo se generan dos hojas de cálculo que, de forma automática, puedan estimar el momento resistente de la unión y la rigidez de la misma. Estos documentos pueden consultarse en los documentos anexos del Capítulo 8 de esta tesis.

4.1- DEFINICIÓN DE LA UNIÓN:

El trabajo se centra en un caso concreto real de basa de pilar, considerada común en la práctica profesional por su configuración, materiales utilizados y dimensiones tomadas.

A continuación se definen las características geométricas y materiales de cada uno de los elementos que constituyen la unión (pilar, pernos de anclaje, placa base y cimentación). Se especifican todos aquellos datos que, posteriormente en la fase de cálculo, será necesario utilizar, o bien aquellos que son resultado de éstos.

4.1.1- PILAR:

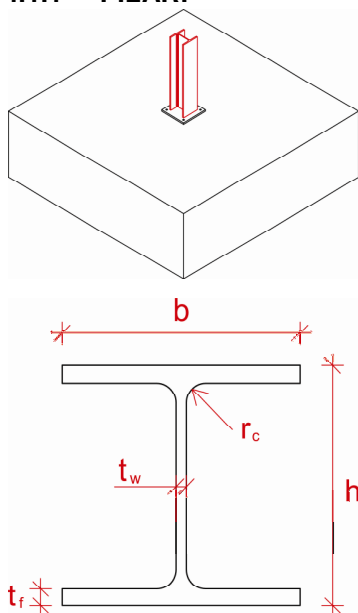


Figura 4.1: Pilar de la basa de cimentación propuesta.

Geometría: HEB 220

b= 220 mm
h= 220 mm
 t_w = 9,50 mm
 t_f = 16,00 mm
 r_c =18,00 mm
A= 9100 mm²
 $W_{pl,y}$ =827000 mm³
Soldadura a placa base: a_b = 4,5 mm

Material: Acero S275JR

f_{yc} = 275 N/mm²
 γ_{M0} = 1,05
 E_s = 210000 N/mm²

4.1.2- PERNOS DE ANCLAJE:

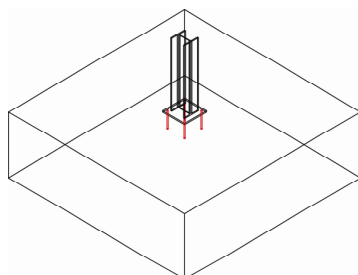


Figura 4.2: Pernos de anclaje de la basa de cimentación propuesta.

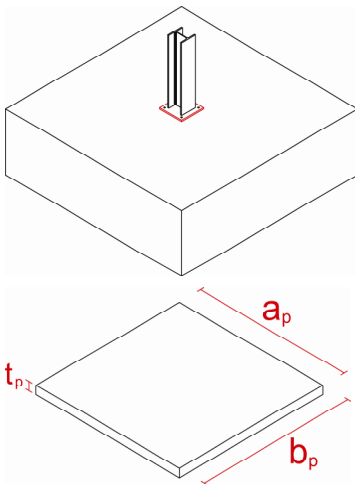
Geometría: 4 pernos M20

d= 20 mm
 A_{sb} = 275 mm²
L= 250 mm
 L_b = 190 mm

Material: Acero 10.9

f_{yb} = 900 N/mm²
 f_{ub} = 1000 N/mm²
 γ_{M2} = 1,25
 E_s = 210000 N/mm²

4.1.3- PLACA BASE:

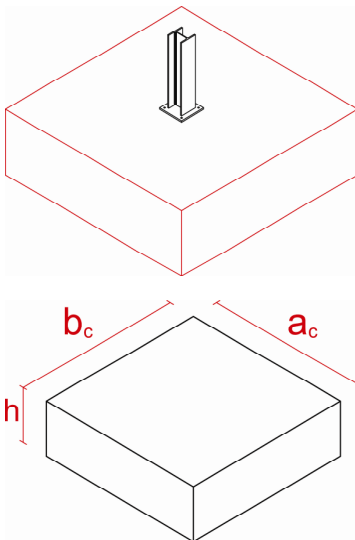


Geometría: 350mm x 350mm x 20mm
 $a_p = 350 \text{ mm}$
 $b_p = 350 \text{ mm}$
 $t_p = 20 \text{ mm}$

Material: Acero S275JR
 $f_{yp} = 275 \text{ N/mm}^2$
 $\gamma_{M0} = 1,05$
 $E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$

Figura 4.3: Placa base de la basa de cimentación propuesta.

4.1.4- BLOQUE DE HORMIGÓN:

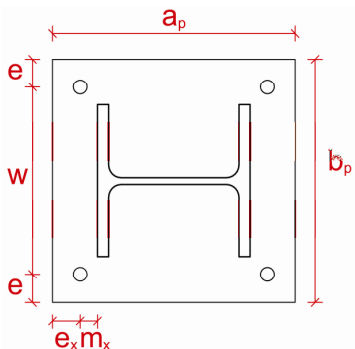


Geometría: 2800mm x 2800mm x 900 mm
 $a_c = 2800 \text{ mm}$
 $b_c = 2800 \text{ mm}$
 $h = 900 \text{ mm}$

Material: Hormigón armado HA25
 $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$
 $\gamma_c = 1,50$
 $E_c = 27654,16 \text{ N/mm}^2$
 $f_{ctk,0'05} = 1,80 \text{ N/mm}^2$

Figura 4.4: Macizo de hormigón de la basa de cimentación propuesta.

4.1.5- RELACIONES GEOMÉTRICAS:



$e = 40 \text{ mm}$
 $w = 270 \text{ mm}$
 $e_x = 40 \text{ mm}$
 $m_x = 25 \text{ mm}$

Figura 4.5- Relaciones geométricas entre pilar, placa base y pernos de anclaje.

4.2- APLICACIÓN DEL MÉTODO DE LOS COMPONENTES DEL EUROCÓDIGO A UN CASO CONCRETO: BASA DE PILAR.

4.2.1- APLICACIÓN DE LA FORMULACIÓN DEL EUROCÓDIGO AL CASO CONCRETO DE ESTUDIO.

Para la obtención de la predicción del Eurocódigo de la rigidez rotacional de la unión descrita se han preparado unas hojas de cálculo que determinan, según la excentricidad existente, el momento resistente de diseño ($M_{j,Rd}$) y la rigidez rotacional de la unión ($S_{j,ini}$) (ver los Documentos Anexos 4.1,4.2, 4.3 y 4.4, recogidos en el Capítulo 8 de esta tesis).

Según la excentricidad, pueden darse los dos escenarios que se presentan:

- **compresión-compresión**, que se da para axiles de compresión ($N_{Ed} \leq 0$) con excentricidades relativamente pequeñas correspondientes a los rangos $0 < e < z_{C,l}$ o $-z_{C,r} < e \leq 0$ (ver Figura 4.6).

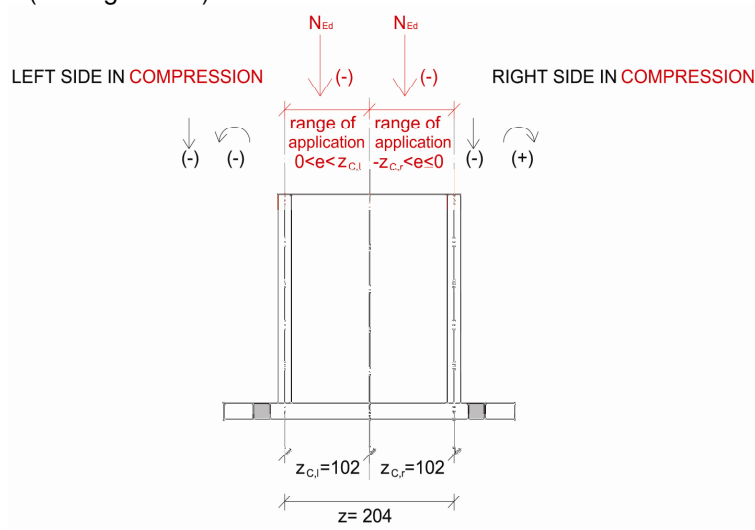


Figura 4.6.a- Excentricidades aplicadas relativamente bajas (caso compresión-compresión).

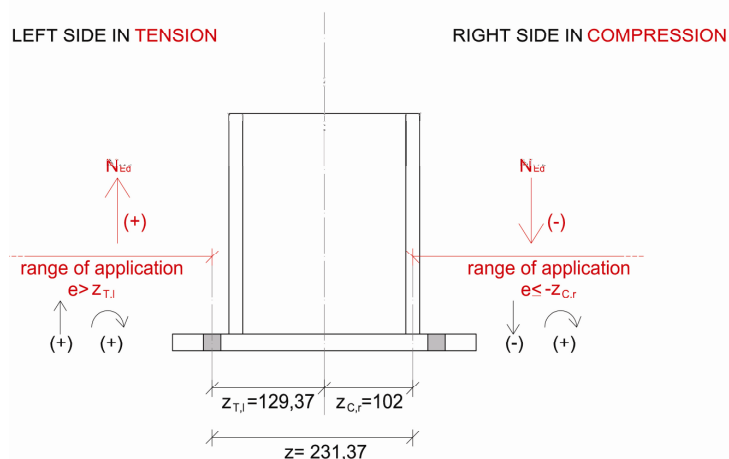


Figura 4.6.b- Excentricidades aplicadas relativamente altas (caso tracción-compresión).

- **tracción-compresión** que se da para excentricidades relativamente grandes correspondientes $e \leq -z_{C,r}$ para axiles de compresión ($N_{Ed} \leq 0$) y $e > z_{T,l}$ para axiles de tracción ($N_{Ed} > 0$) (ver Figura 4.7).

Es decir, que para cada par de valores axil-momento, los programas elaborados permiten calcular automáticamente la estimación de su rigidez rotacional, paso imprescindible para conseguir el objetivo final de poder comparar el comportamiento de la unión que estima la normativa con el que realmente tiene. Como se verá en el próximo capítulo, dada la falta de medios para poder realizar unos ensayos en el laboratorio, el comportamiento real de la unión se obtendrá de un modelo informático mediante elementos finitos que reproduce con suficiente precisión, según el calibrado del modelo efectuado, el comportamiento real del conjunto de la unión.

Para ser consecuentes con la estrategia de puesta en carga que se seguirá en el modelo informático, se procede a la obtención de los gráficos del comportamiento M-Ø de la unión estimado por el Eurocódigo por familias de axiles; es decir, a axil constante se va variando el momento -y, en consecuencia la excentricidad- y se van obteniendo las rigideces rotacionales correspondientes de cada caso. Teniendo la rigidez, se obtiene el valor del ángulo rotado de cada caso de estudio y así se va obteniendo el gráfico M-Ø.

De la formulación del Eurocódigo (CEN, Mayo 2005b) se deduce que la forma canónica de proceder del texto normativo es sensiblemente diferente al mantener, en este caso, la excentricidad como constante y variar, por tanto, de forma proporcional la relación momento/axil.

Teniendo en cuenta estos dos criterios para abordar el mismo problema, y optando por organizar los gráficos según familias de axiles, se verá en el próximo capítulo que es perfectamente posible comparar los gráficos M-Ø resultantes obtenidos de la modelización informática de la unión y los procedentes del método predictivo del Eurocódigo.

En los Documentos Adjuntos 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4 del Capítulo 8 se adjuntan las imágenes de las hojas de cálculo desarrolladas para esta tesis, que calculan de forma automática los valores del Momento resistente de diseño de la unión de la basa de pilar ($M_{j,Rd}$) y de su rigidez rotacional (S_j) para los casos compresión-compresión y tracción-compresión. Las imágenes de las hojas de cálculo elaboradas corresponden a los mismos ejemplos desarrollados de forma manual en los Apartados 4.2.1.1, 4.2.1.2, 4.2.1.3 y 4.2.1.4.

A nivel de ejemplo, a continuación se calcula manualmente el cálculo del $M_{j,Rd}$ y de la $S_{j,ini}$ -que las hojas de cálculo automatizan- según el método predictivo de la normativa europea para un caso compresión-compresión y para uno de tracción-compresión.

4.2.1.1- Cálculo de la predicción del $M_{j,Rd}$ de la unión de la basa del pilar según el Eurocódigo (caso compresión-compresión).

Se calcula el valor de $M_{j,Rd}$ predicho por el Eurocódigo (CEN, Mayo 2005b) para los valores de axil y momento siguientes:

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= -400 \text{ kN} = -400000 \text{ N (compresión)} \\ M_{Ed} &= 40 \text{ mkN} = -4000000 \text{ mmN (según las agujas del reloj).} \\ e &= -0,1 \text{ m} = -100 \text{ mm} \end{aligned}$$

Los valores geométricos y de los materiales son los expuestos en el Apartado 4.1 de este mismo capítulo.

4.2.1.1.1- $F_{c,l,Rd}$: Resistencia de diseño a compresión del lado izquierdo de la unión.

Su valor debe tomarse como el mínimo entre:

- $F_{c,pl,Rd}$: Hormigón a compresión bajo el ala izquierda del pilar (ver Apartados 3.2.3.13).

f_{jd} : Resistencia portante de la superficie de asiento:

$$f_{jd} = \frac{\beta_j F_{Rdu}}{b_{eff} l_{eff}} \quad [Ec. 4.1]$$

Si se cumple que la resistencia del mortero es superior a $0,2f_{ck}$ del hormigón, puede emplearse un valor $\beta_j=2/3$.

F_{Rdu} : Resistencia de diseño concentrada según Eurocódigo 2 (CEN, Diciembre 2004).

$$F_{Rdu} = A_{c0} \cdot f_{cd} \sqrt{\frac{A_{c1}}{A_{c0}}} \leq 3,0 f_{cd} A_{c0} \quad [Ec. 4.2]$$

Cumpliendo las limitaciones de canto exigidas en el Eurocódigo 2 y adoptando el valor máximo de F_{Rdu} , sustituimos su valor en la Ecuación 4.1 obteniendo:

$$f_{jd} = \frac{\beta_j 3 f_{cd} A_{c0}}{b_{eff} l_{eff}} = \beta_j 3 f_{cd} = \frac{2}{3} 3 f_{cd} = 2 f_{cd} = 2 \frac{25 N/mm^2}{1,5} = 33,33 N/mm^2 \quad [Ec. 4.3]$$

c: Ancho de carga adicional.

$$c = t \sqrt{\frac{f_y}{3 f_{jd} \gamma_{M0}}} = 20 mm \sqrt{\frac{275 N/mm^2}{\frac{3 \cdot 33,33 N}{mm^2} \cdot 1,05}} = 32,37 mm \quad [Ec. 4.4]$$

b_{eff} y l_{eff} : Dimensiones equivalentes de la placa base rígida.

$$b_{eff} = 2c + t_{cf} = 2 \cdot 32,37 mm + 26 mm = 80,73 mm \quad [Ec. 4.5]$$

$$l_{eff} = 2c + b = 2 \cdot 32,37 mm + 220 mm = 284,73 mm \quad [Ec. 4.6]$$

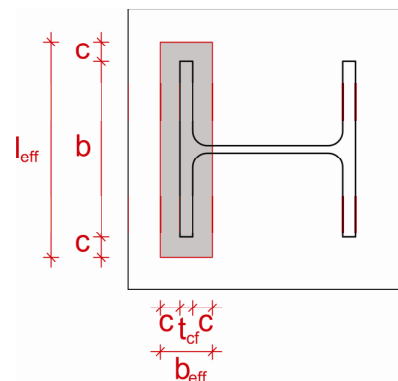


Figura 4.7-Dimensiones eficaces de la placa base (l_{eff} y b_{eff}).

$F_{c,pl,Rd}$: Hormigón a compresión bajo el ala izquierda del pilar.

$$F_{c,pl,Rd} = f_{jd} b_{eff} l_{eff} = 33,33 N/mm^2 \cdot 80,73 mm \cdot 284,73 mm = 766255,79 N = 766,26 kN \quad [Ec. 4.7]$$

- $F_{c,fc,Rd}$: Ala y alma izquierda del pilar a compresión (ver Apartado 3.2.3.7).

$M_{c,Rd}$: Momento resistente de diseño de la sección.

$$M_{c,Rd} = W_{pl} \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 827000 mm^3 \frac{275 N/mm^2}{1,05} = 216595238,10 Nmm = 216,60 mkN \quad [Ec. 4.8]$$

El momento resistente de la sección se deberá reducir, tal como indica el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005a), en caso de cortante actuante superior a la mitad del cortante plástico resistente.

$z_{c,l}$, $z_{c,R}$ y z : Brazos de palanca.

$$z_{c,l} = 102\text{mm} ; z_{c,r} = 102\text{mm} \quad (\text{Ver Figura 4.6})$$

$$z = z_{c,l} + z_{c,r} = 102\text{mm} + 102\text{mm} = 204\text{mm} \quad [\text{Ec. 4.9}]$$

$F_{c,fc,Rd}$: Ala y alma izquierda del pilar a compresión.

$$F_{c,fc,Rd} = \frac{M_{c,Rd}}{z} = \frac{216595238,10\text{Nmm}}{204\text{mm}} = 1061741,36\text{N} = \mathbf{1061,74\text{kN}} \quad [\text{Ec. 4.10}]$$

Por tanto, el valor de la resistencia de diseño a compresión del lado izquierdo de la unión será el mínimo entre los dos calculados anteriormente:

$$F_{c,l,Rd} = \min(F_{c,pl,Rd} ; F_{c,fc,Rd}) = \min(766,26\text{kN} ; 1061,74\text{kN}) = \mathbf{766,26\text{kN}} \quad [\text{Ec. 4.11}]$$

4.2.1.1.2- $F_{c,r,Rd}$: Resistencia de diseño a compresión del lado derecho de la unión.

Se efectúan los mismos cálculos que en el caso de la resistencia para el lado izquierdo de la unión. Al ser una configuración absolutamente simétrica, se obtienen los mismos resultados que en el punto anterior:

$$F_{c,pl,Rd} = 766255,79\text{N} = 766,26\text{kN}$$

$$F_{c,fc,Rd} = 1061741,36\text{N} = 1061,74\text{kN}$$

En consecuencia, se obtiene el valor de la resistencia de diseño a compresión del lado derecho de la unión como el mínimo entre los dos anteriores:

$$F_{c,r,Rd} = \min(F_{c,pl,Rd} ; F_{c,fc,Rd}) = \min(766,26\text{kN} ; 1061,74\text{kN}) = \mathbf{766,26\text{kN}} \quad [\text{Ec. 4.12}]$$

4.2.1.1.3- $M_{j,Rd}$: Estimación del momento resistente de la unión de la basa del pilar.

Según la teoría descrita y al estar en un caso de $N_{Ed} < 0$ y $-z_{c,r} < e \leq 0$, el valor de $M_{j,Rd}$ se obtendrá del mínimo entre los dos siguientes:

$$\frac{-F_{c,l,Rd}z}{\left(\frac{z_{c,r}}{e}\right) + 1} = \frac{-766255,79\text{N} \cdot 204\text{mm}}{\left(\frac{102\text{mm}}{-100\text{mm}}\right) + 1} = 7815809037,52\text{mmN} \quad [\text{Ec. 4.13}]$$

$$\frac{-F_{c,l,Rd}z}{\left(\frac{z_{c,l}}{e}\right) - 1} = \frac{-766255,79\text{N} \cdot 204\text{mm}}{\left(\frac{102\text{mm}}{-100\text{mm}}\right) - 1} = 77384247,90\text{mmN} \quad [\text{Ec. 4.14}]$$

$$M_{j,Rd} = \min(7815809037,52\text{mmN} ; 77384247,90\text{mmN}) = 77384247,90\text{mmN} \quad [\text{Ec. 4.15}]$$

$$M_{j,Rd} = 77384247,90\text{mmN} = \mathbf{77,38\text{mkN}} \quad [\text{Ec. 4.16}]$$

4.2.1.2- Cálculo de la predicción de la $S_{j,ini}$ de la unión de la basa del pilar según el Eurocódigo (caso compresión-compresión).

Se calcula el valor de $S_{j,ini}$ predicho por el Eurocódigo (CEN, Mayo 2005b) para los mismos valores de axil y momento utilizando el valor de $M_{j,Rd}$ calculado en el punto anterior:

$$N_{Ed} = -400\text{ kN} = -400000\text{N} \quad (\text{compresión})$$

$$M_{Ed} = 40\text{ mkN} = 40000000\text{mmN} \quad (\text{según las agujas del reloj}).$$

$$M_{j,Rd} = 77,38\text{ mkN} = 77384247,90\text{mmN} \quad (\text{según las agujas del reloj}).$$

$$e = -0,1\text{m} = -100\text{mm}$$

Los valores geométricos y de los materiales son los expuestos en el Apartado 4.1 de este mismo capítulo. Tomamos los valores de las dimensiones equivalentes de la placa base rígida calculados en el punto anterior 4.2.1.1: $b_{eff}=80,73mm$ y $l_{eff}=284,73mm$.

4.2.1.2.1- $k_{C,l}$: Coeficiente de rigidez a compresión del lado izquierdo de la unión.

Su valor se debe tomar igual al coeficiente de rigidez k_{13} actuando en el lado izquierdo de la unión.

$$k_{C,l} = k_{13} = \frac{E_c \sqrt{b_{eff} l_{eff}}}{1,275 E_s} = \frac{27654,16 \text{ N/mm}^2 \sqrt{80,73mm \cdot 284,73mm}}{1,275 \cdot 210000 \text{ N/mm}^2} = 15,66mm \text{ [Ec. 4.17]}$$

4.2.1.2.2- $k_{C,r}$: Coeficiente de rigidez a compresión del lado derecho de la unión.

Su valor se debe tomar igual al coeficiente de rigidez k_{13} actuando en el lado derecho de la unión.

$$k_{C,r} = k_{13} = \frac{E_c \sqrt{b_{eff} l_{eff}}}{1,275 E_s} = \frac{27654,16 \text{ N/mm}^2 \sqrt{80,73mm \cdot 284,73mm}}{1,275 \cdot 210000 \text{ N/mm}^2} = 15,66mm \text{ [Ec. 4.18]}$$

4.2.1.2.3- S_j : Estimación de la rigidez de la unión de la basa del pilar.

Para su cálculo se necesitan los valores correspondientes a los brazos de palanca $z_{C,l}$, $z_{C,r}$ y z (ver Figura 4.6) y de excentricidad (-100mm en este caso).

Además, será necesario el valor de:

e_k :

$$e_k = \frac{z_{C,r} k_{C,r} - z_{C,l} k_{C,l}}{k_{C,l} + k_{C,r}} = \frac{102mm \cdot 15,66mm - 102mm \cdot 15,66mm}{15,66mm + 15,66mm} = 0 \text{ [Ec. 4.19]}$$

μ : Coeficiente de rigidez.

Definido como el ratio de rigidez: ($S_{j,ini}/S_j$).

Su valor depende fundamentalmente de la relación entre el momento actuante en la unión (M_{Ed}) y el momento que ésta resiste ($M_{j,Rd}$).

- Si $M_{j,Ed} \leq 2/3 M_{j,Rd}$

$$\mu = 1 \text{ [Ec. 4.20]}$$

- Si $2/3 M_{j,Rd} < M_{j,Ed} \leq M_{j,Rd}$

$$\mu = \left(\frac{1,5 M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} \right)^\Psi \text{ [Ec. 4.21]}$$

Ver Tabla 3.9 para determinar Ψ .

En este caso de estudio, tenemos: $M_{j,Ed} < 2/3 M_{j,Rd}$; $40mkN < 2/3 77,38mkN = 51,59mkN$ y, en consecuencia, corresponde usar el valor $\mu=1$.

S_j : Estimación de la rigidez de la unión de la basa del pilar.

$$S_j = \frac{E z^2}{\mu \left(\frac{1}{k_{C,l}} + \frac{1}{k_{C,r}} \right)} \frac{e}{e + e_k} = \frac{\frac{210000 \text{ N}}{mm^2 (204mm)^2} (-100mm)}{1 \left(\frac{1}{15,66mm} + \frac{1}{15,66mm} \right) -100mm + 0} = 68427093405mmN = \mathbf{68427,0934 mkN} \text{ [Ec. 4.22]}$$

4.2.1.3- Cálculo de la predicción del $M_{j,Rd}$ de la unión de la basa del pilar según el Eurocódigo (caso tracción-compresión).

Se calcula el valor de $M_{j,Rd}$ predicho por el Eurocódigo (CEN, Mayo 2005b) para los valores de axil y momento siguientes:

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= -400 \text{ kN} = -400000 \text{ N (compresión)} \\ M_{Ed} &= 60 \text{ m kN} = -6000000 \text{ mmN (según las agujas del reloj).} \\ e &= -0,15 \text{ m} = -150 \text{ mm} \end{aligned}$$

Los valores geométricos y de los materiales son los expuestos en el Apartado 4.1 de este mismo capítulo.

4.2.1.3.1- $F_{T,I,Rd}$: Resistencia de diseño a tracción del lado izquierdo de la unión.

Su valor debe tomarse como el mínimo entre:

- $F_{t,wc,Rd}$: Alma del pilar a tracción transversal bajo el ala izquierda del pilar (ver Apartado 3.2.3.3).

$b_{eff,t,wc}$: ancho eficaz del alma del pilar a tracción.

Se adopta la formulación descrita en la Ecuación 3.46 sustituyendo t_{fb} por t_p , e igualando s a r_c (para perfiles laminados), y se obtiene:

$$\begin{aligned} b_{eff,t,wc} &= t_p + 2\sqrt{2}a_b + 5(t_{fc} + s) = 20 \text{ mm} + 2\sqrt{2} \cdot 4,5 \text{ mm} + 5(16 \text{ mm} + 18 \text{ mm}) \\ &= 202,73 \text{ mm} \quad [Ec. 4.23] \end{aligned}$$

A_{vc} : Área a cortante del pilar.

$$\begin{aligned} A_{vc} &= A - 2bt_f + (t_w + 2r)t_f = \\ &= 9100 \text{ mm}^2 - 2 \cdot 220 \text{ mm} \cdot 16 \text{ mm} + (9,5 \text{ mm} + 2 \cdot 18 \text{ mm}) \cdot 16 \text{ mm} = \\ &= 2788,00 \text{ mm}^2 \quad [Ec. 4.24] \end{aligned}$$

ω : Factor reductor.

Tomando un valor del factor de transformación $\beta=1$ correspondiente a casos con momentos flectores sin compensar y atendiendo a la Tabla 3.3 extraída del Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b), se iguala el valor de ω al de ω_1 .

$$\begin{aligned} \omega = \omega_1 &= \frac{1}{\sqrt{1 + 1,3 \left(\frac{b_{eff,t,wc} t_{wc}}{A_{vc}} \right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 1,3 \left(\frac{202,73 \text{ mm} \cdot 9,50 \text{ mm}}{2788,00 \text{ mm}^2} \right)^2}} = \\ &= 0,79 \quad [Ec. 4.25] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{t,wc,Rd} &= \frac{\omega \cdot b_{eff,t,wc} \cdot t_{wc} \cdot f_{y,wc}}{\gamma_{M0}} = \frac{0,79 \cdot 202,73 \text{ mm} \cdot 9,50 \text{ mm} \cdot 275 \text{ N/mm}^2}{1,05} = \\ &= 396257,08 \text{ N} = \mathbf{396,26 \text{ kN}} \quad [Ec. 4.26] \end{aligned}$$

- $F_{t,pl,Rd}$: Placa base a flexión bajo el ala izquierda del pilar (ver Apartado 3.2.3.15)

$F_{t,pl,Rd}$ será el valor mínimo entre las resistencias de diseño a tracción de los modos 1, 2 y 3.

l_{eff} : Longitud eficaz por la placa base.

Filas independientes. Se obtiene del valor mínimo entre:

Patrón de rotura circular (Ver Tabla 3.5):

$$2\pi m_x = 2\pi 25\text{mm} = 167,08\text{mm} \quad [\text{Ec. 4.27}]$$

$$\pi m_x + w = \pi \cdot 25\text{mm} + 270\text{mm} = 348,54\text{mm} \quad [\text{Ec. 4.28}]$$

$$\pi m_x + 2e = \pi \cdot 25\text{mm} + 2.40\text{mm} = 158,54 \text{ mm} \quad [\text{Ec. 4,29}]$$

Patrón de rotura no circular (Ver Tabla 3.5):

$$4m_x + 1,25e_x = 4.25\text{mm} + 1,25.40\text{mm} = 150,00\text{mm} \quad [\text{Ec. 4.30}]$$

$$e + 2m_x + 0,625e_x = 40\text{mm} + 2.25\text{mm} + 0,625.40\text{mm} = 115,00\text{mm} \quad [\text{Ec. 4.31}]$$

$$0,5b_p = 0,5.350\text{mm} = 175\text{mm} \quad [\text{Ec. 4.32}]$$

$$0,5w + 2m_x + 0,625e_x = 0,5.270\text{mm} + 2.25\text{mm} + 0,625.40\text{mm} = 210\text{mm} \quad [\text{Ec. 4.33}]$$

Por tanto, adoptando el valor mínimo entre los anteriores: l_{eff} : 115,00mm.

Las filas exteriores solamente pueden considerarse como filas independientes ya que no pueden formar grupo.

$F_{T,1-2,Rd}$: Resistencia de diseño a tracción (modos de rotura 1 y 2).

$$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \sum \ell_{\text{eff},1} t_f^2 \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 0,25.115,00\text{mm} \cdot (20\text{mm})^2 \frac{275 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1,05} =$$

$$= 3011904,78\text{Nmm} = 3,01 \text{ mkN} \quad [\text{Ec. 4.34}]$$

$$F_{T,1-2,Rd} = \frac{2M_{pl,1,Rd}}{m} = \frac{2.3011904,78\text{Nmm}}{25\text{mm}} = 240952,38\text{N} = 240,95\text{kN} \quad [\text{Ec. 4.35}]$$

$F_{T,3,Rd}$: Resistencia de diseño a tracción (modo de rotura 3).

$F_{T,3,Rd} = \Sigma F_{T,Rd}$ siendo $\Sigma F_{T,Rd}$ el valor total de la resistencia de diseño de todos los anclajes del sistema.

$F_{T,Rd}$ será el valor mínimo entre la resistencia de diseño de los anclajes a tracción y la resistencia de vinculación hormigón-anclaje.

$F_{T,Rd}$: Resistencia de diseño de los anclajes a tracción:

$$F_{T,Rd} = \frac{k_2 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} n^{\circ} \text{anclajes traccionados} =$$

$$= \frac{0,9.1000\text{N/mm}^2 \cdot 275\text{mm}^2}{1,25} \cdot 2 = 396000\text{N} = 396\text{kN} \quad [\text{Ec. 4.36}]$$

F_{bd} : Resistencia de vinculación hormigón-anclaje

f_{ctd} : Resistencia de diseño a tracción del hormigón:

Se recomienda un valor de $\alpha_{ct}=1$.

$f_{ctk,0,05} = 1,8 \text{ N/mm}^2$ (para hormigón HA-25)

$$f_{ctd} = \frac{\alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05}}{\gamma_c} = \frac{1.1,8 \text{ N/mm}^2}{1,5} = 1,2 \text{ N/mm}^2 \quad [\text{Ec. 4.37}]$$

f_{bd} : Resistencia última de vinculación:

$\eta_1 = 1,00$ (condiciones buenas)

$\eta_2 = 1,00$ ($\varnothing \leq 32\text{mm}$)

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 2,25.1,00.1,00.1,2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 2,7 \text{ N/mm}^2 \quad [\text{Ec. 4.38}]$$

A: Área de piel del anclaje:

$$A = 2 \cdot \pi \cdot R \cdot h = 2 \cdot \pi \cdot 10\text{mm} \cdot 250\text{mm} = 15707,96 \text{ mm}^2 \quad [\text{Ec. 4.39}]$$

F_{bd} : Resistencia última de vinculación hormigón-anclaje:

$$F_{bd} = 2 \text{ anclajes} \cdot 2,7 \text{ N/mm}^2 \cdot 15707,96 \text{ mm}^2 = 84823 \text{ N} = 84,82 \text{ kN} \quad [\text{Ec. 4.40}]$$

Existe la opción de no tener en cuenta la resistencia de vinculación hormigón-anclaje soldando una placa entre anclajes o unas arandelas que actúen como distribuidoras de cargas. Finalmente, viendo la disminución de resistencia tan importante que supone tener en cuenta la resistencia de vinculación hormigón-anclaje, se opta por despreciarla teniendo en cuenta que se deberá utilizar un sistema “distribuidor” de cargas como los descritos. Teniendo en cuenta esta última consideración, el valor de $F_{T,3,Rd}$ es:

$$F_{T,3,Rd} = 396000 \text{ N} = 396 \text{ kN} \quad [\text{Ec. 4.41}]$$

$F_{t,pl,Rd}$: Placa base a flexión bajo el ala izquierda del pilar:

$$F_{t,pl,Rd} = \min(F_{T,1-2,Rd}; F_{T,3,Rd}) = \min(240952,38 \text{ N}; 396000 \text{ N}) = 240952,38 \text{ N} = 240,95 \text{ kN} \quad [\text{Ec. 4.42}]$$

En consecuencia, el valor de la resistencia de diseño a tracción del lado izquierdo de la unión ($F_{T,l,Rd}$) es el que sigue en la Ecuación 3.43:

$$F_{T,l,Rd} = \min(F_{t,wc,Rd}; F_{t,pl,Rd}) = \min(396257,08 \text{ N}; 240952,38 \text{ N}) = 240952,38 \text{ N} = 240,95 \text{ kN} \quad [\text{Ec. 4.43}]$$

4.2.1.3.2- $F_{c,r,Rd}$: Resistencia de diseño a compresión del lado derecho de la unión.

Su valor debe tomarse como el mínimo entre:

- $F_{c,pl,Rd}$: **Hormigón a compresión bajo el ala derecha del pilar (ver Apartado 3.2.3.13).**

Al estar trabajando en una configuración absolutamente simétrica, la resistencia de diseño a compresión del lado derecho de la unión es la misma que la del lado izquierdo calculada en el Apartado 4.2.1.1.1. Así pues, el resultado es el siguiente:

$$F_{c,pl,Rd} = 766255,79 \text{ N} = 766,26 \text{ kN} \quad [\text{Ec. 4.44}]$$

- $F_{c,fc,Rd}$: **Ala y alma derechas del pilar a compresión (ver Apartado 3.2.3.7).**

El cálculo de la resistencia del ala y alma derechas del pilar a compresión difiere respecto al efectuado en el Apartado 4.2.1.1.1 en cuyo caso era de compresión-compresión, mientras que el que aquí nos ocupa es de tracción-compresión. Los brazos de palanca, pues, varían tal como indica la Figura 4.6. Rehacemos los cálculos.

$M_{c,Rd}$: Momento resistente de diseño de la sección.

$$M_{c,Rd} = W_{pl} \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 827000 \text{ mm}^3 \frac{275 \text{ N/mm}^2}{1,05} = 216595238,10 \text{ Nmm} = 216,60 \text{ kNm} \quad [\text{Ec. 4.45}]$$

El momento resistente de la sección se deberá reducir, tal como indica el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005a), en caso de cortante actuante superior a la mitad del cortante plástico resistente.

$z_{T,l}$, $z_{c,r}$ y z : Brazos de palanca.

$$z_{T,l} = 129,37\text{mm} ; z_{c,r} = 102\text{mm} \quad (\text{Ver Figura 4.6})$$

$$z = z_{c,l} + z_{c,R} = 102\text{mm} + 102\text{mm} = 231,37\text{mm} \quad [\text{Ec. 4.46}]$$

$F_{c,fc,Rd}$: Ala y alma derechas del pilar a compresión.

$$F_{c,fc,Rd} = \frac{M_{c,Rd}}{z} = \frac{216595238,10\text{Nmm}}{231,37\text{mm}} = 936142,27\text{N} = \mathbf{936,14\text{kN}} \quad [\text{Ec. 4.47}]$$

Por tanto, el valor de la resistencia de diseño a compresión del lado derecho de la unión será el mínimo entre los dos calculados anteriormente:

$$F_{c,R,Rd} = \min(F_{c,pl,Rd} ; F_{c,fc,Rd}) = \min(766,26\text{kN} ; 936,14\text{kN}) = \mathbf{766,26\text{kN}} \quad [\text{Ec. 4.48}]$$

4.2.1.3.3- $M_{j,Rd}$: Estimación del momento resistente de la unión de la basa del pilar.

Según la teoría descrita y al estar en un caso de $N_{Ed} < 0$ y $e \leq -z_{c,r}$, el valor de $M_{j,Rd}$ se obtendrá del mínimo entre los dos siguientes:

$$\frac{F_{T,l,Rd} \cdot z}{\left(\frac{z_{c,r}}{e}\right) + 1} = \frac{240952,38\text{N} \cdot 231,37\text{mm}}{\left(\frac{102\text{mm}}{-150\text{mm}}\right) + 1} = 174216101,19\text{mmN} \quad [\text{Ec. 4.49}]$$

$$\frac{-F_{c,r,Rd} \cdot z}{\left(\frac{z_{T,l}}{e}\right) - 1} = \frac{-766255,79\text{N} \cdot 231,37\text{mm}}{\left(\frac{129,37\text{mm}}{-150\text{mm}}\right) - 1} = 95190214,59\text{mmN} \quad [\text{Ec. 4.50}]$$

$$M_{j,Rd} = \min(174216101,19\text{mmN} ; 95190214,59\text{mmN}) = 95190214,59\text{mmN} \quad [\text{Ec. 4.51}]$$

$$M_{j,Rd} = 95190214,59\text{mmN} = \mathbf{95,19\text{mkN}} \quad [\text{Ec. 4.52}]$$

4.2.1.4- Cálculo de la predicción de la $S_{j,ini}$ de la unión de la basa del pilar según el Eurocódigo (caso tracción-compresión).

Se calcula el valor de $S_{j,ini}$ predicho por el Eurocódigo (CEN, Mayo 2005b) para los mismos valores de axil y momento, y utilizando el valor de $M_{j,Rd}$ calculado en el punto anterior:

$$N_{Ed} = -400 \text{ kN} = -400000\text{N} \text{ (compresión)}$$

$$M_{Ed} = 60 \text{ mkN} = 60000000\text{mmN} \text{ (según las agujas del reloj).}$$

$$M_{j,Rd} = 95,19 \text{ mkN} = 95190214,59\text{mmN} \text{ (según las agujas del reloj).}$$

$$e = -0,15\text{m} = -150\text{mm}$$

Los valores geométricos y de los materiales son los expuestos en el Apartado 4.1 de este mismo capítulo. Tomamos los valores de las dimensiones equivalentes de la placa base rígida calculados en el punto anterior 4.2.1.1: $b_{eff} = 80,73\text{mm}$ y $l_{eff} = 284,73\text{mm}$, valores válidos también para este caso debido a la simetría de la unión planteada.

4.2.1.4.1- $k_{T,l}$: Coeficiente de rigidez a tracción del lado izquierdo de la unión.

Su valor se debe tomar como la suma de los coeficientes de rigidez k_{15} (placa base a flexión bajo tracción) y k_{16} (anclajes a tracción) actuando en el lado izquierdo de la unión.

Primeramente es necesario conocer si se desarrollan esfuerzos de apalancamiento en la placa base para plantear las ecuaciones adecuadas para los coeficientes de rigidez, dependiendo de si existen o no las citadas fuerzas. Para saberlo, se aplica la Ecuación

4.53. Si el valor de L_b es menor que el de la expresión, se desarrollan las fuerzas de apalancamiento; en caso contrario, no.

$$\text{Si } L_b \leq \frac{8,8 \cdot m^3 \cdot A_s}{l_{eff} \cdot t^3} \text{ se desarrollan fuerzas de apalancamiento} \quad [Ec. 4.53]$$

El valor de L_b es el valor de elongación del anclaje y se toma igual a la suma de 8 veces el diámetro nominal del anclaje, el espesor de la capa de mortero, el grosor de la placa base, el grosor de la arandela y la mitad del grosor de la tuerca. En este caso se adopta un valor de $L_b=190\text{mm}$.

En el caso que nos ocupa vemos cómo L_b es mayor que el valor de la expresión indicada en la Ecuación 4.53 y, en consecuencia, puede aplicarse la formulación sin fuerzas de apalancamiento.

$$190\text{mm} > \frac{8,8 \cdot (25\text{mm})^3 \cdot 275\text{mm}^2}{284,73\text{mm} \cdot (20\text{mm})^3} = 16,60\text{mm} \quad [Ec. 4.54]$$

k_{15} : Placa base a flexión bajo tracción.

Aplicando la formulación sin fuerzas de apalancamiento obtenemos el valor del coeficiente de rigidez k_{15} , tal como se observa en la Ecuación 4.55:

$$k_{15} = \frac{0,425 \cdot l_{eff} \cdot t_p^3}{m^3} = \frac{0,425 \cdot 284,73\text{mm} \cdot (20\text{mm})^3}{25\text{mm}^3} = 61,96\text{mm} \quad [Ec. 4.55]$$

k_{16} : Anclajes a tracción.

Para el cálculo de k_{16} , en consecuencia, también se aplica la formulación sin fuerzas de apalancamiento. Así pues:

$$k_{16} = \frac{2,0 \cdot A_s}{L_b} = \frac{2,0 \cdot 275\text{mm}^2}{190\text{mm}} = 2,89\text{mm} \quad [Ec. 4.56]$$

$k_{T,l}$: Coeficiente de rigidez a tracción del lado izquierdo de la unión.

$$k_{T,l} = k_{15} + k_{16} = 61,96\text{mm} + 2,89\text{mm} = 64,85\text{mm} \quad [Ec. 4.57]$$

4.2.1.4.2- $k_{C,r}$: Coeficiente de rigidez a compresión del lado derecho de la unión.

Su valor se toma igual al coeficiente de rigidez k_{13} correspondiente al hormigón a compresión.

k_{13} : Coeficiente de rigidez hormigón a compresión.

$$k_{13} = \frac{E_c \sqrt{b_{eff} l_{eff}}}{1,275 \cdot E} = \frac{27654,16\text{N/mm}^2 \sqrt{80,73\text{mm} \cdot 284,73\text{mm}}}{1,275 \cdot 210000\text{N/mm}^2} = 15,66\text{mm} \quad [Ec. 4.58]$$

$k_{C,r}$: Coeficiente de rigidez a compresión del lado derecho de la unión.

$$k_{C,r} = k_{13} = 15,66\text{mm} \quad [Ec. 4.59]$$

4.2.1.4.3- S_j: Estimación de la rigidez de la unión de la basa del pilar.

e_k:

$$e_k = \frac{z_{C,r} \cdot k_{C,r} - z_{T,l} \cdot k_{T,l}}{k_{T,l} + k_{C,r}} = \frac{102mm \cdot 16,66mm - 129,37mm \cdot 64,85mm}{64,85mm + 15,66mm} = -84,37mm \quad [Ec. 4.60]$$

μ: Coeficiente de rigidez.

Su valor depende fundamentalmente de la relación entre el momento actuante en la unión (M_{Ed}) y el momento que ésta resiste (M_{j,Rd}).

- Si $M_{j,Ed} \leq 2/3 M_{j,Rd}$

$$\mu = 1 \quad [Ec. 4.61]$$

- Si $2/3 M_{j,Rd} < M_{j,Ed} \leq M_{j,Rd}$

$$\mu = \left(\frac{1,5M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} \right)^\psi \quad [Ec. 4.62]$$

En este caso de estudio tenemos: $M_{j,Ed} < 2/3 M_{j,Rd}$; $60mkN < 2/3 95,19mkN = 63,46mkN$ y, en consecuencia, corresponde usar el valor $\mu = 1$.

S_j: Estimación de la rigidez de la unión de la basa del pilar.

$$S_j = \frac{E \cdot z^2}{\mu \left(\frac{1}{k_{T,l}} + \frac{1}{k_{C,r}} \right)} \frac{e}{e + e_k} = \frac{210000N}{mm^2} \cdot (231,37mm)^2 \frac{-150mm}{1 \left(\frac{1}{64,85mm} + \frac{1}{15,66mm} \right) -150mm + (-84,37mm)} = 90754783698mmN = 90754,7837mkN$$

4.2.2- GRÁFICOS DE COMPORTAMIENTO M-Ø SEGÚN EL MÉTODO DE LOS COMPONENTES DEL EUROCÓDIGO:

Fruto de los resultados obtenidos de la implementación de los criterios del método de los componentes del Eurocódigo 3 en las hojas de cálculo especialmente realizadas para esta tesis (ver Documentos Anexos 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4), se pueden obtener los gráficos predictivos del comportamiento M-Ø de la basa de pilar según el axil aplicado en cada caso (ver Figuras de la 4.8 a la 4.16). Los resultados numéricos obtenidos pueden consultarse en el Documento Anexo 4.5, presente en el Capítulo 8 de esta tesis.

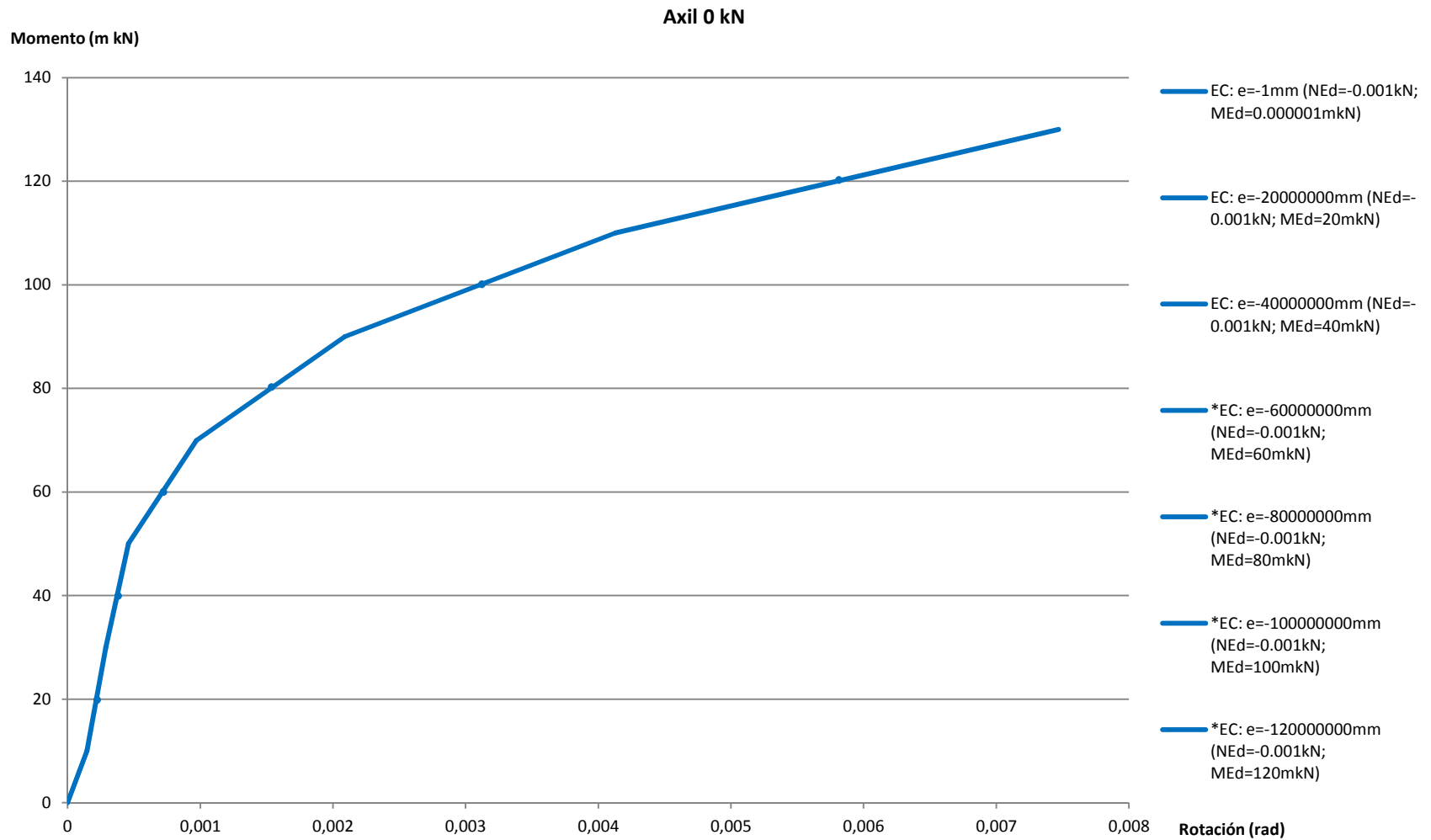


Figura 4.8-Gráfico predictivo del comportamiento M-Ø de la base del pilar según el método de los componentes del Eurocódigo 3. Axil=0 kN.

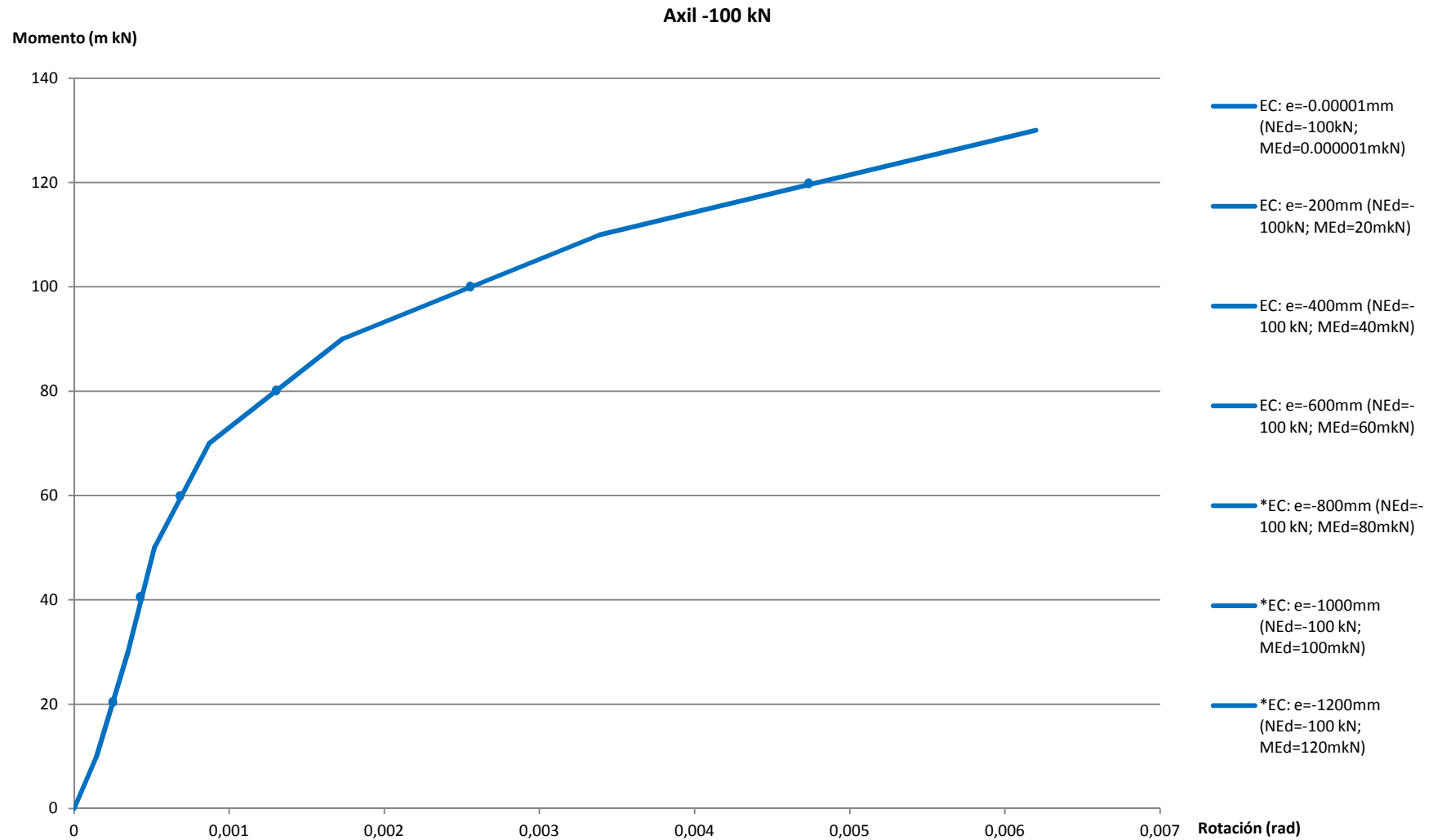


Figura 4.9-Gráfico predictivo del comportamiento M-Ø de la base del pilar según el método de los componentes del Eurocódigo 3. Axil=-100 kN.

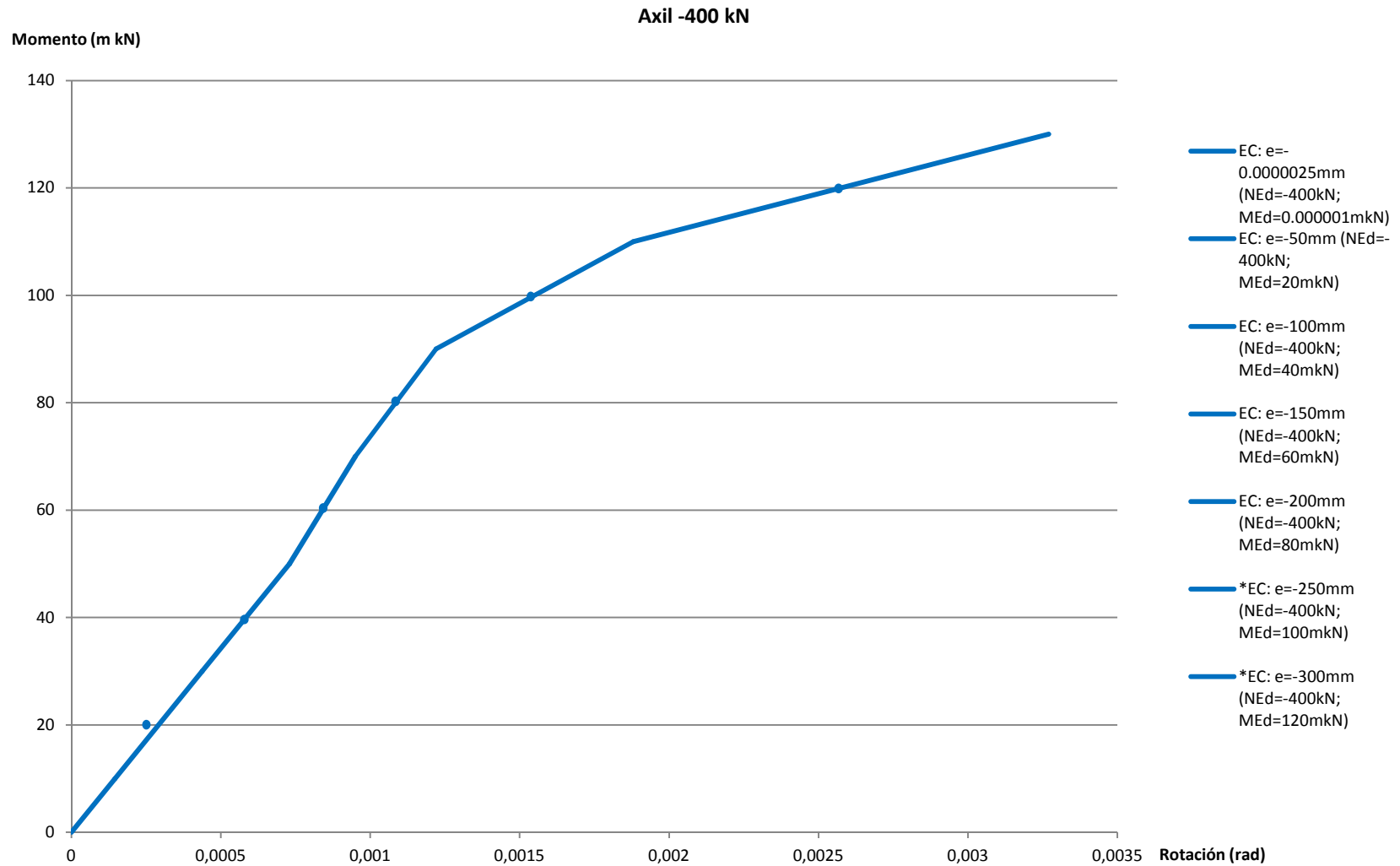


Figura 4.10-Gráfico predictivo del comportamiento M-Ø de la base del pilar según el método de los componentes del Eurocódigo 3. Axil=-400 kN.

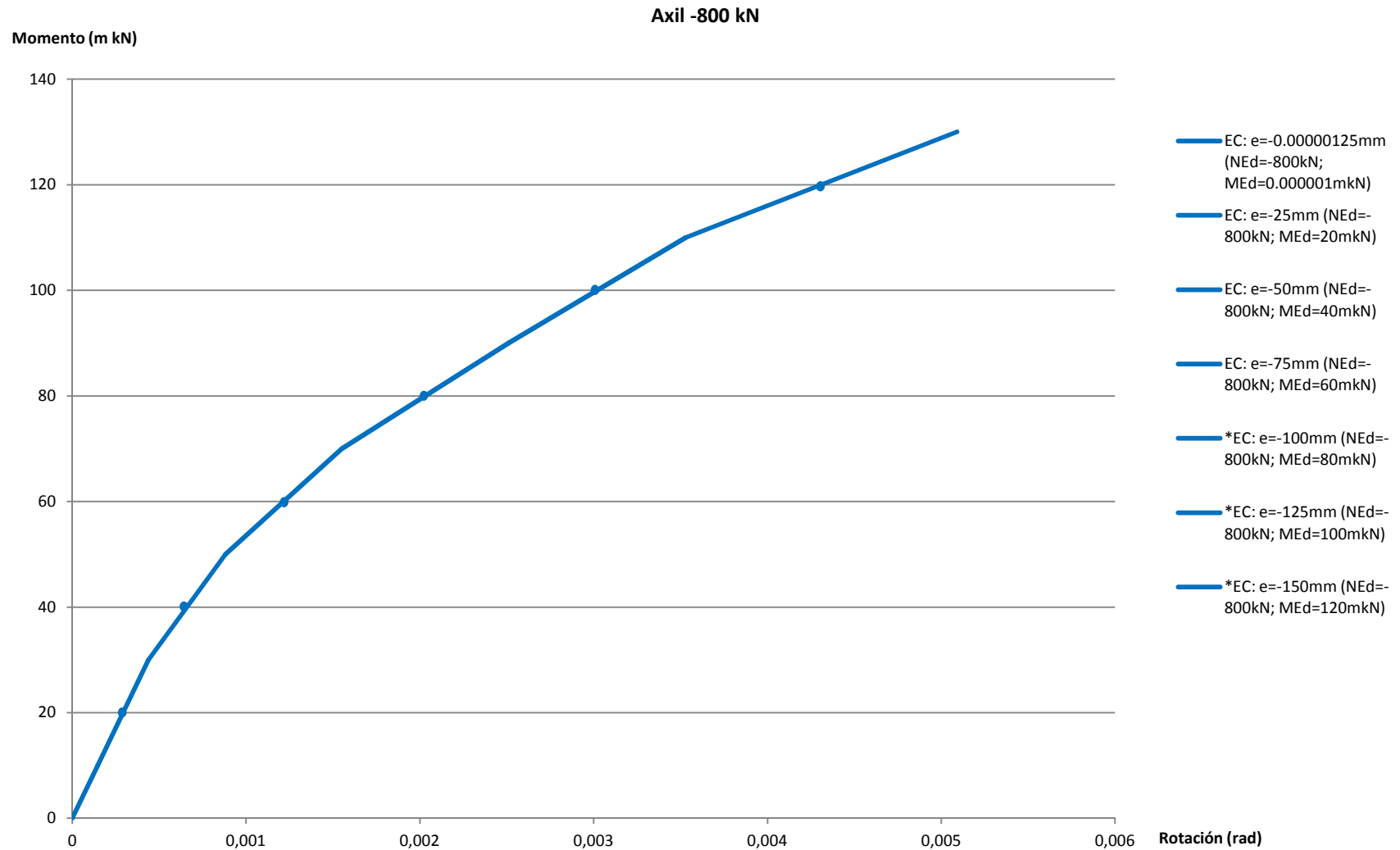


Figura 4.11-Gráfico predictivo del comportamiento M-Ø de la base del pilar según el método de los componentes del Eurocódigo 3. Axil=-800 kN.

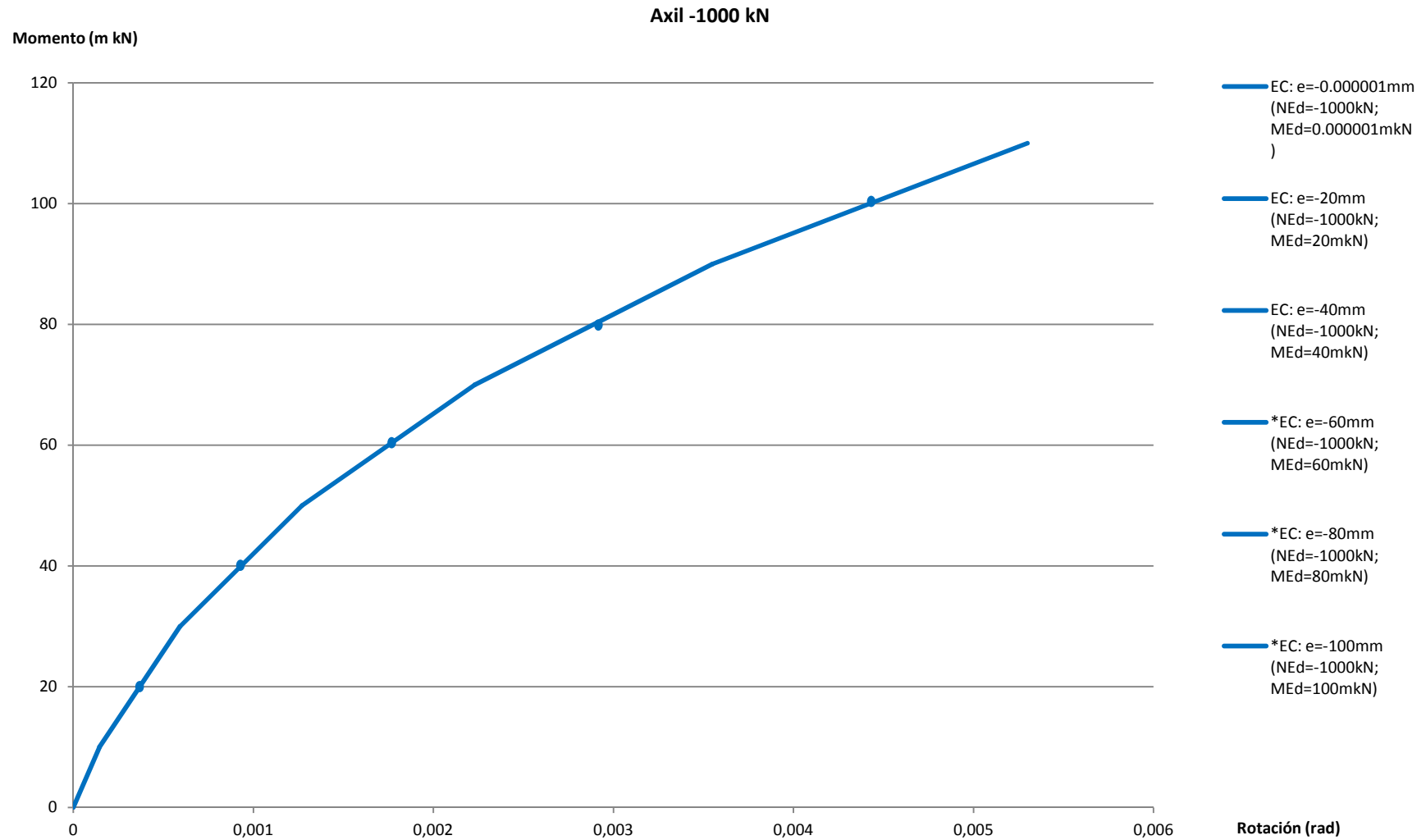


Figura 4.12-Gráfico predictivo del comportamiento M-Ø de la base del pilar según el método de los componentes del Eurocódigo 3. Axil=-1000 kN.

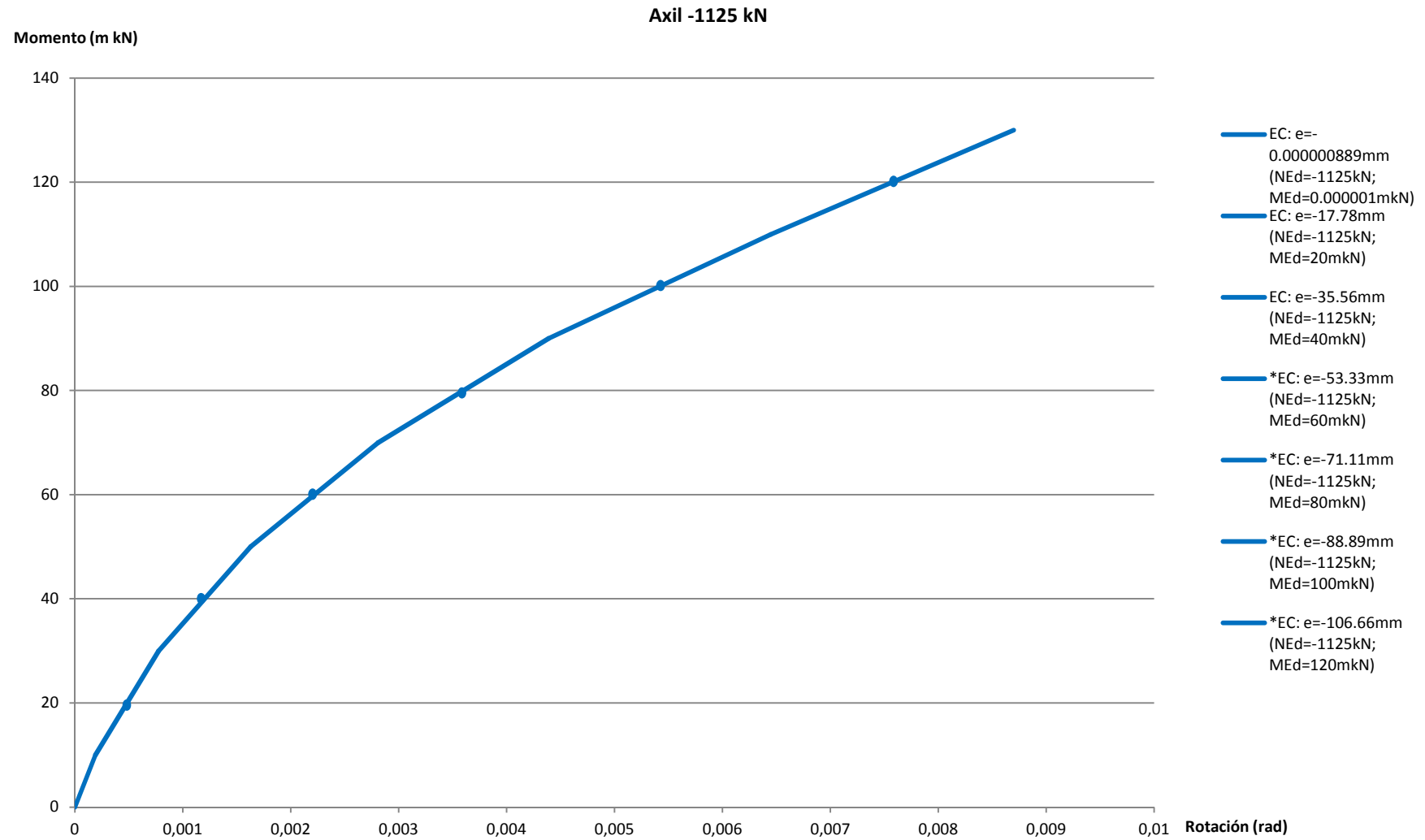


Figura 4.13-Gráfico predictivo del comportamiento M-Ø de la base del pilar según el método de los componentes del Eurocódigo 3. Axil=-1125 kN.

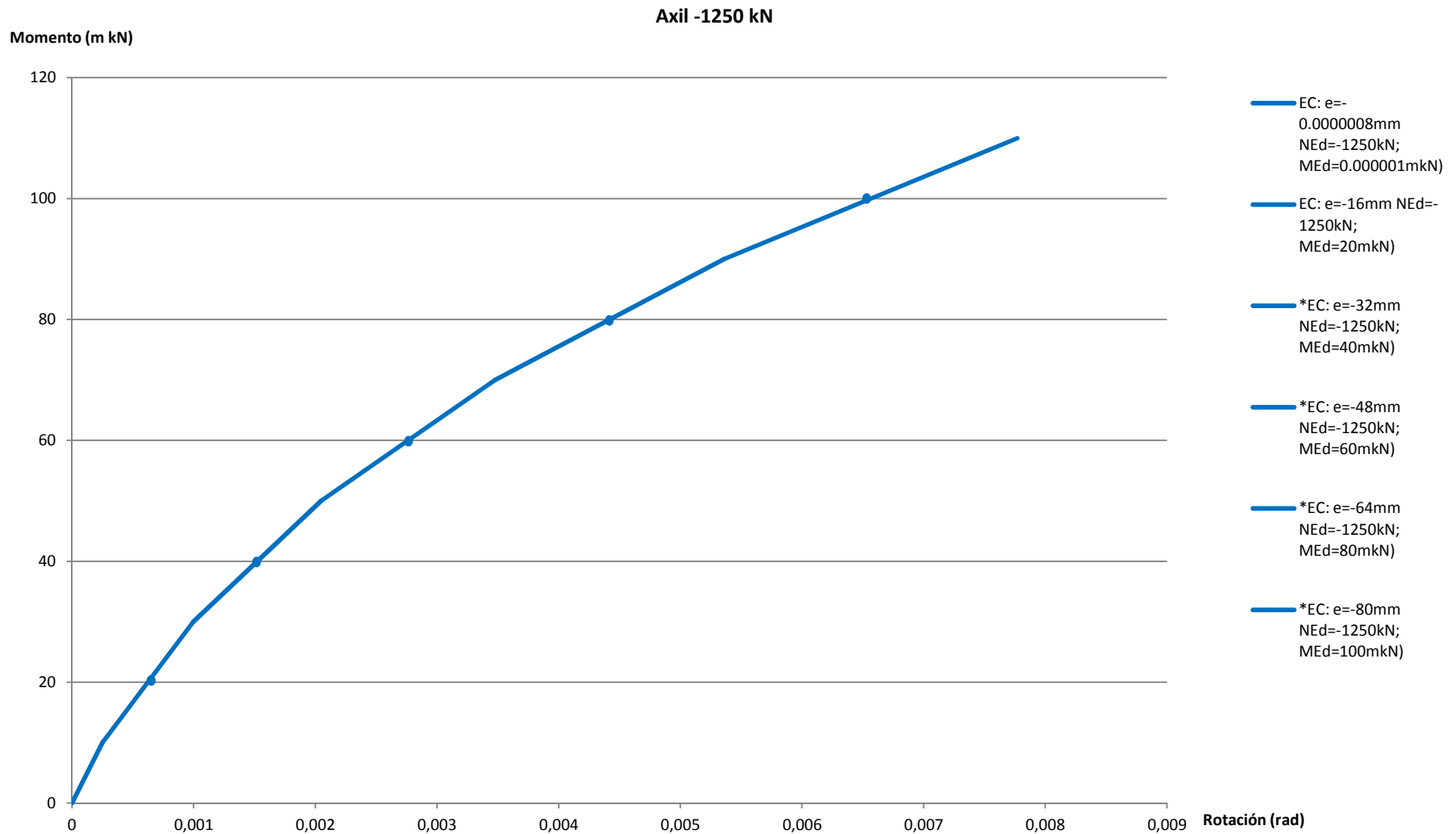


Figura 4.14-Gráfico predictivo del comportamiento M-Ø de la base del pilar según el método de los componentes del Eurocódigo 3. Axil=-1250 kN.

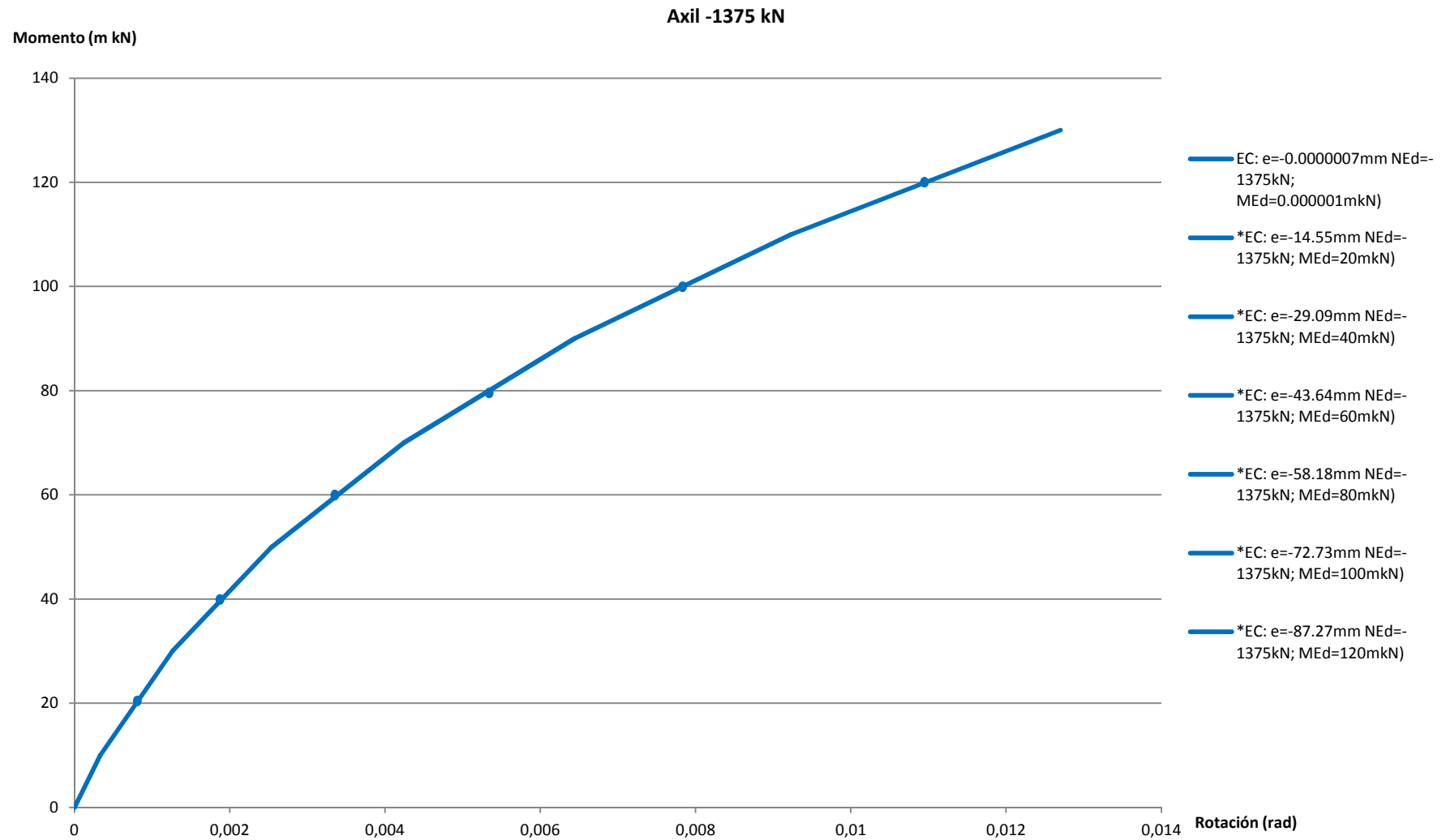


Figura 4.15-Gráfico predictivo del comportamiento M-Ø de la base del pilar según el método de los componentes del Eurocódigo 3. Axil=-1375 kN.

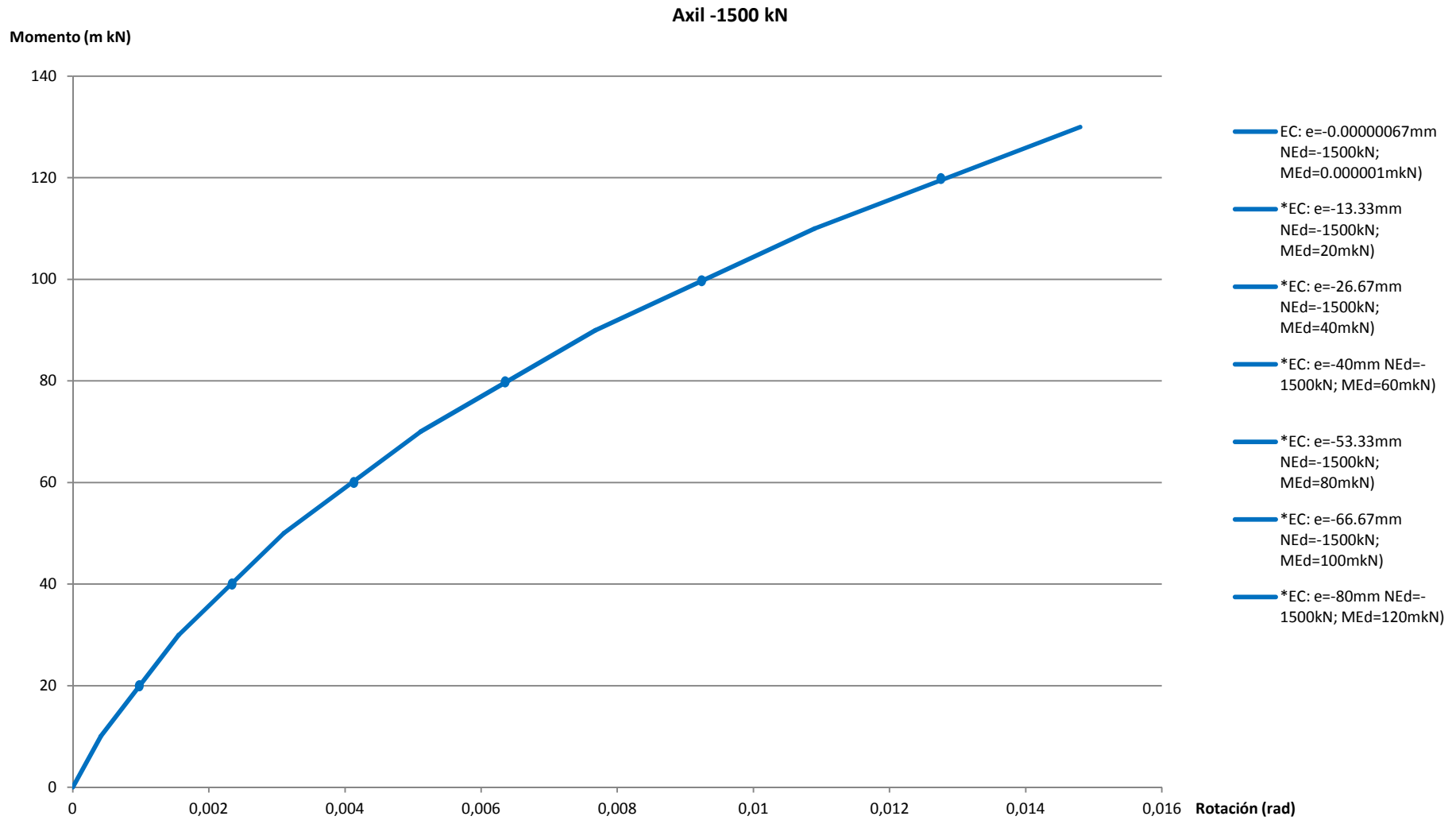


Figura 4.16-Gráfico predictivo del comportamiento M-Ø de la base del pilar según el método de los componentes del Eurocódigo 3. Axil=-1500 kN.

5

MODELADO DE LA UNIÓN MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS. ASIMILACIÓN AL COMPORTAMIENTO REAL DE LA BASA DEL PILAR

5.1- Calibración del modelo informático de elementos finitos.....	136
5.1.1- Definición del modelo usado para la calibración. Comportamiento real de la basa del pilar extraído de los ensayos de laboratorio realizados por Didier Vandegans.....	136
5.1.1.1- Definición geométrica y material de la basa del pilar.....	137
5.1.1.1.1- Bloque de hormigón	137
5.1.1.1.2- Pilar.....	137
5.1.1.1.3- Placa base.....	137
5.1.1.1.4- Anclajes.....	138
5.1.1.2- Montaje y realización de los ensayos de laboratorio.....	138
5.1.1.3- Puesta en carga de los ensayos.....	138
5.1.1.4- Instrumentación de los ensayos.....	139
5.1.1.5- Obtención de la expresión del momento flector de la unión en los ensayos.....	141
5.1.1.6- Cálculo de la rotación de los ensayos. Gráficos del comportamiento M-Ø de la basa del pilar ensayada en función de las familias de axil aplicado.....	143
5.1.2- Modelo mediante elementos finitos del modelo usado para la calibración. Comparación de los comportamientos M-Ø obtenidos con los reales (extraídos de los ensayos de Didier Vandegans ofrecidos en el Apartado 5.1.1.6).....	149
5.1.2.1- Descripción del modelo en ANSYS.....	149
5.1.2.1.1- Geometría.....	149
5.1.2.1.2- Tipo de elementos (<i>Element Types</i>) y definición del contacto.....	155
5.1.2.1.3- Definición de los materiales (<i>Material Models</i>).....	161
5.1.2.1.4- Mallado.....	167
5.1.2.1.5- Condiciones de contorno y puesta en carga del modelo.....	167
5.1.2.2- Resultados obtenidos del comportamiento del modelo. Comparación entre los comportamientos M-Ø reales de la basa del pilar y los del modelo de elementos finitos efectuado en ANSYS.....	171
5.2- Modelo de elementos finitos del caso de estudio.....	179
5.2.1- Geometría.....	179
5.2.1.1- Placa base y anclajes.....	179
5.2.1.2- Bloque de hormigón.....	180
5.2.1.3- Pilar HEB.....	182
5.2.2- Tipo de elementos (<i>Element Types</i>) y definición del contacto.....	183
5.2.3- Definición de los materiales (<i>Material Models</i>).....	184
5.2.4- Mallado.....	184
5.2.5- Condiciones de contorno y puesta en carga del modelo.....	184

5. MODELADO DE LA UNIÓN MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS. ASIMILACIÓN AL COMPORTAMIENTO REAL DE LA BASA DEL PILAR.

En el capítulo precedente se ha aplicado el método predictivo del Eurocódigo a un caso concreto, habitual en estructuras de edificación. Para poder evaluar la exactitud de la predicción del método de los componentes, el comportamiento predicho debe compararse con el que realmente experimenta la basa del pilar permitiendo, de esta forma, establecer una comparación entre predicción y realidad.

La mejor opción de que se dispone para estudiar el comportamiento real de la basa del pilar es, sin duda, la consistente en efectuar unos ensayos de laboratorio, perfectamente monitorizados, en los cuales se someta una basa de pilar real de las mismas características y materiales que la prevista en el ejemplo calculado en el Apartado 4.1 a la aplicación de los esfuerzos exteriores: axil y momento flector en este caso. De esta manera, se pueden leer las deformaciones obtenidas y realizar el gráfico de comportamiento M-Ø real de la unión con precisión absoluta. Esta forma de proceder significa hacer llegar la unión al colapso y, por tanto, inutilizar el perfil, la placa metálica y, por supuesto, el hormigón, para otros futuros usos. La realización de ensayos de laboratorio, por tanto, requiere de una inversión económica. Dados los recursos de que se dispone para elaborar esta tesis y de mutuo acuerdo con el director y el codirector, finalmente se decide no optar por esta alternativa y, en cambio, estudiar el comportamiento real de la unión a través de un modelo informático de elementos finitos que represente con suficiente fidelidad la realidad. A tal efecto, se realiza un proceso de calibrado, desarrollando un modelo de elementos finitos previo al definitivo, del cual sí se dispone de los resultados del ensayo de laboratorio gracias al trabajo de Didier Vandegans (Vandegans, 1997). Una vez conseguida la precisión deseada del modelo, se realiza el definitivo, con una geometría y unos materiales distintos, usando la misma metodología de trabajo ensayada con éxito en el modelo anterior. Procede comentar también el reto que ha supuesto equilibrar precisión con tiempo computacional del modelo, al disponer de ordenadores convencionales para desarrollar este cálculo.

El modelo mediante elementos finitos se realiza con el programa ANSYS, versión 11, programa que ha tenido que ser aprendido desde cero, convirtiendo este aprendizaje en otro aspecto fundamental para el desarrollo de esta tesis.

5.1- CALIBRACIÓN DEL MODELO INFORMÁTICO DE ELEMENTOS FINITOS.

5.1.1- DEFINICIÓN DEL MODELO USADO PARA LA CALIBRACIÓN. COMPORTAMIENTO REAL DE LA BASA DEL PILAR EXTRAÍDO DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS POR DIDIER VANDEGANS (Vandegans, 1997).

El objetivo de este apartado es describir de forma precisa la definición geométrica, los materiales usados, el proceso de puesta en carga y el comportamiento M-Ø de los ensayos de las basas de pilares escogidos para el modelo de calibración que, al final, debe servir para verificar que el modelo informático de este mismo ejemplo realizado con ANSYS se aproxima suficientemente al comportamiento real. Los ensayos de laboratorio escogidos son los llevados a cabo por Didier Vandegans y recopilados en el documento titulado "*Column Bases: Experimentation and application of analytical models*" (Vandegans, 1997). En este documento se puede encontrar fácilmente toda la información respecto a los ensayos y los resultados obtenidos, aspectos que seguidamente se describen para, posteriormente, poderse reproducir en el modelo informático.

En el trabajo comentado de Didier Vandegans se llevan a cabo una serie de 20 ensayos de basas de pilares, vinculadas a macizos de hormigón a través de dos anclajes. Se les aplica unos momentos flectores actuantes en el eje fuerte y el débil (para esta tesis solamente se recogen los aplicados respecto al eje fuerte), y se toma como parámetro variable el valor del axil aplicado.

Al disponer solamente de dos anclajes de vinculación con el bloque de hormigón, se trata de ensayos con gran desplazabilidad de la cabeza de los pilares al aplicarles los momentos flectores mayores.

Los ensayos con momentos aplicados respecto al eje fuerte del pilar se llevan a cabo con perfiles HEB220, HEB160 y HEB140. En esta tesis se recogen solamente los ensayos utilizando pilares HEB220.

5.1.1.1- Definición geométrica y material de la basa del pilar.

Toda la información descrita en este apartado es un resumen de la información sobre los ensayos realizados por Didier Vandegans. Para un mayor detalle de estos puede consultarse el documento original (Vandegans, 1997).

5.1.1.1.1- Bloque de hormigón:

Las dimensiones del bloque de hormigón son las siguientes: 1180mm x 580mm x 500mm.

El hormigón se arma mediante ocho barras longitudinales de acero de Ø25mm y seis estribos de Ø10mm, tal como se muestra en la Figura 5.1.

Durante el hormigonado del macizo, se extrajeron ocho probetas cúbicas para la determinación de sus características mecánicas. Las probetas han sido ensayadas cuando empezaron la serie de ensayos de laboratorio de las basas de pilares, es decir, diez meses después del proceso de hormigonado. El valor principal de los ensayos de compresión de las probetas cúbicas es de 18,31 N/mm² con una desviación estándar de 0,0897.

Por tanto, la resistencia característica en bloque cúbico es: $f_{ck}^* = 18,13 \text{ N/mm}^2$

Y la resistencia en cilindro: $f_{ck} = 0,83 f_{ck}^* = 15 \text{ N/mm}^2$

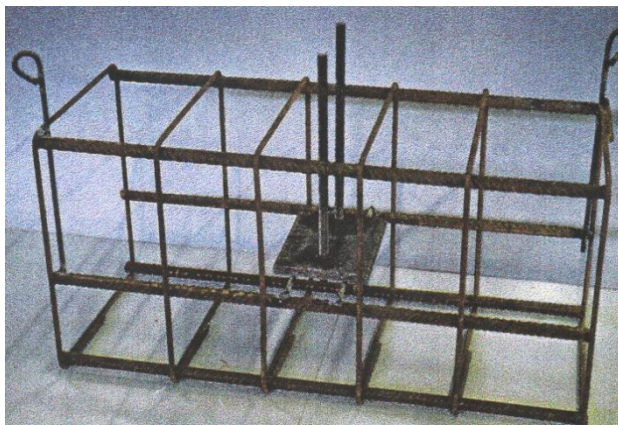


Figura 5.1: Fotografía del armado del bloque de hormigón usado en el ensayo (Vandegans, 1997).

5.1.1.1.2- Pilar:

Los ensayos que se utilizan en esta tesis hacen referencia a los que adoptan como pilar perfiles HEB220. El acero utilizado es S355. Para el módulo de Young del acero se usa el valor convencional de 210000 N/mm².

5.1.1.1.3- Placa base:

Para los ensayos con perfiles HEB220 el espesor de la chapa base (t_p) utilizada es de 20mm, y sus dimensiones en planta son de 280mm x 280mm. El acero utilizado para las placas base, según Vandegans, es el S235.

Una fina capa de mortero se dispone entre el macizo de hormigón y la placa base, con el objetivo de asegurar una buena transición de las fuerzas de un elemento al otro. En los primeros pasos de los ensayos, el mortero estaba formado por mitad arena de Lommel y mitad

cemento, dosificación que durante la ejecución de los ensayos se cambió pasando a un mortero formado por un tercio de cemento y dos tercios de arena del Rhin, con una dosificación agua/cemento de 0,3.

5.1.1.1.4- Anclajes:

Los anclajes utilizados son barras roscadas, sujetas a la placa base y fijadas al hormigón. Los anclajes son tornillos M20 de acero 10.9.

La placa base está conectada a los anclajes mediante tuercas. Debajo de cada tuerca se coloca una arandela de 4mm.

Los anclajes disponen de una chapa de reparto introducida dentro del bloque de hormigón, a la mitad de su canto, para asegurar la unión anclaje-hormigón. Los anclajes se atornillan a la chapa de reparto mediante tuercas.

5.1.1.2- Montaje y realización de los ensayos de laboratorio.

En el trabajo de Didier Vandegans (Vandegans, 1997) se explica detenidamente la realización de los ensayos, las limitaciones técnicas y cómo se obtienen los resultados.

En el montaje del ensayo, por razones técnicas, el pilar se sitúa horizontalmente, de tal manera que la cara lateral del macizo de hormigón se apoya en el suelo. La fuerza normal F_1 aplicada en el pilar actúa, según lo comentado, también horizontalmente, mientras que la fuerza F_2 responsable de la aplicación del momento flector lo hace verticalmente.

La fuerza de compresión F_1 se aplica a través de dos prensas hidráulicas de 100 Toneladas de capacidad cada una y se sitúan en el dorso del macizo de hormigón. Una gruesa chapa de alta rigidez asegura un reparto tensional homogéneo en el bloque de hormigón cuando el bloque se apoya lateralmente en el suelo, tal como se ha comentado que es la posición del ensayo. El sistema que asegura la transferencia de las fuerzas a la cabeza del pilar consiste en dos vigas extremadamente rígidas situadas a cada lado del sistema y unidas entre sí mediante cuatro barras (ver Figura 5.2).

Para evitar cualquier desplazamiento del macizo de hormigón como consecuencia de la aplicación de F_2 , se diseña un sistema de sujeción mediante dos chapas metálicas debidamente ancladas al suelo situadas en cada lateral del macizo. Un perfil metálico asegura la transmisión de las fuerzas procedentes del bloque de hormigón a las citadas chapas metálicas estabilizantes del sistema.

La fuerza F_2 , en los ensayos con momentos aplicados respecto al eje fuerte del perfil del pilar, se aplica mediante una prensa hidráulica en el ala de la cabeza del pilar.

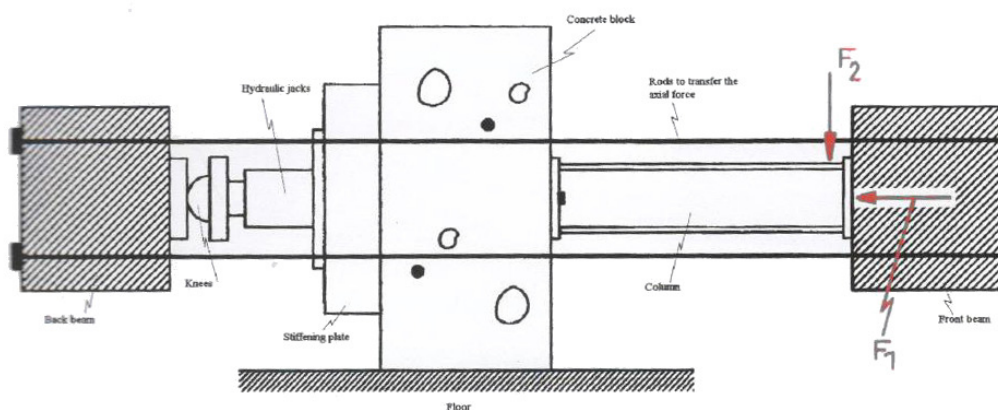


Figura 5.2: Dispositivo experimental (Vandegans, 1997).

5.1.1.3- Puesta en carga de los ensayos.

Para los ensayos con pilares HEB220, la aplicación de las cargas se realiza mediante dos fases:

- Primero, se aplica la fuerza axial F_1 al pilar.
- Manteniendo F_1 constante, se aplica el momento flector mediante la actuación de la fuerza F_2 hasta que colapse el sistema.

Pueden observarse gráficamente las dos fases de carga en la Figura 5.3.

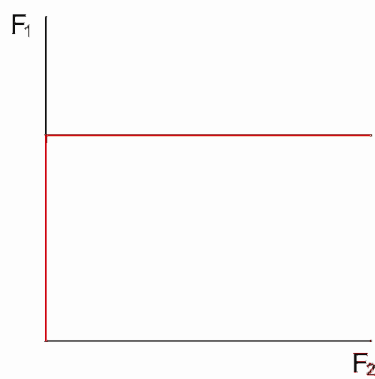


Figura 5.3: Puesta en carga de los ensayos (Vandegans, 1997).

La nomenclatura dada en el trabajo de Vandegans a los diferentes ejemplares de los ensayos es la siguiente:

S/W xxxx – yyy

Donde:

- La primera letra indica si el momento flector actúa respecto al eje fuerte del perfil (S) o el débil (W). En los casos escogidos para el modelo de calibración de esta tesis siempre serán respecto al eje fuerte (S).
- El número xxx define el perfil HEB del pilar. Para los casos escogidos siempre serán HEB220 y, por tanto, aparecerá al lado de la S el número 220.
- El número yyy indica el valor nominal del axial aplicado al pilar, expresado en Toneladas en el trabajo de Vandegans (Vandegans, 1997).

5.1.1.4- Instrumentación de los ensayos.

La instrumentación de los ensayos usados por Vandegans para estudiar la deformación de los ejemplares cargados se ilustra en la Figura 5.4. Los instrumentos de medición son los siguientes

- Células de carga.
- Transductores de desplazamiento.
- Transductores de rotación.
- Galgas extensiométricas.

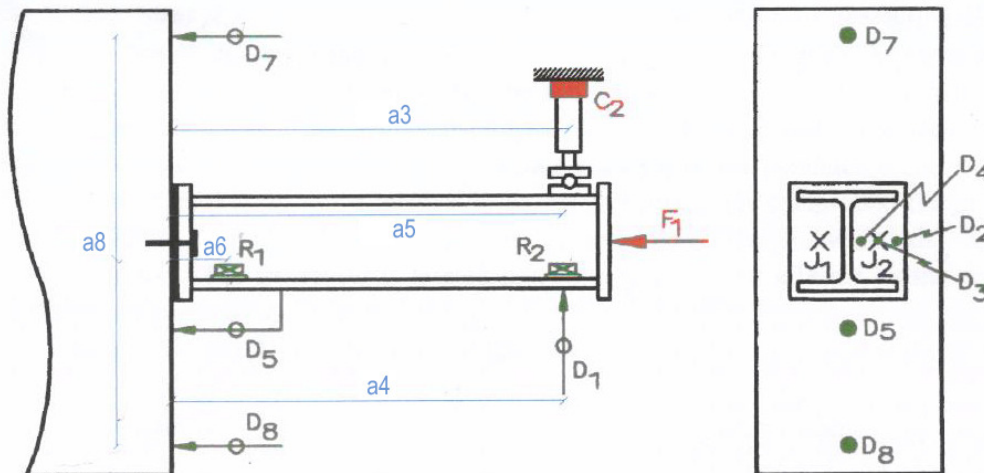


Figura 5.4: Instrumentación de los ensayos (Vandegans, 1997).

Las distancia a_i presentes en la Figura 5.4 significan:

- a_3 : Distancia entre el macizo de hormigón y el punto de aplicación de la fuerza F_2 .
- a_4 : Distancia entre el macizo de hormigón y el transductor de desplazamiento D_1 .
- a_5 : Distancia entre el macizo de hormigón y el transductor de rotación R_2 .
- a_6 : Distancia entre el macizo de hormigón y el transductor de rotación R_1 .
- a_8 : Distancia entre los transductores de desplazamiento D_7 y D_8 .

Respecto a los instrumentos de medición, a continuación se efectúa una breve explicación de la intención de la colocación de cada uno de ellos según Didier Vandegans:

- Las prensas hidráulicas aplican las fuerzas al sistema. Las células de carga C_2 y C_3 , situadas delante de ellas, miden la carga realmente aplicada.
- Los transductores de desplazamiento $D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6, D_7$ y D_8 tienen diversas funciones, tal como explica Vandegans en su trabajo (Vandegans, 1997). Las funciones de estos elementos son (Ver Figura 5.4):
 - Transductor de desplazamiento D_1 : Medición del desplazamiento absoluto de la cabeza del pilar (frente a la aplicación de la carga F_2).
 - Transductores de desplazamiento D_2, D_3 y D_4 : Los resultados dados por estos tres aparatos de medición ofrecen información respecto a la deformación de la placa base. Para los ensayos con aplicación del momento flector respecto al eje fuerte, los transductores se sitúan en horizontal siguiendo el eje de los anclajes. De esta manera, D_2 mide el desplazamiento al límite de la placa base, D_3 lo hace en la cabeza del anclaje, y D_4 lo hace de la placa base al nivel del alma del pilar.
 - Transductor de desplazamiento D_5 : Mide el desplazamiento relativo entre el ala comprimida del pilar y el macizo de hormigón. El transductor se sitúa en una zona en la que no le afecte la deformación del hormigón a compresión.
 - Transductores de desplazamiento D_7 y D_8 : Miden el desplazamiento absoluto de los extremos del macizo de hormigón. Se usan para determinar la rotación del macizo.
- Los transductores de rotación R_1 y R_2 , situados en las alas del pilar, miden su rotación absoluta al nivel de la unión (R_1) y de aplicación de la fuerza F_2 (R_2).
- Para determinar las fuerzas de tracción en los anclajes, Didier Vandegans los instrumenta con las galgas extensiométricas axiales J_1 y J_2 . Los anclajes se perforan con un orificio de 55mm de largo por 2,5mm de ancho, donde se colocan las dos galgas extensiométricas, tal como puede observarse en la Figura 5.5.

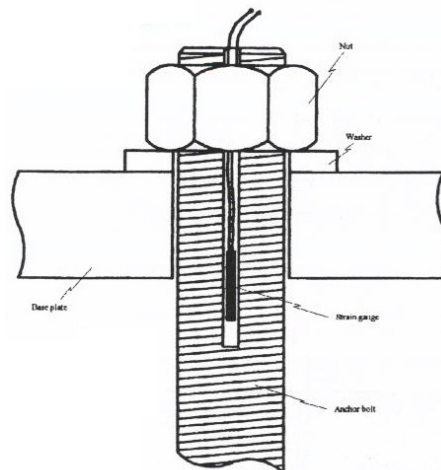


Figura 5.5: Instrumentación de un anclaje. Posición de la galga extensiométrica (Vandegans, 1997).

5.1.1.5- Obtención de la expresión del momento flector de la unión en los ensayos.

Las configuraciones de uniones estudiadas presentan, al estar vinculada la placa base al macizo de hormigón con sólo dos anclajes, una alta deformabilidad, aspecto que hace que no puedan despreciarse los efectos en segundo orden. La Figura 5.6 muestra que el momento flector en la unión, a pesar de estar producido principalmente por la fuerza aplicada F_2 , está influenciado también por la fuerza axial aplicada F_1 , la cual actúa en la dirección grafiada a puntos en la Figura 5.6, cambiante a lo largo del proceso de ejecución del ensayo. La fuerza F_1 , en consecuencia, puede descomponerse en una componente vertical, que provoca un momento flector adicional al aplicarla excéntrica respecto al centro de la unión, y otra horizontal, con la misma dirección que F_2 , que tiende a reducir el momento flector.

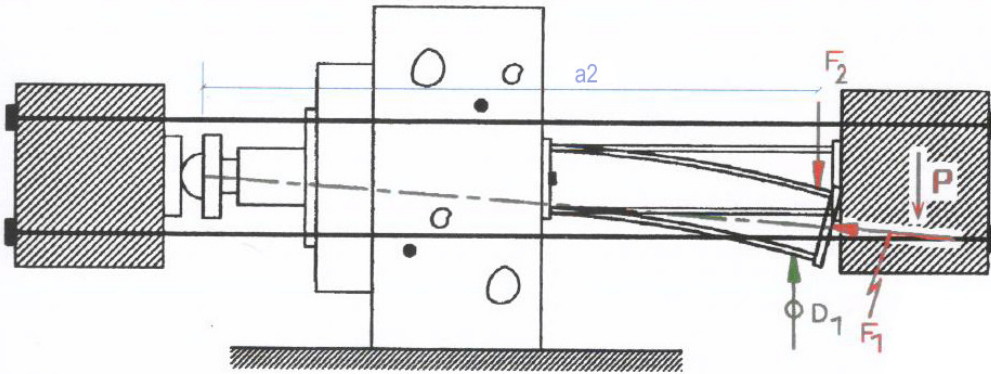


Figura 5.6: Influencia de la deformación del pilar (Vandegans, 1997).

Dado el montaje del ensayo, además debe contemplarse también el momento flector debido al peso de la viga usada para aplicar la fuerza a la cabeza del pilar. Esta fuerza adicional P actuando en el sistema puede considerarse que se aplica a medio canto de la viga. Debido a la ejecución técnica del ensayo, Didier Vandegans explica en su trabajo (Vandegans, 1997) que es necesario añadir una fuerza adicional F'_2 a la fuerza F_2 , en su mismo punto de aplicación, que provoque el mismo momento flector en la unión que el que desarrolla la fuerza P . Así pues, la definición de F'_2 será la que muestra la Ecuación 5.1.

$$F'_2 = \frac{\left(1050 + \frac{540}{2}\right) \cdot P}{a_3} \quad [Ec. 5.1]$$

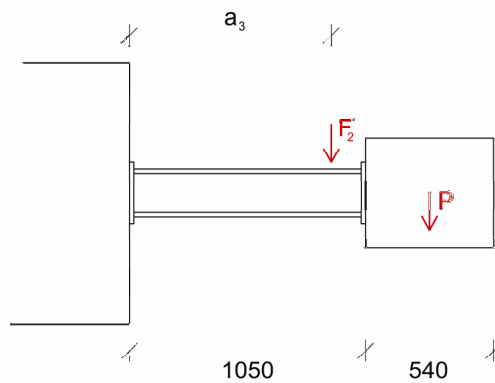


Figura 5.7: Influencia de la deformación del pilar

Si α es la inclinación de la dirección de la fuerza F_1 con respecto a la horizontal y a_2 es la distancia entre el punto de aplicación de F_2 y el centro de rotación del sistema, ver Figura 5.6, puede expresarse α como muestra la Ecuación 5.2.

$$\alpha \approx \operatorname{tg} \alpha = \frac{D_1}{a_2} \quad [\text{Ec. 5.2}]$$

Por tanto y observando la Figura 5.8, se puede deducir la Ecuación 5.3 correspondiente al momento flector actuante en la unión.

$$M = (F_2 + F_2') \cdot a_3 - F_1 \cdot \sin \alpha \cdot 1050 + F_1 \cdot \cos \alpha \cdot D_1 \quad [\text{Ec. 5.3}]$$

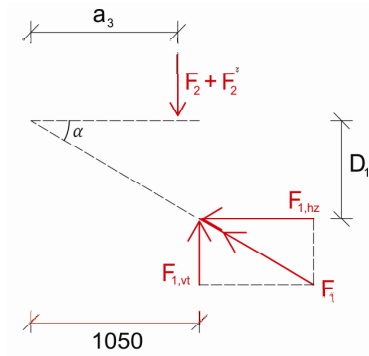


Figura 5.8: Diagrama de fuerzas actuantes que generan el momento flector de la unión.

Conociendo, para deformaciones muy pequeñas, la relación siguiente:

$$\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \operatorname{tg} \alpha = \alpha = \frac{D_1}{a_2} \quad [\text{Ec. 5.4}]$$

Puede despejarse el valor de $\sin \alpha$:

$$\sin \alpha = \alpha \cdot \cos \alpha = \frac{D_1}{a_2} \cdot \cos \alpha \quad [\text{Ec. 5.5}]$$

Sustituyendo el valor de $\sin \alpha$ en la Ecuación 5.3 se obtiene:

$$M = (F_2 + F_2') \cdot a_3 - F_1 \cdot \frac{D_1}{a_2} \cdot \cos \alpha \cdot 1050 + F_1 \cdot \cos \alpha \cdot D_1 \quad [\text{Ec. 5.6}]$$

$$M = (F_2 + F_2') \cdot a_3 + F_1 \cdot \frac{D_1}{a_2} \cdot \cos \alpha \cdot (-1050 + a_2) \quad [\text{Ec. 5.7}]$$

Considerando α muy pequeño, se tiene que $\cos \alpha = 1$. En consecuencia, se obtiene la expresión del momento flector en la Ecuación 5.8. El primer sumando corresponde al momento flector de primer orden, mientras que el segundo hace referencia al momento adicional debido a los efectos en segundo orden.

$$M = (F_2 + F_2') \cdot a_3 + F_1 \cdot \frac{D_1}{a_2} \cdot (a_2 - 1050) \quad [\text{Ec. 5.8}]$$

La Figura 5.9 muestra, a título de ejemplo, el gráfico M- \emptyset obtenido del ensayo S220-040 considerando primero sólo los efectos de primer orden (color azul), y después también los de segundo orden (rojo). Se observa una diferencia mínima en la precisión del comportamiento obtenido de la basa del pilar, aumentándose ésta, como es lógico, a medida que la solicitan momentos mayores.

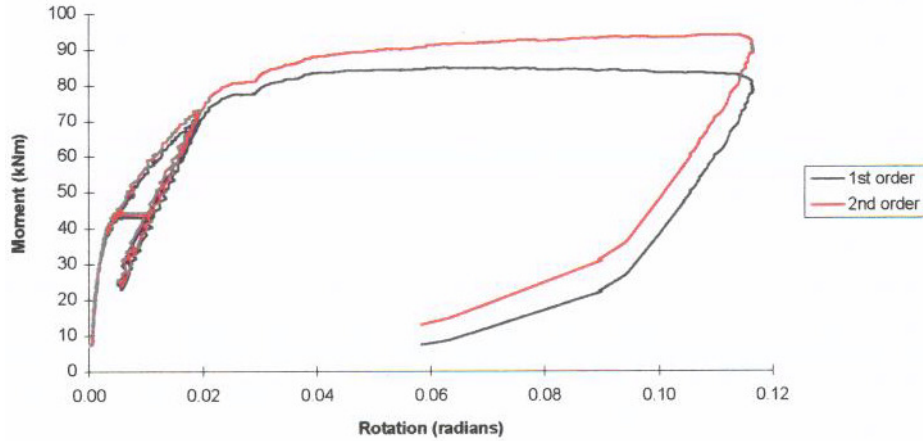


Figura 5.9: Ensayo S220-040: Curvas M-Ø obtenidas considerando los efectos en primer y segundo orden.

5.1.1.6- Cálculo de la rotación de los ensayos.

Gráficos del comportamiento M-Ø de la base del pilar ensayada en función de las familias de axil aplicado.

Según explica Didier Vandegans en su trabajo (Vandegans, 1997), de los aparatos de medición instalados en los distintos ensayos puede calcularse la rotación de la base del pilar de tres maneras distintas. Según demuestra en su estudio, las tres maneras obtienen resultados prácticamente idénticos. Así pues, se puede evaluar la rotación de la unión mediante:

- A través del transductor de rotación R_1 .
- A través del transductor de rotación R_2 .
- A través del transductor de desplazamiento D_1 .

Además de la deformación de la unión, las mediciones realizadas también incorporan:

- La deformación elástica del pilar (deducida de la teoría de la resistencia de materiales).
- La rotación del macizo de hormigón (evaluada a partir de la información aportada de los transductores de desplazamiento D_7 y D_8).

Así pues, atendiendo a los tres medios indicados para obtener la rotación de la unión y teniendo en cuenta los valores añadidos que incorporan las mediciones, se puede calcular la rotación de la base del pilar mediante una de las siguientes expresiones:

- A través de la lectura dada por el transductor de rotación R_1 mediante la Ecuación 5.9:

$$\varnothing_1 = R_1 - \varnothing_{(a6)} - \frac{D_7 - D_8}{a_8} \quad [Ec. 5.9]$$

- A través de la lectura dada por el transductor de rotación R_2 mediante la Ecuación 5.10.

$$\varnothing_2 = R_2 - \varnothing_{(a5)} - \frac{D_7 - D_8}{a_8} \quad [Ec. 5.10]$$

- A través de la lectura dada por el transductor de desplazamiento D_1 mediante la Ecuación 5.11.

$$\varnothing_3 = \frac{D_1 - v_{(a4)}}{a_4} - \frac{D_7 - D_8}{a_8} \quad [Ec. 5.11]$$

Llegados a este punto, el trabajo de Didier Vandegans ofrece al lector los gráficos del comportamiento real $M-\varnothing$ de la basa de pilar descrita en el Apartado 5.1.1.1 en función de los axiles aplicados. A continuación se reproducen los citados gráficos del comportamiento real de las basas de pilares de los siguientes ensayos:

- S220-010: Correspondiente a un axil aplicado de compresión de 10T (=100kN). Ver Figura 5.10.
- S220-040: Correspondiente a un axil aplicado de compresión de 40T (=400kN). Ver Figura 5.11.
- S220-080: Correspondiente a un axil aplicado de compresión de 80T (=800kN). Ver Figura 5.12.
- S220-150: Correspondiente a un axil aplicado de compresión de 150T (=1500kN). Ver Figura 5.13.

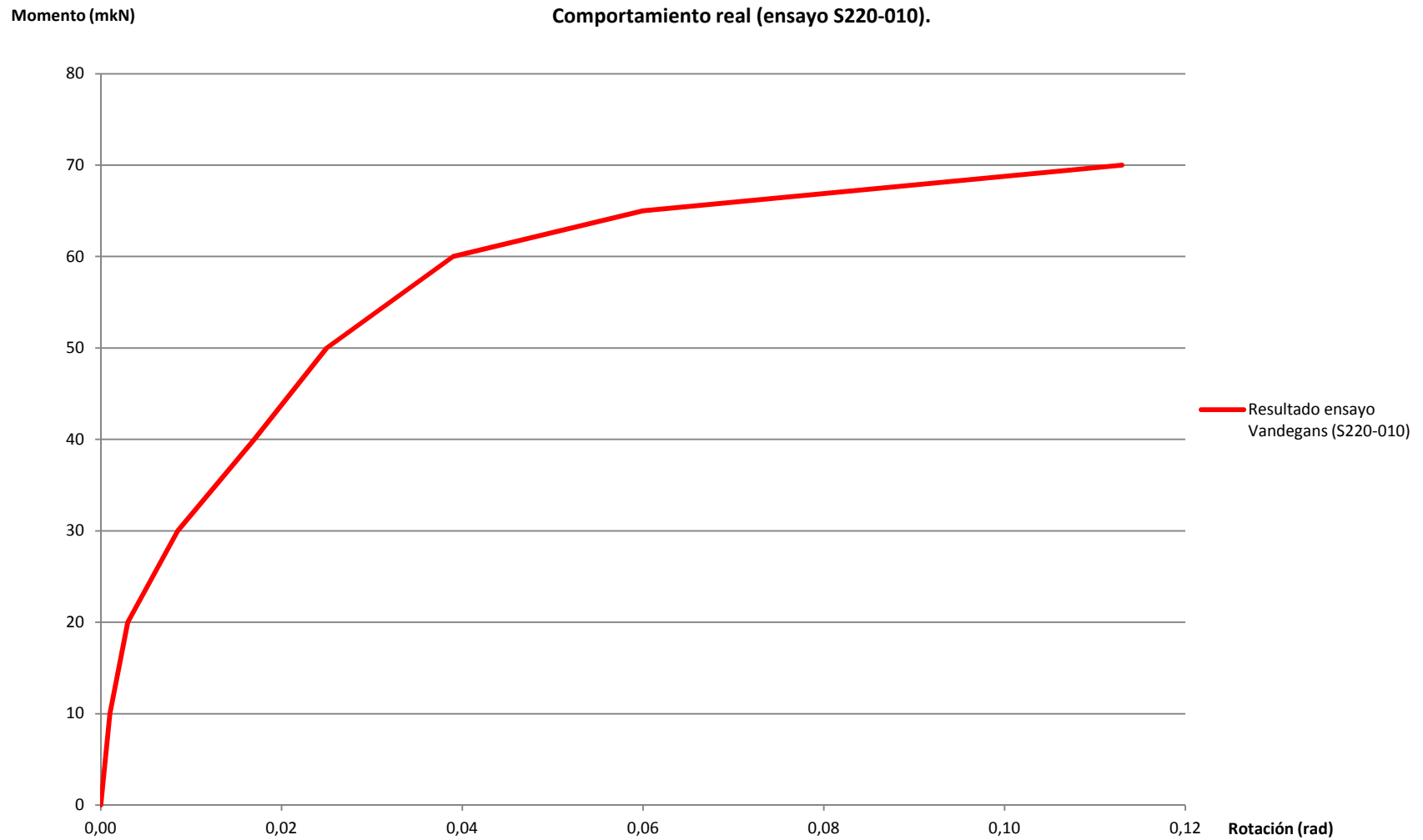


Figura 5.10: Comportamiento real M- θ del ensayo de Didier Vandegans S220-010, correspondiente a un axil aplicado de compresión de 100kN sobre la basa de pilar definida en el Apartado 5.1.1.1.

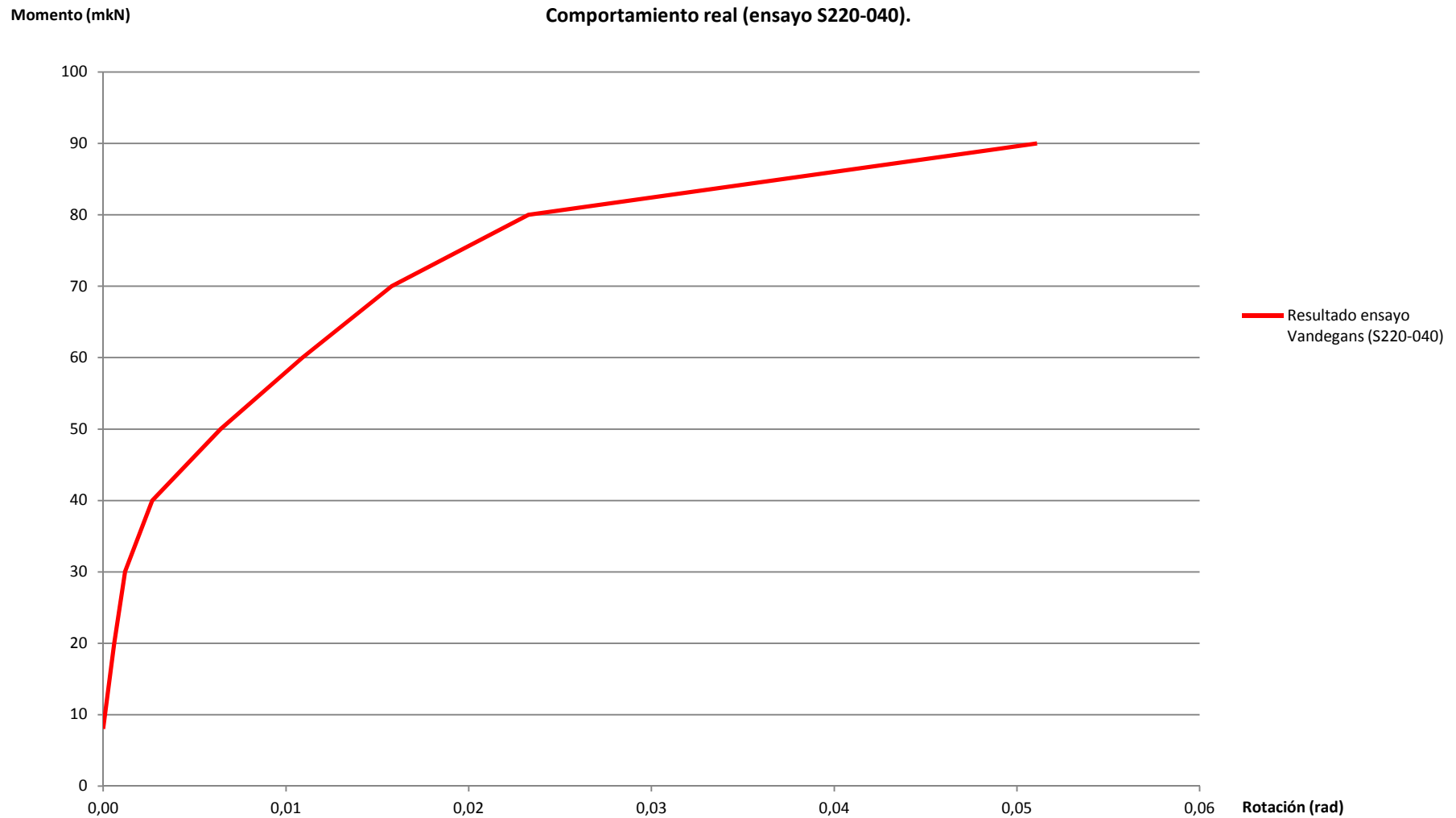


Figura 5.11: Comportamiento real M-Ø del ensayo de Didier Vandegans S220-040, correspondiente a un axil aplicado de compresión de 400kN sobre la basa de pilar definida en el Apartado 5.1.1.1.

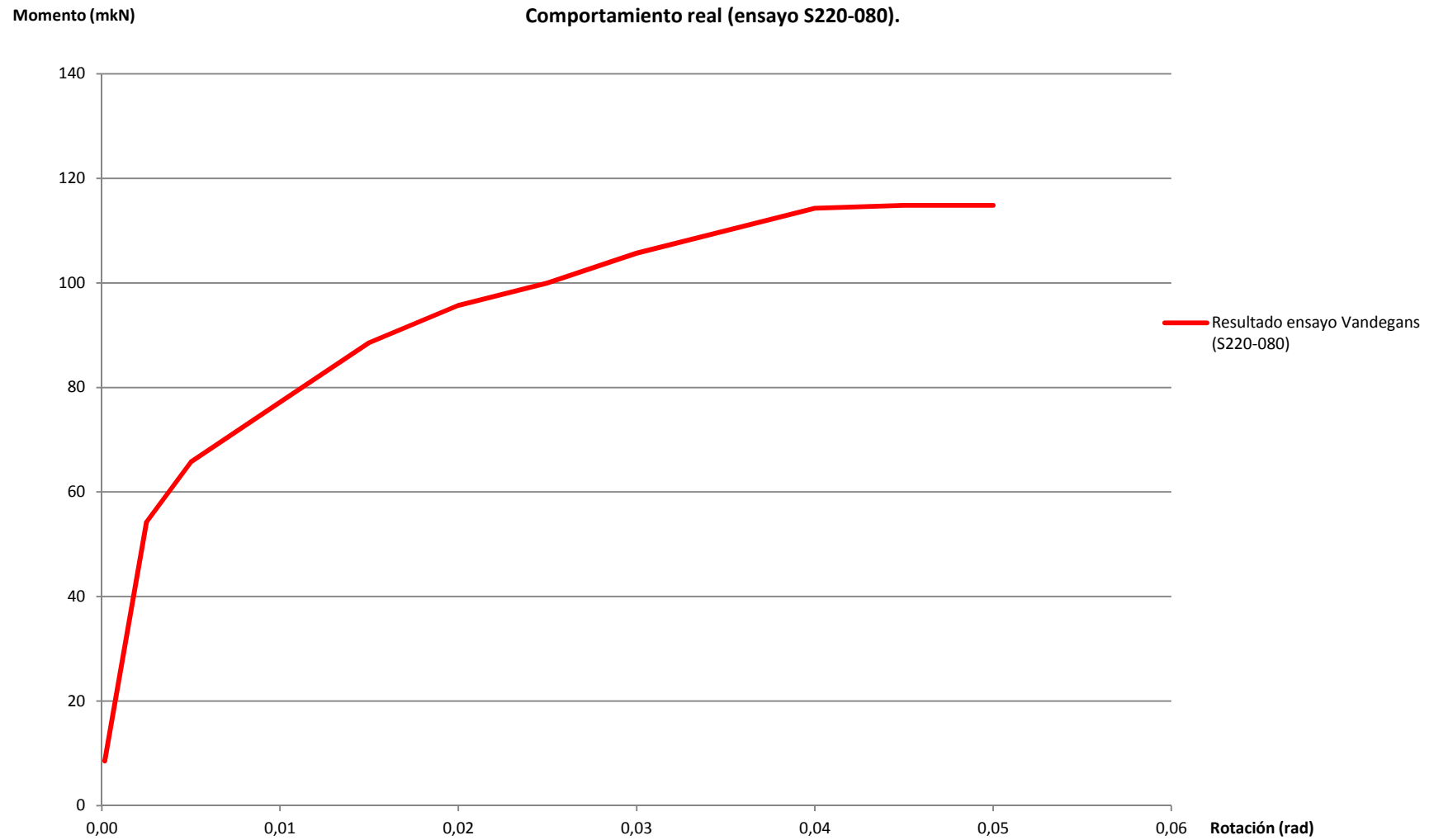


Figura 5.12: Comportamiento real M- θ del ensayo de Didier Vandegans S220-080, correspondiente a un axil aplicado de compresión de 800kN sobre la basa de pilar definida en el Apartado 5.1.1.1.

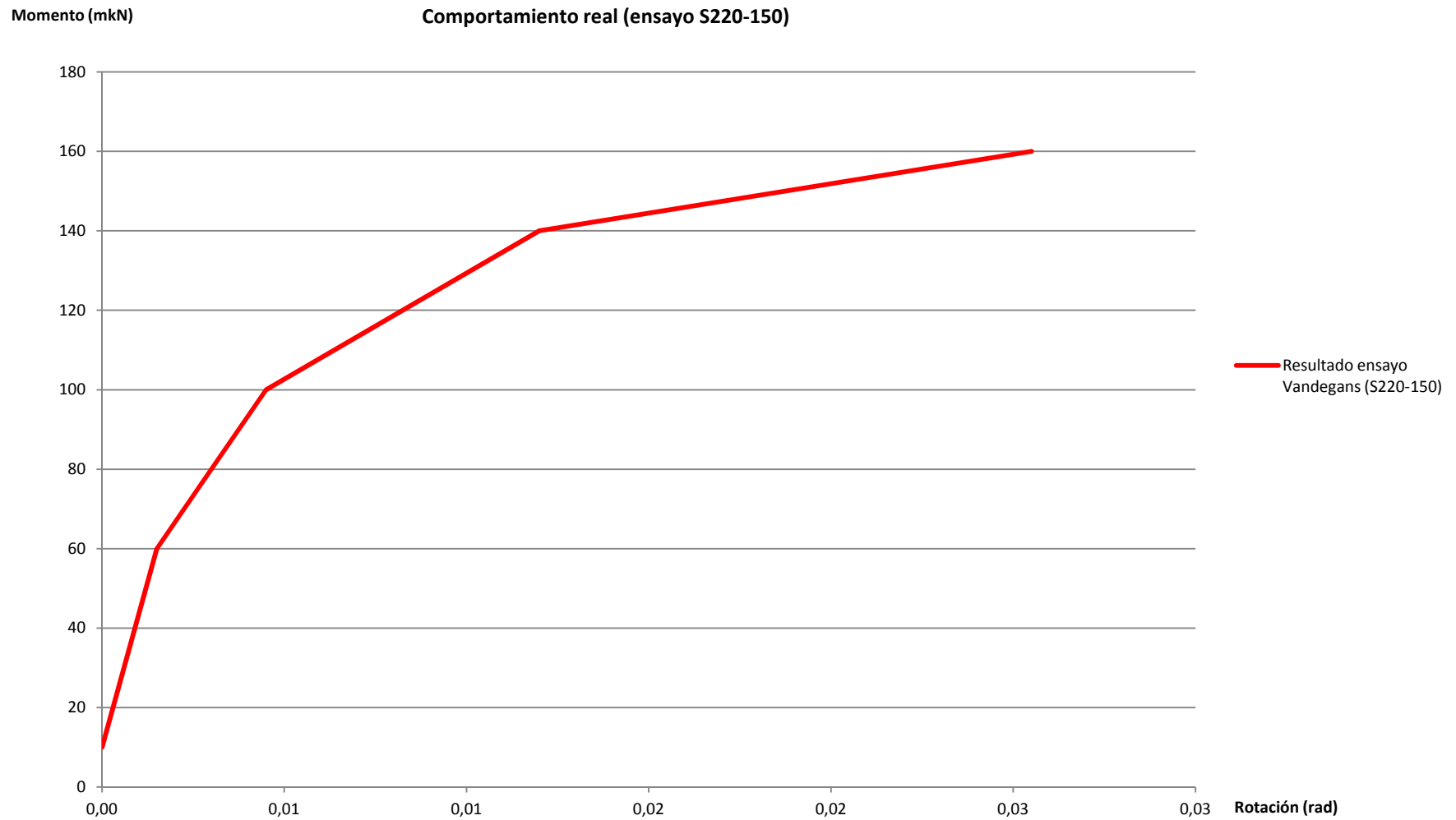


Figura 5.13: Comportamiento real M- θ del ensayo de Didier Vandegans S220-150, correspondiente a un axil aplicado de compresión de 1500kN sobre la base de pilar definida en el Apartado 5.1.1.1.

5.1.2- MODELADO MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS DEL MODELO USADO PARA LA CALIBRACIÓN. COMPARACIÓN DE LOS COMPORTAMIENTOS M-Ø OBTENIDOS CON LOS REALES (EXTRAÍDO DE LOS ENSAYOS DE DIDIER VANDEGANS OFRECIDOS EN EL APARTADO 5.1.1.6).

El objetivo principal de este apartado es reproducir, en un modelo de elementos finitos en el programa informático ANSYS, el comportamiento del modelo definido en el Apartado 5.1.1 del cual, gracias a los ensayos y al trabajo de Didier Vandegans (Vandegans, 1997), se dispone de los gráficos de comportamiento reales M-Ø (ofrecidos en el Apartado 5.1.1.6). Una vez calibrados los distintos parámetros de modelización que permiten obtener una versión “virtual” que muestre un comportamiento suficientemente próximo al real, podrá deducirse que se ha conseguido una manera de trabajar en ANSYS que puede sustituir a los ensayos de laboratorio. De esta manera, se habrán verificado que la introducción de los principales parámetros geométricos, de las cargas, los materiales, la definición de los contactos, la resolución matemática y demás parámetros necesarios para una correcta modelización, conduce a un modelo que representa la realidad. Llegados a este punto, la tesis podrá lanzarse a estudiar otras configuraciones de las cuales no se poseen ensayos de laboratorio, usando los resultados y comportamientos obtenidos del modelo ANSYS como reales.

5.1.2.1- Descripción del modelo en ANSYS.

A continuación se describe el proceso seguido para la obtención del modelo informático en el programa ANSYS, así como la calibración de los distintos parámetros susceptibles de poderse modelar de maneras distintas. Se prima el equilibrio entre precisión de los resultados y tiempo computacional necesario para la resolución del modelo, así como las soluciones que faciliten una convergencia del mismo.

Para una mayor información sobre el modelo, se recomienda consultar el Documento Anexo 5.1 correspondiente a todo el código de ANSYS del modelo, convenientemente limpiado y condensado. Para una mejor interpretación de éste, al lado de cada instrucción se ha explicado su significado (en letra cursiva) obteniendo, de esta forma, un documento ordenado y claro que permite seguir todo el desarrollo del modelo.

5.1.2.1.1- Geometría:

Es de vital importancia estudiar bien el modelo antes de empezar su caracterización, identificar las zonas donde se va requerir una mayor precisión al mismo en cuanto a sus resultados para, de esta forma, adaptar su mallado en consecuencia. Se tenderá a densificar más la malla en los puntos donde se requiera una mayor precisión y, por el contrario, a aumentar su tamaño en las áreas de menor relevancia para, de este modo, no aumentar sin necesidad la complejidad del modelo y, consecuentemente, el tiempo que será necesario para su resolución.

Con la intención de no agregar definiciones innecesarias de contactos entre elementos que sobrecarguen el cálculo, como por ejemplo en la vinculación entre alas y alma del pilar HEB, la geometría de estos elementos debe ser cuidadosamente modelada y deben hacerse coincidir en el modelo los nodos, aristas y áreas configurantes de más de un elemento a la vez. Si se hace de esta manera se obtiene una geometría pulcra que no duplica nodos, aristas, caras y volúmenes innecesariamente, sino todo lo contrario, los comparte, consiguiendo que los elementos queden íntimamente unidos sin necesidad de la generación de contactos o restricciones añadidas. Esta consideración es importante cuando se empieza a crear la geometría del modelo para tomarlo en consideración y actuar en consecuencia. En el caso antes comentado del pilar, por ejemplo, esta consideración significa que las alas no podrán ser generadas mediante una sola área, sino que deberán estar formadas por dos distintas, con una arista común justo en la intersección con el alma del pilar. La arista de intersección, por tanto, forma parte a la vez de las dos áreas de las alas y de la del alma del soporte.

La intersección de estos dos conceptos comentados, tamaño del mallado y desmenuzamiento de la geometría para evitar dificultades añadidas en las situaciones de contacto, son la clave para entender la geometría que se propone para placa base, anclajes, macizo de hormigón y pilar HEB.

Placa base y anclajes:

Para la placa base y los anclajes, el modelado que se propone es el que se puede observar en las imágenes de las Figuras 5.14, 5.15, 5.16, 5.17, 5.18 y 5.19. Se puede apreciar cómo los anclajes, simplificados a paralelepípedos de base cuadrada de igual área que la circular real, quedan perfectamente integrados en la división de volúmenes de la placa, así como también puede leerse con facilidad en la placa la huella del pilar HEB que la intersectará. Las aristas de intersección placa base-anclajes y placa base- pilar, por tanto, formarán parte desde su propia concepción inicial de ambos elementos. Con respecto al tamaño de malla de la placa base, puede apreciarse cómo ésta se densifica en la zona de intersección con las alas del pilar, zona singularmente delicada especialmente con la aparición de la tracción derivada de la aplicación del momento flector, haciendo coincidir así plenamente el tamaño del mallado de la placa base con el de los dos anclajes.

El estudio cuidadoso de las consideraciones respecto al tamaño del mallado en las distintas zonas de la placa base, así como la voluntad de generar en el propio modelo de la placa las líneas que posteriormente serán compartidas con el pilar HEB y los anclajes, es el que hace que el modelo final de la placa base se obtenga a partir de la adición de las líneas, áreas y volúmenes que muestran las imágenes siguientes.

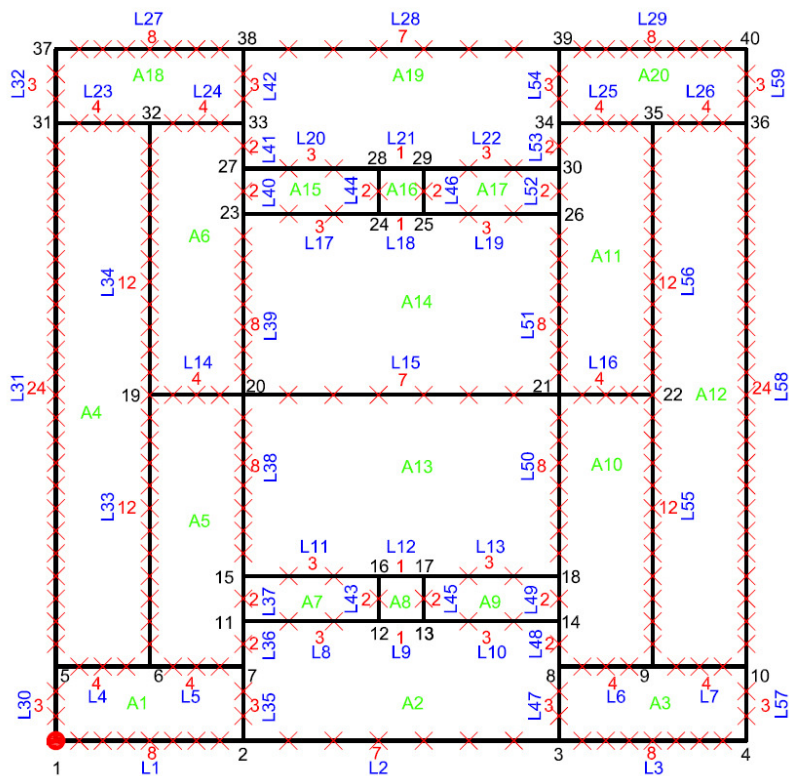


Figura 5.14: Geometría del modelado de la placa base a cota $z=0\text{mm}$. Los números en color negro corresponden a la numeración de los *keypoints*, los de color azul al número de líneas y los verdes al número de áreas. La numeración roja corresponde al número de divisiones del mallado.

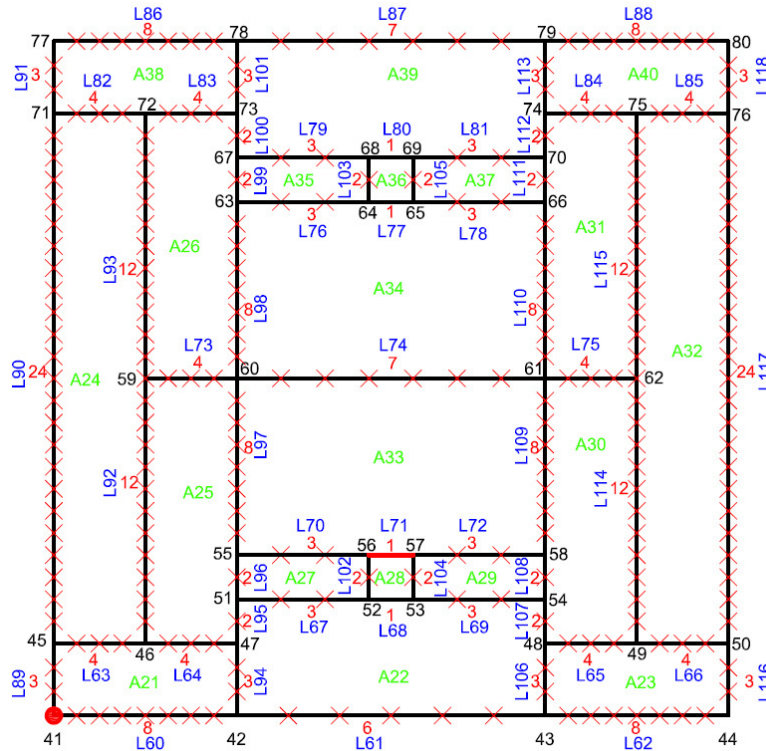
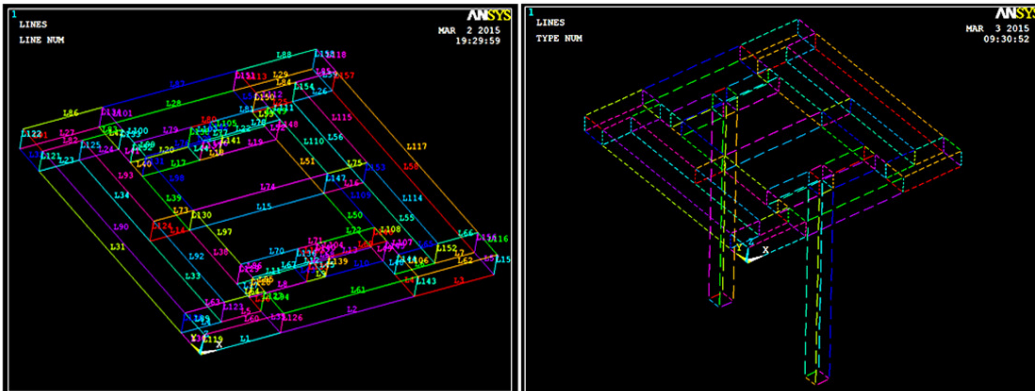
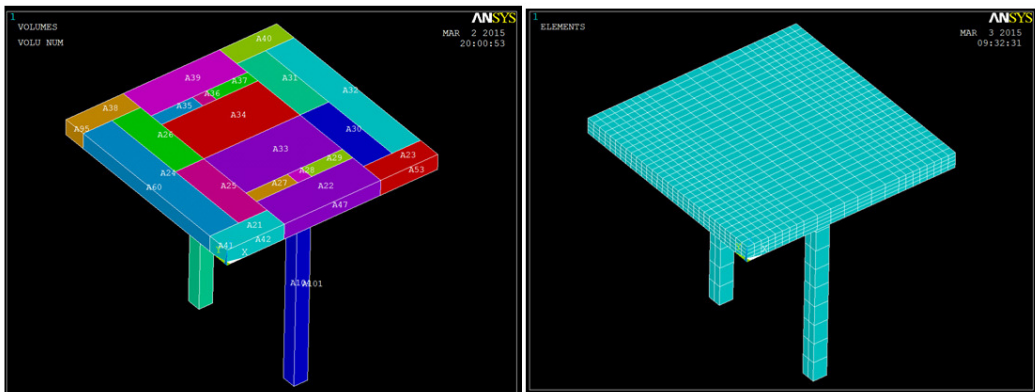


Figura 5.15: Geometría del modelado de la placa base a cota $z=20\text{mm}$. Los números en color negro corresponden a la numeración de los keypoints, los de color azul al número de líneas y los verdes al número de áreas. La numeración roja corresponde al número de divisiones del mallaado.



Figuras 5.16 y 5.17: Imagen de las líneas del modelo de ANSYS de la placa base y los anclajes. En la Figura 5.16 se observan las líneas de la placa base sin malla, y en la 5.17 las líneas de placa base y anclajes mallas.



Figuras 5.18 y 5.19: Imagen de las áreas y volúmenes del modelo de ANSYS de la placa base y los anclajes. En la Figura 5.18 se observan las áreas de la placa base y anclajes, mientras que en la 5.19 puede apreciarse el modelo de placa base y anclajes mallaado.

Bloque de hormigón:

El modelo del bloque de hormigón parte principalmente de tres cotas claves para entender su modelado (ver Figuras 5.20, 5.21 y 5.22):

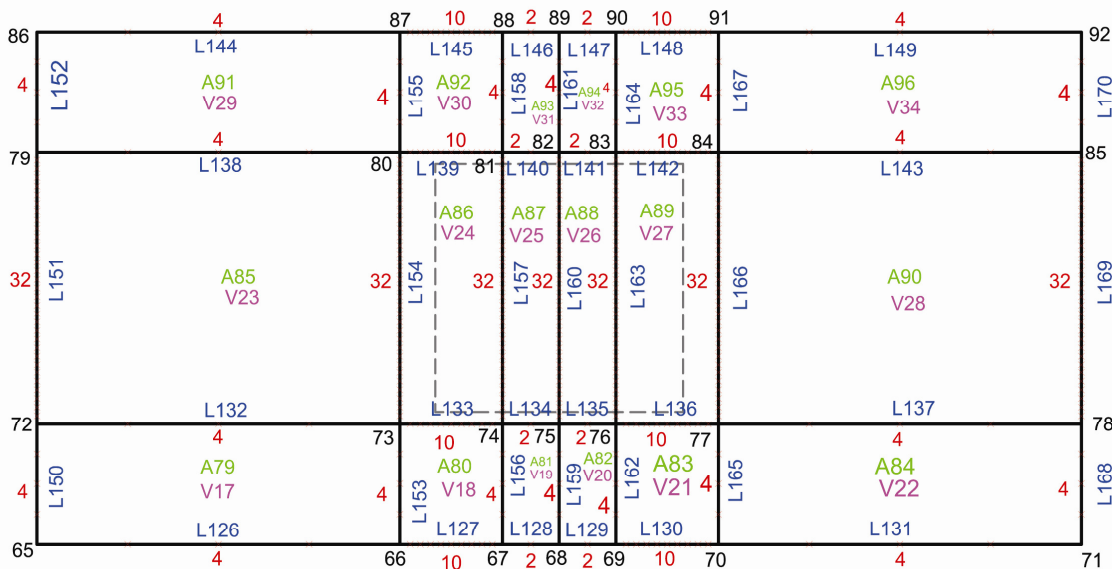
- Cota z=0mm correspondiente a la posición donde se desarrollará el contacto hormigón-placa base.
- Cota z=-250mm correspondiente a la altura hasta la que se insertan los anclajes en el volumen de hormigón.
- Cota z=-500mm correspondiente al canto total del macizo de hormigón.

Así pues, atendiendo a las cotas comentadas, el modelo se realiza a través de la definición de los volúmenes que conformaran el bloque de hormigón a estas tres cotas clave, llevándose a cabo dos fases de modelado (ver Documento Anexo 5.1):

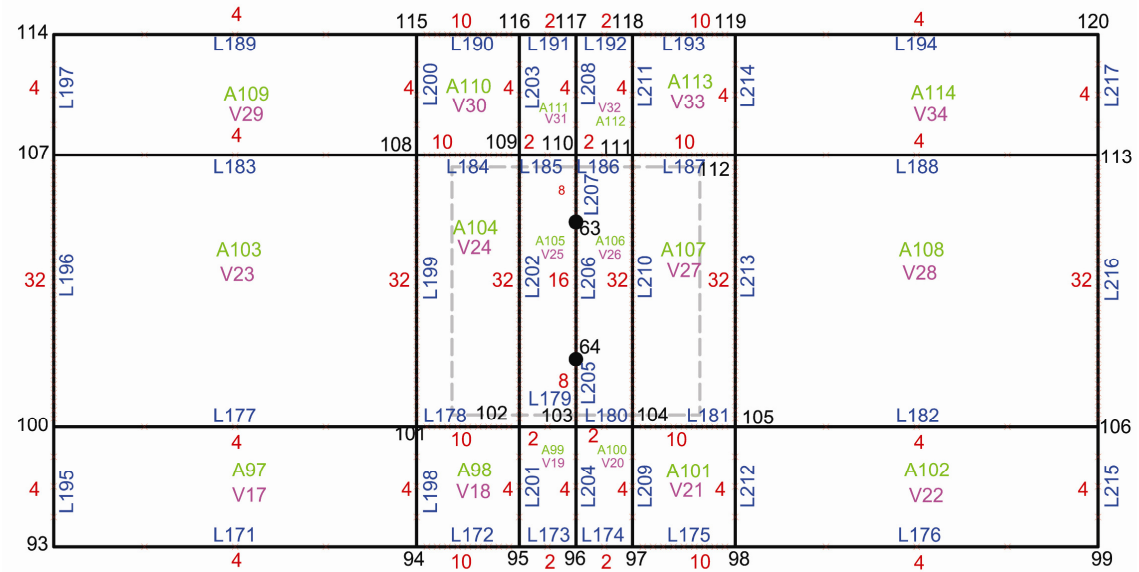
- Fase 1 correspondiente al bloque de hormigón entre z=0mm y z=-250mm.
- Fase 2 correspondiente al bloque de hormigón entre z=-250mm y z=-500mm.

Para la definición geométrica del bloque de hormigón se actúa de forma similar a como se ha hecho en la placa base comentada, es decir, en función de las densidades de malla requeridas para cada área y, también, atendiendo a los condicionantes geométricos dados por los otros elementos del modelo, en este caso anclajes y placa base. En este sentido, la placa base no tiene ninguna vinculación geométrica con el bloque de hormigón, modelándose por separado sin *keypoints* ni líneas en común, dado que posteriormente ya se definirá el contacto entre estos dos elementos. Los anclajes, por el contrario, sí que se deben tener muy presentes para determinar los volúmenes que acabará formando el bloque de hormigón. En el tramo de profundidad entre z=0mm y z=-250mm, los anclajes quedan insertados dentro del bloque, motivo por el cual deben provocarse en éste los agujeros donde puedan insertarse los anclajes. A partir de esta cota, el bloque de hormigón es completamente macizo y, por tanto, debe desaparecer el espacio habilitado para los anclajes.

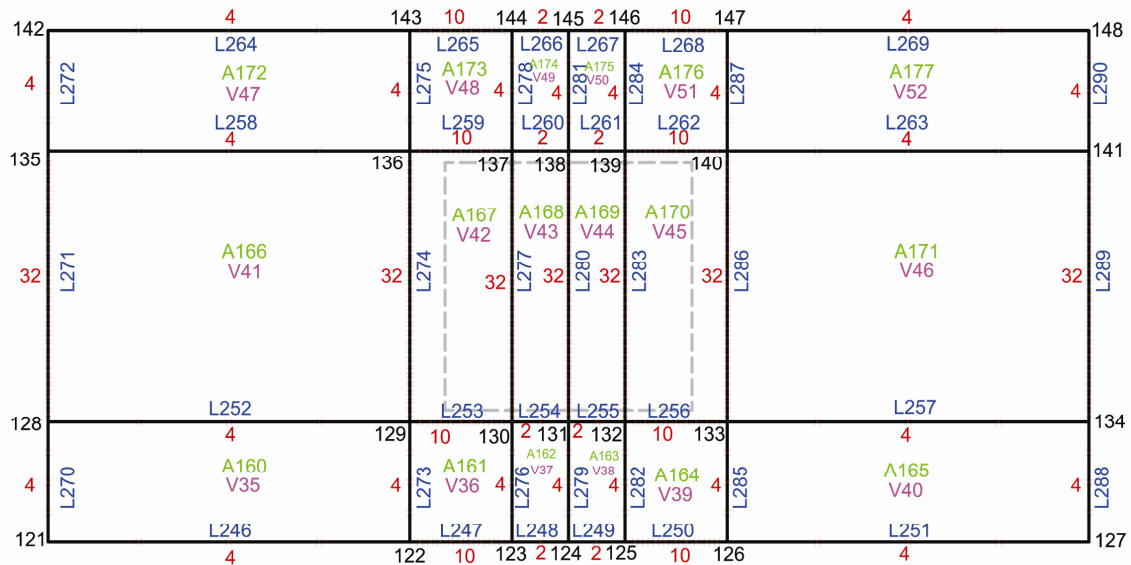
En relación con la densidad de malla se puede observar en las Figuras 5.20, 5.21, 5.22 Y 5.30 cómo ésta se densifica en las zonas de prolongación de la placa base, mientras que en el resto del macizo se aumenta considerablemente el tamaño del mallado para no aumentar más el tiempo de cálculo del modelo.



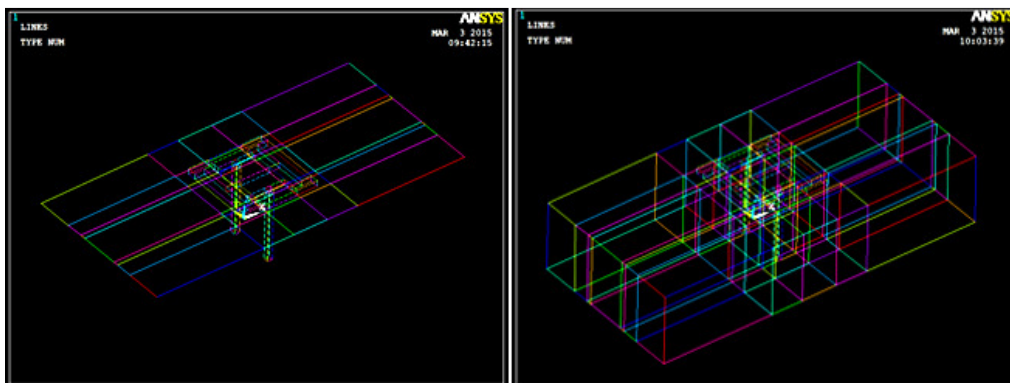
Figuras 5.20: Geometría del modelado del bloque de hormigón a cota z=0mm. Los números en color negro corresponden a la numeración de los *keypoints*, los de color azul al número de líneas, los verdes al número de áreas y los violetas al número de volumen. La numeración roja corresponde al número de divisiones del mallado. En línea discontinua, la huella de la posición de la placa base.



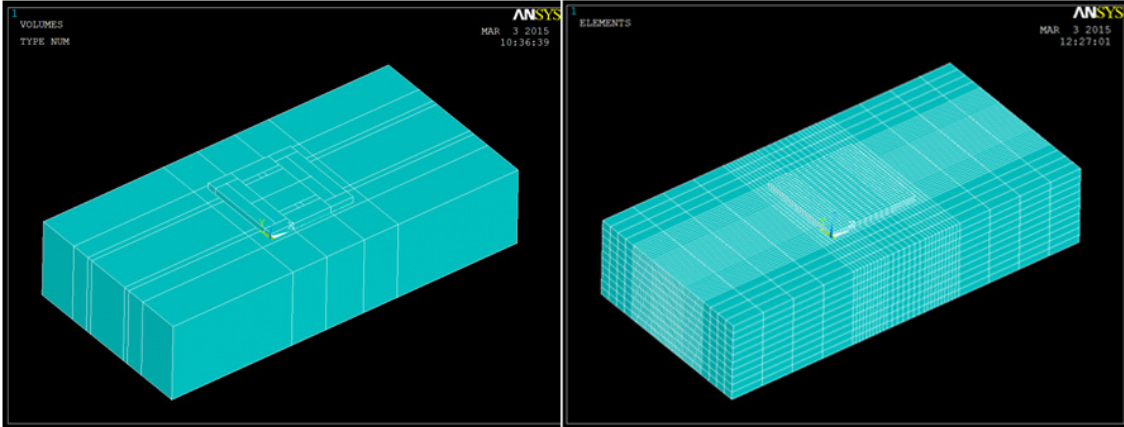
Figuras 5.21: Geometría del modelado del bloque de hormigón a cota $z=-250\text{mm}$. Los números en color negro corresponden a la numeración de los *keypoints*, los de color azul al número de líneas, los verdes al número de áreas y los violetas al número de volúmenes. La numeración roja corresponde al número de divisiones del malla. En línea discontinua, la huella de la posición de la placa base.



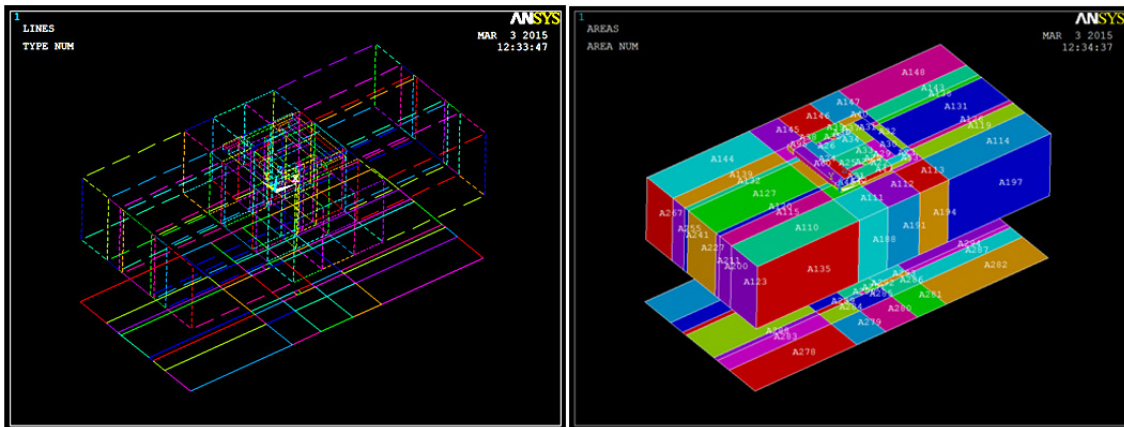
Figuras 5.22: Geometría del modelado del bloque de hormigón a cota $z=-500\text{mm}$. Los números en color negro corresponden a la numeración de los *keypoints*, los de color azul al número de líneas, los verdes al número de áreas y los violetas al número de volúmenes. La numeración roja corresponde al número de divisiones del malla. En línea discontinua, la huella de la posición de la placa base.



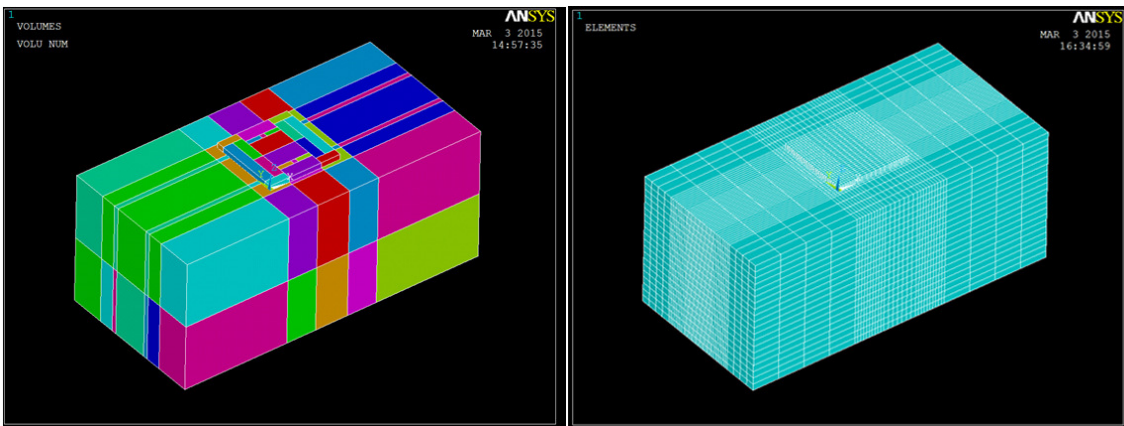
Figuras 5.23 y 5.24: Imágenes de las líneas del área del bloque de hormigón a cota $z=0\text{mm}$ (Figura 5.23) y de las líneas del bloque de hormigón entre las cotas $z=0\text{mm}$ y $z=-250\text{mm}$ (Figura 5.24).



Figuras 5.25 y 5.26: Imagen de los volúmenes del bloque de hormigón entre las cotas $z=0\text{mm}$ y $z=-250\text{mm}$ (Figura 5.25) y de los volúmenes mallados (Figura 5.26).



Figuras 5.27 y 5.28: Imagen de las líneas del bloque de hormigón entre las cotas $z=0\text{mm}$ y $z=-250\text{mm}$ y del área de cota $z=-500\text{mm}$ (Figura 5.27). Imagen de las áreas del bloque de hormigón entre las cotas $z=0\text{mm}$ y $z=-250\text{mm}$ y del plano del bloque de cota $z=-500\text{mm}$.



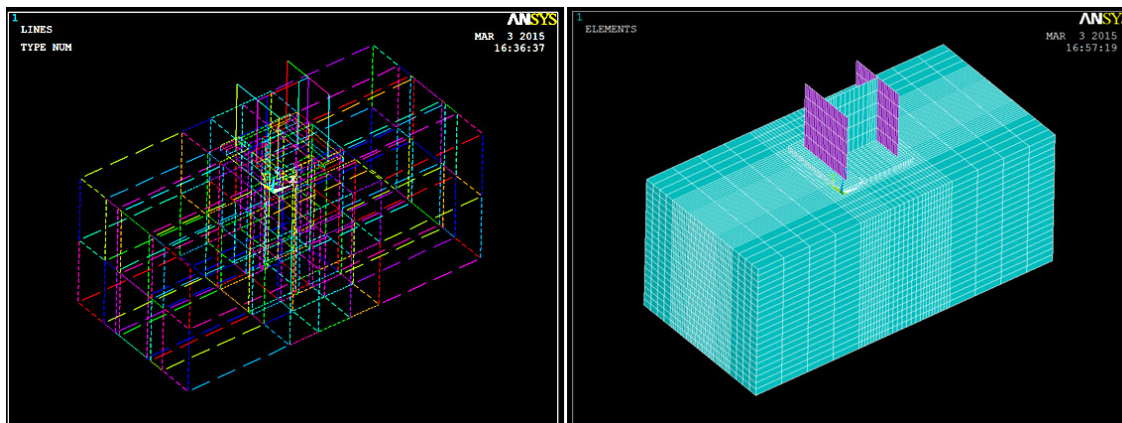
Figuras 5.29 y 5.30: Imagen de las áreas del bloque de hormigón entre las cotas $z=0\text{mm}$ y $z=-500\text{mm}$ (Figura 5.29). Imagen de los volúmenes mallados del bloque de hormigón entre las cotas $z=0\text{mm}$ y $z=-500\text{mm}$ (Figura 5.30).

Pilar HEB:

Finalmente se modela un pilar corto, de 270mm de altura, correspondiente a un perfil HEB220 como el del ensayo llevado a cabo por Didier Vandegans (Vandegans, 1997), al cual se le aplicará un desplazamiento en la cabeza para simular el efecto del momento flector. Para su definición se utilizan las líneas ya creadas en la modelización de la placa base y que tienen

exactamente las dimensiones de las alas y del alma del perfil HEB220 para, de esta forma, conseguir que placa base y pilar compartan *keypoints* y líneas en su intersección (ver Figuras 5.31 y 5.32). Se modelan, en consecuencia, los *keypoints* a cota $z=270\text{mm}$ y las líneas y áreas entre las cotas $z=0\text{mm}$ y $z=270\text{mm}$. Para la modelización del pilar no se usan volúmenes dado que éste se define a través de elementos tipo *shell* o lámina (ver Apartado 5.1.2.1.2) cuyos espesores se determinan a través de *real constants* y no con elementos sólidos, como sí se hará con placa base, anclajes y bloque de hormigón.

Referente al tamaño del mallado, se utiliza la densidad de malla ya definida en la placa base, mientras que en vertical, y dada la corta altura del pilar, se decide dividirlo en 5 partes (ver Figura 5.32 y Documento Anexo 5.1).



Figuras 5.31 y 5.32: Imagen de las líneas del modelo completo, incluyendo el pilar HEB220 (Figura 5.31). Imagen del mallado del modelo completo en el cual se puede observar el pilar HEB220 (Figura 5.32).

5.1.2.1.2- Tipo de elementos (*Element types*) y definición del contacto:

ANSYS dispone de una gran biblioteca de *element types* para escoger. En función del tipo de análisis que se quiera realizar, del material que se quiera reproducir y del nivel de precisión que se le requiera y de las deformaciones previstas del modelo, unos serán más adecuados que otros (ANSYS11.0, 2007).

Para el tipo de modelo que se lleva a cabo en esta tesis se ha usado el ET¹ SOLID65 para el hormigón y SOLID45 Y SHELL181 para el acero, siguiendo las recomendaciones de diversa literatura especializada (Malone, 1998) (Kachlakev, 2001). Para la definición del contacto entre placa base y hormigón se han usado dos elementos más complementarios: TARGE170 y CONTA174, tal como explica en profundidad en su tesis doctoral Miquel Ferrer Ballester (Ferrer Ballester, 2005).

En el Documento Anexo 5.1 se puede encontrar todo el código del modelo de calibrado, convenientemente ordenado y comentado. En el código se puede leer que SOLID45 corresponde al *Element Type* nº1, SOLID65 al *Element Type* nº2, SHELL 181 al *Element Type* nº3, TARGE170 al *Element Type* nº4 y CONTA174 al *Element Type* nº5.

SOLID45:

El elemento SOLID45 se usa para modelados tridimensionales de estructuras sólidas. El elemento se define mediante ocho nodos con tres grados de libertad en cada uno de ellos: desplazamientos nodales en las direcciones X, Y y Z. Se usa para definir aquellos elementos sólidos de acero del modelo, es decir, la placa base y los anclajes.

¹ Element type

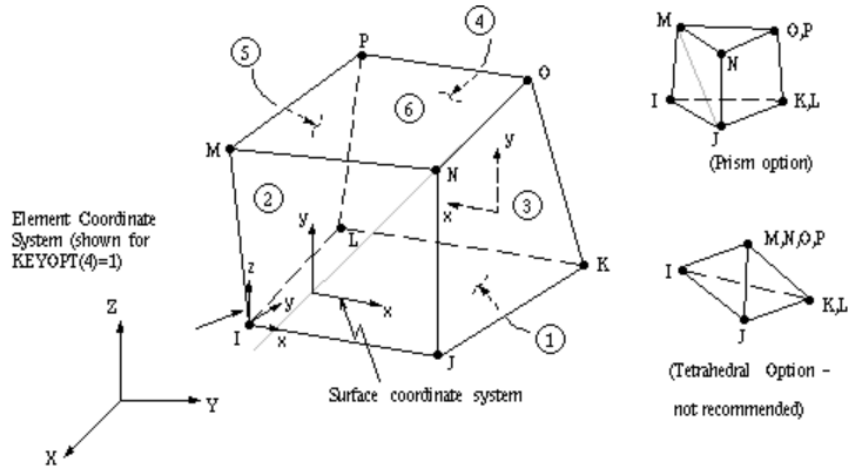


Figura 5.33: Element Type SOLID45 usado para la definición de los sólidos de acero del modelo.

SOLID65:

El conocido ET SOLID65 se usa comúnmente para la definición de estructuras sólidas de hormigón, armado mediante barras de refuerzo o no. El elemento es similar al anterior SOLID45 (sólidos estructurales 3D), con capacidades añadidas para reproducir la fisuración y el aplastamiento². El aspecto más importante de este elemento es el tratamiento de las propiedades no lineales del material. El hormigón, para ilustrar la afirmación anterior, es capaz de fisurarse (en las tres direcciones), aplastarse, deformarse plásticamente y experimentar fenómenos diferidos en el tiempo como la fluencia, características que hacen del SOLID65 el elemento más adecuado para reproducir su comportamiento.

Es un elemento sólido tridimensional con ocho nodos y tres grados de libertad en cada nodo. SOLID65 se usa, en esta tesis, para los elementos del bloque de hormigón armado donde descansa la placa base y en el cual se insertan los anclajes.

Se crea una *Real Constant*, la número 1, para el elemento SOLID65, por si en algún momento se considera necesario describir el armado del bloque de hormigón. En principio se deja en blanco, al no considerarse necesaria la definición del armado en un caso como el que se describe.

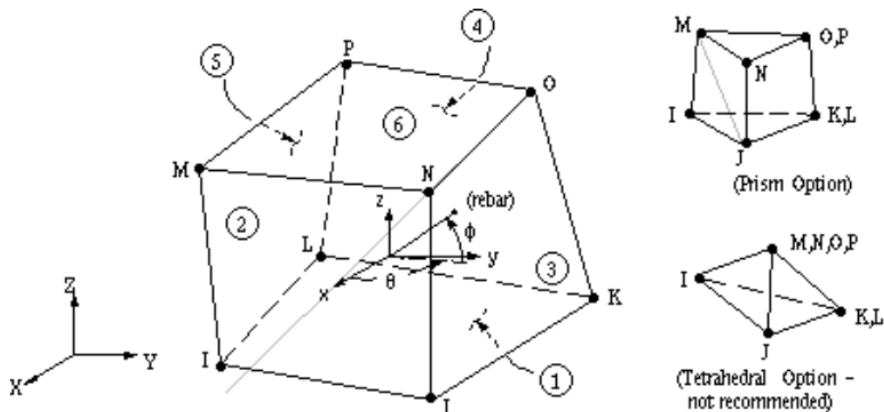


Figura 5.34: Element Type SOLID65 usado para la definición de los sólidos de hormigón armado del modelo.

SHELL181:

SHELL181 es adecuado para modelar láminas delgadas y moderadamente delgadas (de poco espesor en comparación con sus otras dos dimensiones). Es un elemento de cuatro nodos con seis grados de libertad en cada uno: desplazamientos en las direcciones X, Y y Z y rotaciones

² Fenómenos altamente presentes en la literatura del modelado de estructuras de hormigón traducidos del inglés *cracking* y *crushing*

alrededor de los ejes X, Y y Z. El elemento está especialmente indicado para aquellos casos con grandes deformaciones y comportamientos plásticos. Considera el cambio en el espesor de la lámina durante el proceso de puesta en carga.

SHELL181 se usa en esta tesis para la definición del pilar HEB, que se ha considerado, para aligerar el cálculo, como una estructura en lámina, y no sólida como el resto de componentes del modelo. Se han definido dos *Real Constants* a partir de las cuales se tabula el espesor de las láminas de acero. A continuación se definen:

- Real Constant 2, de espesor 9,5mm, correspondiente al espesor de las chapas que forman el alma del perfil HEB220 del pilar.
- Real Constant 3, de espesor 16mm, correspondiente al espesor de las chapas que forman las alas del perfil HEB220 del pilar.

Mediante la instrucción *Mesh Attributes*, usada para asignar a cada volumen el elemento de que está formado y el material, también se aparean las *Real Constants* 2 y 3 a las áreas que forman el ala del pilar y sus alas (ver Documento Anexo 5.1).

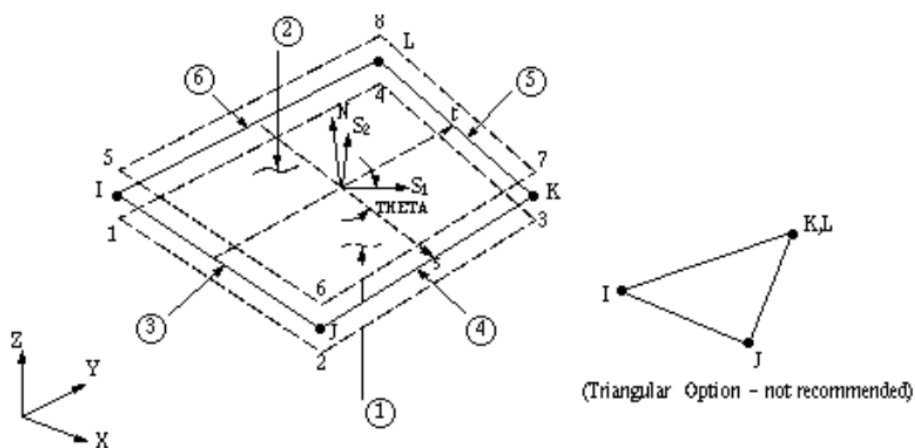


Figura 5.35: Element Type SHELL181 usado para la definición del pilar HEB220 del modelo.

TARGE170 y CONTA174. Definición del contacto:

Estudiando la literatura especializada (ANSYS11.0, 2007) y (Ferrer Ballester, 2005) se observa que ANSYS dispone básicamente de 3 tipos generales de elementos de contacto: superficie-superficie, punto-superficie y punto-punto. Para la reproducción del contacto entre la placa base y el hormigón, el tipo superficie-superficie es claramente el más adecuado. Esta definición de los contactos la modela ANSYS mediante los binomios de elementos que van aparejados, *target* y *contact*, y que ostentan, según la tesis de Miquel Ferrer Ballester (Ferrer Ballester, 2005), las siguientes ventajas:

- Permiten la definición de elementos de contacto con nodos intermedios, es decir, la implementación de superficies de segundo orden.
- Permiten el cálculo de grandes deformaciones de forma muy eficiente y la elaboración de modelos de fricción más elaborados.
- No existen restricciones en la forma de las superficies.
- Se necesita menor cantidad de elementos, aspecto que hace que el espacio de memoria y los tiempos requeridos sean menores.
- Cálculo automático de la posición de contacto inicial.
- Control de movimiento de superficies rígidas a través de un único nodo piloto.
- El cálculo de la rigidez del contacto es semi-automático.
- El modelado de los elementos es más sencillo.

Así pues, para la definición de los contactos se han usado los elementos TARGE170 (*target*) y CONTA174 (*contact*). En el caso de esta tesis, la definición del contacto se basa principalmente entre la cara inferior de la placa base y la cara superior del bloque de hormigón. El elemento *target* es la superficie de hormigón del bloque y el *contact* la cara inferior de la placa base de acero. Es importante definir cuidadosamente la dirección normal de cada elemento de contacto, que deben ser opuestas entre TARGE170 y CONTA174. En caso de no ser así, el contacto no se define adecuadamente.

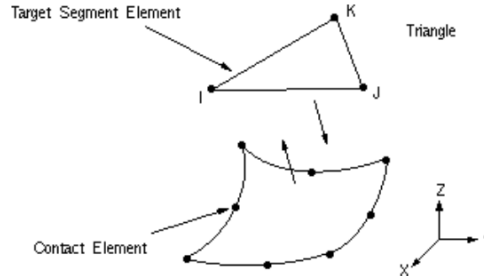


Figura 5.36: Element Type TARGE170 usado para la definición del contacto entre placa base y bloque de hormigón.

La definición correcta de los contactos entre superficies ha sido uno de los principales aspectos para la correcta resolución de este modelo. A lo largo de la geometría adoptada (ver Apartado 5.1.2.1.1) se ha intentado reducir la definición de contactos entre elementos en aquellos casos de unión íntima, aspecto que podía resolverse mediante la compartición de *keypoints*, líneas y áreas por distintos objetos a la vez, con el objetivo de no complicar más el modelo. La definición del contacto entre elementos sí que ha sido imprescindible en el caso del contacto entre la placa base y el bloque de hormigón, creando por tanto un contacto superficie-superficie a partir de los elementos TARGE170 y CONTA174 y vinculándolos con el material n°5 (ver Figura 5.37 y Documento Anexo 5.1) correspondiente a un material ficticio encargado de aportar el coeficiente de fricción deseado al contacto entre las dos superficies (ver Apartado 5.1.2.1.3).

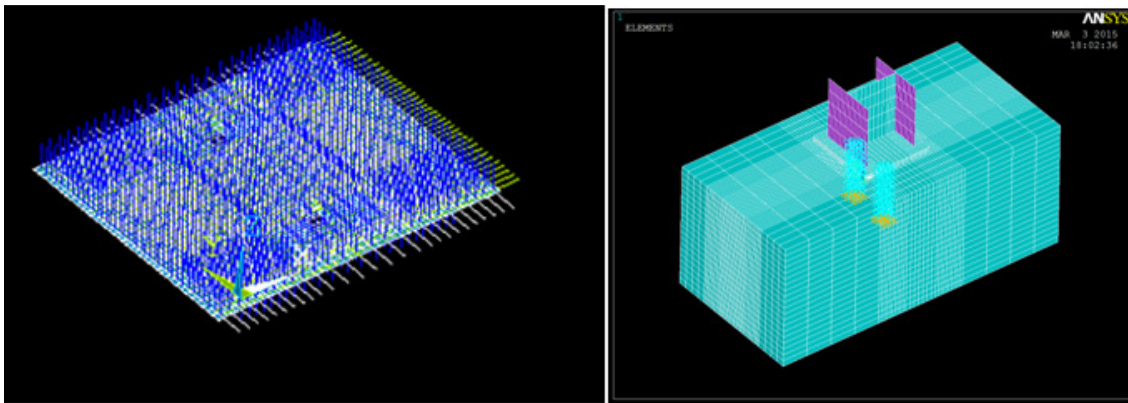


Figura 5.37 y 5.38: Contacto placa base-bloque de hormigón a través de los elementos TARGE170 y CONTA174 (Figura 5.37).

Imagen donde se aprecia el segundo modelo comentado, en el cual se han impedido los desplazamientos en las direcciones X e Y de los nodos de la piel de los anclajes. Se observa cómo la base de los anclajes se ha empotrado (válido en ambos modelos). Mediante esta solución se ahorra la definición de las parejas de elementos TARGE170 y CONTA174 y la definición de los contactos entre las superficies de la piel de los anclajes y el hormigón del bloque. (Figura 5.38)

Respecto a la definición del contacto entre el hormigón del bloque y el acero de los anclajes introducidos en los macizos, se han realizado dos modelos distintos con el objetivo de evaluar la importancia de su definición precisa y la repercusión que representa en el comportamiento global del modelo. Se ha estudiado un primer caso, definiendo los contactos en la piel de los anclajes entre acero-hormigón a partir de los mismos elementos anteriormente descritos TARGE170 y CONTA174 y, por otro lado, se ha trabajado con otro modelo (ver Figura 5.38), en el que simplemente se ha impedido el desplazamiento en X y en Y de todos los nodos

perimetrales de los anclajes. En ambos modelos se ha empotrado la base de los anclajes al hormigón y, obviamente, han sido resueltos mediante la misma definición geométrica y de materiales para que los resultados de los casos pudieran ser comparativos. Los resultados obtenidos son los que se grafían en las Figuras 5.39, 5.40, 5.41 y 5.42 para las distintas familias de axil aplicadas. Como se puede observar, el comportamiento del modelo que ha definido el contacto anclajes-hormigón mediante los *Element Type* comentados (color verde) no presenta diferencias sustanciales con el de aquél en el cual simplemente se han impedido los desplazamientos en X e Y de la piel de los anclajes (color azul). Los resultados siempre se grafían en comparación con el resultado del ensayo de Vandegans (en color rojo), que representa el comportamiento M-Ø real de la basa del pilar.

El modelo definitivo, atendiendo a estos resultados, genera sólo una superficie de contacto entre placa base y hormigón. Se decide no definir el contacto anclajes-bloque de hormigón mediante otra superficie, sino que se limitan los desplazamientos en X y en Y de los nodos frontera, solución que se ha demostrado igualmente válida de cara al comportamiento del modelo obtenido y claramente más eficaz por lo que a tiempo necesario de computación se refiere.

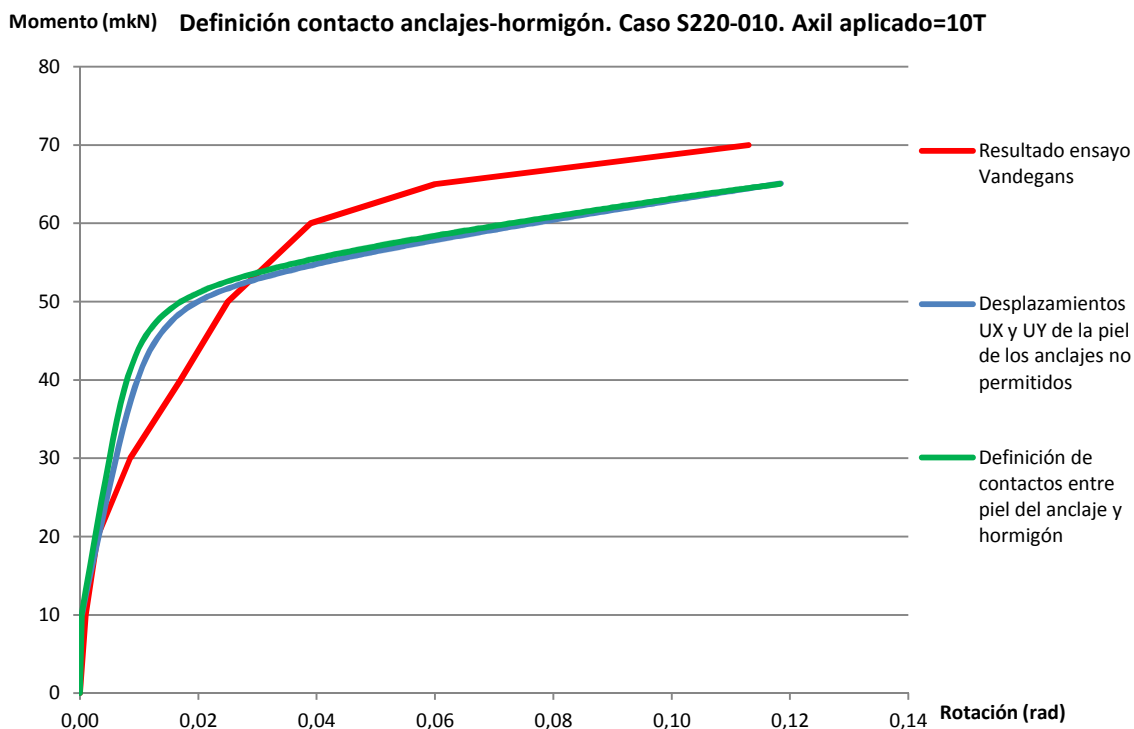


Figura 5.39: Gráficos del comportamiento M-Ø del modelo según la definición del contacto entre anclajes y hormigón en el caso del modelo réplica del ensayo S220-010, correspondiente a un axil aplicado de 10T=100kN.

Momento (mkN) Definición contacto anclajes-hormigón. Caso S220-040. Axil aplicado= 40T

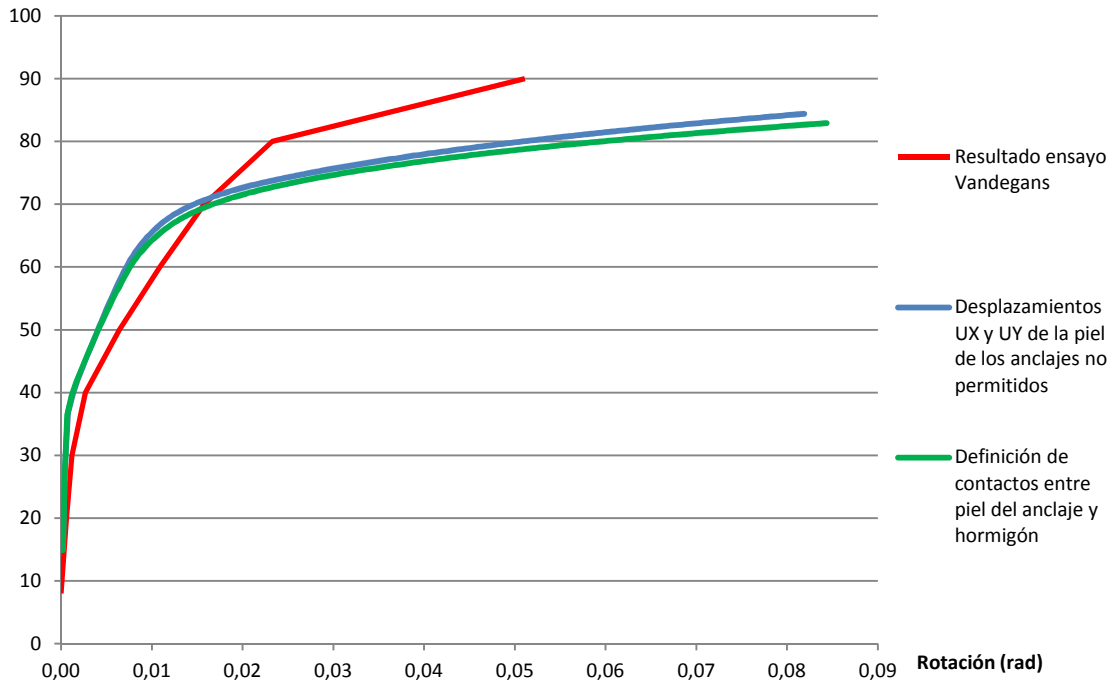


Figura 5.40: Gráficos del comportamiento M-Ø del modelo según la definición del contacto entre anclajes y hormigón en el caso del modelo réplica del ensayo S220-040, correspondiente a un axil aplicado de 40T=400kN.

Momento (mkN) Definición contacto anclajes-hormigón. Caso S220-080. Axil aplicado=80T

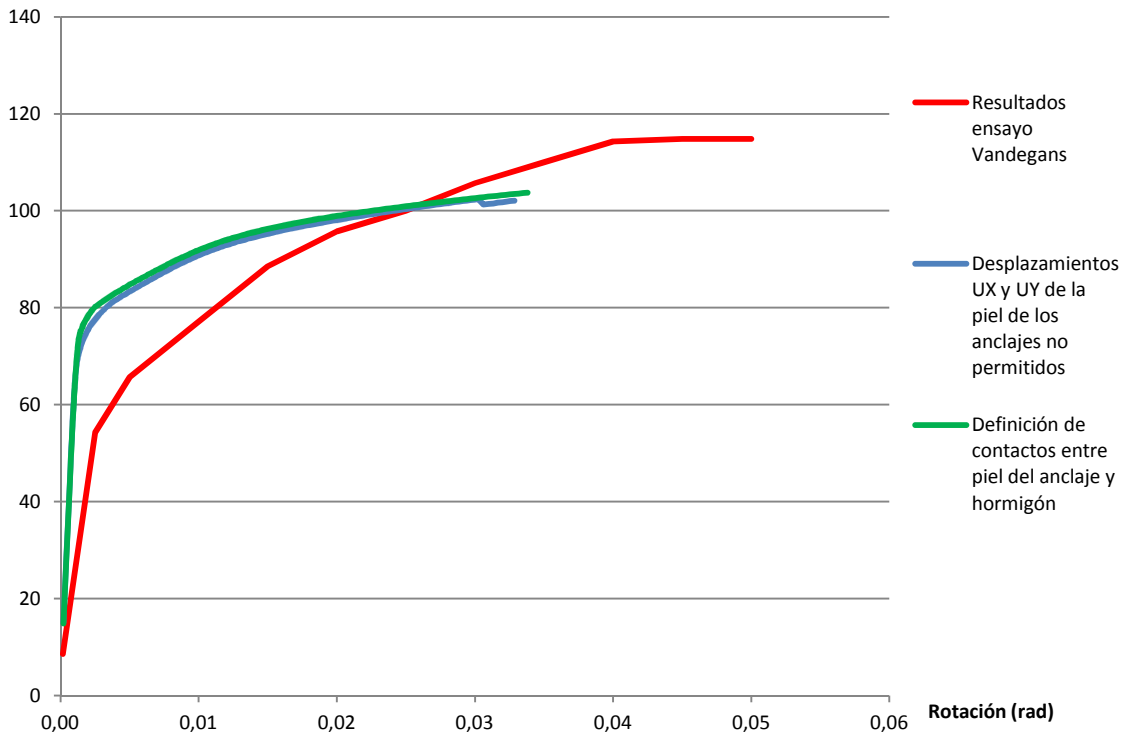


Figura 5.41: Gráficos del comportamiento M-Ø del modelo según la definición del contacto entre anclajes y hormigón en el caso del modelo réplica del ensayo S220-080, correspondiente a un axil aplicado de 80T=800kN.

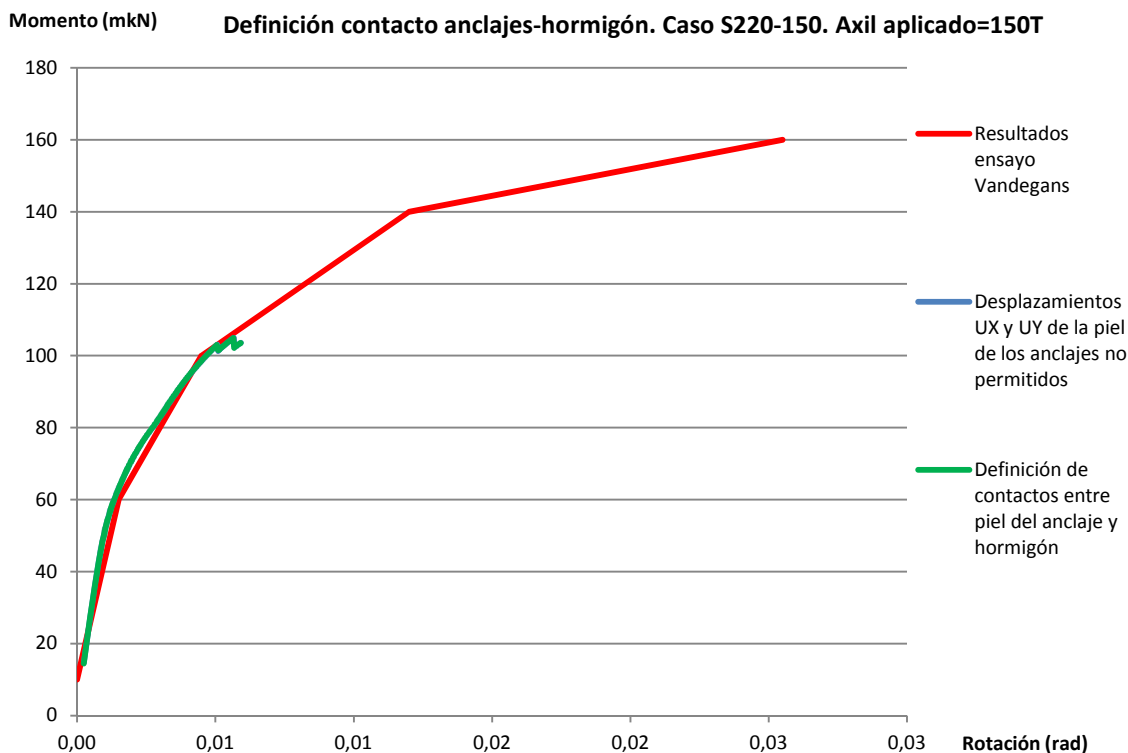


Figura 5.42: Gráficos del comportamiento M-Ø del modelo según la definición del contacto entre anclajes y hormigón en el caso modelo réplica del ensayo S220-150, correspondiente a un axil aplicado de 150T=1500kN.

5.1.2.1.3- Definición de los materiales (*Material Models*):

La definición de los materiales es, también, un aspecto de vital importancia para el correcto comportamiento del modelo. Se han usado 5 definiciones de materiales: tres de ellas para los distintos aceros de placa base, anclajes y pilar; uno para el hormigón del bloque y, finalmente, un último material para reproducir la fricción entre placa base y hormigón. Para la elección de la definición de los materiales se ha recurrido a literatura especializada (ANSYS11.0, 2007) y (Albareda Valls, 2012) para encontrar la opción suficientemente precisa a la vez que operativa a nivel de tiempo computacional necesario y facilidad de convergencia del modelo.

A continuación se definen los modelos utilizados para cada material.

Acero:

Para la modelización del acero se utiliza el modelo *Bilinear Isotropic hardening (BISO)*, basado en una curva tensión-deformación bilineal sin rama descendiente después de la fluencia, siendo esencialmente un modelo elástico-perfectamente plástico. Este modelo, basado en el criterio de plastificación de Von Mises, es más simple que otros también considerados en esta tesis pero finalmente rehusados por los largos tiempos de computación necesarios para resolver los modelos.

Las Figuras 5.43, 5.44 y 5.45 muestran los gráficos tensión deformación de los tres aceros utilizados: S235 para la placa base, 10.9 para los anclajes y S355 para el pilar.

De esta forma, a continuación se esquematizan en la Tabla 5.1 los parámetros necesarios para definir los tres aceros utilizados

Acero	Módulo de Young (en N/mm ²)	Coefficiente de Poisson (PRXY)	Límite elástico (en N/mm ²)	Módulo Tangente (en N/mm ²)
S235 (Placa base)	210000	0,3	235	2100
10.9 (Anclajes)	210000	0,3	900	2100
S355 (Pilar)	210000	0,3	355	2100

Tabla 5.1: Resumen de los valores utilizados para la definición de los distintos aceros presentes en el modelo para su implementación en ANSYS con el modelo *Bilinear Isotropic hardening (BISO)*.

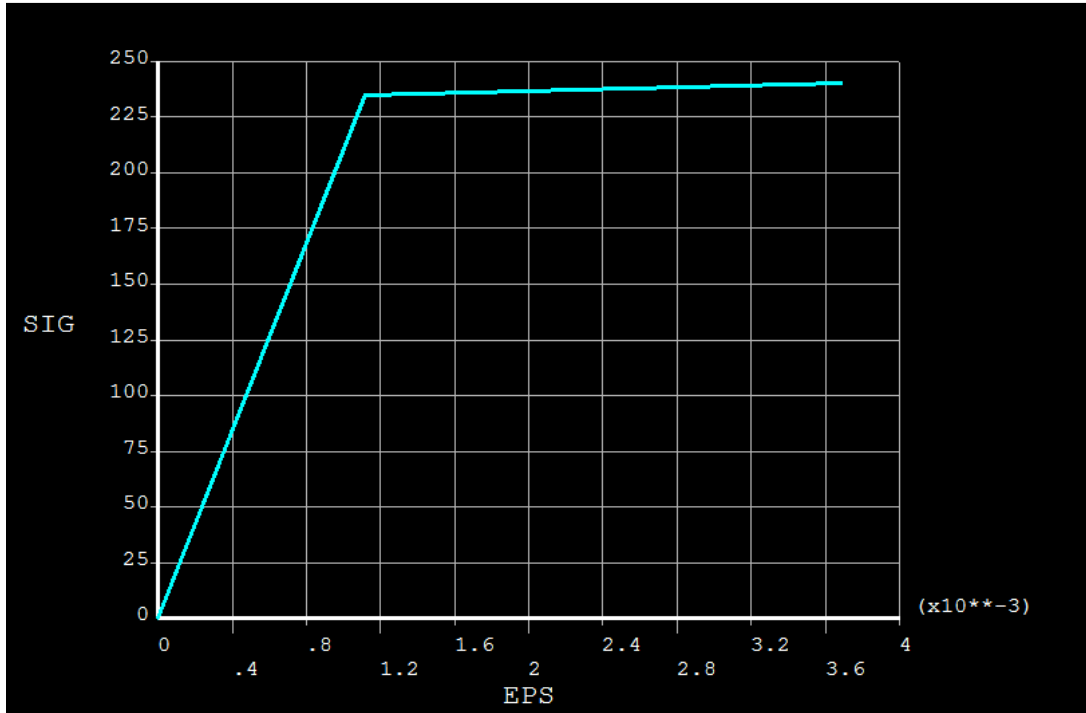


Figura 5.43: Gráfico tensión-deformación del acero S235 según la modelización *Bilinear Isotropic hardening (BISO)*, usado para definir el acero de la placa base.

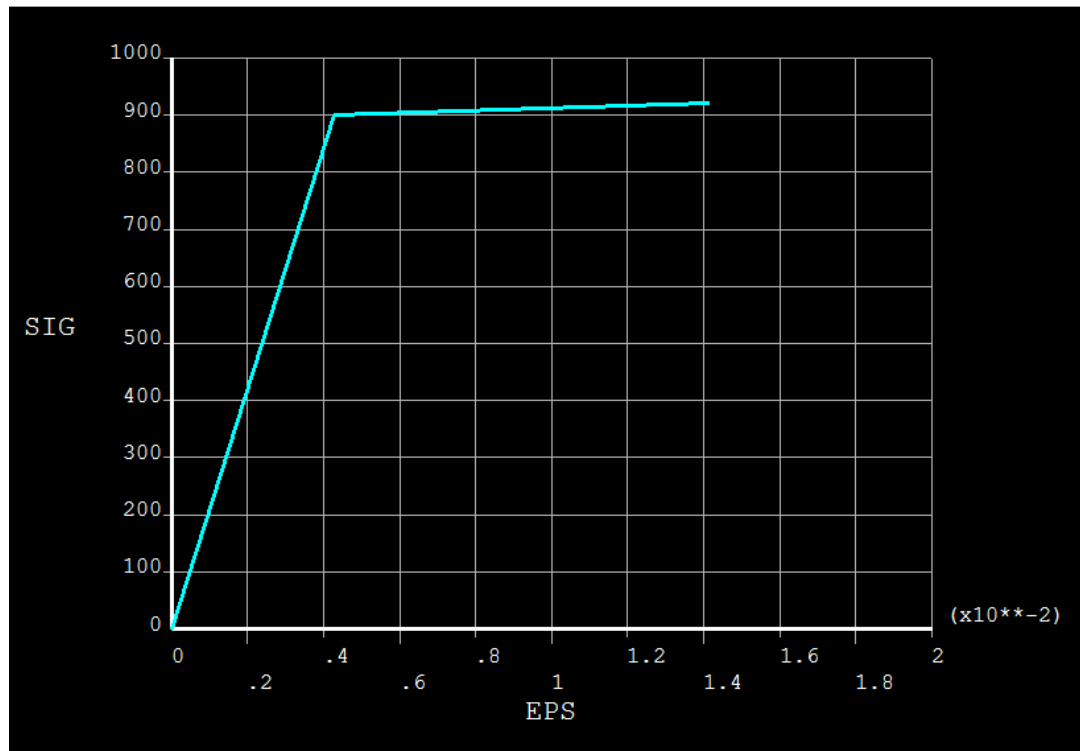


Figura 5.44: Gráfico tensión-deformación del acero 10.9 según la modelización *Bilinear Isotropic hardening (BISO)*, usado para definir el acero de los anclajes.

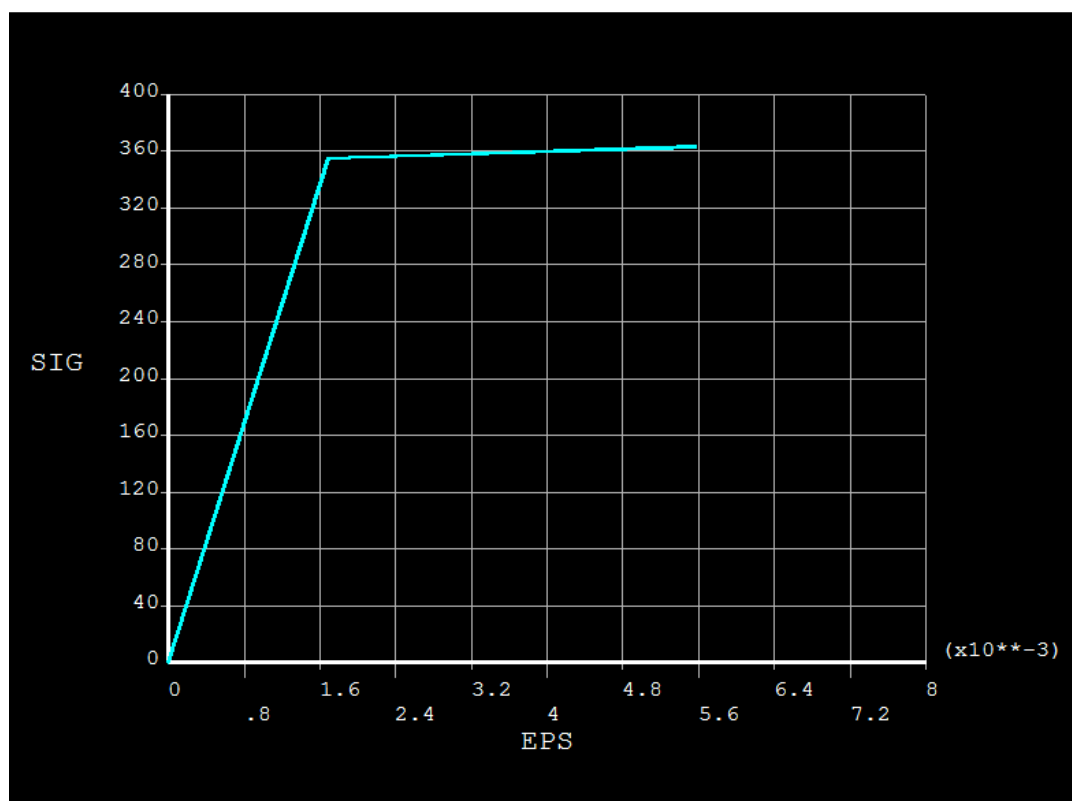


Figura 5.45: Gráfico tensión-deformación del S355 según la modelización *Bilinear Isotropic hardening (BISO)*, usado para definir el acero del pilar HEB.

Hormigón:

El modelado del comportamiento del hormigón, dada su esencia de material cohesivo, es sensiblemente más complicado que el del acero. El hormigón es un material que responde de forma diferente bajo tracción que bajo compresión. Por un lado, la descripción de la respuesta del material bajo tracción requiere asumir bajas resistencias y patrones complejos de fisuración mientras que, por otro, la tabulación de la ley de endurecimiento del material bajo compresión es sensiblemente más compleja, al estar basada en la combinación de las superficies de fluencia y rotura en el espacio tridimensional.

Se ha buscado en literatura especializada la modelización más adecuada para el caso del modelo de esta tesis, donde el hormigón desarrolla la función de base sobre la cual se asienta la placa base y en la que los anclajes se insertan en su interior. Para la definición del material, el programa informático ANSYS ofrece distintas posibilidades, algunas de ellas altamente sofisticadas que sobrepasan claramente los objetivos marcados para el modelo que se está desarrollando en esta tesis. Así pues, básicamente pueden contemplarse las siguientes opciones (Albareda Valls, 2012):

- Modelización del hormigón mediante el modelo *Multilinear Isotropic Hardening (MISO)* con el cual el programa permite entrar distintos puntos de la curva tensión-deformación y, de esta manera, definir manualmente el comportamiento del material. Cabe dejar claro que *MISO* sigue el criterio de plastificación de Von Mises, basado en una superficie cilíndrica. Este criterio es claramente más propio del acero que de los materiales cohesivos como el hormigón, pero se decide contemplarlo dada la facilidad y claridad que tiene su definición en el programa informático.
- Uno de los modelos más adecuados para la representación del comportamiento plástico del hormigón es el criterio de fluencia de *Drucker Prager*, basado en una superficie cónica perfecta.
- Modelo constitutivo del hormigón llamado *Concrete (CONC)*, definido gracias a una colección de nueve parámetros que deben ser calibrados o, en su defecto,

extraídos de otros de estudios previos. La calibración debe hacerse para cada estado tensional, especialmente para los casos con altas presiones hidrostáticas.

- A modo de simplificación, puede combinarse el modelo *Concrete* con el *MISO* (*CONC+MISO*). Este modelo consiste en una combinación del simplificado criterio de rotura de *CONC* con un endurecimiento de la curva tensión-deformación gobernada por *MISO*.

Dada la alta complejidad de calibración de los parámetros, de las grandes dificultades de convergencia del modelo y del elevado tiempo computacional, se descarta, después de diversos modelos de prueba, el modelo *Concrete* para el hormigón del bloque. Así pues, se ha trabajado con las dos primeras opciones: *MISO*, a pesar de estar basado en el criterio de plastificación de Von Misses, y *Drucker Prager*, a priori más adecuado para el modelado del hormigón (Albareda Valls, 2012), aunque también más laborioso a nivel computacional.

Se han realizado dos modelos variando solamente la definición del hormigón y, obviamente, a igualdad de geometría y características del resto de materiales y de definición de contactos. Se pretende ver las diferencias que comporta la diferente definición del material en el modelo que se desarrolla, así como las dificultades de convergencia que pueden perjudicar la resolución del modelo.

La definición de un hormigón equivalente al usado en los ensayos de Vandegans (Vandegans, 1997) en el modelo *Multilinear Isotropic Hardening (MISO)* se hace a través de la definición sucesiva de los puntos del gráfico tensión-deformación que muestran la Tabla 5.2 y la Figura 5.46.

Deformación	Tensión (N/mm ²)
0,0003085	8,13
0,00074487	16,29
0,0011633	21,64
0,0015816	24,23
0,002	27,10

Tabla 5.2: Puntos usados para la definición del gráfico tensión-deformación del hormigón en el modelo *MISO*.

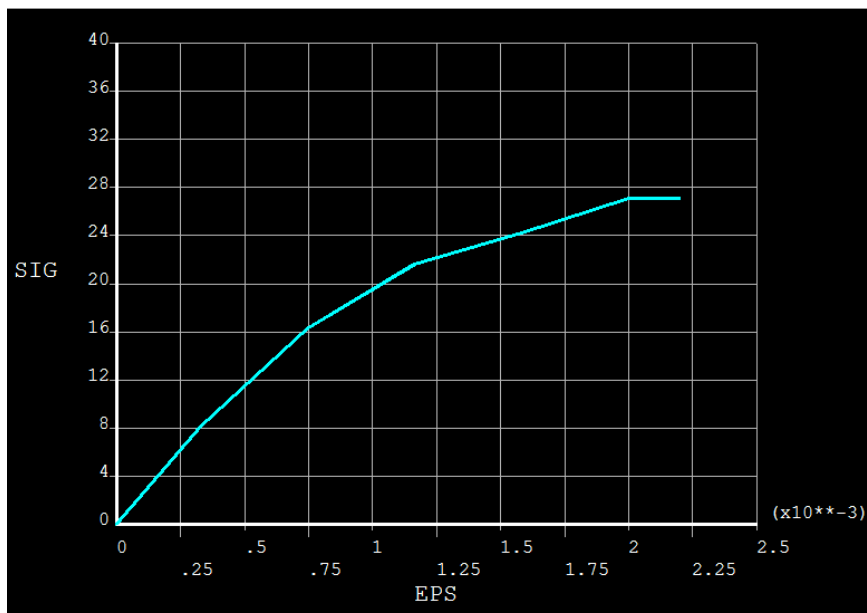


Figura 5.46: Gráfico tensión-deformación del hormigón según el modelo *MISO*. Puntos del gráfico según Tabla 5.2.

La definición de un hormigón equivalente al usado en los ensayos de laboratorio de los estudios de Didier Vandegans (Vandegans, 1997) según el modelo de *Drucker Prager* se hace mediante los parámetros que muestra la Tabla 5.3, es decir, módulo de Young, coeficiente de Poisson, cohesión, ángulo de rozamiento y ángulo de fluencia.

Parámetros	Valor
Módulo de Young	26350 N/mm ²
Coefficiente de Poisson	0,2
Cohesión	6 N/mm ²
Ángulo de rozamiento	38°
Ángulo de fluencia	30°

Tabla 5.3: Parámetros usados para la definición del hormigón en el modelo *Drucker Prager*

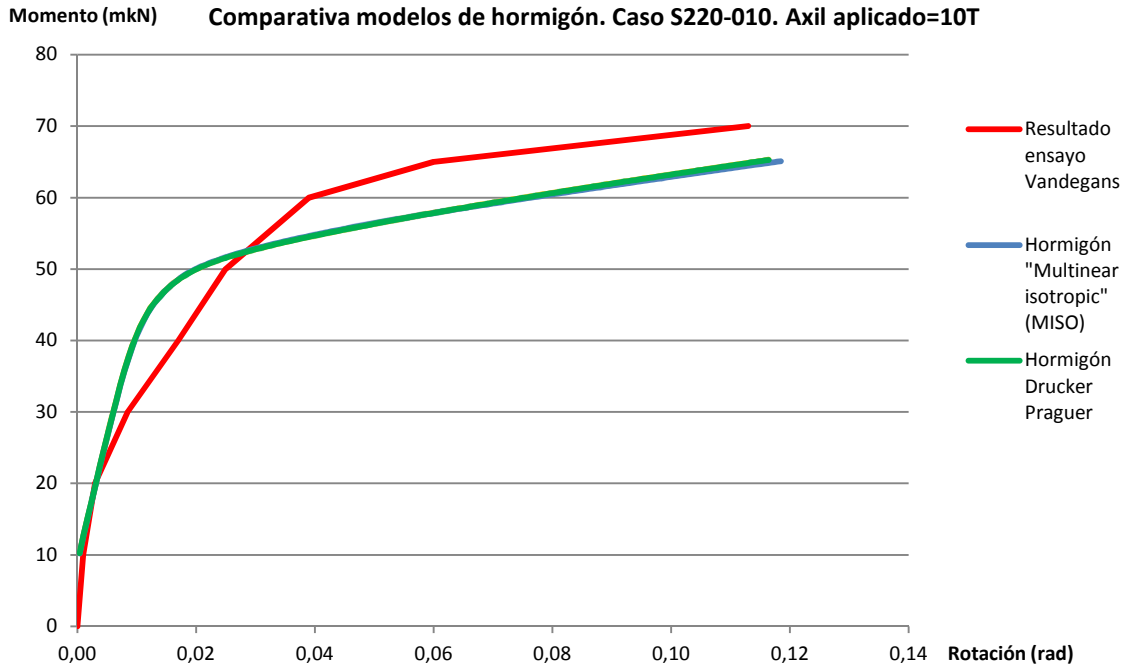


Figura 5.47: Gráficos del comportamiento M-Ø del modelo según la definición del modelo de hormigón utilizado en el caso del modelo réplica del ensayo S220-010, correspondiente a un axil aplicado de 10T=100kN.

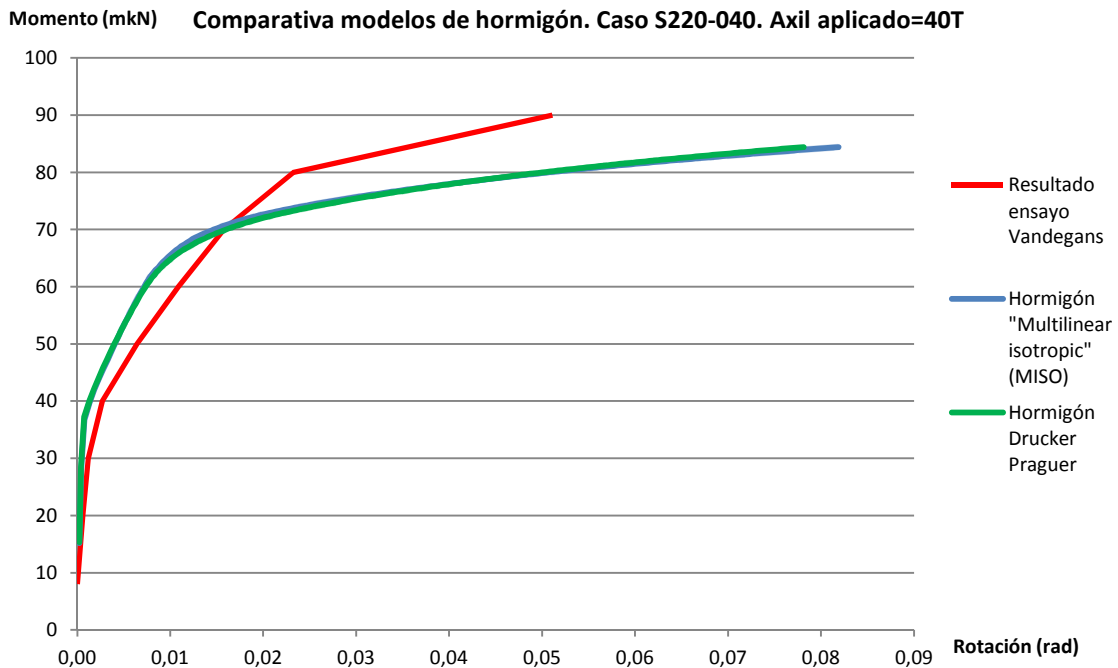


Figura 5.48: Gráficos del comportamiento M-Ø del modelo según la definición del modelo de hormigón utilizado en el caso del modelo réplica del ensayo S220-040, correspondiente a un axil aplicado de 40T=400kN.

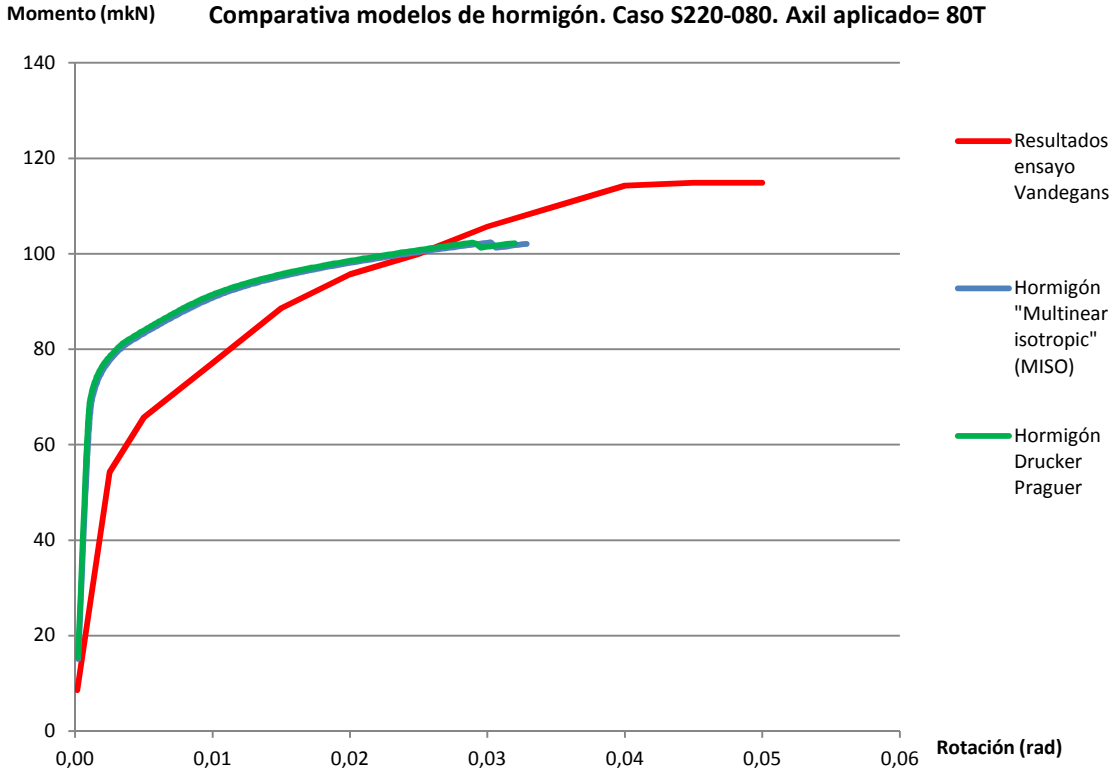


Figura 5.49: Gráficos del comportamiento M-Ø del modelo según la definición del modelo de hormigón utilizado en el caso del modelo réplica del ensayo S220-080, correspondiente a un axil aplicado de 80T=800kN.

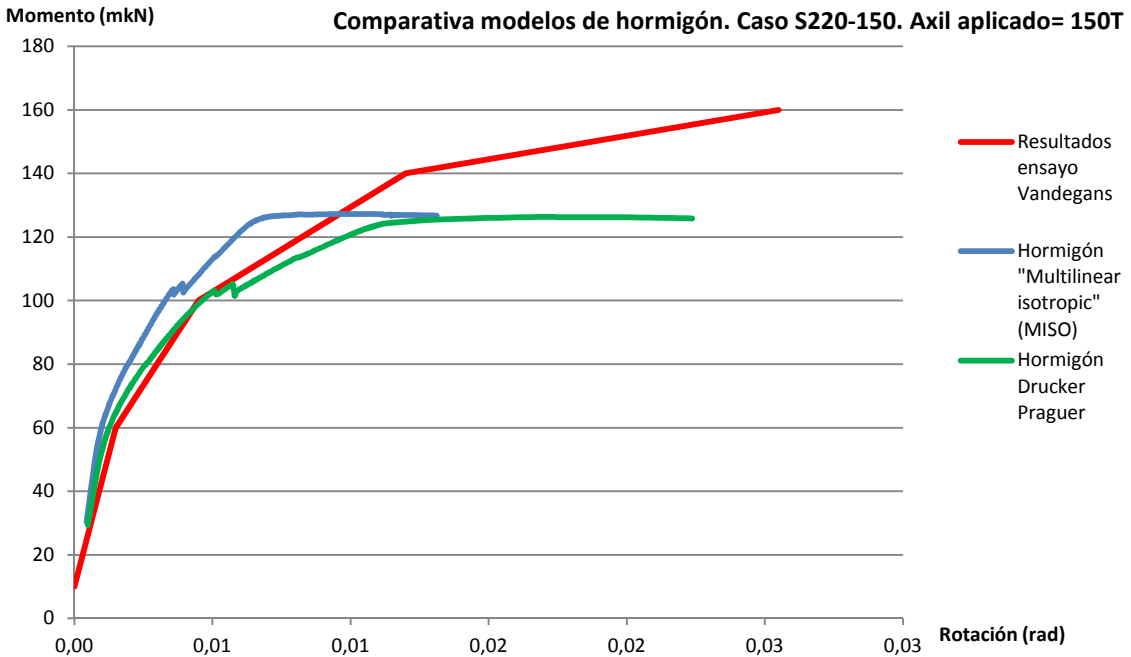


Figura 5.50: Gráficos del comportamiento M-Ø del modelo según la definición del modelo de hormigón utilizado en el caso del modelo réplica del ensayo S220-150, correspondiente a un axil aplicado de 150T=1500kN.

Los resultados obtenidos de los dos modelos son los que se muestran en las Figuras 5.47, 5.48, 5.49 y 5.50. Como puede observarse de los gráficos en el caso en el que se está trabajando, en el que el modelo adoptado para la caracterización del hormigón no representa un gran cambio en el comportamiento M-Ø obtenido de la base del pilar, a pesar de las notorias

diferencias teóricas y conceptuales existentes entre el modelo *MISO* y el *Drucker Prager*. En color azul puede apreciarse el comportamiento del modelo usando una caracterización del hormigón según el modelo *MISO*, mientras que en color verde aparece el resultado que corresponde al modelo con un hormigón caracterizado según el modelo *Drucker Prager*. En color rojo se adjunta también en los gráficos el comportamiento M-Ø extraído de los ensayos de Didier Vandegans (Vandegans, 1997).

Dados estos resultados y gracias a la obtención de un modelo que finalmente converge, se decide optar por el modelo de hormigón *Drucker Prager* que, aunque haya obtenido resultados muy similares a los del modelo *MISO* en este caso concreto, conceptualmente es más adecuado para tabular un material cohesivo como el hormigón.

Material para tabular la fricción:

Se crea un material ficticio, correspondiente al material nº5 del código de ANSYS (ver Documento Anexo 5.1), destinado a tabular el coeficiente de fricción, y que entra en acción en la definición del contacto entre la placa base y el bloque de hormigón. Se le tabula un valor de coeficiente de fricción hormigón-acero de 0,2.

5.1.2.1.4- Mallado:

La estrategia seguida en el mallado de las áreas y volúmenes es la que se ha comentado en el Apartado 5.1.2.1.1; es decir, densificar más la malla en las zonas donde se requiera más precisión y aumentarla en las áreas menos delicadas. Este sistema, al permitir zonas importantes con una malla poco densa, posibilita ahorrar tiempo computacional y, en definitiva, recursos informáticos. Esta estrategia es fácilmente observable en las Figuras 5.14 y 5.15 en el caso de la placa base, la cual se malla siguiendo una mayor densidad alrededor de las zonas donde encajaran las alas del pilar i que, por tanto, tendrán unas compresiones y tracciones mayores cuando se aplique el momento flector. Igualmente pueden observarse las Figuras 5.20, 5.21 y 5.22, correspondientes al despiece de las geometrías del bloque de hormigón, en las cuales se aprecia una mayor densidad de mallado en las zonas de influencia de la placa base. Las Figuras 5.19 y 5.30 muestran las distintas geometrías malladas, y la Figura 5.32 la totalidad del modelo mallado.

5.1.2.1.5- Condiciones de contorno y puesta en carga del modelo:

El modelo ANSYS intenta reproducir las mismas condiciones de los ensayos de Didier Vandegans (Vandegans, 1997), tanto geométricas, como materiales, como de condiciones de contorno y puesta en carga del modelo.

En referencia a las condiciones de contorno del modelo, aparte de las restricciones en los desplazamientos en X e Y de los nodos de piel de los anclajes y del empotramiento de los nodos de su base (ver Apartado 5.1.2.1.2 en la definición de los elementos TARGE170 y CONTA174), para garantizar el equilibrio del modelo, su convergencia y, además, reproducir con máxima exactitud las condiciones de los ensayos de Didier Vandegans (Vandegans, 1997), se han empotrado todos los nodos de la cara inferior del bloque de hormigón (ver Figura 5.51).

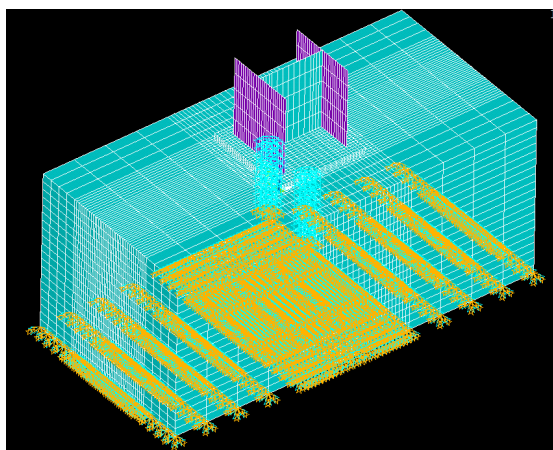


Figura 5.51: Imagen del modelo de ANSYS donde se observan las condiciones de contorno del modelo: Base inferior del bloque de hormigón empotrada, nodos de las bases de los anclajes empotrados y limitación de los desplazamientos UX y UY en los nodos de la piel de los dos anclajes.

Tal como se ha explicado en el Apartado 5.1.1.3 y como muestra gráficamente la Figura 5.3, la puesta en carga del ensayo realizado por Didier Vandegans es muy clara: una primera fase en la que se aplica el axil y una segunda en la que, manteniendo la totalidad del axil de la primera fase de carga, se le aplica progresivamente el momento flector. El modelo de ANSYS ha hecho exactamente lo mismo definiendo dos *steps* o fases de carga. Estas fases son las siguientes:

- Primer *step* de carga en el que se aplica el axil. El axil no se aplica de golpe sino que el modelo entra en carga a través de 10 *substeps* en que en cada uno, por tanto, se carga el modelo con un valor igual a una décima parte del axil total. De esta forma se consigue una entrada en carga paulatina del modelo y se facilita la convergencia del cálculo.

La aplicación del axil de compresión se efectúa mediante una presión lineal en las aristas de la cabeza del pilar, tal como muestra la Figura 5.52. Esta presión lineal se calcula para que sea equivalente a la aplicación de los axiles de los ensayos de Vandegans (100kN, 400kN, 800kN y 1500kN), ver Tabla 5.4.

Axil a aplicarse (kN)	Presión lineal equivalente aplicada en las aristas de la cabeza del perfil HEB (N/mm)
100	155,28
400	621,12
800	1242,24
1500	2329,19

Tabla 5.4: Equivalencia entre axil aplicado y presión lineal equivalente aplicada en las aristas de la cabeza del perfil HEB.

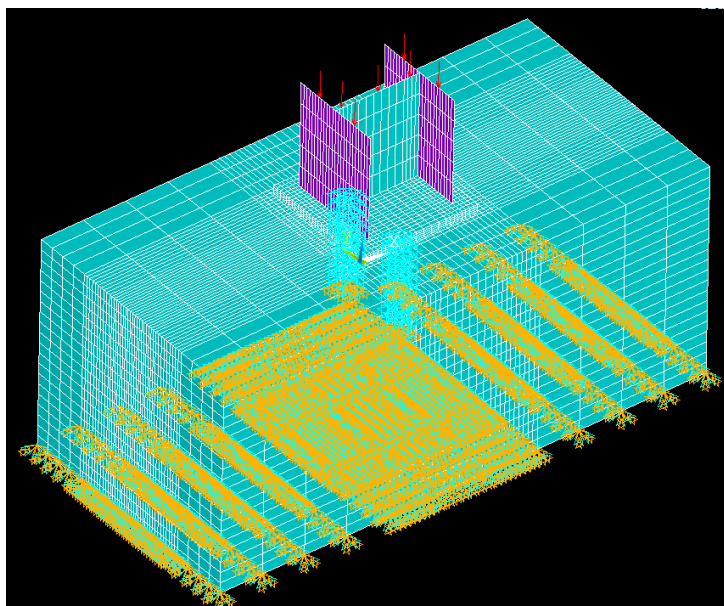


Figura 5.52: Imagen del modelo de ANSYS, donde se observan las condiciones de contorno del modelo y la presión lineal aplicada sobre las aristas de la cabeza del pilar, equivalente al momento flector.

- Segundo *step* de carga en el que se aplica el momento flector, teniendo en cuenta que la totalidad del axil ya ha sido aplicada en la fase anterior de carga y que, por tanto, se mantiene. Para facilitar la convergencia del cálculo en la aplicación del momento flector, se ha llegado a la conclusión de que la mejor manera de hacerlo es mediante un desplazamiento en la cabeza del pilar, acción equivalente a la aplicación de la fuerza F_2 de los ensayos de Vandegans (Vandegans, 1997). Se ha observado, en esta fase de carga, que se obtiene una mayor facilidad en la convergencia del cálculo si se aplican desplazamientos horizontales que si lo hacen fuerzas. Asimismo, es muy importante tabular bien el número de *substeps* de carga necesarios. Para una mayor convergencia del cálculo, y después de varias pruebas, en este segundo *step* de carga se realizan 200 *substeps*, de manera que el desplazamiento horizontal se aplica muy paulatinamente.

Se realiza, también, un estudio sobre los comportamientos obtenidos cambiando los nodos de aplicación del desplazamiento horizontal en la cabeza del pilar: en el nodo central del alma del pilar (Figura 5.53.a), en todos los nodos del ala del perfil HEB (Figura 5.53.b) y en el nodo de intersección ala-alma del perfil HEB (Figura 5.53c). En las Figuras 5.54, 5.55, 5.56 y 5.57 pueden apreciarse los distintos comportamientos M-Ø del modelo según los nodos de aplicación del desplazamiento horizontal, a igualdad de geometría y de caracterización de los materiales en todos los casos. Observando estos comportamientos y también las formas de las deformadas de los modelos y su correspondencia con la realidad, finalmente se decide que la mejor opción para introducir el efecto del momento flector en el modelo es aplicar un desplazamiento horizontal en el nodo central del alma del pilar, como en la Figura 5.53.a.

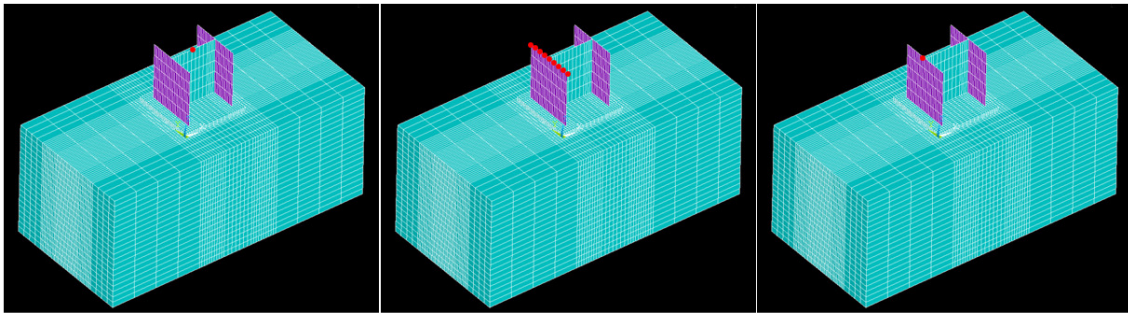


Figura 5.53: Estudio sobre los nodos donde aplicar el desplazamiento horizontal. a) En el nodo central del alma del pilar. b) En todos los nodos del ala del perfil HEB. c) En el nodo de intersección ala-alma del perfil HEB.

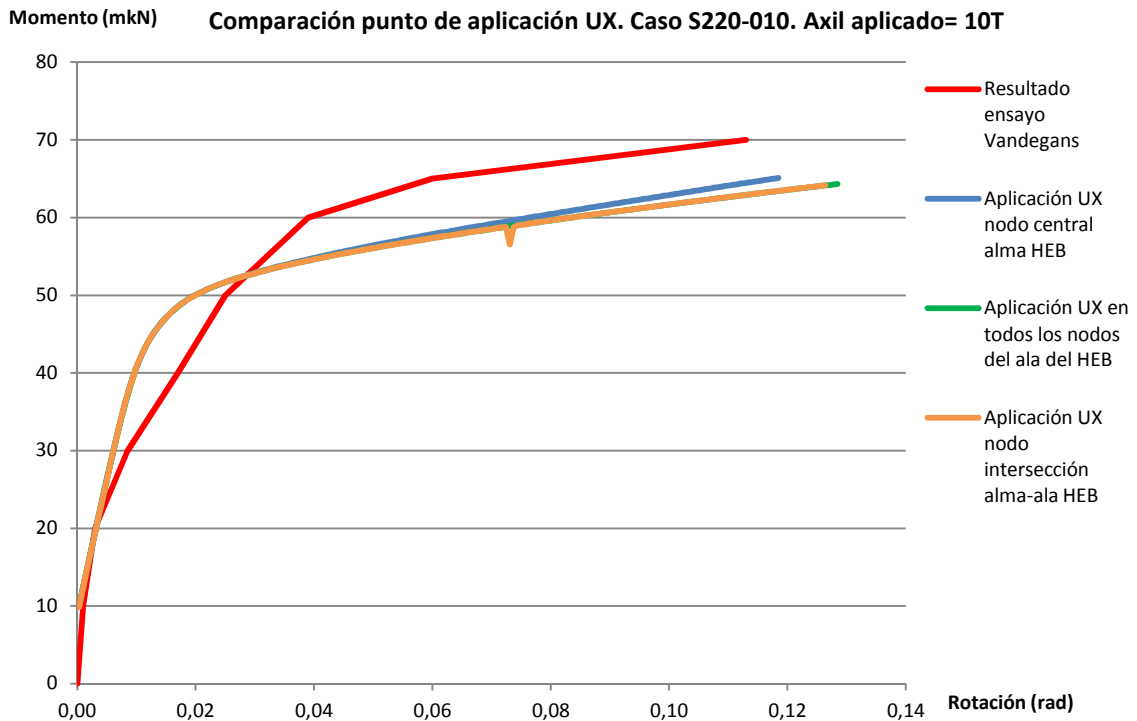


Figura 5.54: Gráficos del comportamiento M-Ø del modelo según los nodos de aplicación del desplazamiento horizontal en el caso del modelo réplica del ensayo S220-010, correspondiente a un axil aplicado de 10T=100kN.

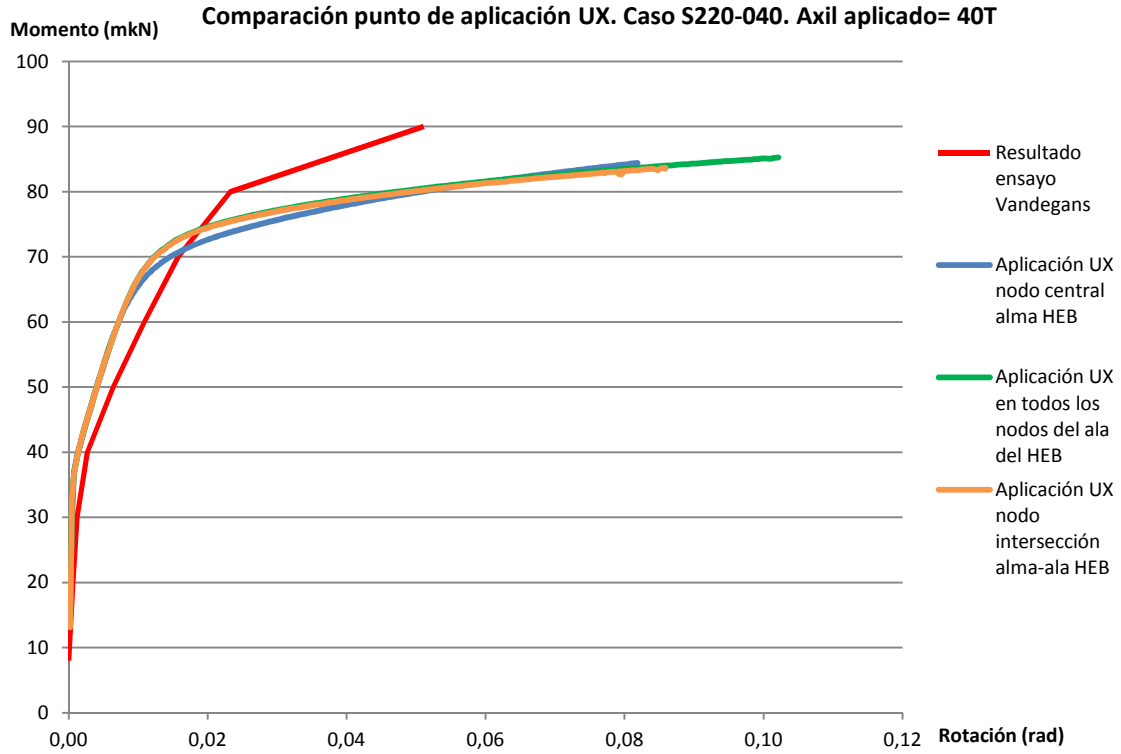


Figura 5.55: Gráficos del comportamiento M-Ø del modelo según los nodos de aplicación del desplazamiento horizontal en el caso del modelo réplica del ensayo S220-040, correspondiente a un axil aplicado de 40T=400kN.

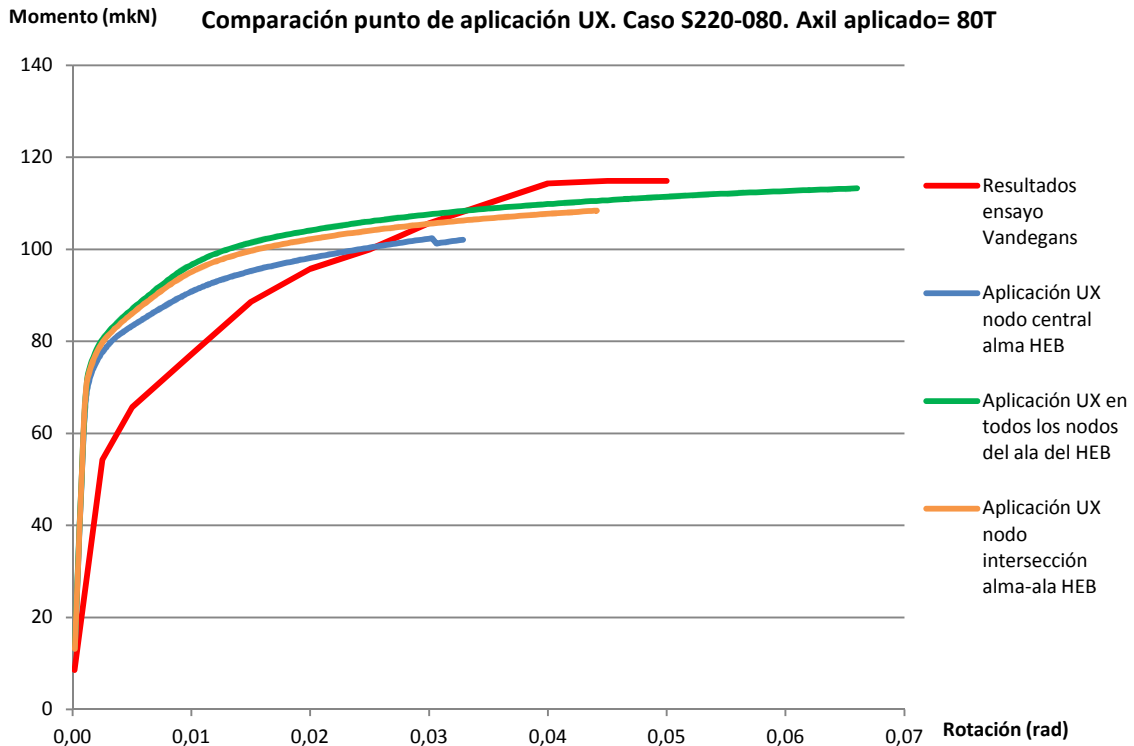


Figura 5.56: Gráficos del comportamiento M-Ø del modelo según los nodos de aplicación del desplazamiento horizontal en el caso del modelo réplica del ensayo S220-080, correspondiente a un axil aplicado de 80T=800kN.

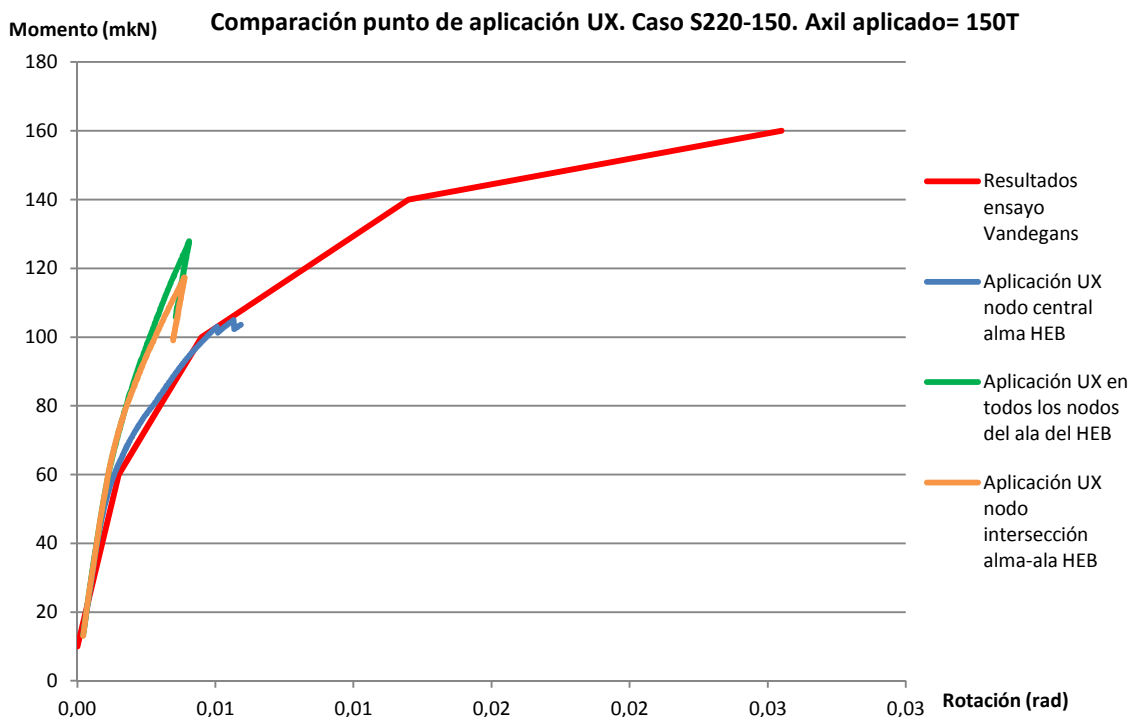
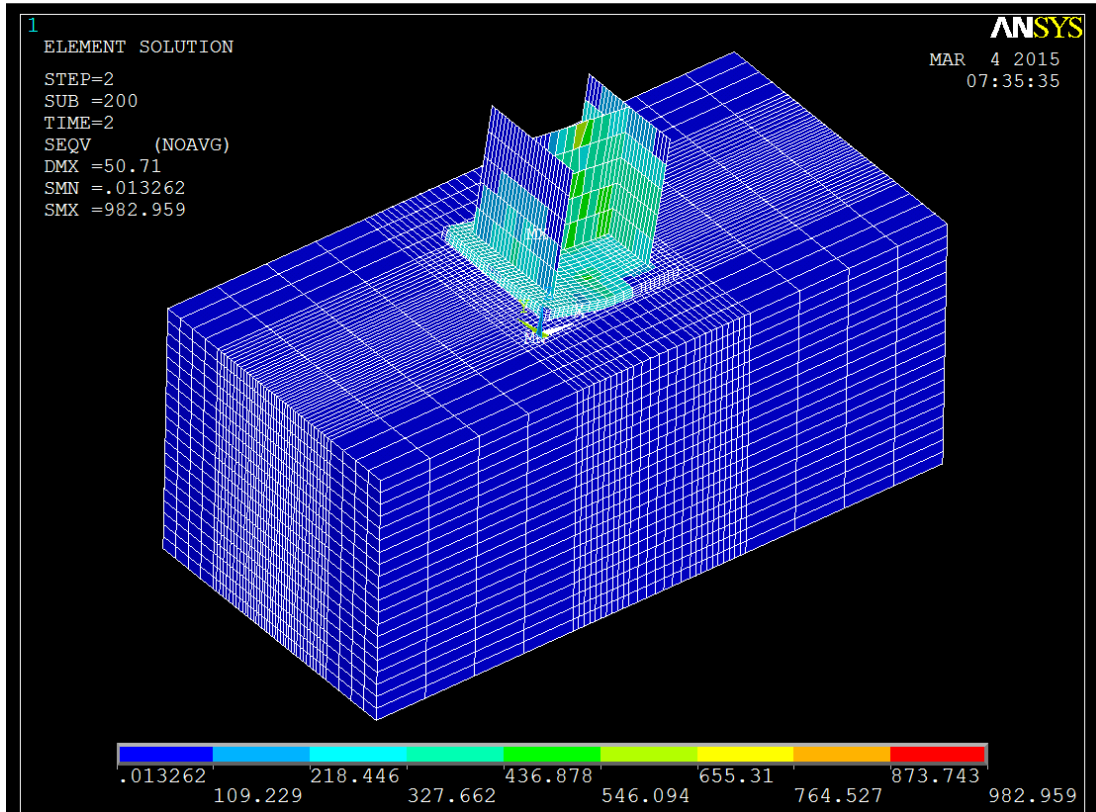


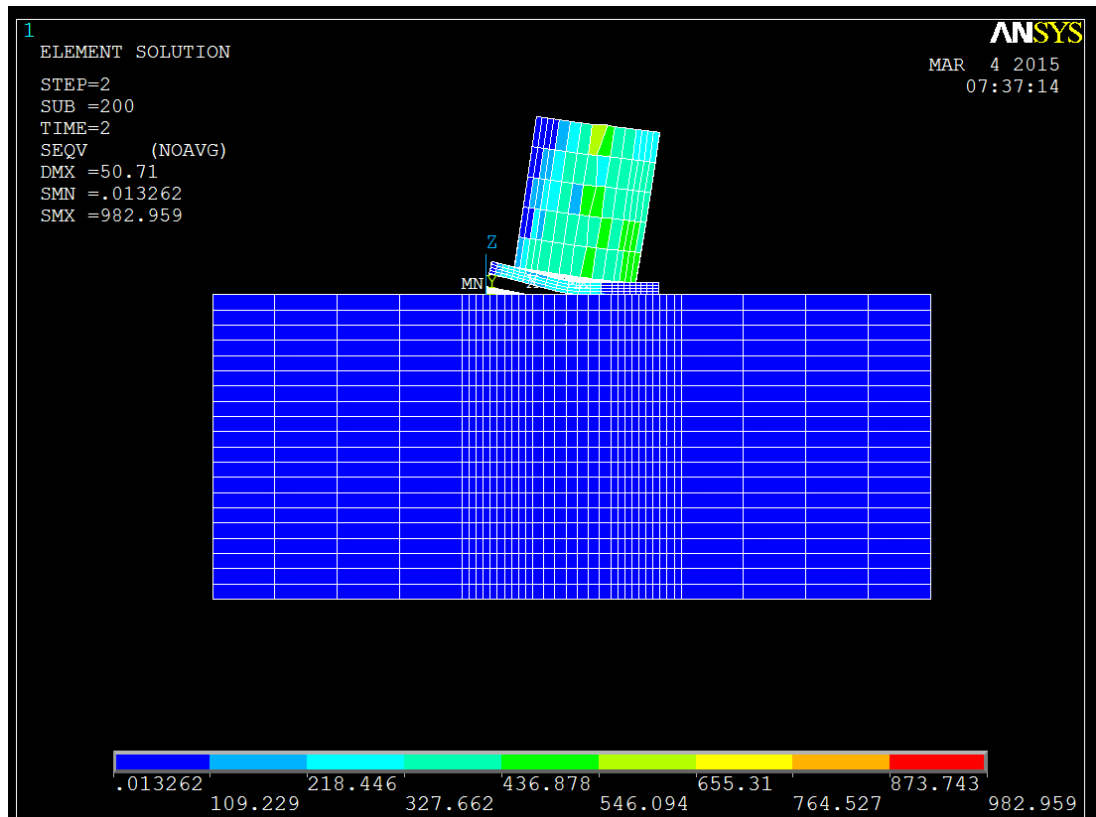
Figura 5.57: Gráficos del comportamiento M-Ø del modelo según los nodos de aplicación del desplazamiento horizontal en el caso del modelo réplica del ensayo S220-150, correspondiente a un axil aplicado de 150T=1500kN.

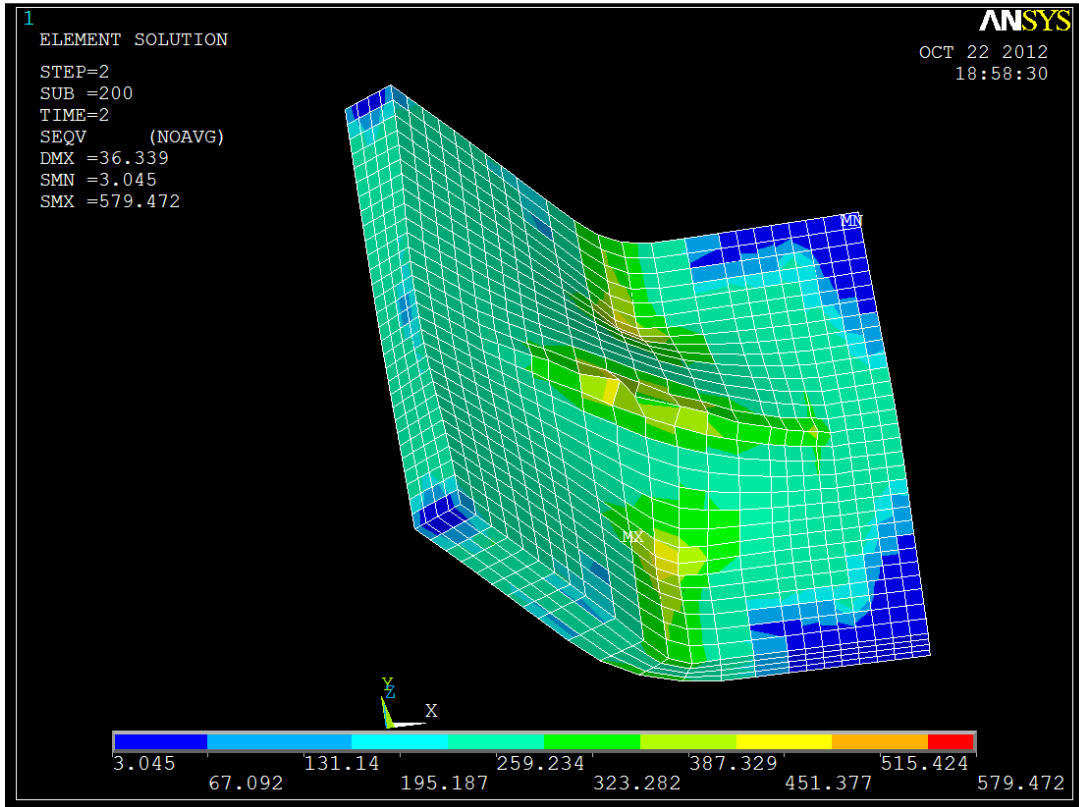
5.1.2.2- Resultados obtenidos del comportamiento del modelo. Comparación entre los comportamientos M-Ø reales de la basa del pilar y los obtenidos del modelo de elementos finitos efectuado en ANSYS.

Así pues, habiendo definido todas las operaciones realizadas para obtener el modelo a nivel geométrico, de definición de los tipos de elementos finitos utilizados, de definición del contacto placa base-bloque de hormigón, de definición de los distintos materiales, de mallado y de su densidad, de definición de las condiciones de contorno y puesta en carga del modelo, y habiendo realizado también los calibrados intermedios necesarios, las Figuras 5.64, 5.65, 5.66 y 5.67 muestran los gráficos del comportamiento M-Ø de los diversos modelos informáticos ANSYS realizados (en color azul), comparados con los comportamientos reales (en color rojo) obtenidos gracias a los ensayos de Didier Vandegans (Vandegans, 1997) presentados ya anteriormente en las Figuras 5.10, 5.11, 5.12 y 5.13. Dadas las simplificaciones efectuadas en el modelo ANSYS ya comentadas a lo largo de este capítulo para facilitar la convergencia del cálculo y para intentar encontrar una proporción adecuada entre precisión de los resultados y tiempo computacional utilizado, se conviene que los resultados obtenidos del modelo son satisfactorios y que, aplicando esta misma estrategia de modelado para otras configuraciones de basas de pilares, los resultados que se obtengan podrán ser considerados como reales y, en definitiva, el modelo informático podrá sustituir a los ensayos de laboratorio para conocer el comportamiento real de las basas de pilares que se quieran estudiar. A continuación se adjuntan distintas imágenes que permiten observar los resultados del modelo y sus deformadas.

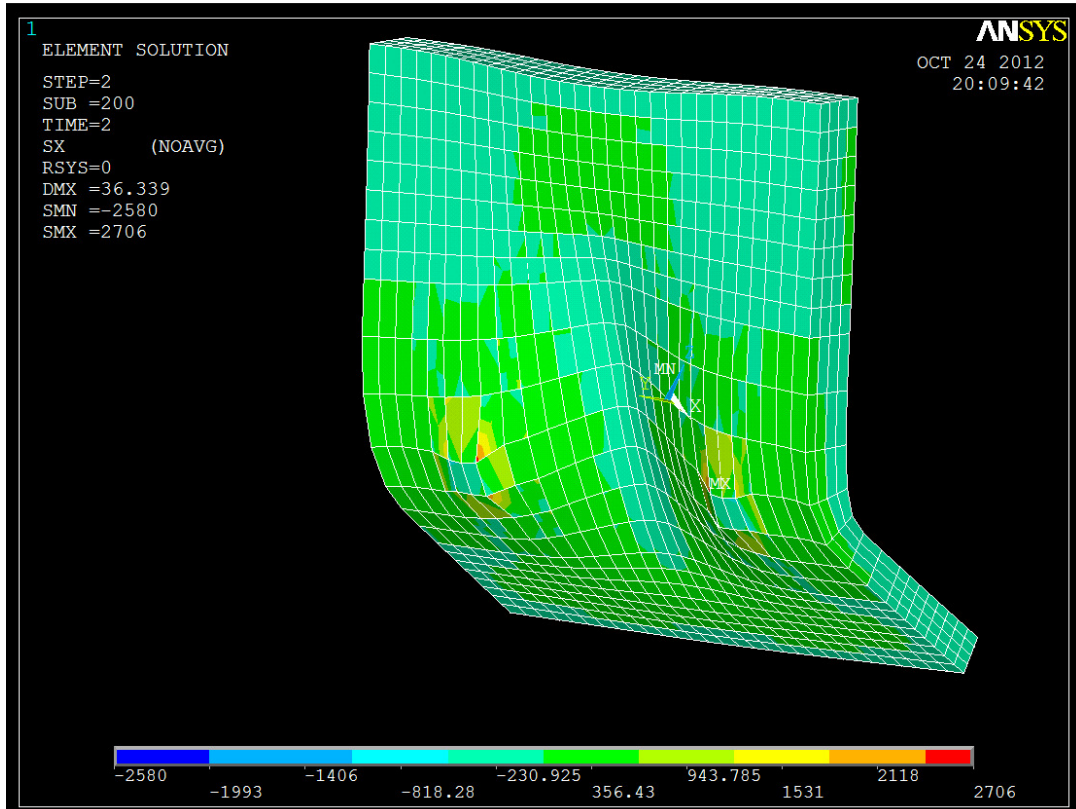


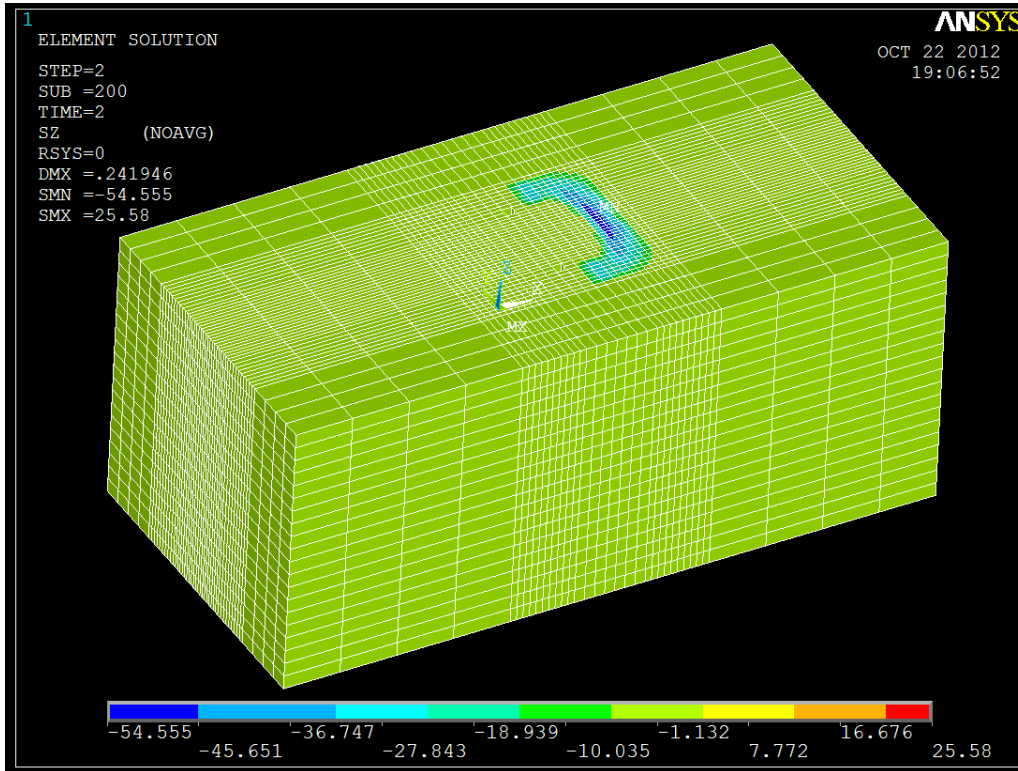
Figuras 5.58 y 5.59: Imágenes de las tensiones de Von Mises en el caso S220-010 en el *step2 substep 200*, es decir, con la totalidad del axil y del momento flector aplicados.



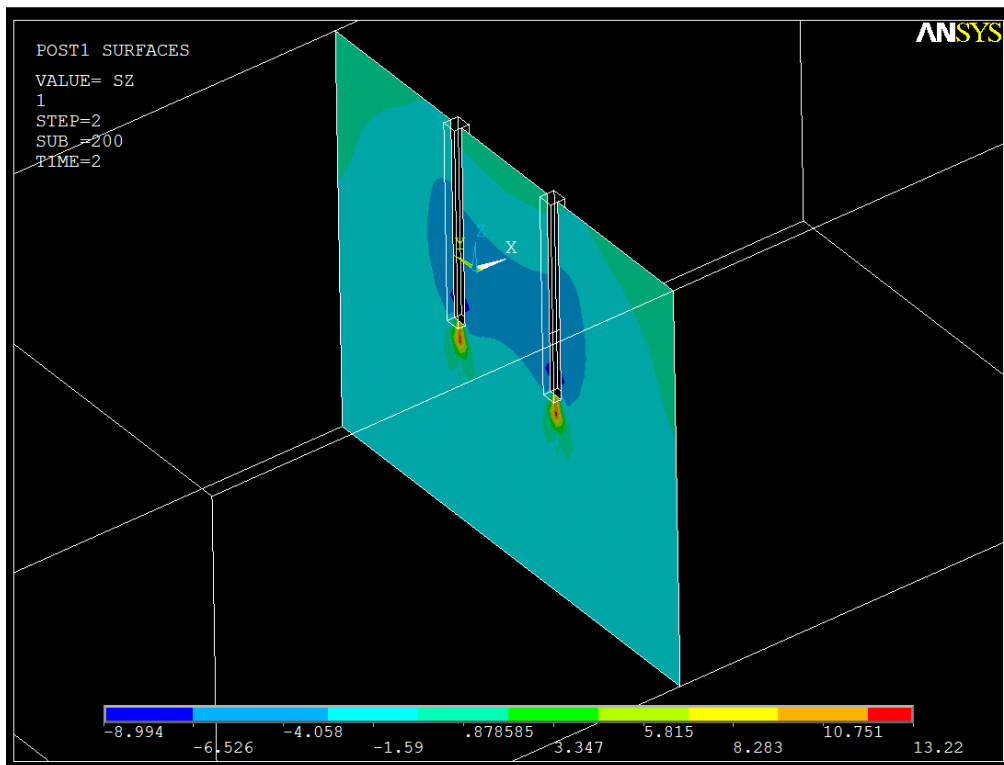


Figuras 5.60 y 5.61: Imágenes superior e inferior de la placa base. Puede observarse perfectamente la posición de los dos anclajes y del alma del pilar de la HEB, y los efectos que estos elementos tienen sobre la deformada de la placa base. Deformada aumentada x5.





Figuras 5.62: Bloque de hormigón donde se observa claramente la compresión producida por la base de pilar. Se observa cómo sólo aparece compresión en una mitad como consecuencia de la aplicación del momento flector (en la imagen se está en el *step 2, substep 200*; es decir, con la totalidad del momento y axil aplicados).



Figuras 5.63: Corte del bloque de hormigón en la zona de los dos anclajes.

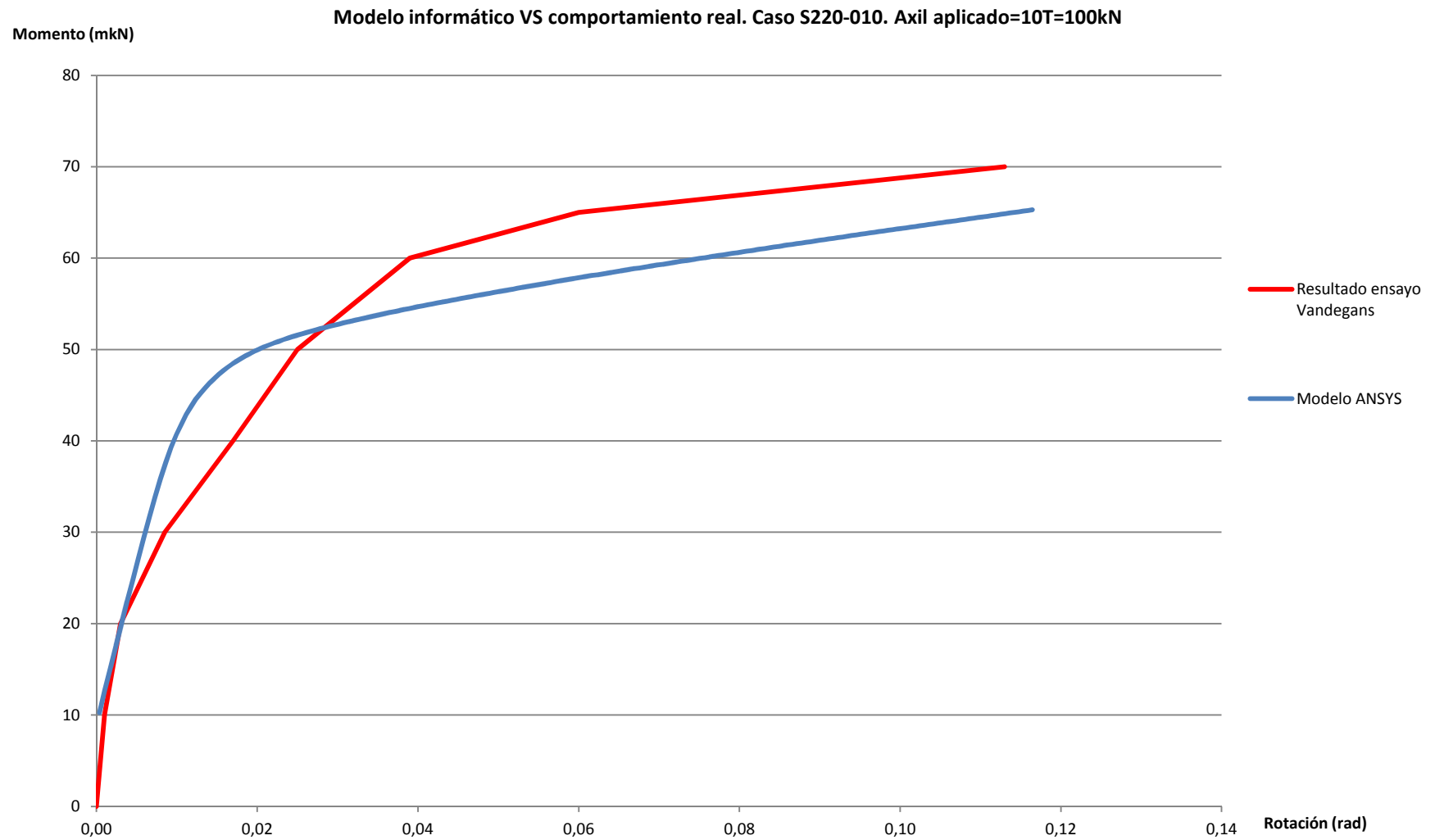


Figura 5.64-Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento real de la unión extraído de los ensayos de Didier Vandegans (rojo) y el comportamiento obtenido del modelo de elementos finitos efectuado en ANSYS (azul). Axil=10T=100kN.

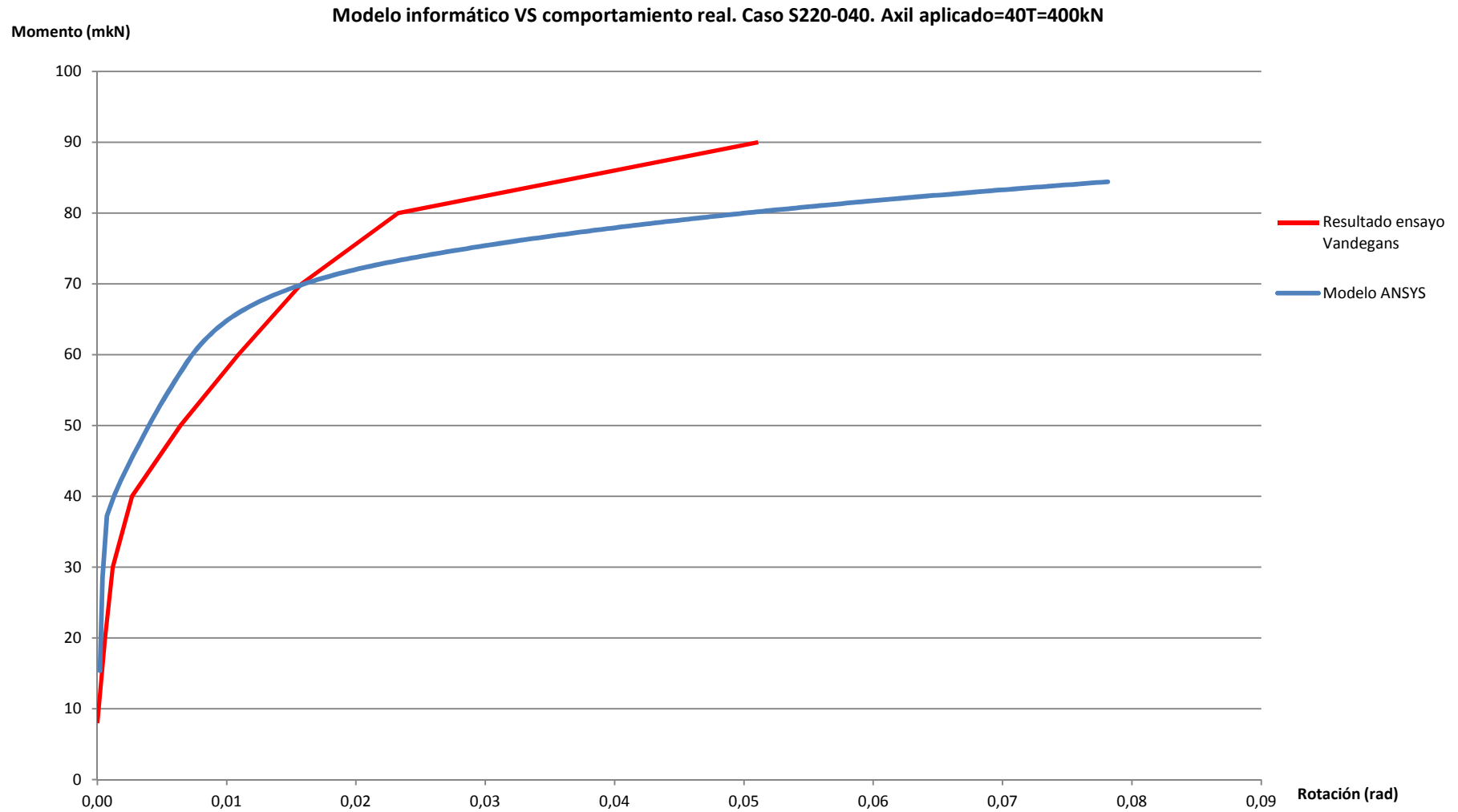


Figura 5.65-Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento real de la unión extraído de los ensayos de Didier Vandegans (rojo) y el comportamiento obtenido del modelo de elementos finitos efectuado en ANSYS (azul). Axil=40T=400kN.

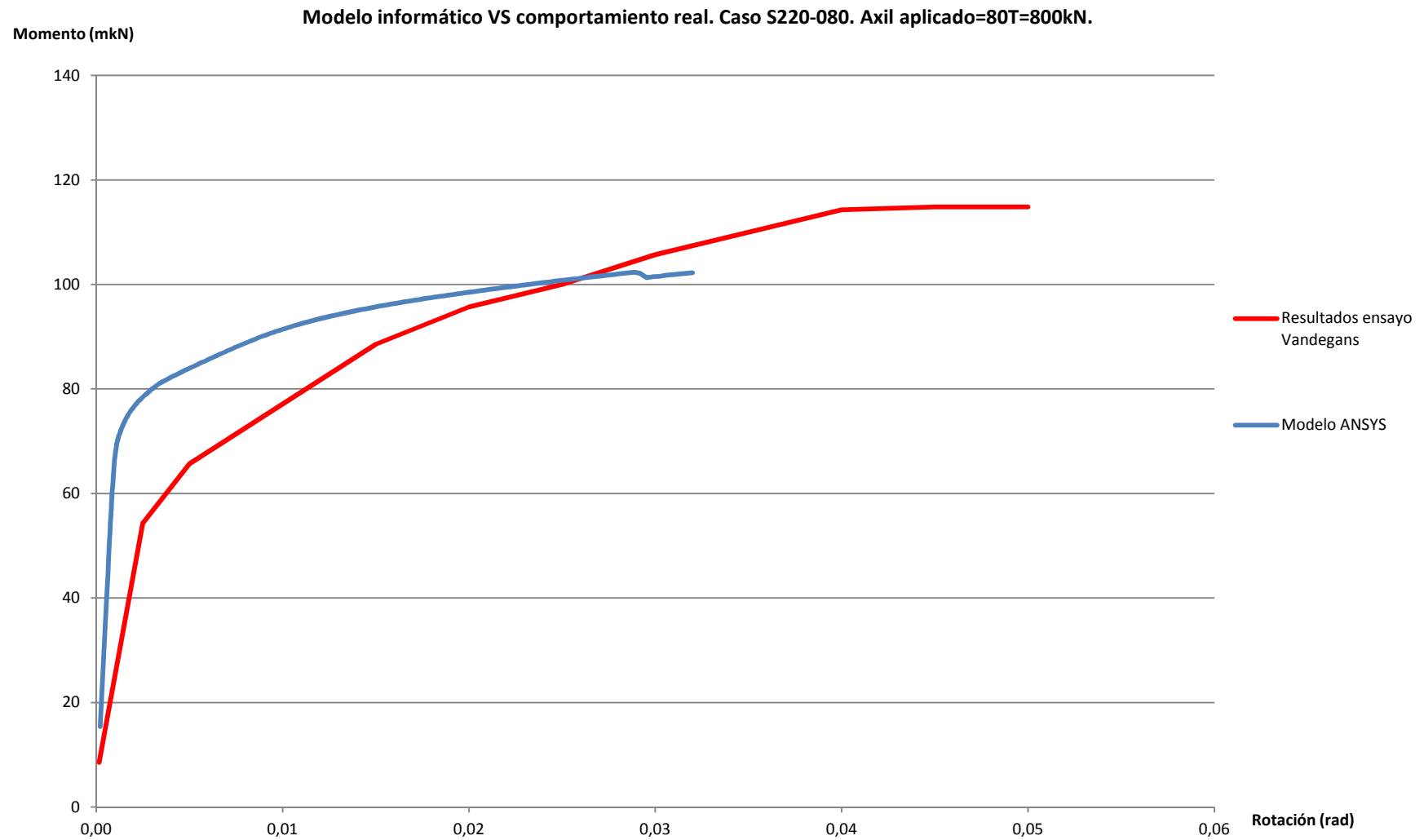


Figura 5.66-Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento real de la unión extraído de los ensayos de Didier Vandegans (rojo) y el comportamiento obtenido del modelo de elementos finitos efectuado en ANSYS (azul). Axil=80T=800kN.

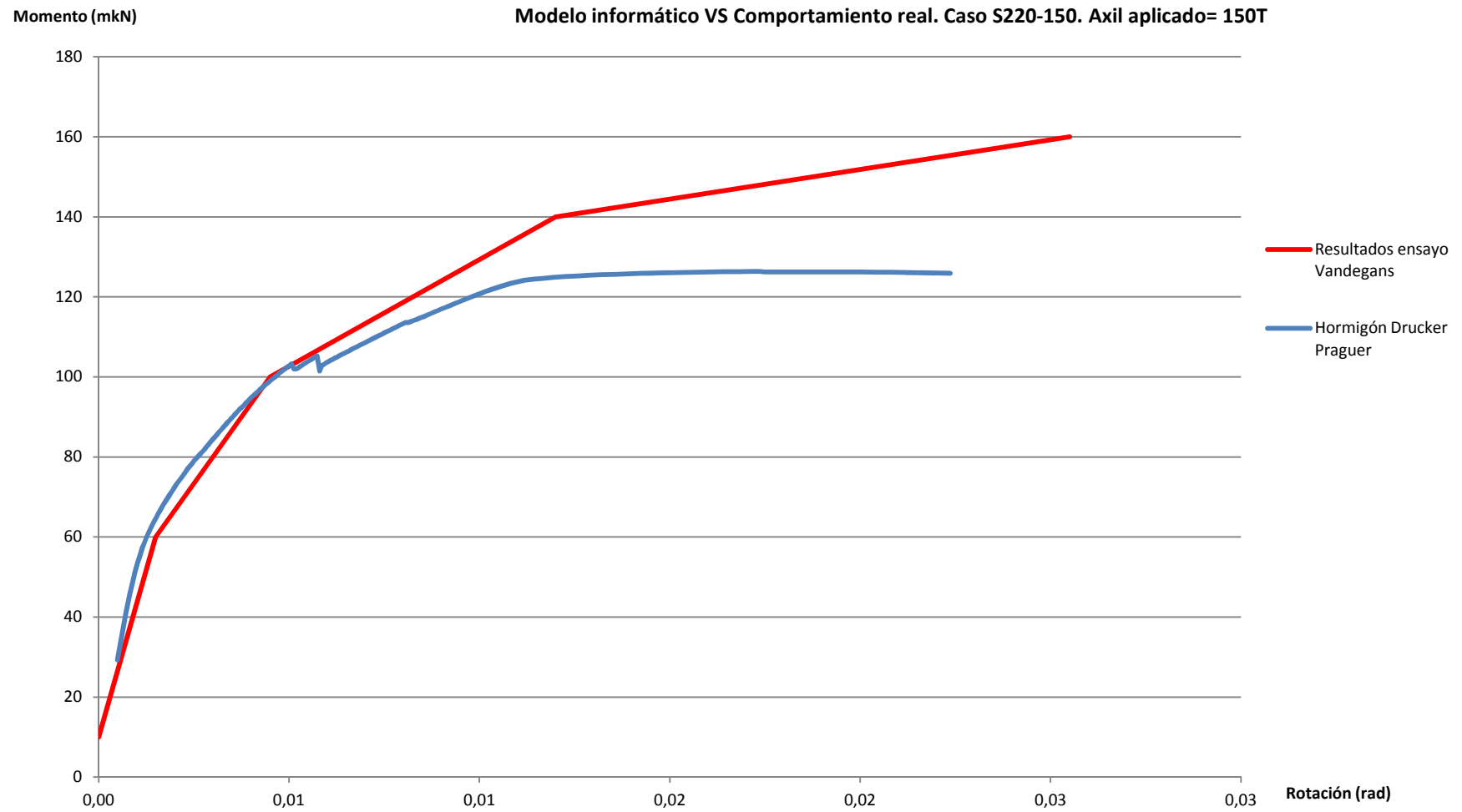


Figura 5.67-Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento real de la unión extraído de los ensayos de Didier Vandegans (rojo) y el comportamiento obtenido del modelo de elementos finitos efectuado en ANSYS (azul). Axil=150T=1500kN.

5.2- MODELO DE ELEMENTOS FINITOS DEL CASO DE ESTUDIO.

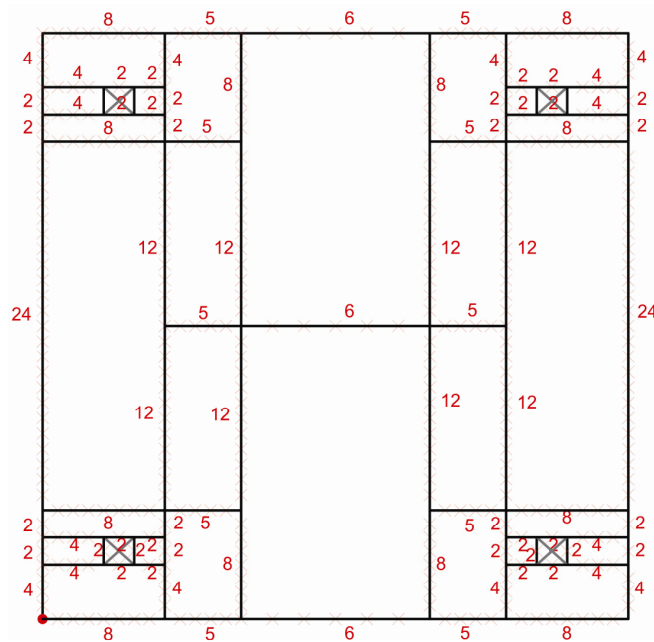
Una vez verificado que el modelo de calibrado ha conseguido reproducir el comportamiento real de la basa del pilar con suficiente precisión, se realiza el modelo en ANSYS del ejemplo de estudio definido en el Apartado 4.1. De esta manera podrá compararse, en el Capítulo 6 de esta tesis, el comportamiento real de esta basa de pilar (gracias al modelo ANSYS que seguidamente se describe) con el comportamiento predicho por el Eurocódigo, convenientemente calculado en el Capítulo 4. Así pues, a continuación se describe el modelo en ANSYS realizado, siguiendo los mismos pasos empleados en el caso del modelo de calibrado anterior. En el Documento Anexo 5.2 puede consultarse todo el código del modelo en ANSYS, convenientemente limpiado y comentado para que pueda seguirse de forma fácil.

5.2.1- GEOMETRÍA:

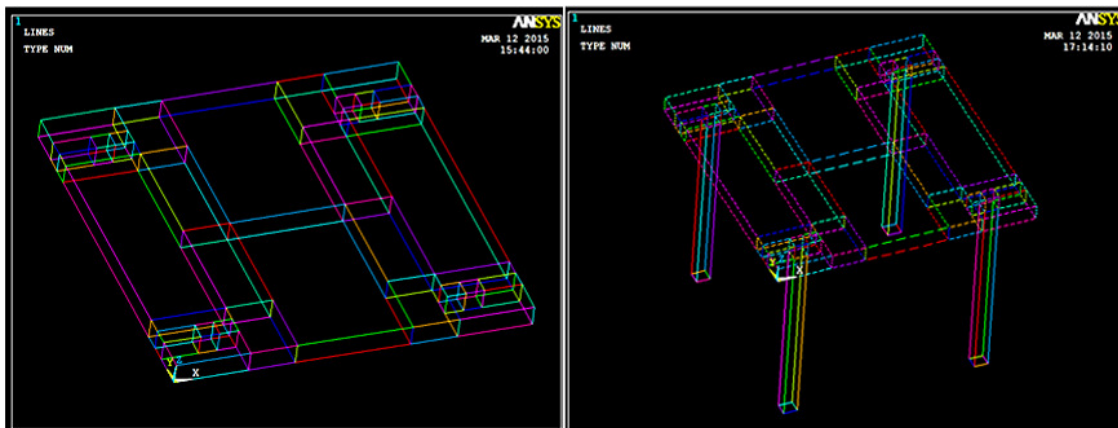
Igual como se ha hecho en el modelo de calibrado, es de vital importancia estudiar bien la geometría antes de empezar su modelado, identificar las zonas donde se requerirá una mayor precisión en los resultados e identificar aquellos *keypoints*, aristas y áreas que diversos elementos podrán compartir. La diferencia básica entre este modelo y el de calibrado anterior es que el anterior tenía solamente dos anclajes mientras que el actual tiene cuatro. A continuación se repasan los aspectos claves del modelado. Para mayor información, consultar el Documento Anexo 5.2.

5.2.1.1- Placa base y anclajes.

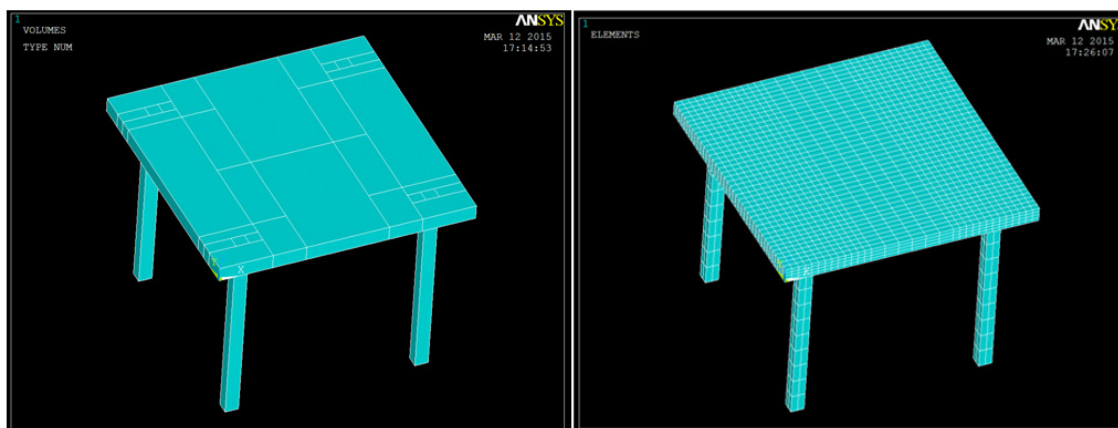
Para la placa base y los anclajes se propone el modelo que puede observarse en las Figuras 5.68, 5.69, 5.70, 5.71 Y 5.72. Como se aprecia en las imágenes, la geometría de la placa base, de igual modo a como se ha hecho en el modelo de calibrado, se ha subdividido en relación a la densidad de los espesores de malla previstos y a los condicionantes de las uniones con los otros elementos del modelo, especialmente anclajes y pilar HEB. En relación a este aspecto, en las imágenes de las Figuras 5.68 y 5.69 también se puede apreciar cómo los anclajes, simplificados a paralelepípedos de base cuadrada de igual área que la circular real quedan perfectamente integrados en la división de volúmenes de la placa, así como también puede leerse con facilidad en la placa la huella del pilar HEB que la intersecará.



Figuras 5.68: Geometría del modelado de la placa base. La numeración roja corresponde al número de divisiones del mallado.



Figuras 5.69 y 5.70: Imágenes de las líneas del modelo de la placa base (Figura 5.69) y de la placa base con los anclajes (Figura 5.70).



Figuras 5.71 y 5.72: Imágenes de las áreas de la placa base y los anclajes (Figura 5.71) y del mallado (Figura 5.72).

En relación con el tamaño del mallado, se puede observar en las Figuras 5.68 y 5.72 que la malla se densifica en las zonas de la placa base que estarán bajo la influencia de las alas del perfil HEB y que, por tanto, estarán sometidas a tracciones y compresiones elevadas por efecto del momento flector. En la zona central, por el contrario, se aumenta el tamaño de la malla para aligerar el modelo y rebajar el tiempo computacional.

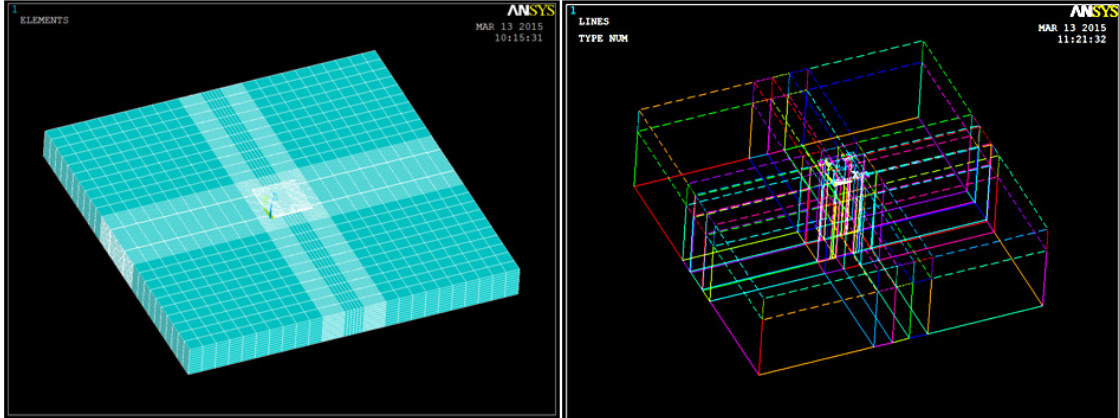
5.2.1.2- Bloque de hormigón.

Siguiendo la guía que otorga el modelo de calibrado, en el presente modelo se trabaja de la misma forma. De esta manera, el modelo del bloque de hormigón parte de tres cotas clave:

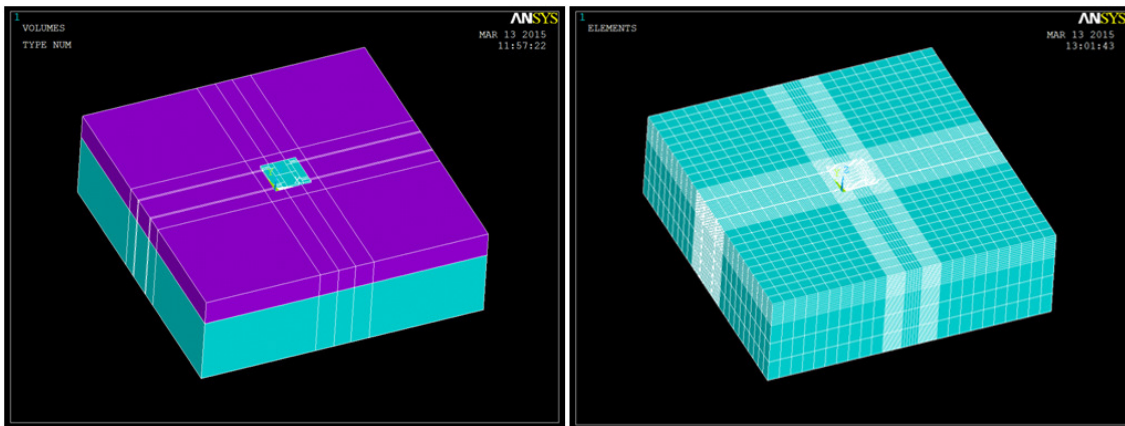
- Cota $z=0\text{mm}$ correspondiente a la posición donde se desarrollará el contacto hormigón-placa base.
- Cota $z=-250\text{mm}$ correspondiente a la altura hasta la que se insertan los anclajes en el volumen de hormigón.
- Cota $z=-900\text{mm}$ correspondiente al canto total del macizo de hormigón.

Así pues, atendiendo a las cotas comentadas y siguiendo la pauta del modelo de calibrado, el presente modelo se realiza a través de la definición de los volúmenes que conformarán el bloque de hormigón a estas tres cotas clave, llevándose a cabo dos fases de modelado (ver Documento Anexo 5.2):

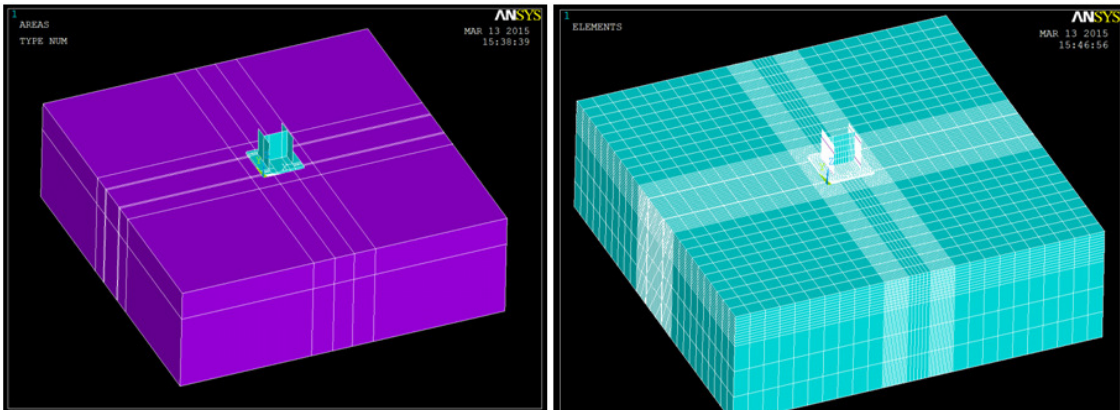
- Fase 1 correspondiente al macizo de hormigón entre $z=0\text{mm}$ y $z=-250\text{mm}$ (ver Figuras 5.74, 5.75 y 5.76).
- Fase 2 correspondiente al macizo de hormigón entre $z=-250\text{mm}$ y $z=-900\text{mm}$ (ver Figuras 5.77, 5.78 y 5.79).



Figuras 5.76 y 5.77: Imagen del bloque de hormigón mallado entre las cotas $z=0\text{mm}$ y $z=-250\text{mm}$ (Figura 5.76). Imagen de las líneas del bloque de hormigón completo entre las cotas $z=0\text{mm}$ y $z=-900\text{mm}$ (Figura 5.77).



Figuras 5.78 y 5.79: Imagen de los volúmenes del bloque de hormigón completo entre las cotas $z=0\text{mm}$ y $z=-900\text{mm}$ (Figura 5.78). Imagen del bloque de hormigón completo mallado entre las cotas $z=0\text{mm}$ y $z=-900\text{mm}$ (Figura 5.79).



Figuras 5.80 y 5.81: Imagen de los volúmenes del modelo completo, incluyendo placa base, anclajes, bloque de hormigón y pilar (Figura 5.80). Imagen del modelo completo mallado (Figura 5.81).

5.2.1.3- Pilar HEB.

Finalmente se modela un pilar corto de 270mm de altura, de igual modo que se hizo en el modelo de calibrado. Para su definición se utilizan las líneas ya creadas en la modelización de la placa base y que tienen exactamente las dimensiones de las alas y del alma del perfil HEB220 para, de esta forma, conseguir que placa base y pilar compartan *keypoints* y líneas en su intersección. Se modelan, en consecuencia, los *keypoints* a cota $z=270\text{mm}$, y las líneas y áreas entre las cotas $z=0\text{mm}$ y $z=270\text{mm}$. Para la modelización del pilar, siguiendo la guía del modelo de calibrado, no se usan volúmenes dado que éste queda definido a través de

elementos tipo *shell* o lámina, cuyos espesores se determinan a través de *real constants* (ver Figura 5.80). El elemento lámina tendrá asociados dos *real constants* que tabularán el espesor de la chapa de acero para las alas y el alma del pilar.

Referente al tamaño del mallado, se utiliza la densidad de malla ya definida en la placa base mientras que, en vertical, y dada la corta altura del pilar, se decide dividirlo en 5 partes (ver Figura 5.81 y Documento Anexo 5.2).

5.2.2- TIPO DE ELEMENTOS (*ELEMENT TYPES*) Y DEFINICIÓN DEL CONTACTO:

Aprovechando la experiencia del modelo de calibrado se utilizan los mismos elementos y la misma definición de los contactos que han dado buen resultado en el modelo anterior. Se esquematizan en la Tabla 5.5.

Nº de elemento	Elemento	Utilizado para	<i>Real constants</i> asociadas
1	SOLID45	Sólidos de acero (placa base y anclajes).	
2	SOLID65	Sólidos de hormigón armado (bloque de hormigón).	<i>Real constant 1</i> : En principio, para este modelo se deja en blanco. Se crea para sí, en algún momento, es necesario definir el armado del bloque de hormigón.
3	SHELL181	Elementos tipo <i>Shell</i> o lámina (pilar HEB).	<i>Real constant 2</i> : Correspondiente al espesor de la chapa del alma del pilar (9,5mm). <i>Real constant 3</i> : Correspondiente al espesor de la chapa de las alas del pilar (16mm).
4	TARGE170	Definición del contacto entre la placa base y el bloque de hormigón.	<i>Real constant 4</i> .
5	CONTA174		

Tabla 5.5: Resumen de los tipos de elementos utilizados en el modelo.

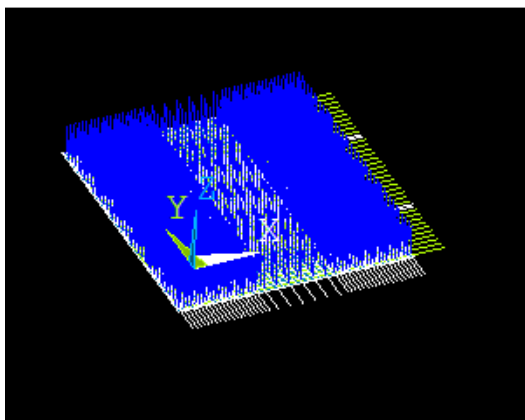


Figura 5.82: Contacto placa base-bloque de hormigón a través de los elementos TARGE170 y CONTA174.

Respecto al contacto, se ha definido exactamente de la misma manera que en el modelo del calibrado, es decir, definiendo el contacto solamente en el caso placa base-bloque de hormigón mediante el asistente de ANSYS *Contact Manager* (Ver Figura 5.82). Para su definición se han creado la pareja de elementos 4 y 5 correspondientes a TARGE170 (el elemento *target* es la superficie de hormigón del bloque) y CONTA174 (el elemento *contact* es la cara inferior de la placa base de acero).

Respecto al contacto entre la piel de los anclajes y el bloque de hormigón, finalmente se ha optado por no definirlo como tal ya que, tal como ha quedado demostrado en el modelo de calibrado, la precisión del modelo no mejora sustancialmente (ver Figuras 5.39, 5.40, 5.41 y 5.42). Así pues, se impiden los desplazamientos UX y UY de los nodos de la piel de los anclajes tal como se hizo en el modelo de calibrado.

5.2.3- DEFINICIÓN DE LOS MATERIALES (*MATERIAL MODELS*):

En la Tabla 5.6 se resumen los materiales usados en el modelo, definidos gracias a la experiencia adquirida en el modelo del calibrado. En la tabla también se exponen los parámetros necesarios para su definición.

Número de material	Material	Modelo del material	Parámetros definitorios
1	Acero S275 (Placa base)	<i>Bilinear Isotropic Hardening (BISO)</i>	Módulo de Young= 210000 N/mm ² Coeficiente de Poisson= 0,3 Límite elástico= 275N/mm ² Módulo tangente= 2100 N/mm ²
2	Acero 10.9 (Anclajes)	<i>Bilinear Isotropic Hardening (BISO)</i>	Módulo de Young= 210000 N/mm ² Coeficiente de Poisson= 0,3 Límite elástico= 900N/mm ² Módulo tangente= 2100 N/mm ²
3	Hormigón de (Bloque de hormigón)	<i>Drucker Prager</i>	Módulo de Young= 27655 N/mm ² Coeficiente de Poisson= 0,2 Cohesión= 6N/mm ² Ángulo de rozamiento= 38° Ángulo de fluencia= 30°
4	Material para modelar la fricción.	Fricción	Coeficiente de fricción= 0,2

Tabla 5.6: Resumen de los materiales utilizados en el modelo.

5.2.4- MALLADO:

La estrategia seguida en el mallado de las áreas y volúmenes es la que se ha ido comentando en el desarrollo de este capítulo; es decir, densificar más la malla en las zonas donde se requiera más precisión y aumentarla en las áreas menos delicadas para encontrar el deseado equilibrio entre precisión y tiempo computacional utilizado. Esta estrategia seguida puede observarse fácilmente en la definición de la placa base (Figuras 5.68 y 5.72), en la del bloque de hormigón (Figuras 5.73 y 5.79) y, también, en la Figura 5.81 en la que se puede apreciar la imagen del modelo completo.

5.2.5- CONDICIONES DE CONTORNO Y PUESTA EN CARGA DEL MODELO:

Las condiciones de contorno del modelo constituyen un aspecto clave para asegurar una rápida convergencia del cálculo. Así pues, se definen de igual manera que se hizo en el modelo de calibrado, es decir, impidiendo los desplazamientos UX y UY en los nodos de la piel de los anclajes, empotrando la base de los anclajes y empotrando todos los nodos de la base del bloque de hormigón (ver Figura 5.83).

La puesta en carga del modelo se realiza mediante dos *steps* de carga de la forma ya explicada en el modelo de calibrado. Siguiendo este proceso ordenado, el modelo entra en carga de forma paulatina y la actuación del momento flector empieza cuando la totalidad del axil ya ha sido aplicado. Resumiendo, los dos *steps* de carga son los siguientes:

- Primer *step* de carga y 10 *substeps* para reproducir la aplicación del axil.
- Segundo *step* de carga y 200 *substeps* para reproducir la aplicación del momento flector.

La aplicación del esfuerzo axil se efectúa mediante las presiones lineales en las aristas de la cabeza del pilar que se muestran en la Tabla 5.4 del modelo de calibración. Al ser en ambos casos, modelo calibrado y modelo actual, el pilar un perfil HEB220, las equivalencias continúan siendo válidas entre axil aplicado y presión lineal equivalente (ver Figura 5.84).

Respecto al momento flector y gracias a las pruebas realizadas en el modelo de calibración, sabemos que la mejor manera respecto al equilibrio precisión-tiempo computacional empleado

es reproducirlo mediante la aplicación de un desplazamiento horizontal aplicado en el nodo central del alma del pilar (ver Figura 5.85).

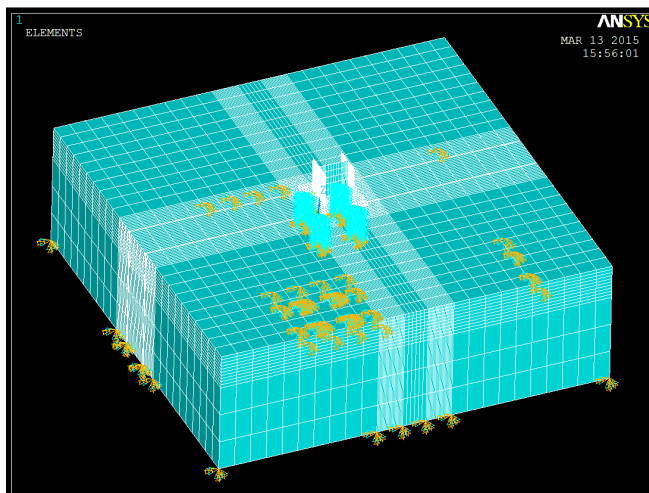
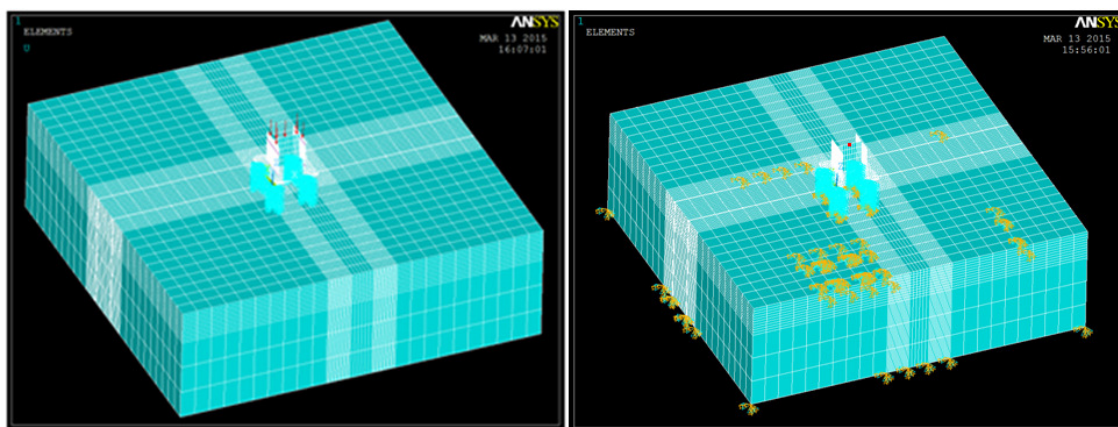


Figura 5.83: Imagen del modelo de ANSYS donde se observan las condiciones de contorno del modelo: Base inferior del bloque de hormigón empotrada, nodos de las bases de los anclajes empotrados y limitación de los desplazamientos UX y UY en los nodos de la piel de los dos anclajes.

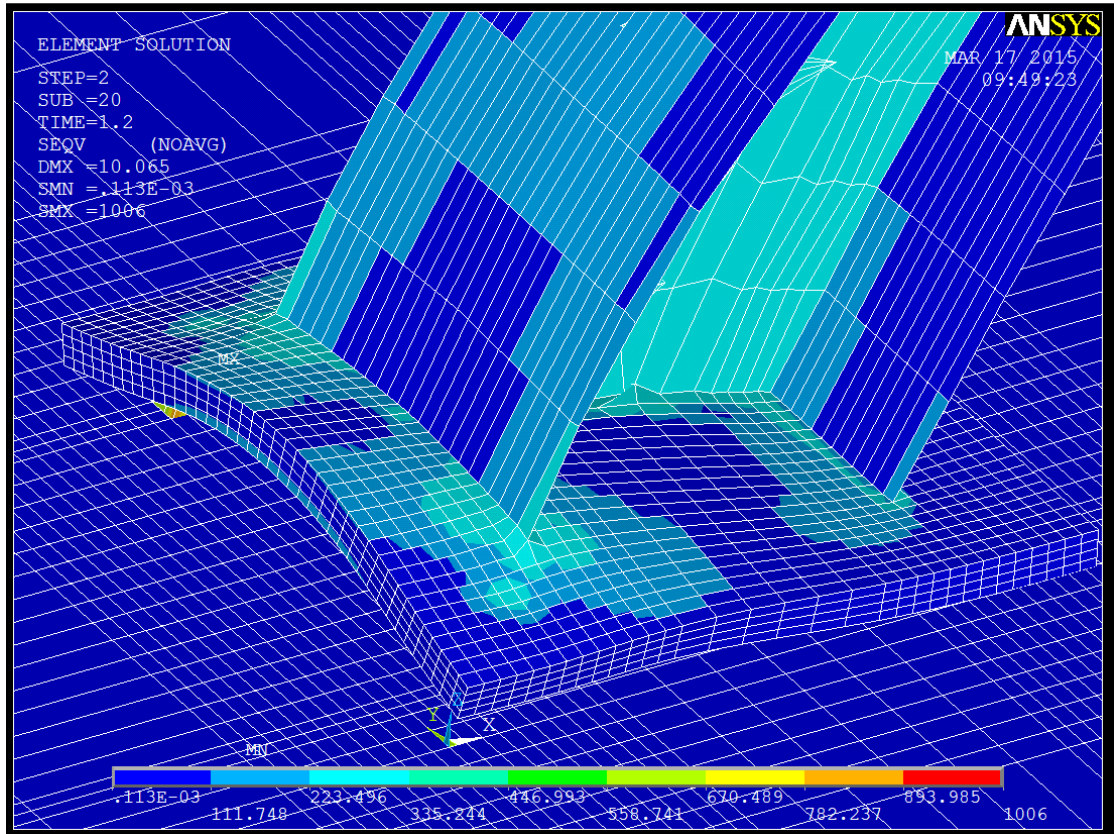


Figuras 5.84 y 5.85: Aplicación del axil mediante una presión lineal en las aristas de la cabeza del pilar (Figura 5.84). Punto de aplicación del desplazamiento horizontal del segundo *step* de carga (Figura 5.85).

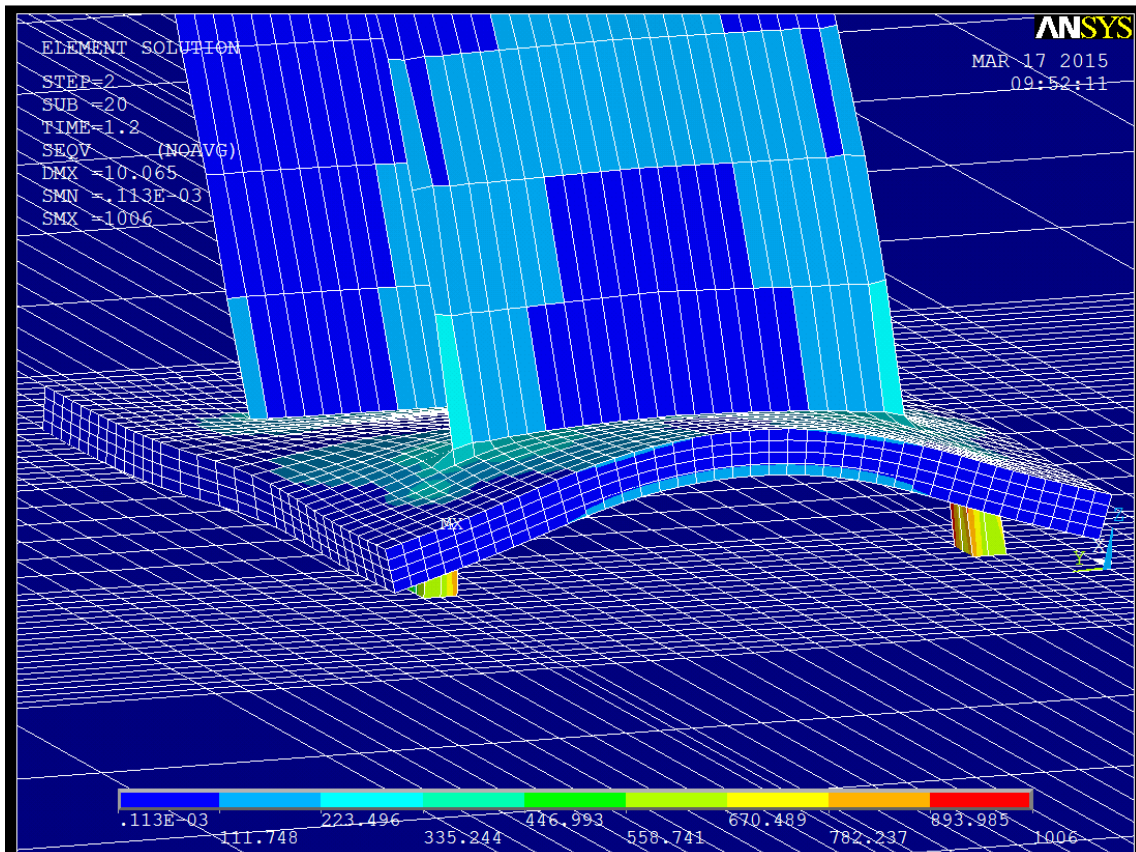
Llegados a este punto en que se ha obtenido una definición total del modelo, y en que se ha calibrado su precisión respecto a la realidad, puede concluirse que el comportamiento M-Ø de la basa del pilar que se obtenga de su cálculo podrá considerarse como fiel representación del real y que, en consecuencia, puede sustituir a los ensayos de laboratorio del mismo. Precisamente con este objetivo se ha llevado a cabo y se ha explicado minuciosamente todo el proceso de modelado en el presente capítulo (ver Documento Anexo 5.2 para mayor información) para, de este modo, poder comparar el comportamiento obtenido con el predicho por el Eurocódigo 3 (CEN, Mayo 2005b) para esta misma configuración geométrica y material de basa de pilar. El capítulo 4 de la presente tesis ha desarrollado el método de los componentes ofrecido por el Eurocódigo para esta misma configuración; el presente capítulo 5 proporciona un modelo capaz de suministrar su comportamiento real, y, en el Apartado 6.1 del Capítulo 6 de este trabajo, se ofrece al lector su comparación y un análisis crítico.

En las siguientes Figuras 5.96, 5.97, 5.98, 5.99, 5.100, 5.101, 5.102, 5.103 y 5.104 se adjuntan los gráficos del comportamiento M-Ø del modelo extraídos del cálculo en ANSYS y, por tanto, los que se van a considerar como reales. Se suministran en función de las familias de axiles de compresión aplicados 0kN, 100kN, 400kN, 800kN, 1000kN, 1125kN, 1250kN, 1375kN y 1500kN.

Las Figuras 5.86, 5.87, 5.88, 5.89, 5.90, 5.91, 5.92, 5.93, 5.94 y 5.95 son una reducida muestra de los resultados de los modelos en distintas fases de carga.



Figuras 5.86 y 5.87: Visión del modelo deformado en la zona de tracción de la placa base. En las imágenes se observa la curvatura que adquiere la placa base gracias al efecto de retención que desarrollan los anclajes cuando la tracción, derivada de la actuación del momento flector, empieza a actuar. Se representan las tensiones de Von Mises.



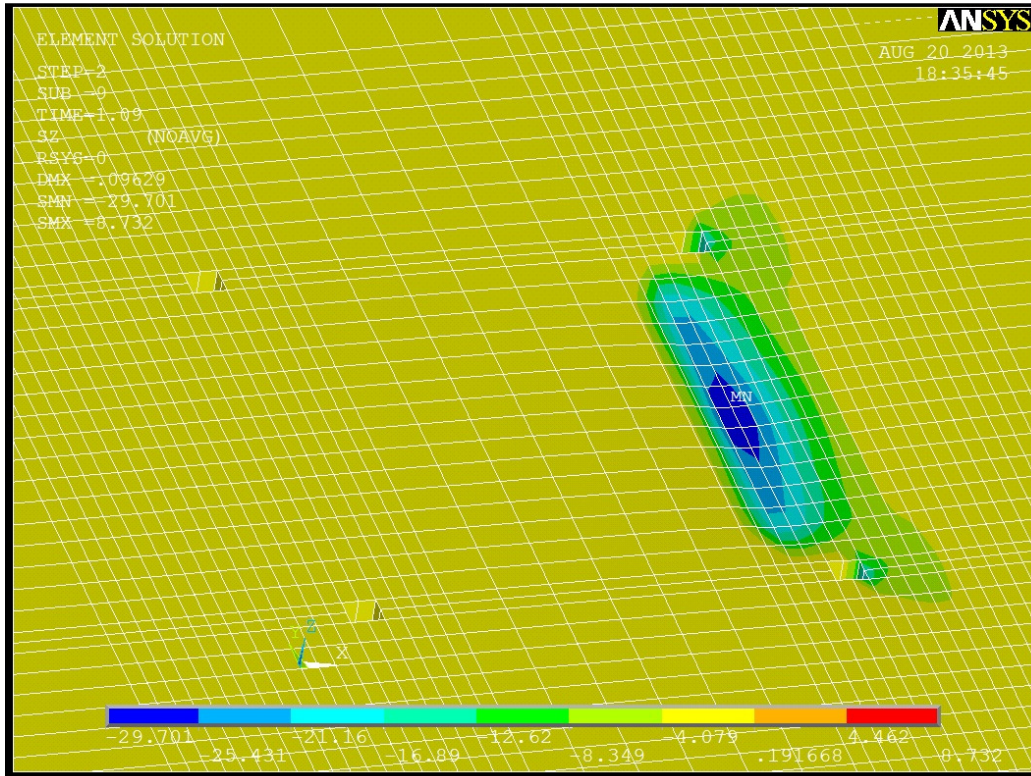


Figura 5.88: Tensiones en Z del bloque de hormigón. Caso axil aplicado=-100kN. Fase de carga: *step 2 substep 9*. Deformada ampliada 100 veces. Se puede observar claramente que, en el caso de axiles bajos aplicados, la aparición del momento flector hace desaparecer rápidamente la compresión en uno de los lados. Se aprecia claramente la huella que deja la placa base, en forma de compresiones, en el lado derecho de la unión.

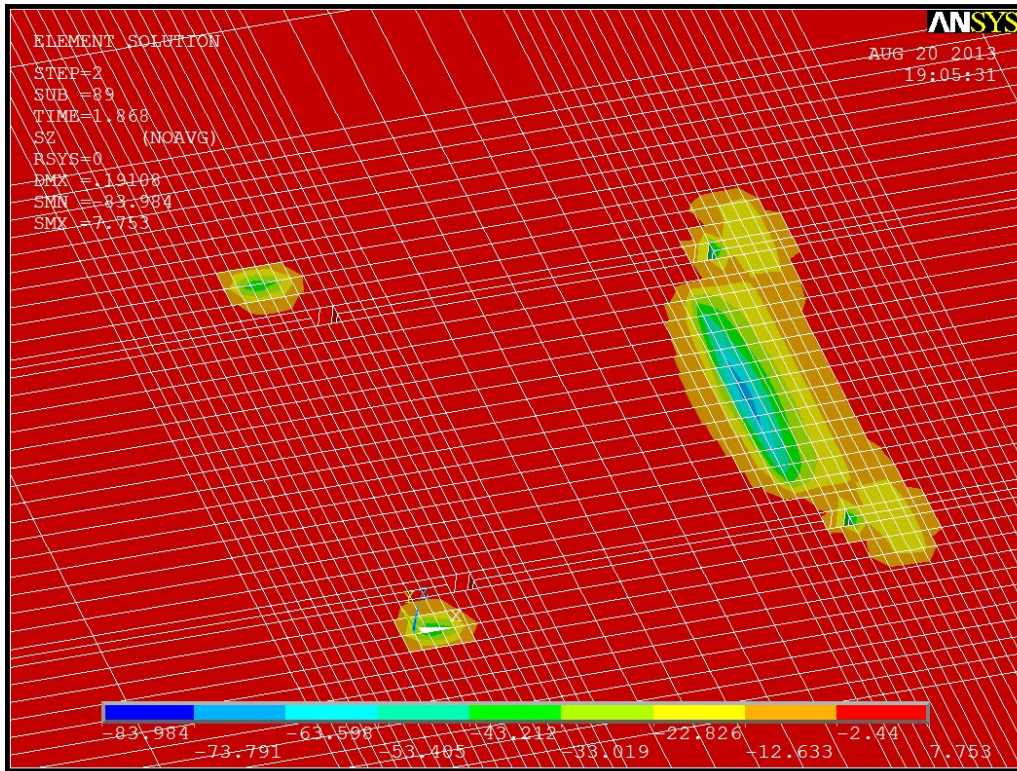


Figura 5.89: Tensiones en Z del bloque de hormigón. Caso axil aplicado=-100kN. Fase de carga: *step 2 substep 89*. Deformada ampliada 25 veces. Se observa cómo, en fases más avanzadas de aplicación del momento flector, crece la intensidad de la compresión en el lado derecho del bloque de hormigón y aparecen, también, unos puntos de compresión en el lado izquierdo. Estas zonas localizadas de compresión en el lado izquierdo son fruto de la curvatura que adquiere la placa base y que acaba contactando con el bloque de hormigón (véase la Figura 5.91).

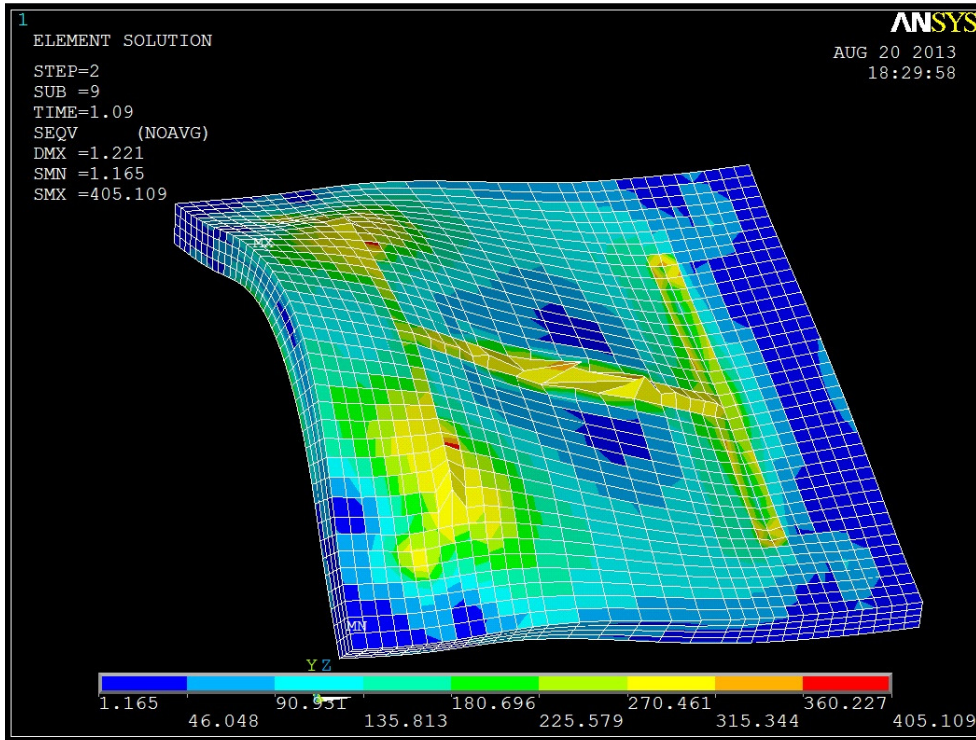


Figura 5.90: Tensiones de Von Mises en la placa base de acero. Caso axil aplicado=-100kN. Fase de carga: *step 2 substep 9*. Deformada ampliada 100 veces. La parte derecha de la placa, al entrar en contacto con el bloque de hormigón, hace aparecer en éste los valores de compresión representados en la Figura 5.88. También se puede apreciar cómo la parte izquierda de la placa base tiende a levantarse y adquiere una curvatura importante gracias al efecto de retención que desarrollan los anclajes.

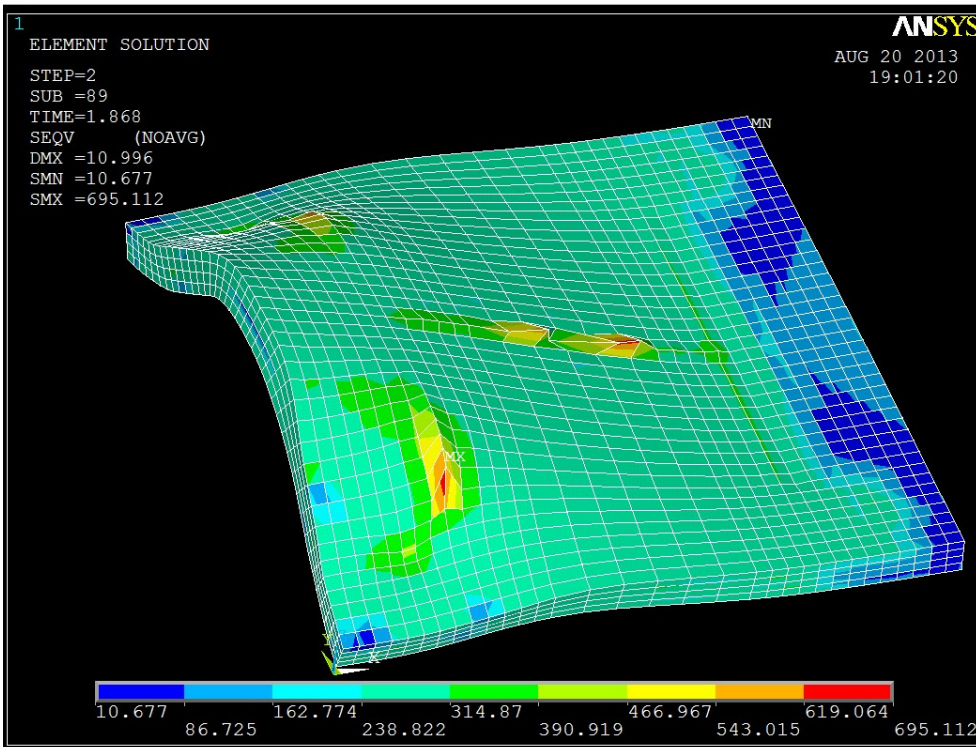


Figura 5.91: Tensiones de Von Mises en la placa base de acero. Caso axil aplicado=-100kN. Fase de carga: *step 2 substep 90*. Deformada ampliada 25 veces. En esta imagen, en un estado de aplicación del momento flector más avanzado que el anterior, se observa claramente la fuente de los puntos de compresión que aparecían en la parte izquierda del bloque de hormigón en la Figura 5.89. Se aprecia cómo las dos esquinas de la parte izquierda de la placa base, fruto de la curvatura que adquiere la placa por el efecto retentivo de los anclajes, contactan con el bloque de hormigón, comprimiéndolo. La parte derecha de la placa está claramente en contacto con el bloque de hormigón.

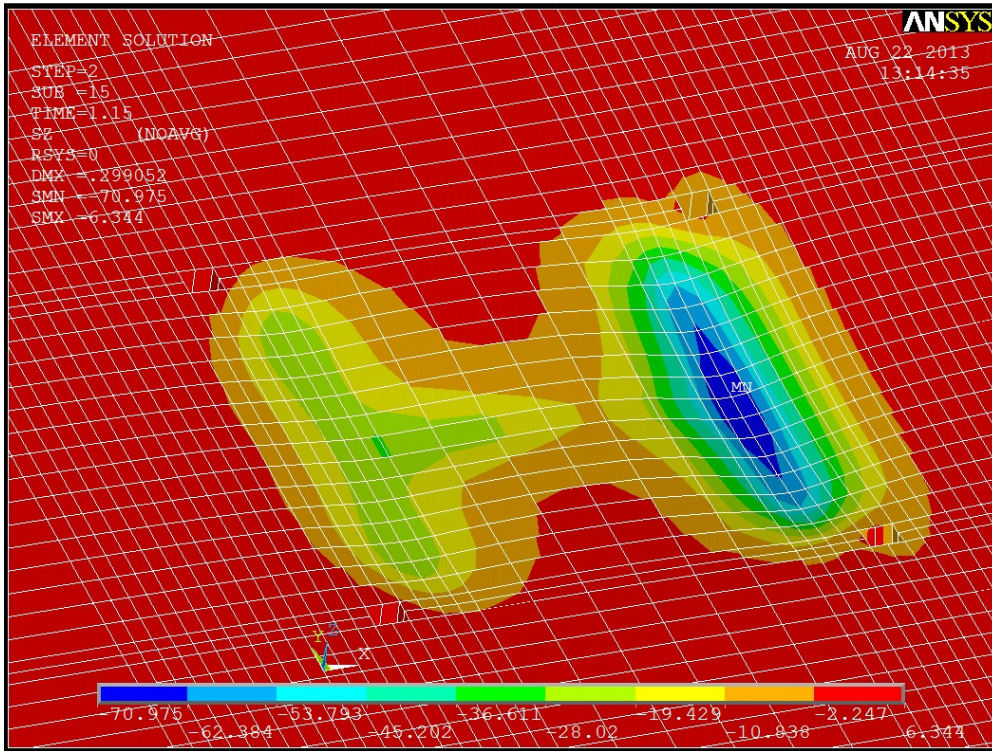


Figura 5.92: Tensiones en z del bloque de hormigón. Caso axil aplicado=-1500kN. Fase de carga: *step 2 substep 15*. Deformada ampliada 100 veces. La imagen muestra un estado de carga con un axil alto completamente aplicado y un momento flector en una fase inicial de su aplicación. Si comparamos esta imagen con la de la Figura 5.88, correspondiente a una fase similar de aplicación del momento flector pero con un axil aplicado bajo, se observa cómo, en esta ocasión, la compresión ejercida por el axil es claramente más influyente y que, en este caso y contrariamente a lo que sucede en el de la Figura 5.88, la práctica totalidad de la placa aún está en contacto con el bloque de hormigón.

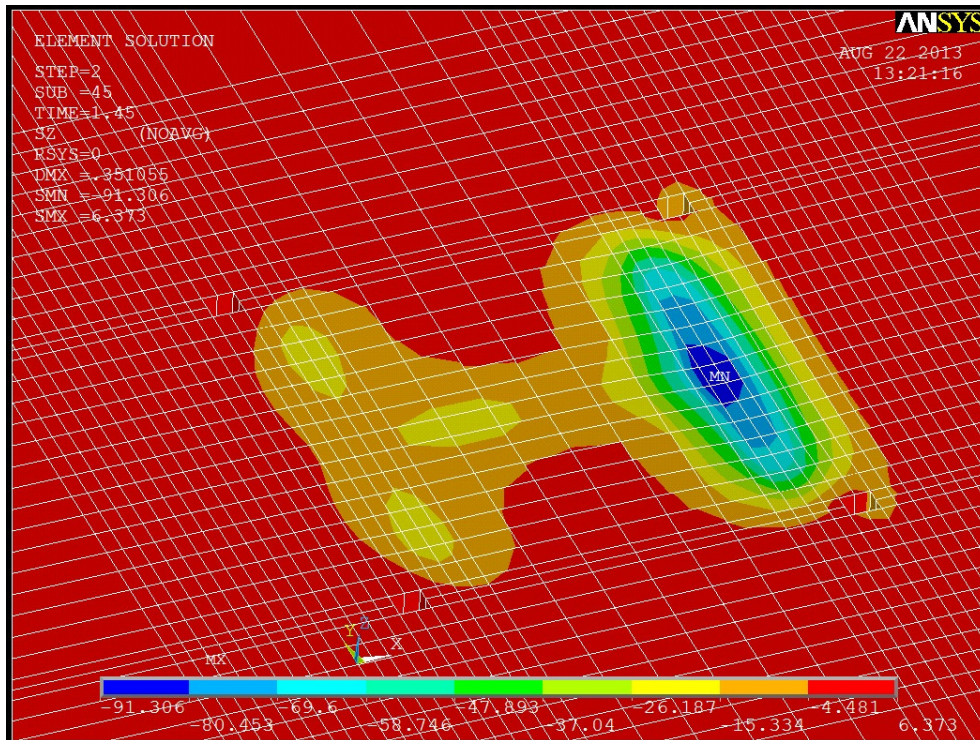


Figura 5.93: Tensiones de en z del bloque de hormigón. Caso axil aplicado=-1500kN. Fase de carga: *step 2 substep 45*. Deformada ampliada 25 veces. La imagen, comparándola con la anterior, muestra cómo, a medida se van sucediendo los *substeps* de carga de aplicación del momento flector, va disminuyendo la zona comprimida del lado izquierdo de la unión mientras que la compresión de la parte derecha va aumentando. Al ser un caso de axil aplicado alto se observa cómo la carga axil aún tiene mucha influencia en la huella que deja la placa base en el bloque de hormigón.

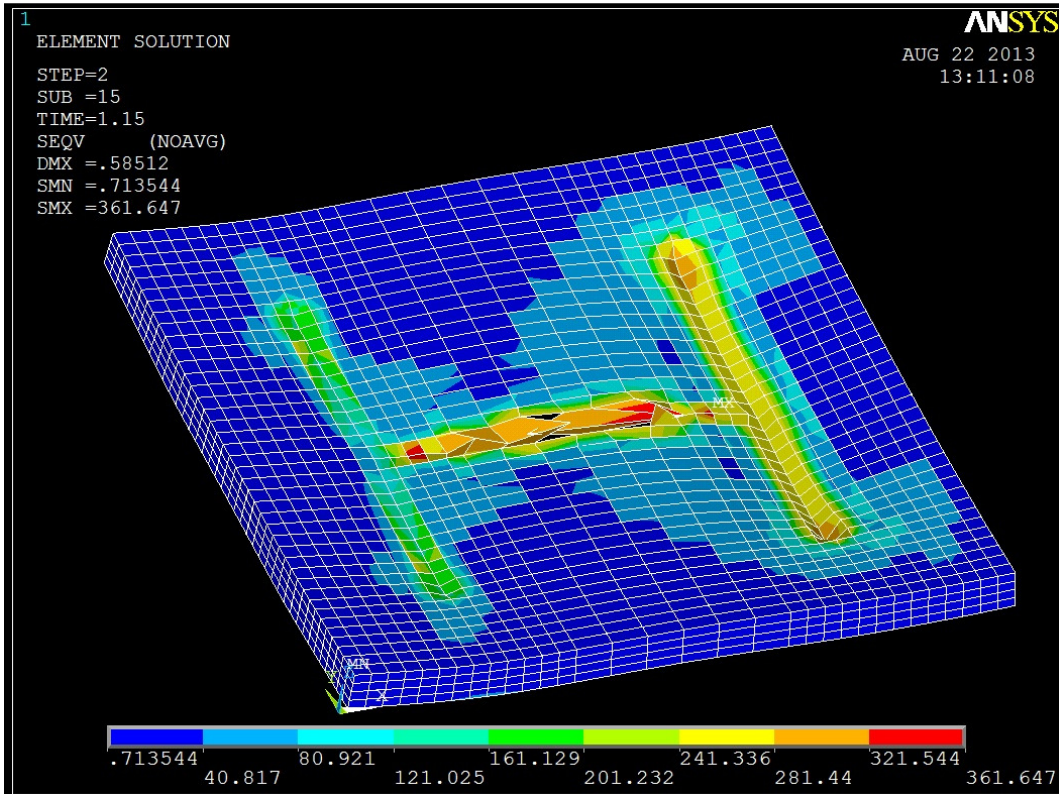


Figura 5.94: Tensiones de Von Mises en la placa base. Caso axil aplicado=-1500kN. Fase de carga: *step 2 substep 15*. Deformada ampliada 100 veces. Como complemento de la Figura 5.92 se muestra la imagen de la placa base en el mismo estado de aplicación de las cargas. Se observa una deformada aún muy influenciada por el gran esfuerzo axil aunque se aprecia cómo, gracias a la actuación aún pequeña del momento flector, el lado izquierdo de la placa base está claramente menos comprimida que la derecha.

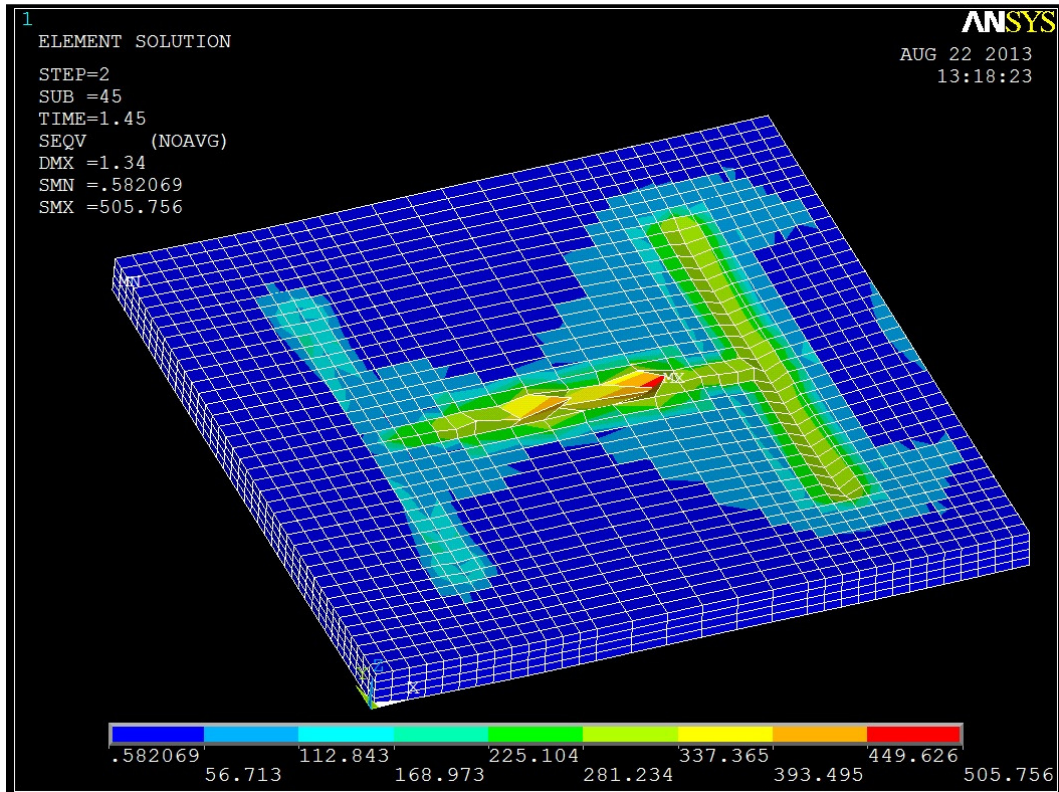


Figura 5.95: Tensiones de Von Mises en la placa base. Caso axil aplicado=-1500kN. Fase de carga: *step 2 substep 45*. Deformada ampliada 25 veces. Se observa cómo la aplicación progresiva del momento flector tiene su repercusión en la deformada y el estado tensional de la placa base. Imagen que complementa a la Figura 5.93.

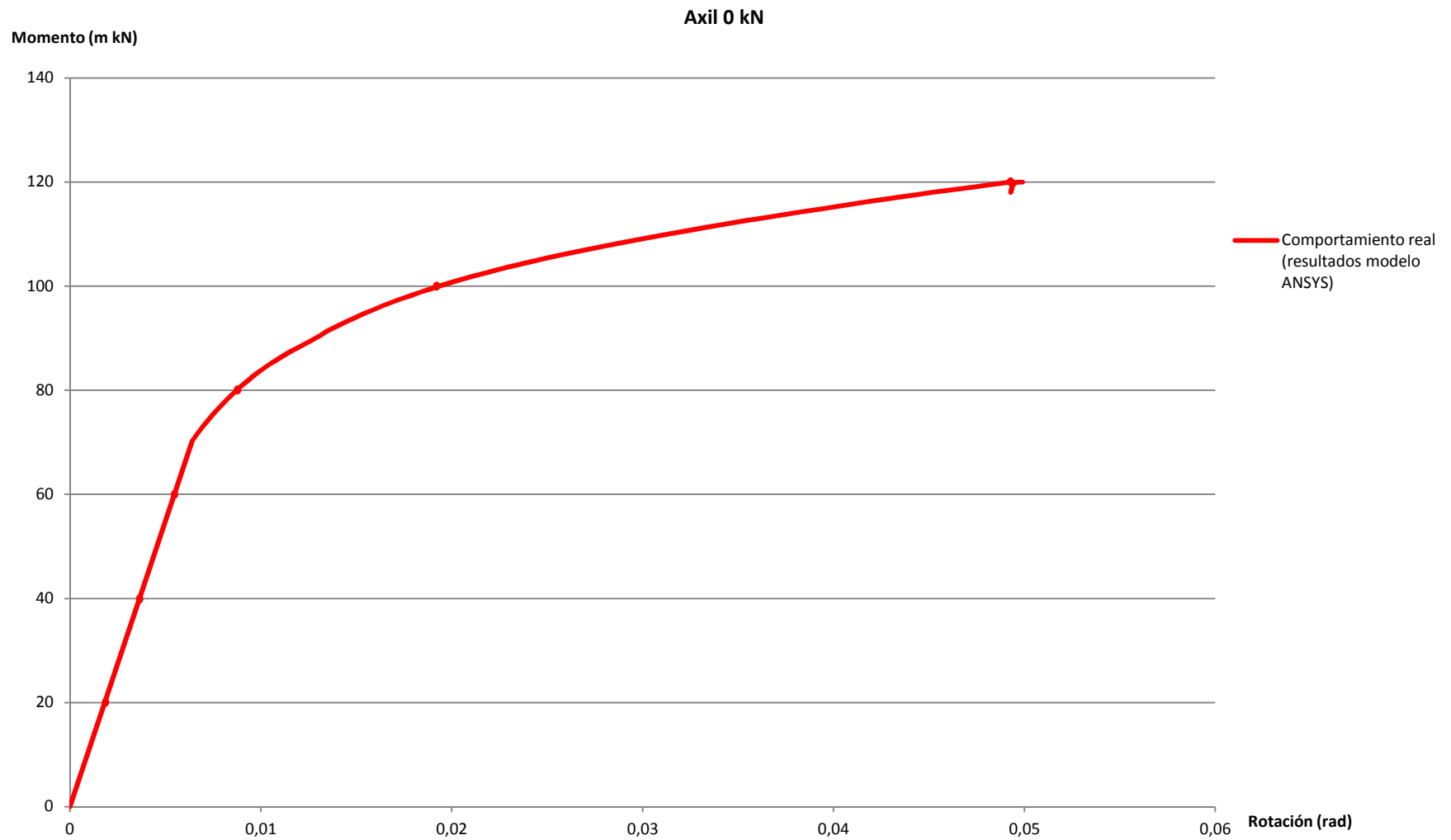


Figura 5.96- Gráfico M-Ø del comportamiento real de la unión, extraído del modelo en elementos finitos efectuado con el programa informático ANSYS. Axil=0T=0kN.

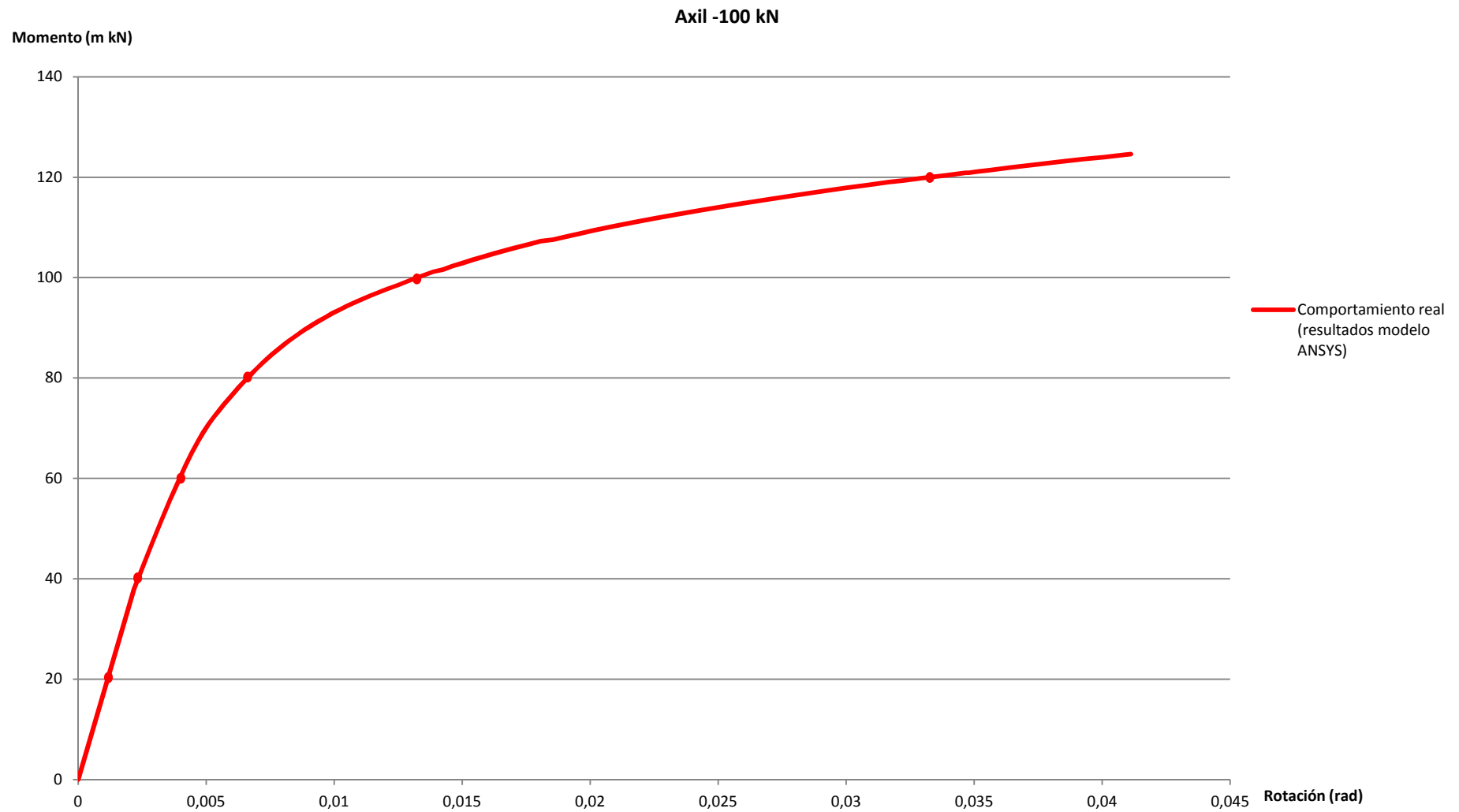


Figura 5.97- Gráfico M-Ø del comportamiento real de la unión, extraído del modelo en elementos finitos efectuado con el programa informático ANSYS. Axil=-10T=-100kN.

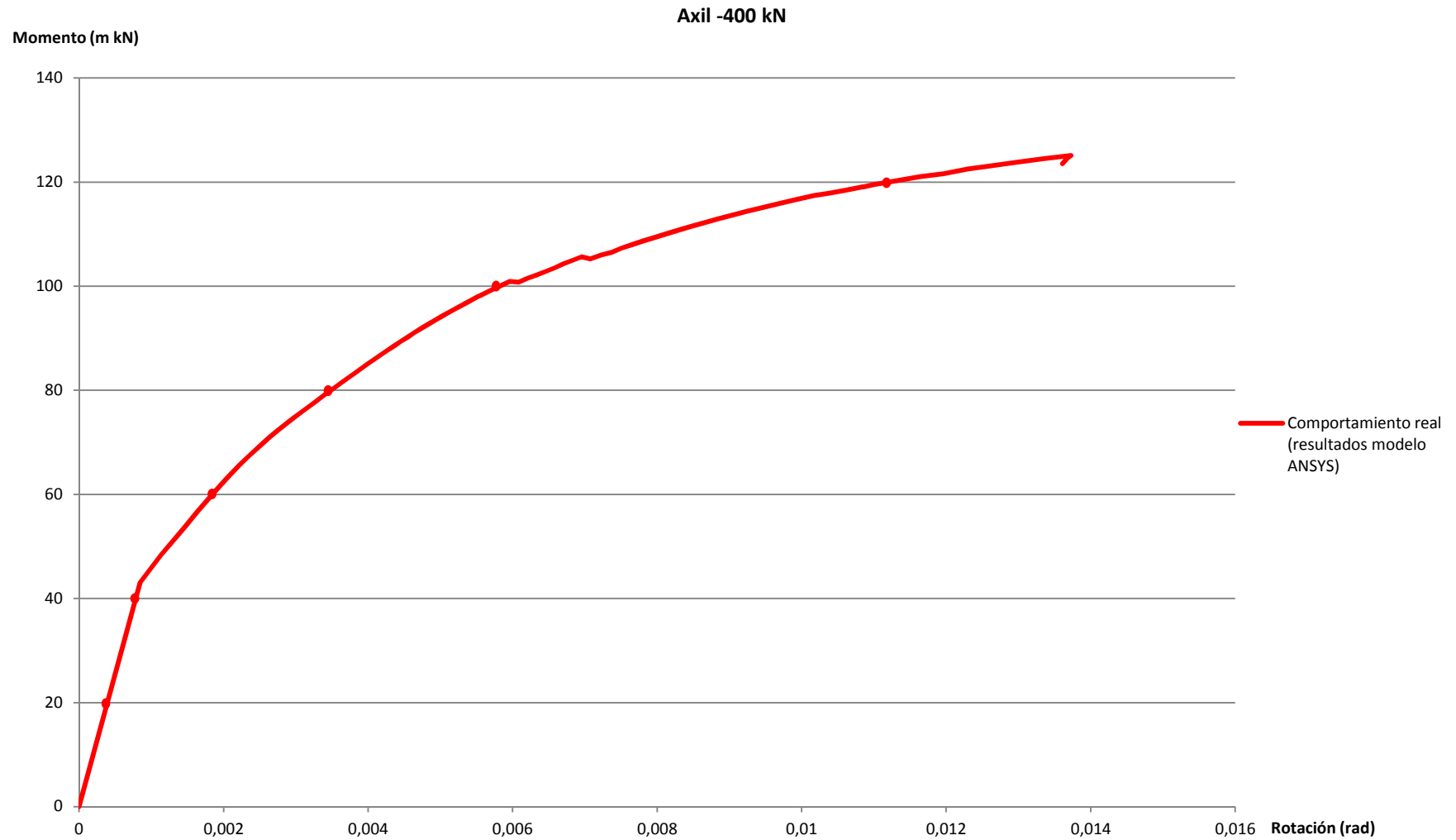


Figura 5.98- Gráfico M-Ø del comportamiento real de la unión, extraído del modelo en elementos finitos efectuado con el programa informático ANSYS. Axil=-40T=-400kN.

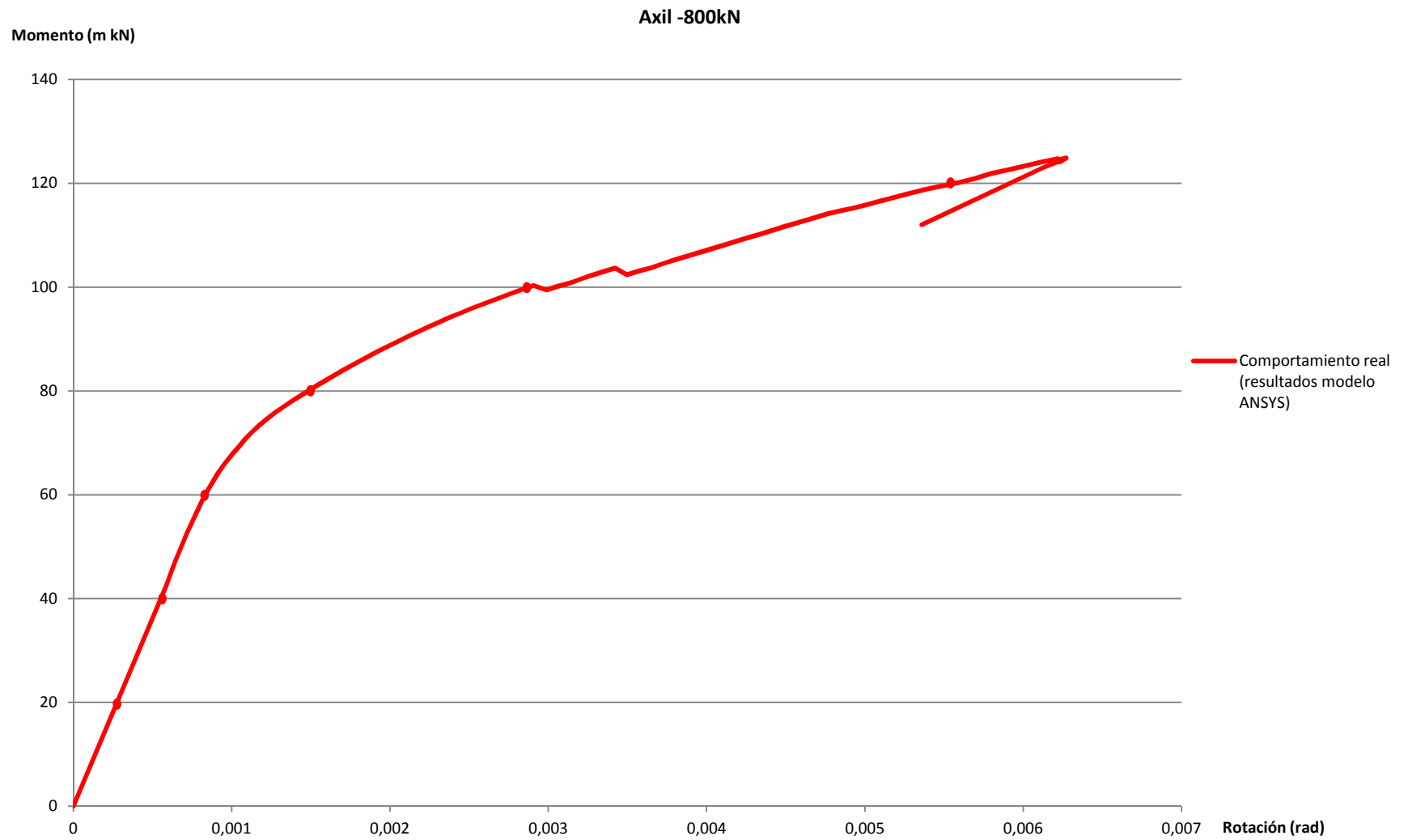


Figura 5.99- Gráfico M-Ø del comportamiento real de la unión, extraído del modelo en elementos finitos efectuado con el programa informático ANSYS. Axil=-80T=-800kN.

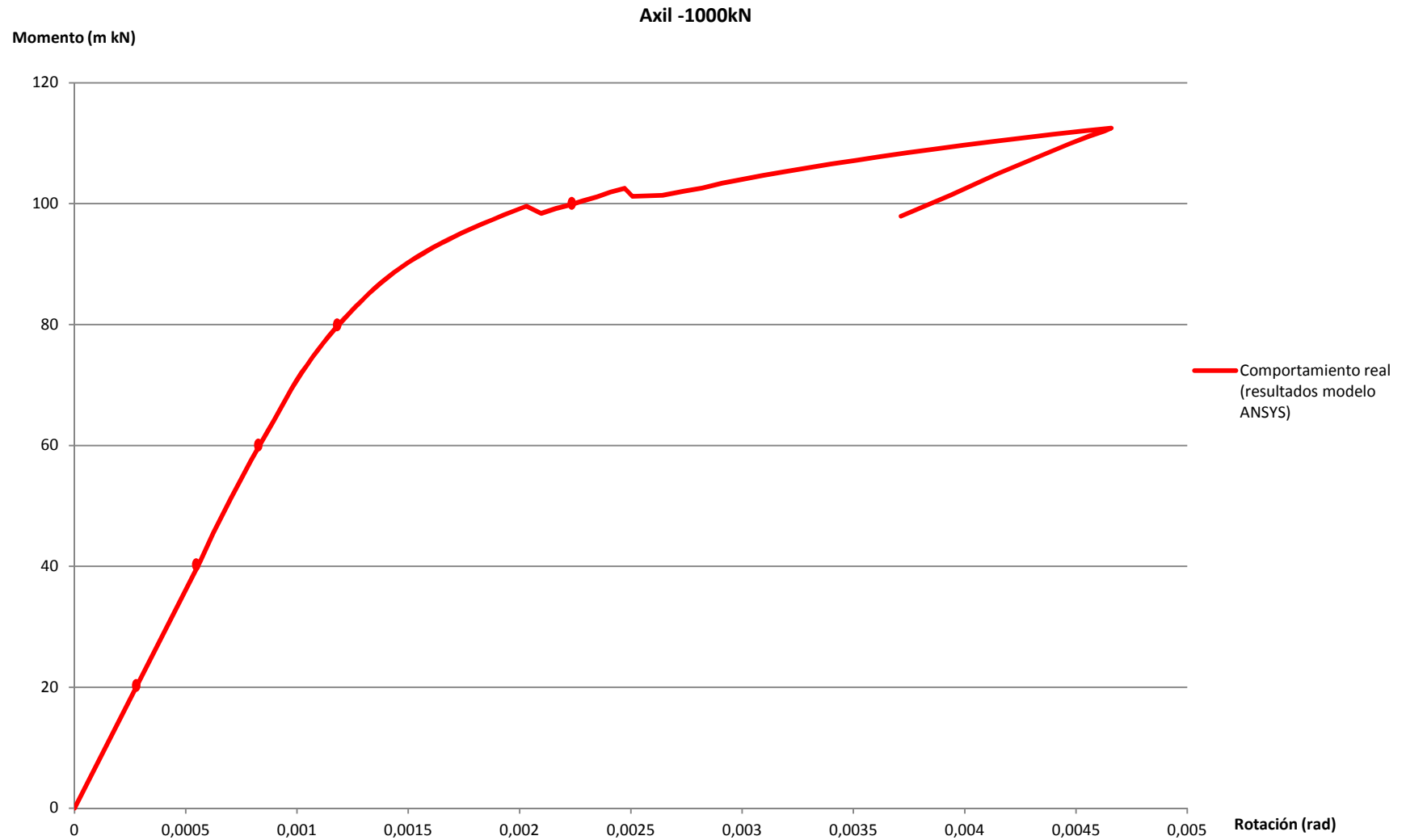


Figura 5.100- Gráfico M-Ø del comportamiento real de la unión, extraído del modelo en elementos finitos efectuado con el programa informático ANSYS. Axil=-100T=-1000kN

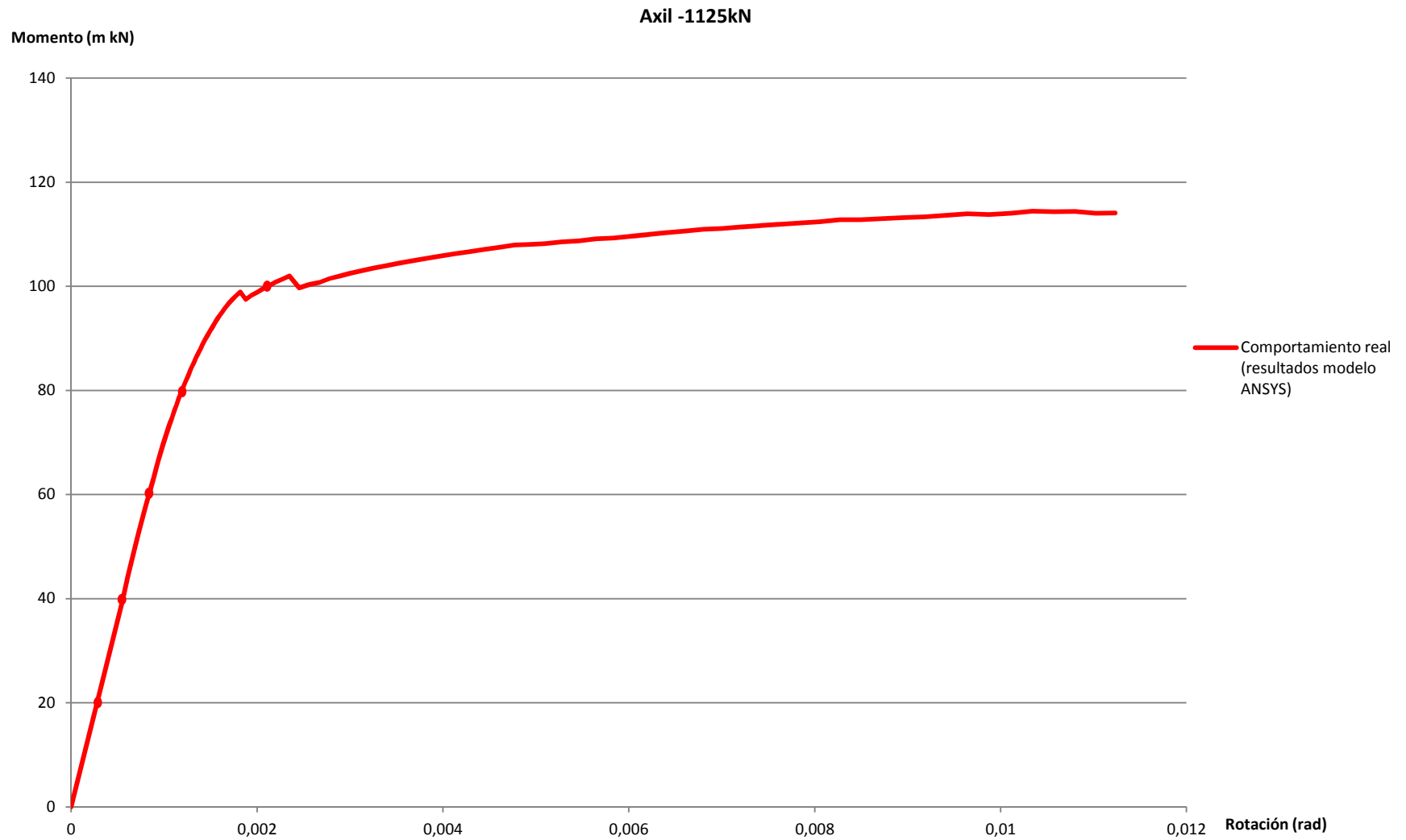


Figura 5.101- Gráfico M-Ø del comportamiento real de la unión, extraído del modelo en elementos finitos efectuado con el programa informático ANSYS. Axil=-112,5T=-1125kN.

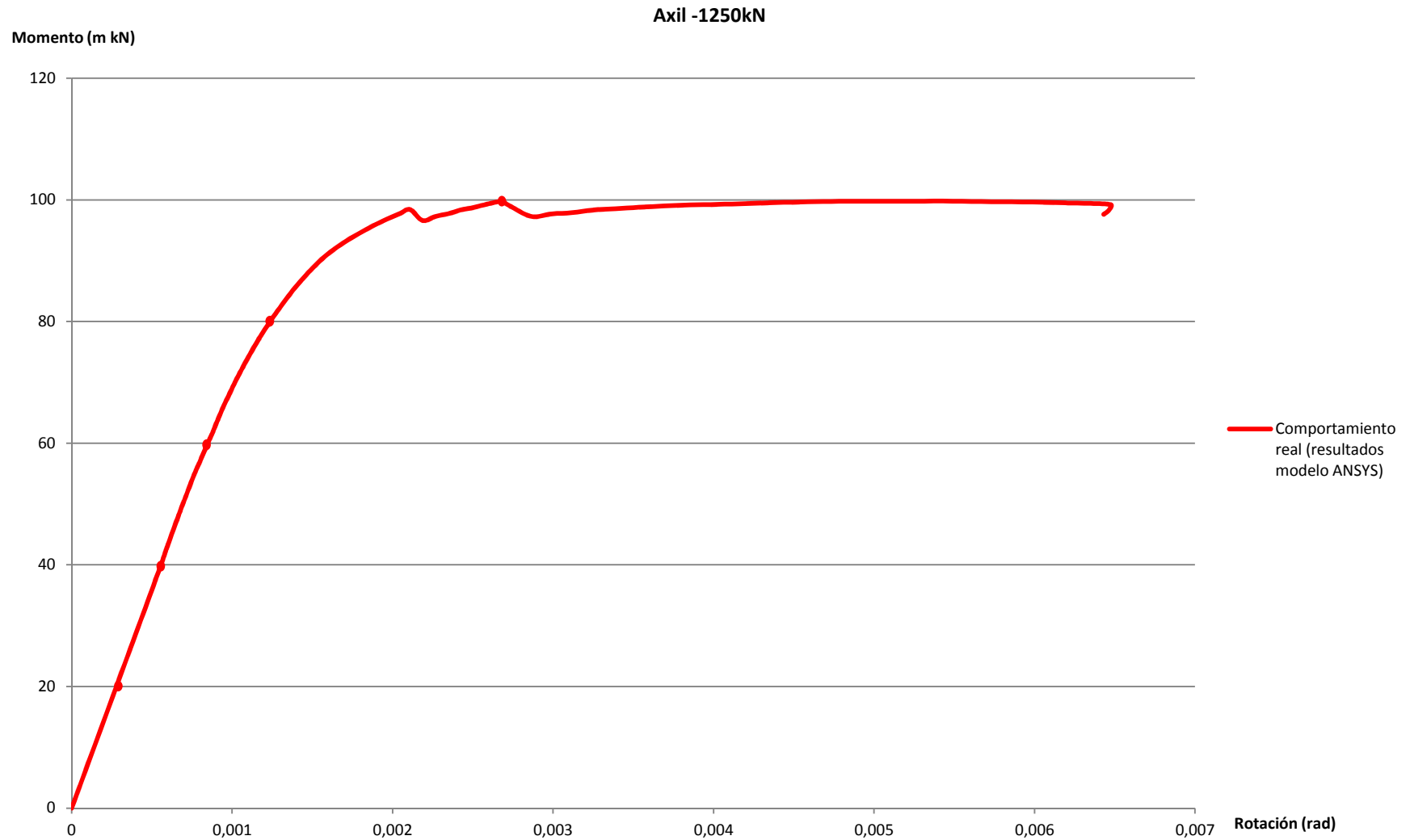


Figura 5.102- Gráfico M-Ø del comportamiento real de la unión, extraído del modelo en elementos finitos efectuado con el programa informático ANSYS. Axil=-125T=-1250kN.

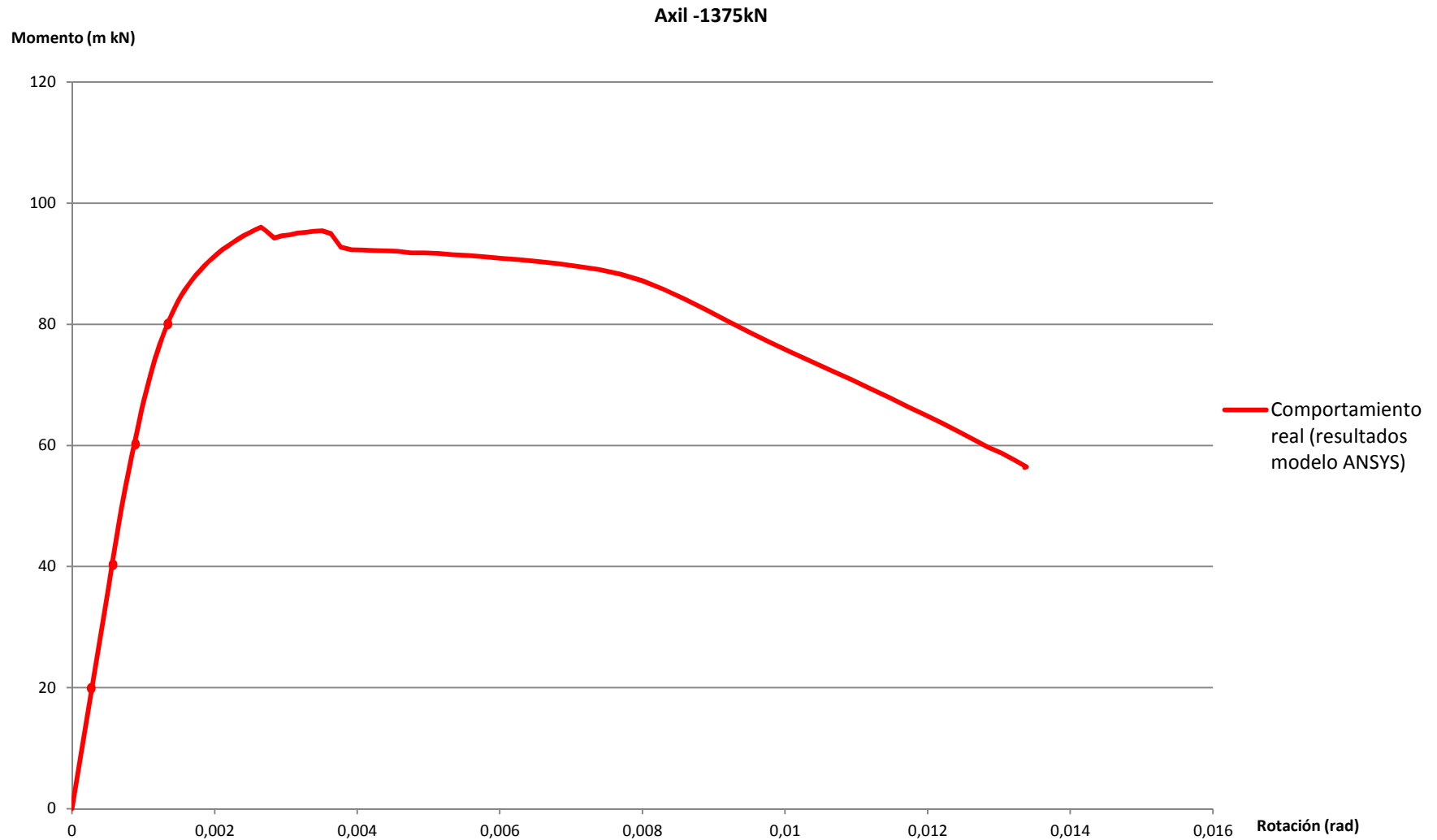


Figura 5.103- Gráfico M-Ø del comportamiento real de la unión, extraído del modelo en elementos finitos efectuado con el programa informático ANSYS. Axil=-137,50T=-1375kN.

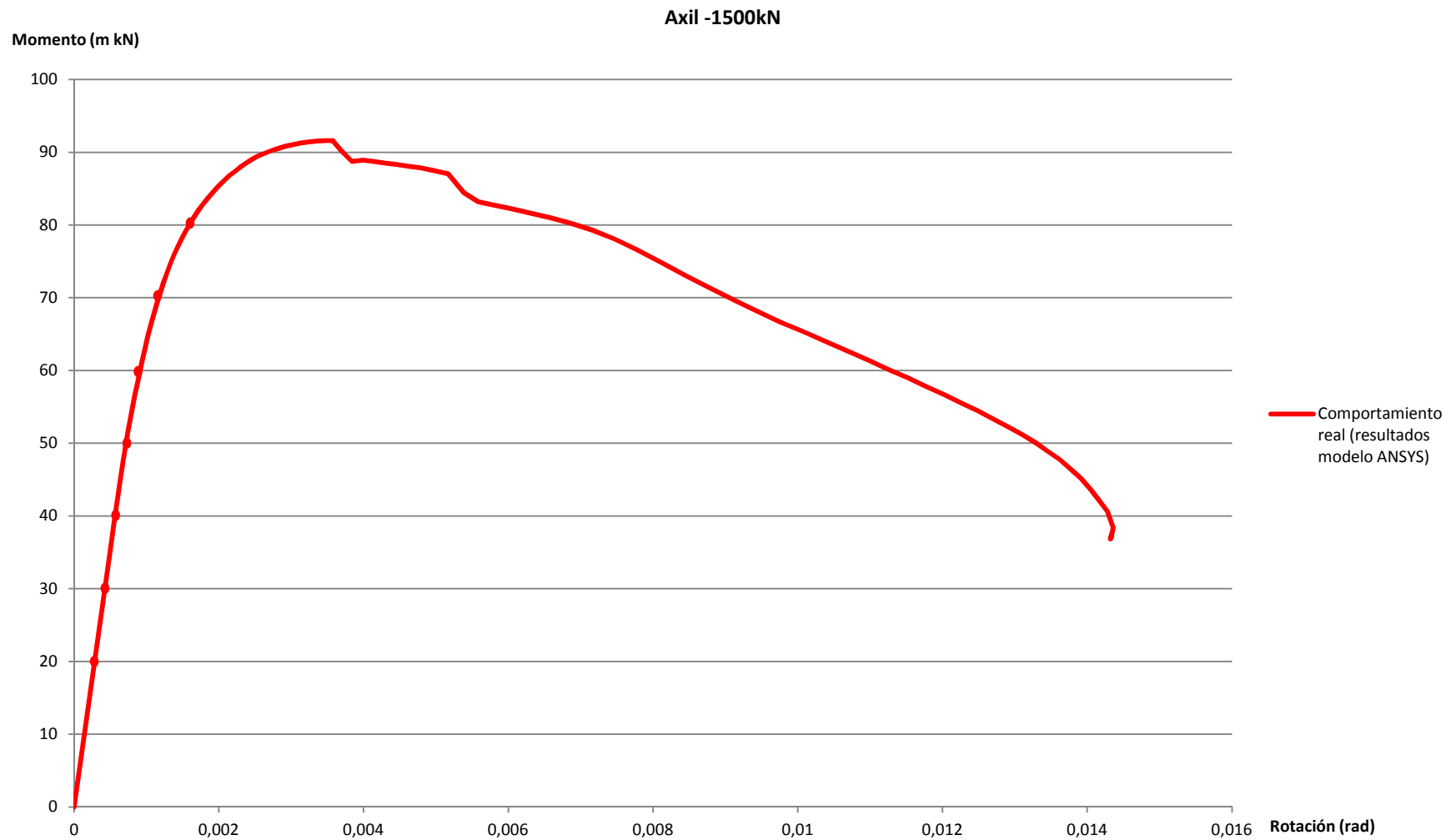


Figura 5.104- Gráfico M-Ø del comportamiento real de la unión, extraído del modelo en elementos finitos efectuado con el programa informático ANSYS. Axil=-150T=-1500kN.

6

EXACTITUD DEL MÉTODO PREDICTIVO DEL EUROCÓDIGO PARA UN CASO CONCRETO DE ESTUDIO. POSIBILIDADES DE MEJORA.

6.1- Comparación de los gráficos M-Ø obtenidos mediante el método predictivo del Eurocódigo con los del comportamiento real de la unión.....	201
6.1.1- Gráficos M-Ø de la unión. Comparación entre el método predictivo del Eurocódigo y el comportamiento real.....	201
6.1.2- Conclusiones sobre la precisión del método predictivo del Eurocódigo.....	211
6.2- Influencia del ratio de rigidez (μ) en la precisión de la predicción del método predictivo del Eurocódigo del comportamiento M-Ø de la base del pilar de estudio. Propuesta de mejora	213
6.2.1- Comparación del ratio de rigidez previsto por el Eurocódigo (μ_{EC}) y el real (μ_{REAL}).....	213
6.2.2- Mejora en la predicción del valor del ratio de rigidez (μ). Consecuencias en la predicción del comportamiento de la basa del pilar.....	219
6.2.2.1- Obtención de una nueva formulación para el ratio de rigidez (μ) para axiles aplicados bajos de compresión ($0kN < N_{Ed} \leq 400kN$).....	220
6.2.2.2- Obtención de una nueva formulación para el ratio de rigidez (μ) para axiles aplicados altos de compresión ($400kN < N_{Ed} \leq 1500kN$).....	224
6.2.2.3- Método predictivo del comportamiento M-Ø de la basa del pilar usando la nueva formulación del ratio de rigidez (μ). Comparación con el comportamiento real de la unión y con la predicción del Eurocódigo. Conclusiones.....	229
6.3- Nueva formulación para una aproximación más precisa al comportamiento M-Ø de la basa del pilar de estudio.....	245
6.3.1- Dedución de las expresiones matemáticas que mejor reproduzcan el valor de la variación unitaria de la rigidez (γ) en función del axil y momento aplicados. Axiles bajos de compresión ($0kN < N_{Ed} \leq 400kN$) y momentos aplicados bajos respecto al resistente (Primera Fase).....	248
6.3.2- Dedución de las expresiones matemáticas que mejor reproduzcan el valor de la variación unitaria de la rigidez (γ) en función del axil y momento aplicados. Axiles bajos de compresión ($0kN < N_{Ed} \leq 400kN$) y momentos aplicados altos respecto al resistente (Segunda Fase).....	249
6.3.3- Dedución de las expresiones matemáticas que mejor reproduzcan el valor de la variación unitaria de la rigidez (γ) en función del axil y momento aplicados. Axiles altos de compresión ($400kN < N_{Ed} \leq 1500kN$) y momentos aplicados bajos respecto al resistente (Primera Fase).....	253
6.3.4- Dedución de las expresiones matemáticas que mejor reproduzcan el valor de la variación unitaria de la rigidez (γ) en función del axil y momento aplicados. Axiles altos de compresión ($400kN < N_{Ed} \leq 1500kN$) y momentos aplicados altos respecto al resistente (Segunda Fase).....	254
6.3.5- Resumen de las expresiones de la variación unitaria de la rigidez y límites de actuación...	258
6.3.5.1- Axiles bajos de compresión ($0kN < N_{Ed} \leq 400kN$).....	258
6.3.5.2- Axiles altos de compresión ($400kN < N_{Ed} \leq 1500kN$).....	258
6.3.6- Método predictivo del comportamiento M-Ø de la basa del pilar considerando $\mu=1$ y utilizando la nueva formulación de γ . Comparación con el comportamiento real de la unión y con la predicción del Eurocódigo. Conclusiones.....	259
6.3.6.1- Conclusiones de la aplicación del método predictivo del comportamiento M-Ø de la basa del pilar considerando $\mu=1$ y utilizando la nueva formulación de γ	274

6. EXACTITUD DEL MÉTODO PREDICTIVO DEL EUROCÓDIGO PARA UN CASO CONCRETO DE ESTUDIO. POSIBILIDADES DE MEJORA.

Después de unos primeros capítulos introductorios sobre uniones, su clasificación, predicción y modelado (Capítulos 1 y 2), se ha estudiado a nivel teórico el método que propone la normativa europea para la predicción del comportamiento de las uniones (Capítulo 3) y se ha aplicado a un caso concreto (Capítulo 4), llegando a obtener los gráficos M-Ø según axil y momento aplicados.

En el Capítulo 5 se ha estudiado, mediante un modelo informático de elementos finitos, el comportamiento real de la misma unión analizada en el capítulo precedente con el objetivo de poder desarrollar, en este Capítulo Sexto, un estudio sobre la exactitud del método de los componentes propuesto en el Eurocódigo 3 para basas de pilares. La comparación entre el comportamiento esperado de la unión y el que realmente experimenta posibilita extraer conclusiones sobre la bondad del método respecto al ejemplo de trabajo desarrollado, sin la voluntad de extrapolarlas de manera general al no haber desarrollado suficientes casos de estudio para poder llegar a conclusiones más amplias y transversales sobre el grado de aproximación del método predictivo a la realidad.

La tesis, conocedora del alcance reducido de su estudio, no pretende ser un examen global del método del Eurocódigo ni, claro está, una enmienda a su totalidad, sino una primera aproximación para conocer su grado de fiabilidad con respecto a un caso concreto de dimensiones, materiales y esfuerzos aplicados habitual en obras de edificación. En el seno de este razonamiento se propone una posible mejora del método, aplicable en sí misma en exclusiva a la basa de pilar estudiada, pero plenamente generalizable en futuros trabajos para conseguir unas expresiones que otorguen mayor fidelidad a la realidad del método predictivo normativo.

6.1- COMPARACIÓN DE LOS GRÁFICOS M-Ø OBTENIDOS MEDIANTE EL MÉTODO PREDICTIVO DEL EUROCÓDIGO CON LOS DEL COMPORTAMIENTO REAL DE LA UNIÓN:

En este apartado se comparan los gráficos M-Ø resultantes obtenidos de la aplicación rigurosa del método predictivo del Eurocódigo (desarrollada en el Capítulo 4) con los gráficos de comportamiento obtenidos del modelo informático que, según la calibración del modelo expuesta en el Capítulo 5, sustituye a unos posibles ensayos y, por tanto, responde fidedignamente al comportamiento real de la unión. Ambos estudios se han llevado a cabo con la misma configuración de la unión de la basa del pilar, tanto geométrica como de materiales usados (descripción de la basa de pilar en el Apartado 4.1).

Así pues, en el siguiente Apartado 6.1.1 se adjuntan los gráficos M-Ø de los dos casos conjuntamente, predicción del Eurocódigo y comportamiento real de la unión. Estos gráficos han sido obtenidos y presentados por separado en los Capítulos 4 y 5 de esta tesis. Se grafían según familias de axil actuante: 0, 100kN, 400kN, 800kN, 1000kN, 1125kN, 1250kN, 1375kN y 1500kN.

En el Apartado 6.1.2 se efectúa una lectura de los aspectos más relevantes de la observación de los gráficos y, en consecuencia, se extraen conclusiones al respecto de la precisión de la predicción del método que propone la norma europea en el caso del ejemplo desarrollado.

6.1.1- GRÁFICOS M-Ø DE LA UNIÓN. COMPARACIÓN ENTRE EL MÉTODO PREDICTIVO DEL EUROCÓDIGO Y EL COMPORTAMIENTO REAL:

A continuación se presentan los gráficos M-Ø predictivos del comportamiento de la unión anteriormente descrita según el Eurocódigo (color azul) y su comportamiento real (de color rojo).

Tal como se ha comentado anteriormente, los gráficos se presentan según familias de axil aplicado.

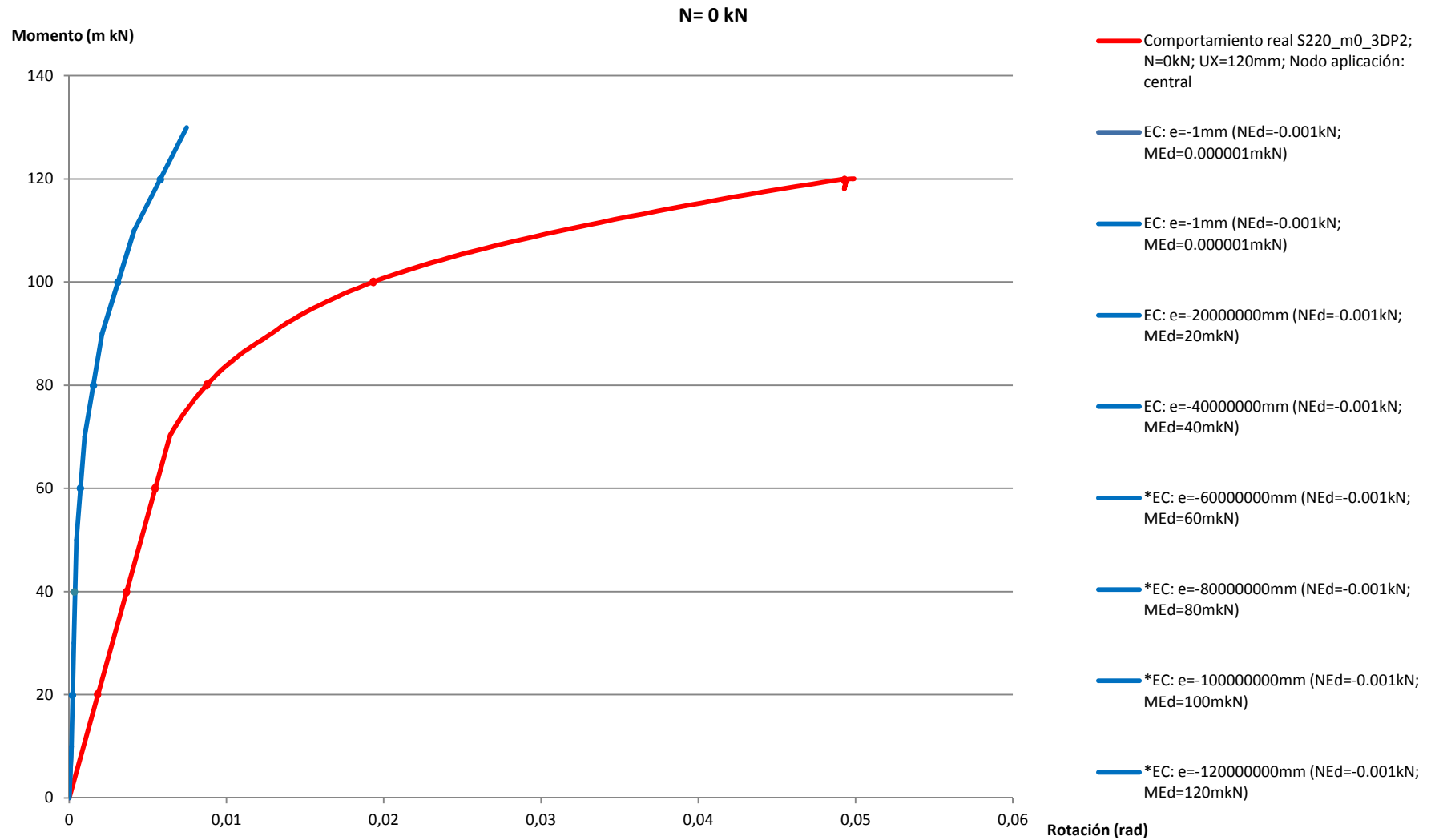


Figura 6.1-Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=0T.

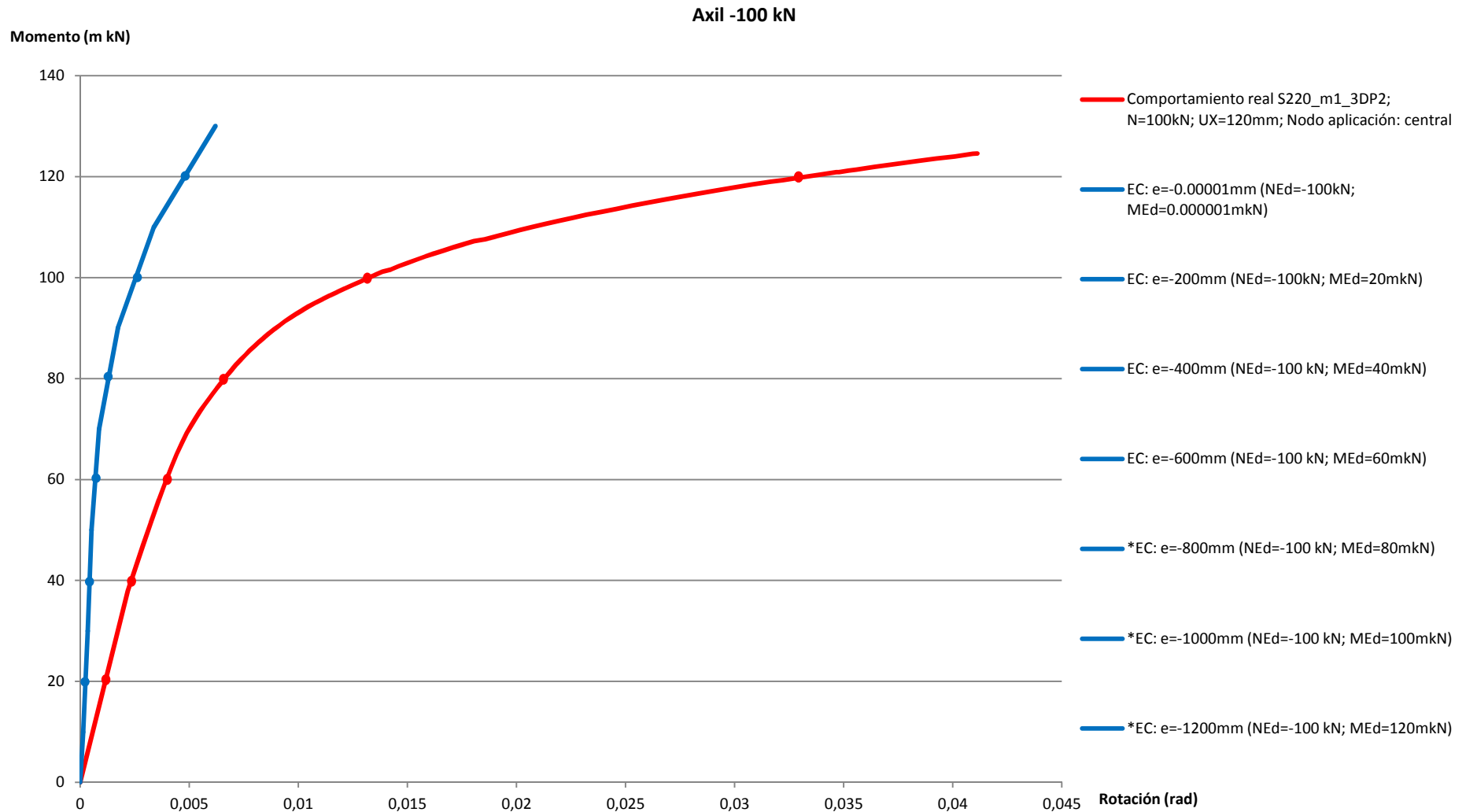


Figura 6.2-Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-100 kN.

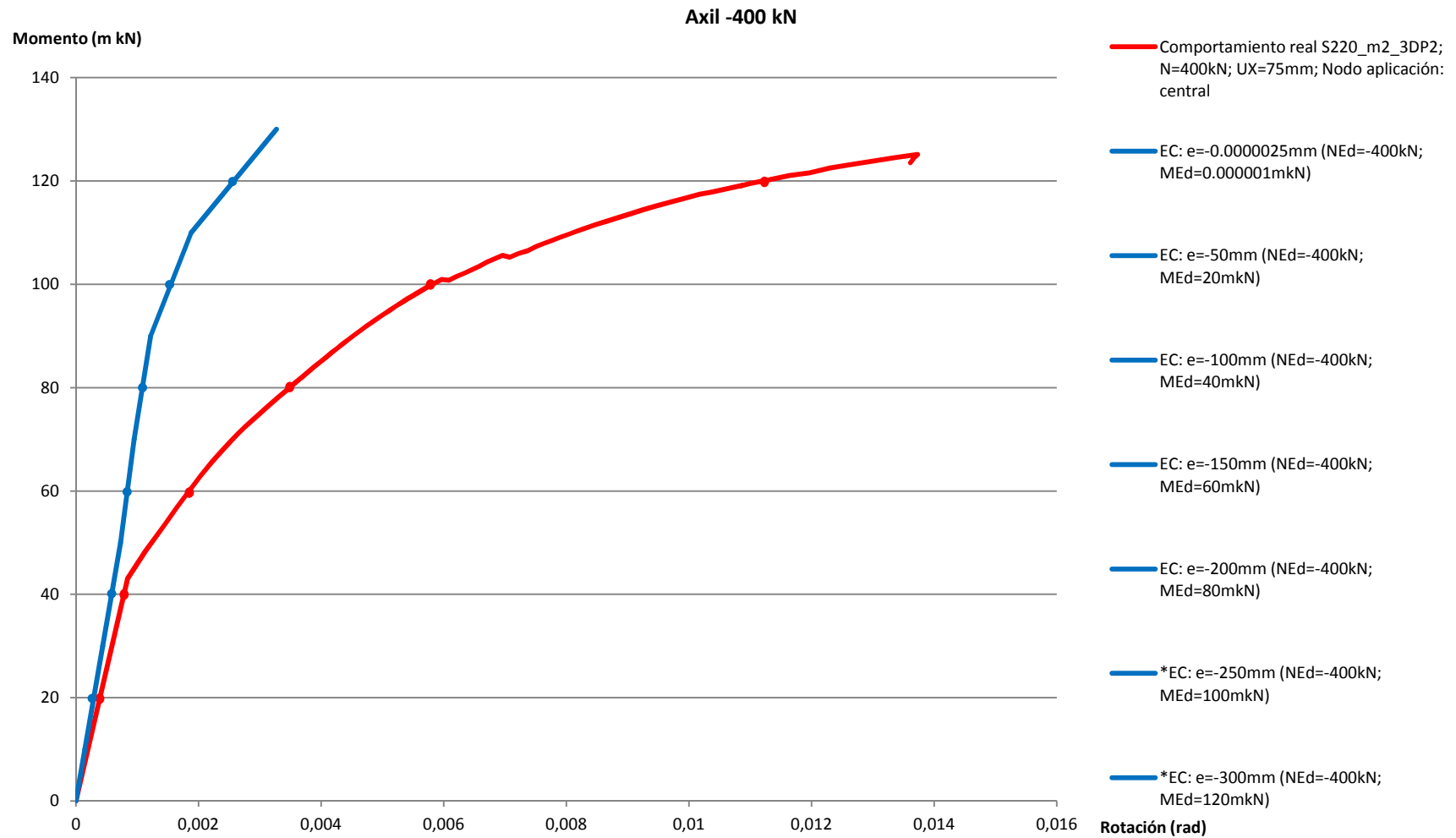


Figura 6.3-Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-400 kN.

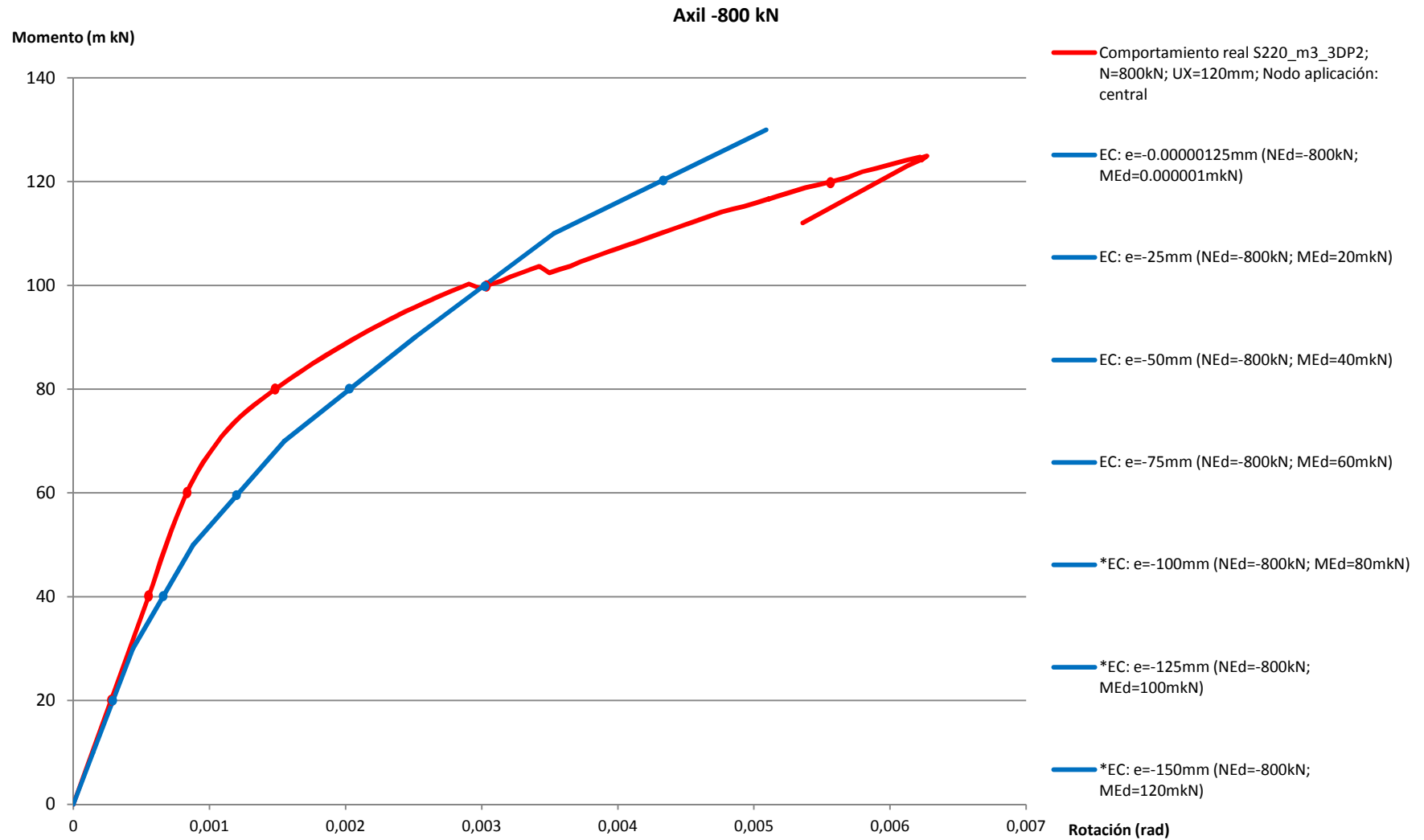


Figura 6.4-Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-800 kN.

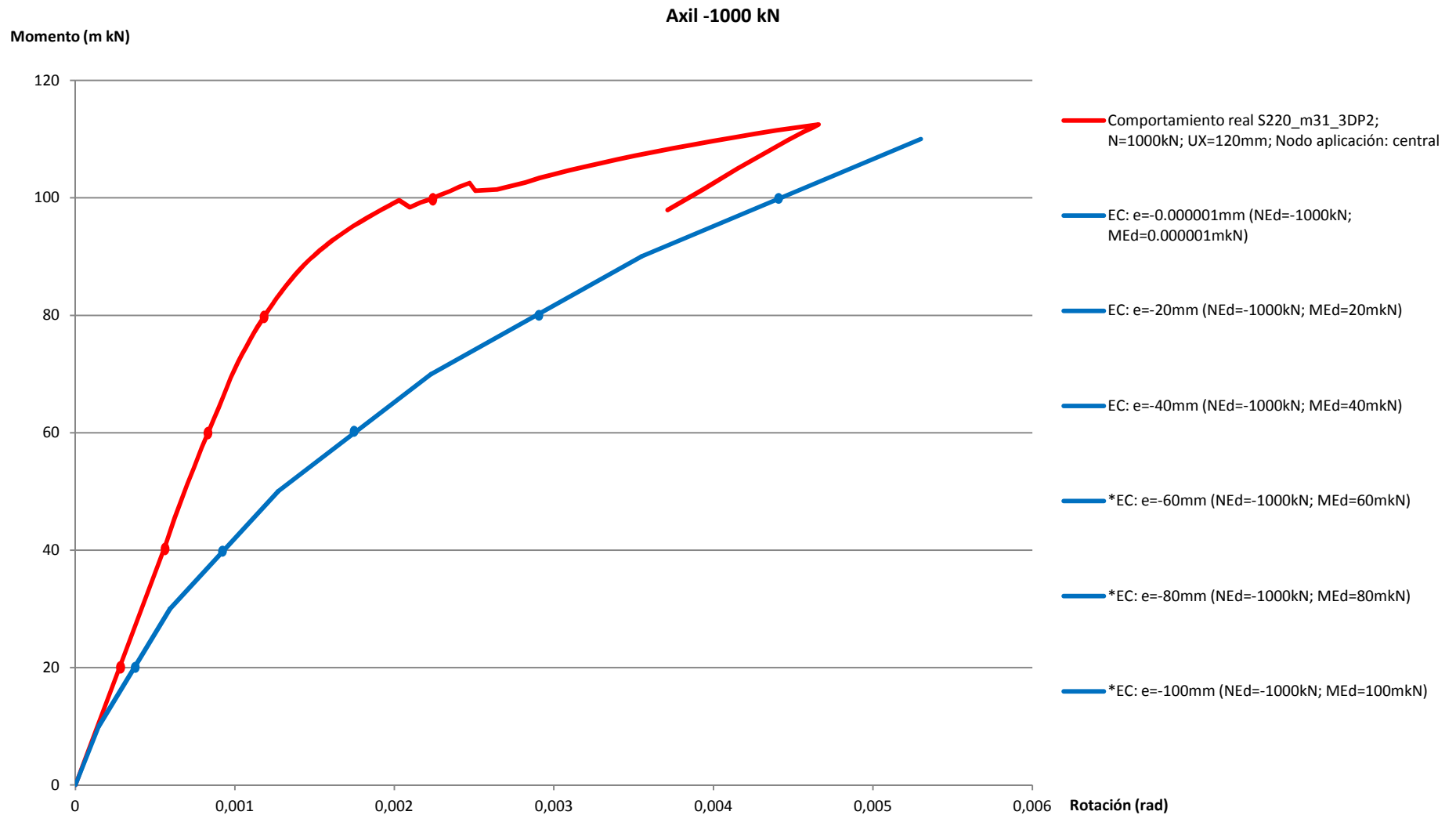


Figura 6.5-Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-1000 kN.

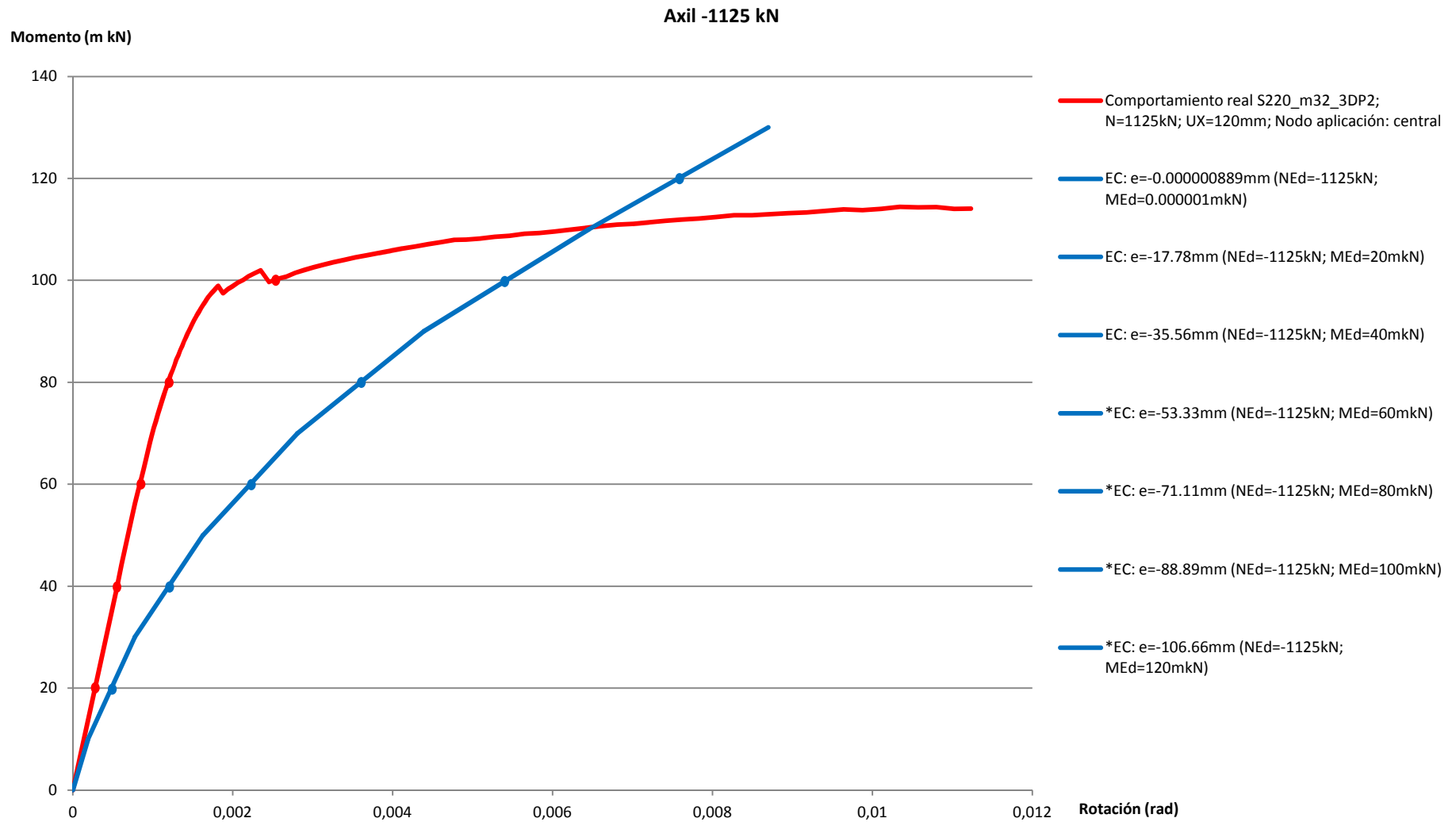


Figura 6.6-Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-1125 kN.

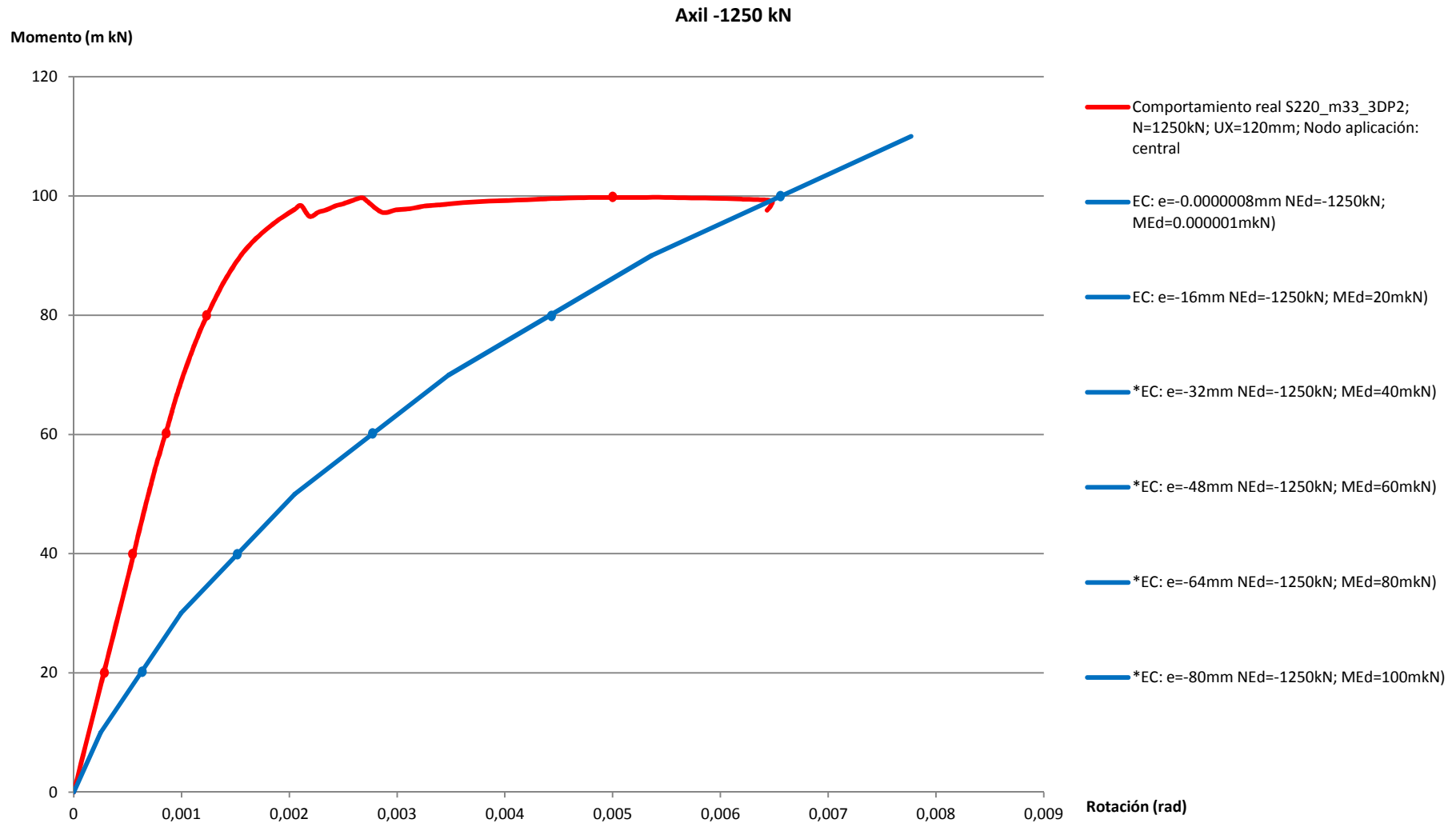


Figura 6.7-Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-1250 kN.

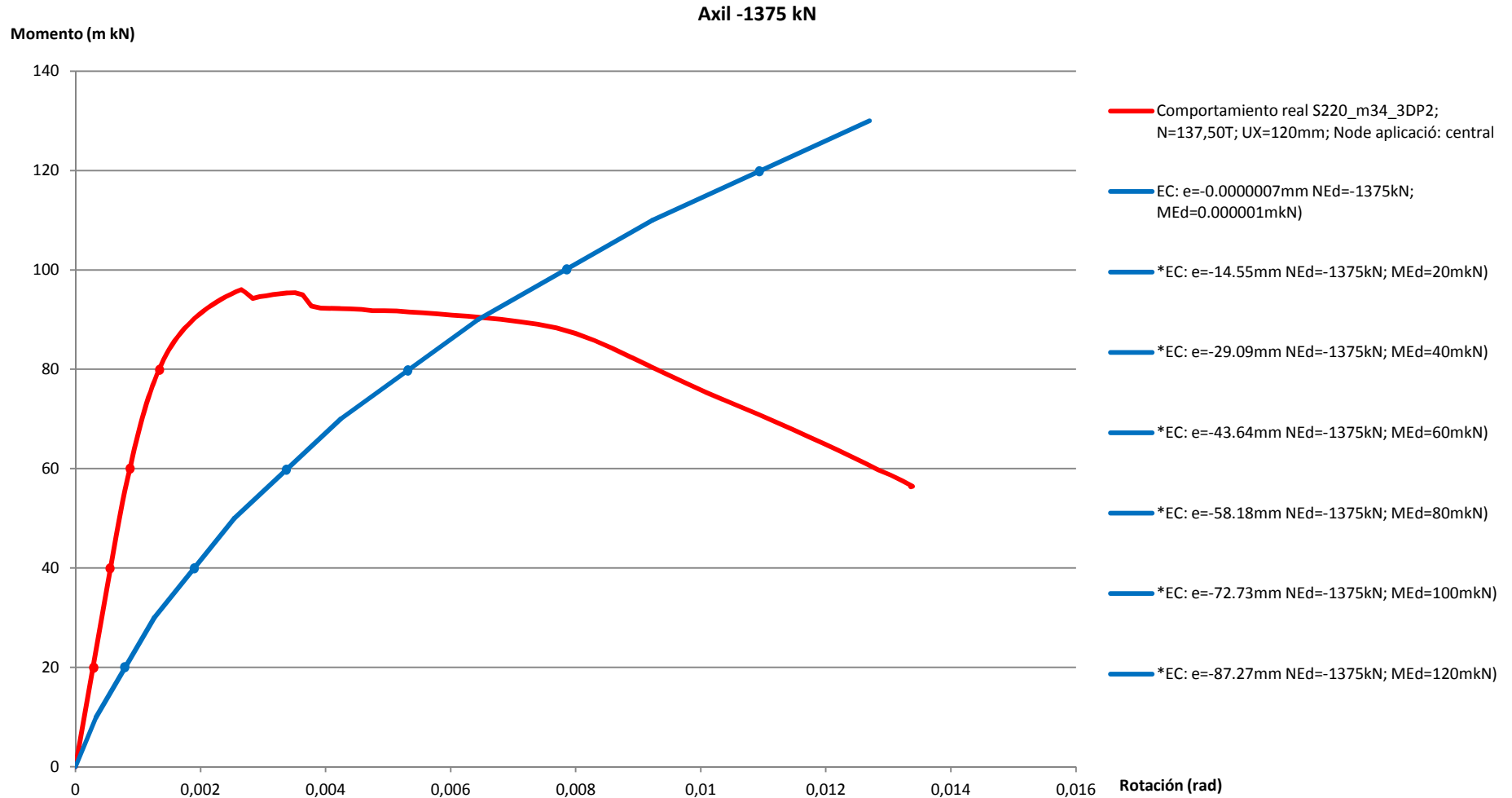


Figura 6.8-Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-1375 kN.

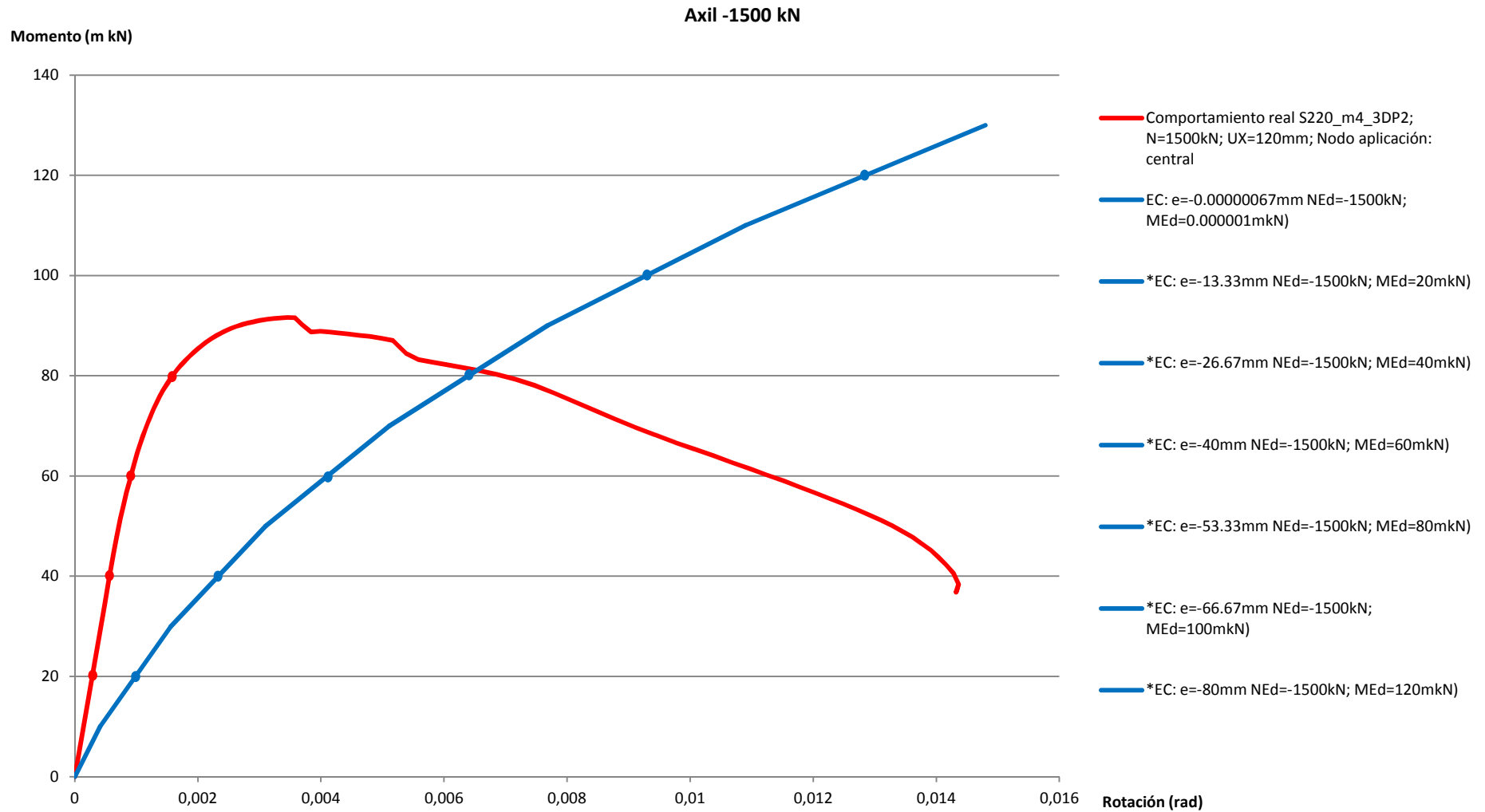


Figura 6.9-Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-1500 kN.

6.1.2- CONCLUSIONES SOBRE LA PRECISIÓN DEL MÉTODO PREDICTIVO DEL EUROCÓDIGO:

A nivel general, procede significar la gran dificultad que presenta intentar predecir la rigidez de una basa de pilar para cada par axil/momento actuantes. Como se ha observado en los cálculos propuestos por el método de los componentes del Eurocódigo, múltiples factores influyen en la fijación de su predicción: geométricos, de definición de los materiales, de intensidad de las cargas actuantes, etc. Como bien es sabido, el valor de rigidez corresponde a la pendiente de la recta tangente al gráfico M-Ø en el punto de estudio. Para obtener un gráfico entero, por tanto, deben estudiarse un número suficiente de puntos que permitan dibujar las curvas de cada tramo cuyas pendientes sean precisamente las rectas obtenidas de la predicción de la rigidez. No es difícil de intuir que trazar un gráfico entero del comportamiento de una unión mediante rectas que indican pendientes a la curva en distintos puntos de su trazado significa estar expuesto a errores acumulativos, es decir, que a medida se suceden los distintos valores no suficientemente precisos de rigidez, el gráfico resultante se separa cada vez más del real al que se pretende aproximar. Este aspecto nos hace decir que la rigidez es un valor altamente sensible de cara al trazado del gráfico.

Con la intención de cuantificar el error que la predicción del método de los componentes del Eurocódigo comete respecto al comportamiento que realmente tiene la unión en cada situación de axil y momento actuantes, esta tesis trabaja con la variación unitaria de la rigidez (γ), definida ésta como muestra la Ecuación 6.2, siendo $S_{j,EC}$ el valor de la rigidez predicha por el método de los componentes y $S_{j,real}$ el valor de rigidez extraído del comportamiento real de la unión.

$$S_{j(EC)}(1 + \gamma) = S_{j(REAL)} \quad [Ec. 6.1]$$

Así pues, despejando γ se obtiene:

$$\gamma = \frac{S_{j(REAL)} - S_{j(EC)}}{S_{j(EC)}} \quad [Ec. 6.2]$$

Atendiendo a los gráficos M-Ø expuestos en el Apartado 6.1.1 (de la Figura 6.1 a la 6.9), y a la Figura 6.10 que relaciona γ con M_{Ed} de cada una de las familias de axiles, podemos extraer unas primeras conclusiones sobre la exactitud del método propuesto por la normativa europea para anticipar el comportamiento de la basa de pilar propuesta:

- Para un primer grupo de axiles bajos (0, -100kN y -400kN), el Eurocódigo propone un comportamiento de la basa del pilar más rígido que el que realmente tiene. Este aspecto puede apreciarse en las Figuras 6.1, 6.2 y 6.3, donde el gráfico M-Ø que corresponde a la predicción del Eurocódigo (color azul) siempre queda sensiblemente más a la izquierda que el del comportamiento real (color rojo). Esto significa que, para un determinado momento aplicado (M_{Ed}), el giro propuesto por el método de los componentes es sensiblemente menor al que realmente experimentará el ejemplo trabajado, siempre para axiles comprendidos entre 0 i 400kN. Esta consideración puede apreciarse también en la Figura 6.10, donde puede verse claramente cómo las ramas del gráfico correspondientes a los axiles indicados siempre se mueven por la zona negativa del eje de ordenadas, correspondiente a la variación unitaria y descrita en la Ecuación 6.2. En el Documento Anexo 6.1, donde se muestran los valores numéricos del cálculo de γ , se observa cómo, para los axiles actuantes comentados, la sobrerigidez en el comportamiento propuesto por el método de los componentes en el ejemplo de estudio se mueve entre -0,255 y -0,923, es decir, una predicción entre un 25,5% y 92,3% más rígida respecto a la real.
- En el caso de axil aplicado $N_{Ed} = -800kN$ se puede apreciar un cambio de tendencia en la predicción del Eurocódigo. En la Figura 6.4 se observa cómo el gráfico azul correspondiente a la predicción de la normativa se aproxima mejor a la curva roja del comportamiento real de la unión. Se observa también en la Figura 6.10 cómo, en primera instancia, hasta un valor alrededor de $M_{Ed} = 80mkN$, la aproximación del Eurocódigo es sensiblemente más flexible que el comportamiento real de la unión (para un determinado momento aplicado predice una rotación mayor a la real), mientras que

a partir de este valor de momento aplicado la predicción normativa de la rigidez vuelve a sobrerigidizar el comportamiento de la basa del pilar.

En los valores de momento aplicado bajos, donde se produce la comentada sobreflexibilización de la predicción normativa, puede apreciarse en el Documento Anexo 6.1 cómo, para los valores más bajos de momento aplicado, la variación porcentual es de tan solo de un 5,9%, aspecto que indica un error muy bajo de la predicción, aunque para valores superiores de momento aplicado la estimación demasiado flexible aumenta hasta llegar a valores porcentuales del 64,1%. La sobrerigidización que se produce a partir de los $M_{Ed}=80\text{mkn}$ obtiene una variación unitaria máxima sobre el comportamiento real de la basa del pilar de $-0,536$ ($-53,6\%$). Este cambio de signo de la predicción hace que, alrededor de los 100mkn , los dos gráficos $M-\varnothing$ (predicción y real) se crucen, tal como puede apreciarse en la citada Figura 6.4.

Si se vuelve a observar la Figura 6.10 con detenimiento, se puede apreciar cómo la rama correspondiente a $N_{Ed}=-800\text{kN}$ representa claramente una situación de transición entre el comportamiento de los axiles aplicados más bajos, comentados en el punto anterior, y los de mayor intensidad, que se comentarán en el punto siguiente.

- Para axiles aplicados altos, superiores a $N_{Ed}=-800\text{kN}$, la predicción del Eurocódigo para la basa del pilar trabajado es claramente más flexible que su comportamiento real. Puede observarse para los distintos axiles aplicados $N_{Ed}=-1000\text{kN}$, $N_{Ed}=-1125\text{kN}$, $N_{Ed}=-1250\text{kN}$, $N_{Ed}=-1375\text{kN}$ y $N_{Ed}=-1500\text{kN}$, en las Figuras de la 6.5 a la 6.9, cómo el gráfico de color rojo (real) siempre queda a la izquierda del azul (predicción del Eurocódigo). En relación a la precisión de la predicción se observa en la Figura 6.10 cómo ésta decrece a medida que se aumenta el axil aplicado, llegando a un valor límite de sobreflexibilización en la predicción del comportamiento de la unión del 437,7% para $N_{Ed}=-1500\text{kN}$ y $M_{Ed}=40\text{mkn}$.
- Toda esta reflexión nos lleva a concluir que el método predictivo del Eurocódigo es especialmente eficaz para valores de axil aplicado medio (alrededor de los 800kN). La predicción del comportamiento de la basa del pilar que efectúa la norma va siendo progresivamente más errónea a medida el valor del axil aplicado difiere de los 800kN , obteniendo los máximos errores en los dos extremos: para axiles aplicados nulos (0kN), o para axiles muy altos (1500kN).

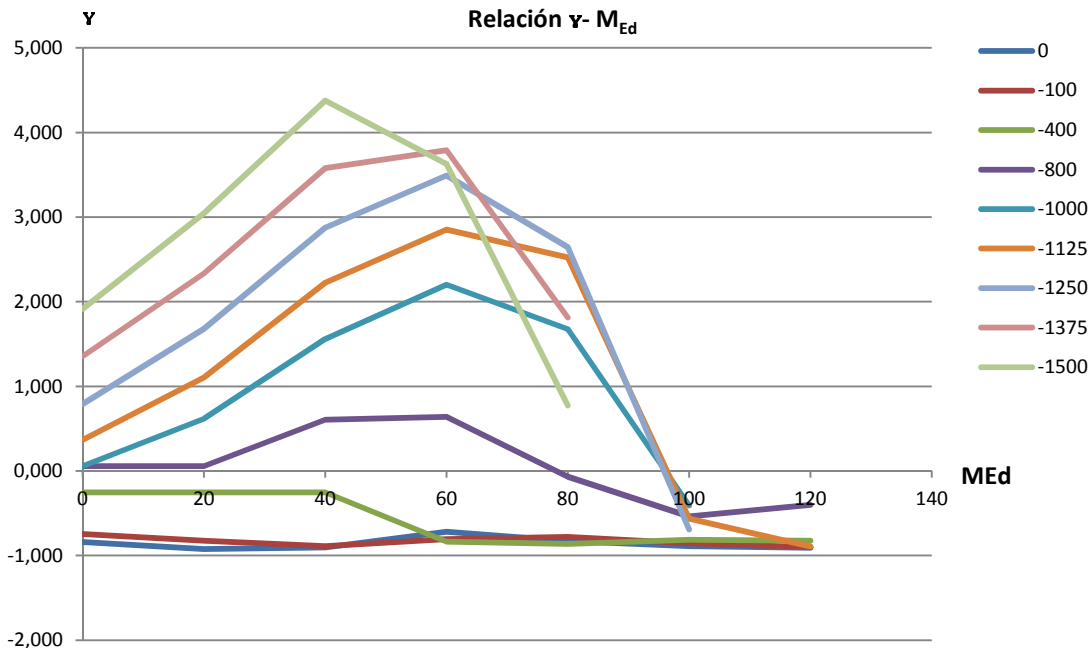


Figura 6.10- Gráfico γ (variación unitaria del comportamiento de la unión según la predicción del método de los componentes del Eurocódigo respecto a su comportamiento real) – M_{Ed} (momento actuante) para las diversas familias de axil actuante: 0, -100kN , -400kN , -800kN , -1000kN , -1125kN , -1250kN , -1375kN , -1500kN .

6.2- INFLUENCIA DEL RATIO DE RIGIDEZ (μ) EN LA PRECISIÓN DE LA PREDICCIÓN DEL MÉTODO PREDICTIVO DEL EUROCÓDIGO DEL COMPORTAMIENTO M-Ø DE LA BASA DEL PILAR DE ESTUDIO. PROPUESTA DE MEJORA:

6.2.1- COMPARACIÓN DEL RATIO DE RIGIDEZ PREVISTO POR EL EUROCÓDIGO ($\mu_{(EC)}$) Y EL REAL ($\mu_{(REAL)}$):

Dados los gráficos M-Ø del método predictivo y del comportamiento real de la basa del pilar planteada, así como las conclusiones extraídas de su comparación, se considera oportuno estudiar la relación existente entre el ratio de rigidez planteado por el Eurocódigo y el que realmente tiene la basa de pilar en cuestión.

La definición del ratio de rigidez hace referencia al cociente entre la rigidez inicial y la rigidez en el punto de estudio ($\mu = S_{j,ini}/S_j$) de la basa del pilar.

Para la aproximación al valor del ratio de rigidez, el Eurocódigo propone la formulación descrita en el Apartado 4.2.3.2.3 de esa tesis y que aquí se repite para mayor facilidad de lectura del documento:

$$- \text{ Si } M_{j,Ed} \leq 2/3 M_{j,Rd}$$

$$\mu = 1 \quad [Ec. 6.3]$$

$$- \text{ Si } 2/3 M_{j,Rd} < M_{j,Ed} \leq M_{j,Rd}$$

$$\mu = \left(\frac{1,5 M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} \right)^\Psi \quad [Ec. 6.4]$$

La normativa europea sugiere un valor, para conexiones con placa base, de $\Psi=2,7$.

De esta formulación se obtiene, para cada punto de estudio, el valor que el Eurocódigo otorga al ratio de rigidez $\mu_{(EC)}$.

El valor real que tiene el ratio de rigidez $\mu_{(REAL)}$ de la unión propuesta para cada situación axil-momento aplicados puede calcularse de los datos extraídos del modelado informático de la unión, resultados que tomamos, como se ha explicado detenidamente con anterioridad, como valores que responden a su comportamiento real. Así pues, se calcula, gracias a estos valores, la rigidez inicial del gráfico de cada familia de axiles y la rigidez de cada uno de los puntos de estudio de estos gráficos, es decir, la pendiente de la recta tangente al gráfico en el punto concreto en que se desea conocer el valor del ratio. Por lo tanto, obteniendo los valores $S_{j,ini}$ $_{(REAL)}$ y S_j $_{(REAL)}$ puede calcularse fácilmente el valor $\mu_{(REAL)}$. En el Documento Anexo 6.2 pueden consultarse todos los valores calculados para los distintos axiles y momentos aplicados: $S_{j,ini}$ $_{(REAL)}$, S_j $_{(REAL)}$, $\mu_{(REAL)}$, $\mu_{(EC)}$ y variación unitaria del ratio de rigidez α , definida en la Ecuación 6.6. De estos valores se extraen los gráficos de las Figuras de la 6.11 a la 6.19, donde puede observarse, para cada familia de axil, el gráfico de los ratios de rigidez real y previsto por el Eurocódigo.

Con la intención de cuantificar el error que la predicción del método de los componentes del Eurocódigo comete en relación al valor del ratio de rigidez μ respecto al que realmente tiene la unión en cada situación de axil y momento actuantes, se desarrolla el concepto de variación unitaria del coeficiente de rigidez, representada con la letra α . Su definición se muestra en la Ecuación 6.6, siendo $\mu_{(EC)}$ el valor del ratio de rigidez predicho por el método de los componentes y $\mu_{(REAL)}$ el valor del ratio de rigidez extraído del comportamiento real de la unión. Los distintos valores de α pueden consultarse en el Documento Anexo 6.2.

$$\mu_{(EC)}(1 + \alpha) = \mu_{(REAL)} \quad [Ec. 6.5]$$

Así pues, despejando α se obtiene:

$$\alpha = \frac{\mu_{(REAL)} - \mu_{(EC)}}{\mu_{(EC)}} \quad [Ec. 6.6]$$

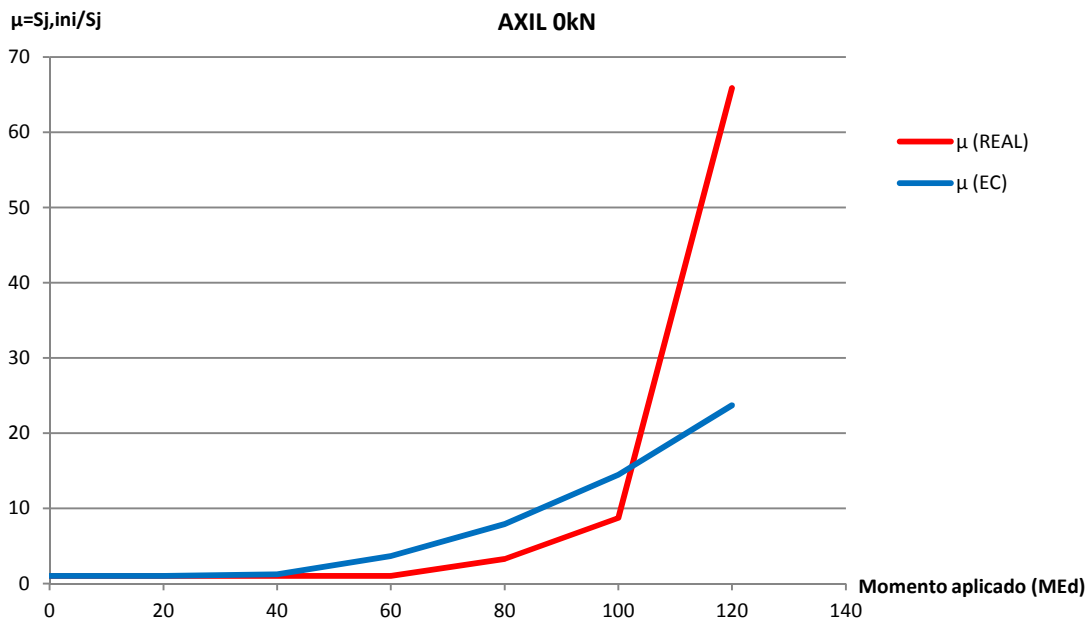


Figura 6.11- Gráfico del ratio de rigidez propuesto por el Eurocódigo y el real en función del momento aplicado. Axil=0kN.

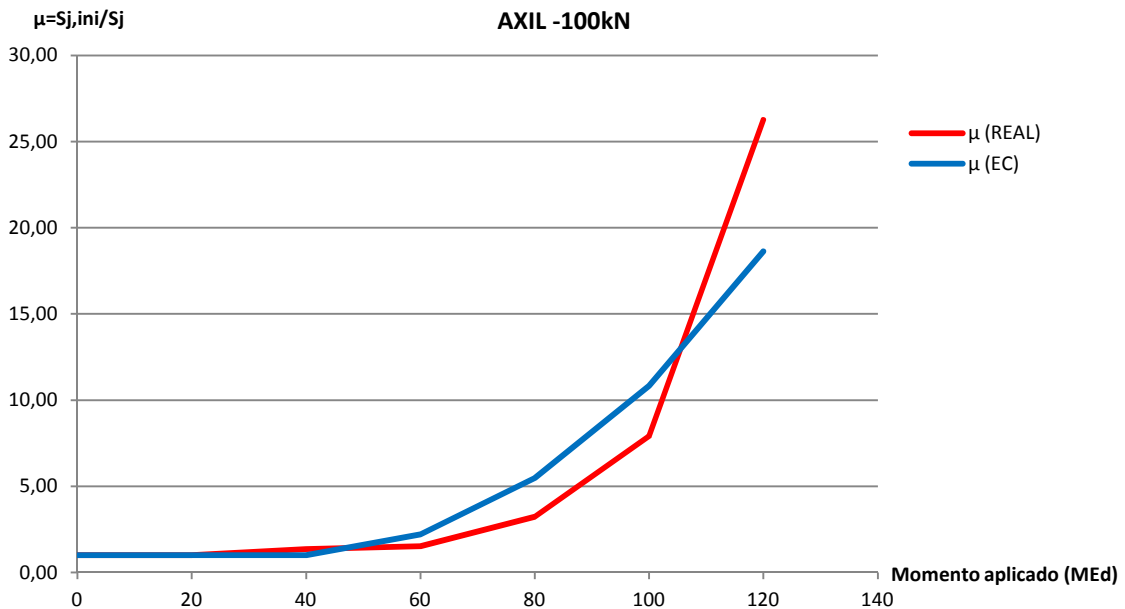


Figura 6.12- Gráfico del ratio de rigidez propuesto por el Eurocódigo y el real en función del momento aplicado. Axil=-100kN.

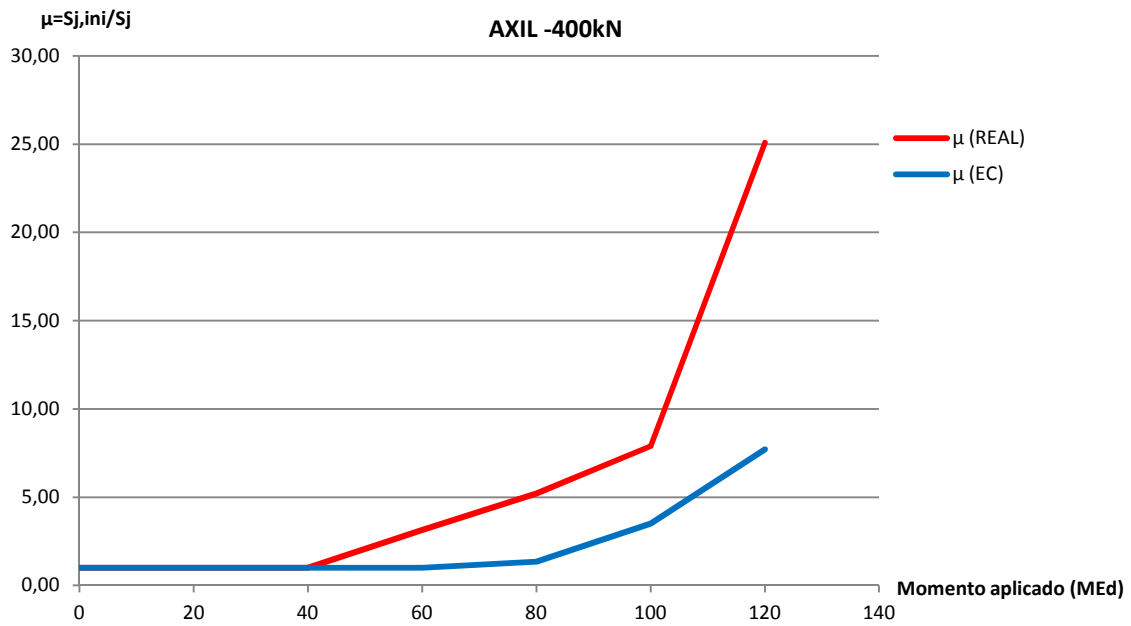


Figura 6.13- Gráfico del ratio de rigidez propuesto por el Eurocódigo y el real en función del momento aplicado. Axil=-400kN.

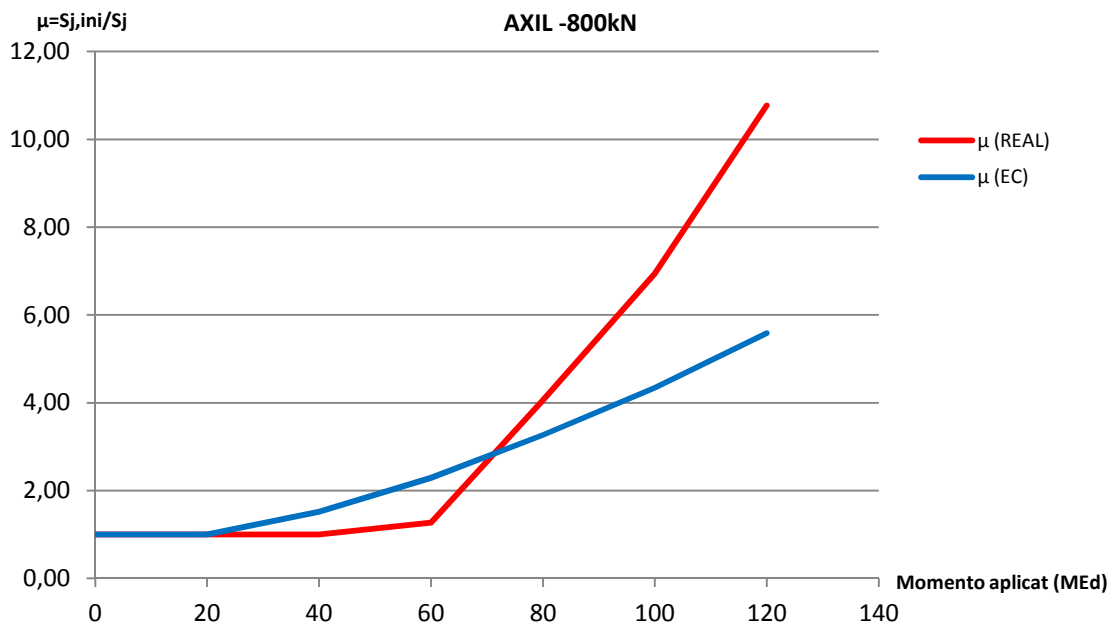


Figura 6.14- Gráfico del ratio de rigidez propuesto por el Eurocódigo y el real en función del momento aplicado. Axil=-800kN.

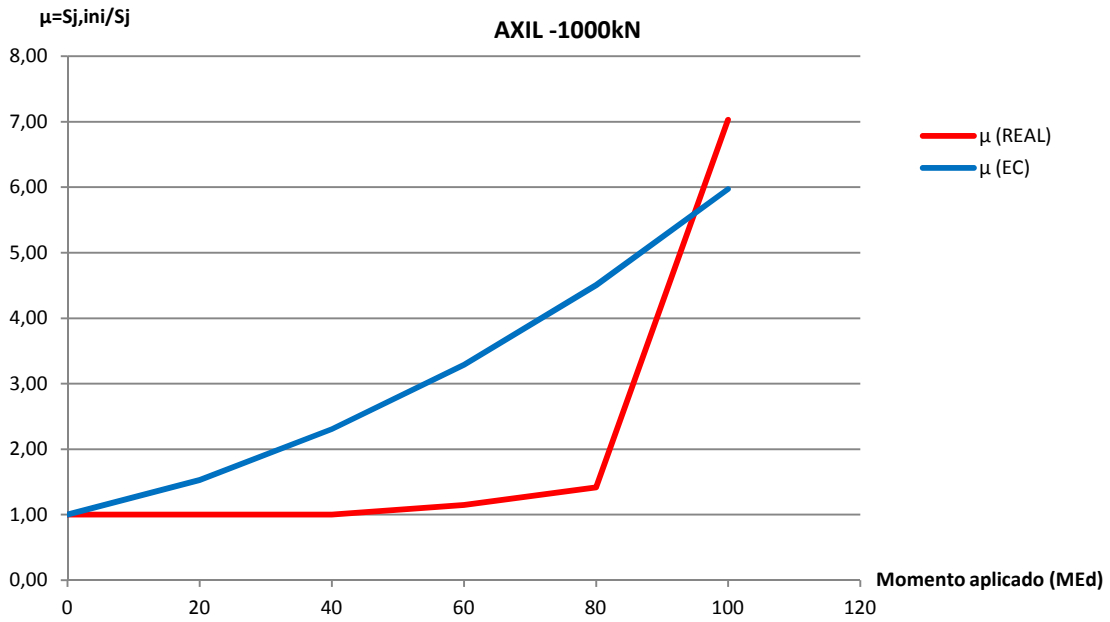


Figura 6.15- Gráfico del ratio de rigidez propuesto por el Eurocódigo y el real en función del momento aplicado. Axil=-1000kN.

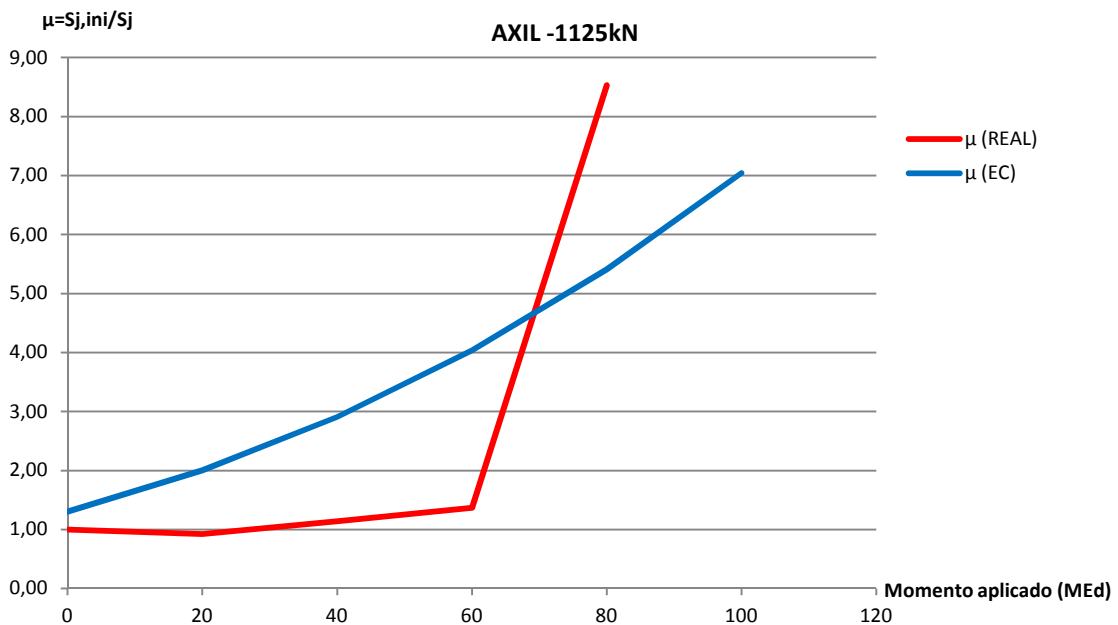


Figura 6.16- Gráfico del ratio de rigidez propuesto por el Eurocódigo y el real en función del momento aplicado. Axil=-1125kN.

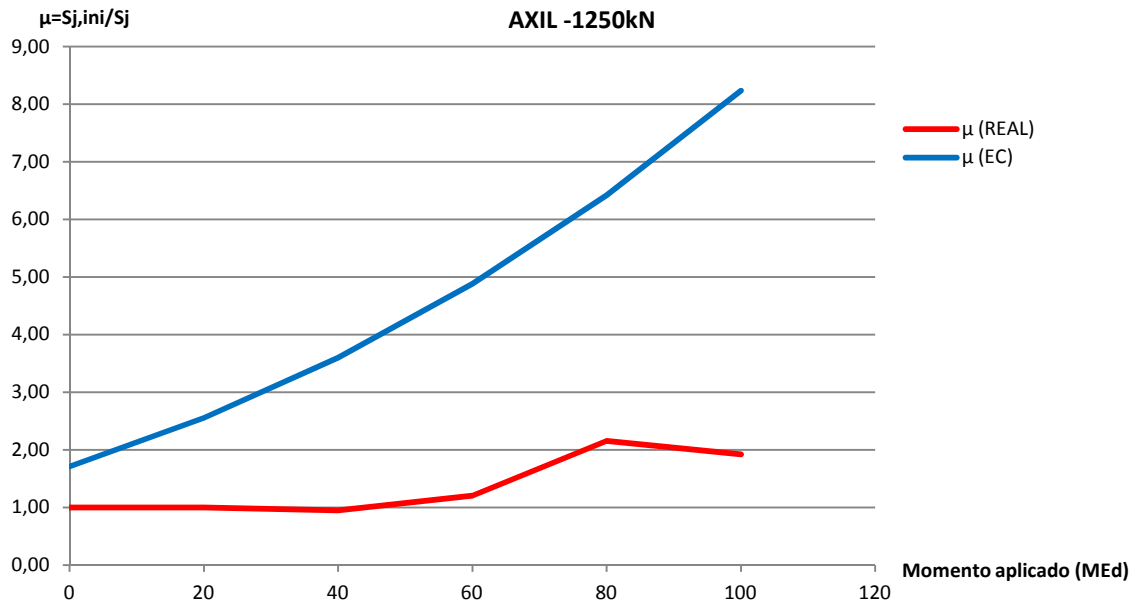


Figura 6.17- Gráfico del ratio de rigidez propuesto por el Eurocódigo y el real en función del momento aplicado. Axil=-1250kN.

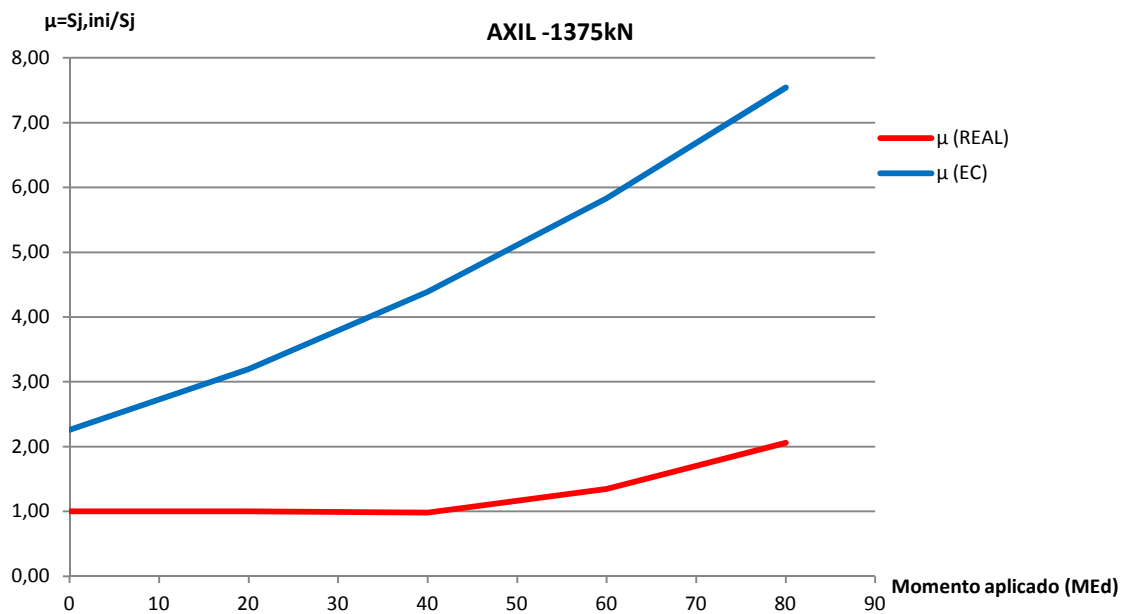


Figura 6.18- Gráfico del ratio de rigidez propuesto por el Eurocódigo y el real en función del momento aplicado. Axil=-1375kN.

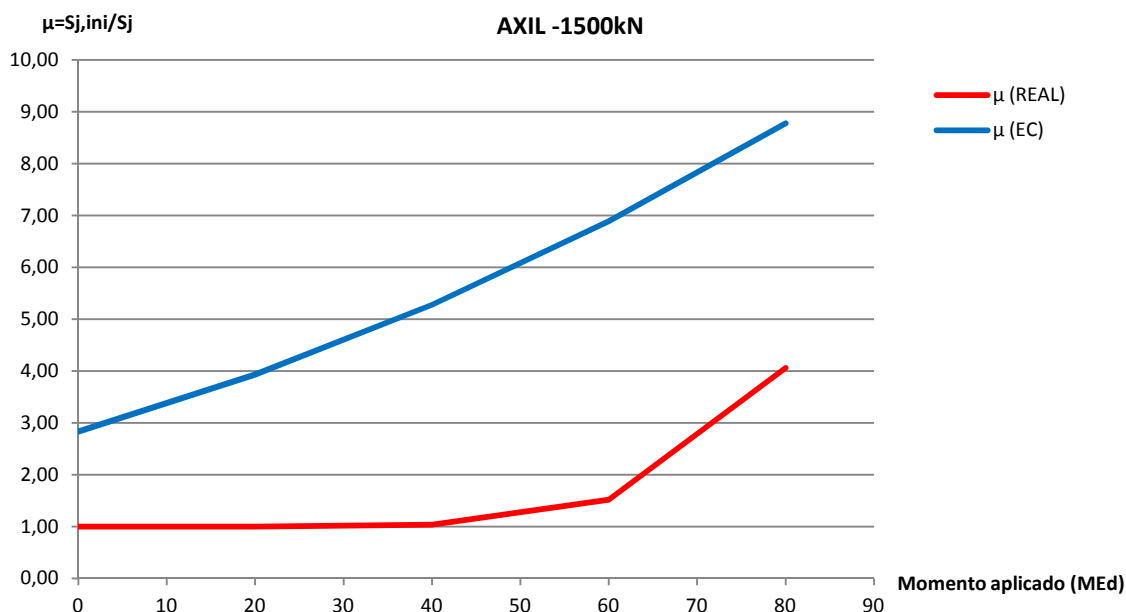


Figura 6.19- Gráfico del ratio de rigidez propuesto por el Eurocódigo y el real en función del momento aplicado. Axil=-1500kN.

Observando la relación entre los ratios de rigidez predichos por la normativa europea y los que realmente tiene la unión (Figuras 6.11 a 6.19), y relacionándolo con los gráficos de las Figuras 6.1 a 6.9, correspondientes a la predicción del comportamiento M-Ø propuesto por el Eurocódigo y el que realmente tiene la basa del pilar objeto de estudio, pueden extraerse las siguientes conclusiones:

- La aproximación que el Eurocódigo propone para los valores del ratio de rigidez mediante las Ecuaciones 6.3 y 6.4 difieren, en distinto valor y signo según el caso axil-momento aplicados, respecto a los que realmente tiene la basa del pilar. Esta variación se ha tabulado mediante el valor α , definido en la Ecuación 6.6, que nos indica valores extremos del ratio de rigidez μ predicho por el Eurocódigo del 288,11% menor respecto a su valor real o del 80,41% superior a la realidad.
- En la formulación propuesta por el Eurocódigo existe una relación inversamente proporcional entre el ratio de rigidez $\mu_{(EC)}$ y la rigidez $S_{j(EC)}$ de la basa del pilar. Como puede observarse de la formulación de la rigidez S_j de la Tabla 3.13, cuanto mayor sea el valor $\mu_{(EC)}$, menor será la rigidez de la unión $S_{j(EC)}$, y viceversa; es decir, a menor valor de $\mu_{(EC)}$, mayor $S_{j(EC)}$.

Esta relación de proporcionalidad inversa entre los valores μ y S_j predichos por la normativa europea puede observarse por comparación con el comportamiento real. Se aprecia que, a excepción de los casos de axil aplicado más bajos (0kN y 100 kN), siempre que el método de los componentes del Eurocódigo predice un comportamiento M-Ø de la unión más rígido que el real ($S_{j(EC)} > S_{j(REAL)}$), el valor del ratio de rigidez extraído de la formulación de la norma es inferior al que realmente tiene la basa del pilar ($\mu_{(EC)} < \mu_{(REAL)}$); y al revés, en los casos que el comportamiento de la unión es sobreflexibilizado por la normativa europea ($S_{j(EC)} < S_{j(REAL)}$), el valor del ratio de rigidez de la formulación es mayor que el valor real ($\mu_{(EC)} > \mu_{(REAL)}$). Esto sucede exactamente en los siguientes casos:

- | | |
|-------------------------------|---|
| - $N_{Ed} = -400\text{kN}$: | $S_{j(EC)} > S_{j(REAL)}$ y $\mu_{(EC)} < \mu_{(REAL)}$. |
| - $N_{Ed} = -800\text{kN}$: | Primer tram: $S_{j(EC)} < S_{j(REAL)}$ y $\mu_{(EC)} > \mu_{(REAL)}$.
Segon tram: $S_{j(EC)} > S_{j(REAL)}$ y $\mu_{(EC)} < \mu_{(REAL)}$. |
| - $N_{Ed} = -1000\text{kN}$: | $S_{j(EC)} < S_{j(REAL)}$ y $\mu_{(EC)} > \mu_{(REAL)}$. |
| - $N_{Ed} = -1125\text{kN}$: | Primer tram: $S_{j(EC)} < S_{j(REAL)}$ y $\mu_{(EC)} > \mu_{(REAL)}$.
Segon tram: $S_{j(EC)} > S_{j(REAL)}$ y $\mu_{(EC)} < \mu_{(REAL)}$. |
| - $N_{Ed} = -1250\text{kN}$: | $S_{j(EC)} < S_{j(REAL)}$ y $\mu_{(EC)} > \mu_{(REAL)}$. |
| - $N_{Ed} = -1375\text{kN}$: | $S_{j(EC)} < S_{j(REAL)}$ y $\mu_{(EC)} > \mu_{(REAL)}$. |

$$- N_{Ed} = -1500\text{kN}: \quad S_{j(EC)} < S_{j(REAL)} \text{ y } \mu_{(EC)} > \mu_{(REAL)}$$

- Para los casos de axiles aplicados muy bajos (entre 0 y 100kN) se observa que, a pesar de que la rigidez propuesta por el Eurocódigo es mayor que la real ($S_{j(EC)} > S_{j(REAL)}$), el valor de $\mu_{(EC)}$ también lo es ($\mu_{(EC)} > \mu_{(REAL)}$). Esto no significa, obviamente, que μ y S_j no sean inversamente proporcionales en la formulación del Eurocódigo, que lo son, sino que la predicción del comportamiento M-Ø de la unión no depende de una mayor precisión en el valor de μ en estos casos de axiles tan bajos y, por tanto, de excentricidades muy altas.

6.2.2- MEJORA EN LA PREDICCIÓN DEL VALOR DEL RATIO DE RIGIDEZ μ . CONSECUENCIAS EN LA PREDICCIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA BASA DEL PILAR.

Dadas las conclusiones extraídas en el apartado anterior se observa que, si se consigue obtener una formulación para el ratio de rigidez (μ) que aproxime con mayor precisión su valor al real, se conseguirá automáticamente, al integrar éste valor en la formulación del cálculo de S_j , una previsible mejora en la predicción del comportamiento M-Ø de la basa del pilar en la mayoría de casos de familias de axiles aplicados. Es de suponer, según lo comentado anteriormente, que la mayor precisión en el valor de μ incidirá positivamente, especialmente en la predicción del comportamiento de los casos con axiles aplicados superiores a los 100kN.

La Figura 6.20 presenta la relación entre la $\mu_{(REAL)}$, obtenida de los datos de la modelización informática, y el momento aplicado respecto al resistido $M_{j,Ed}/M_{j,Rd}$.

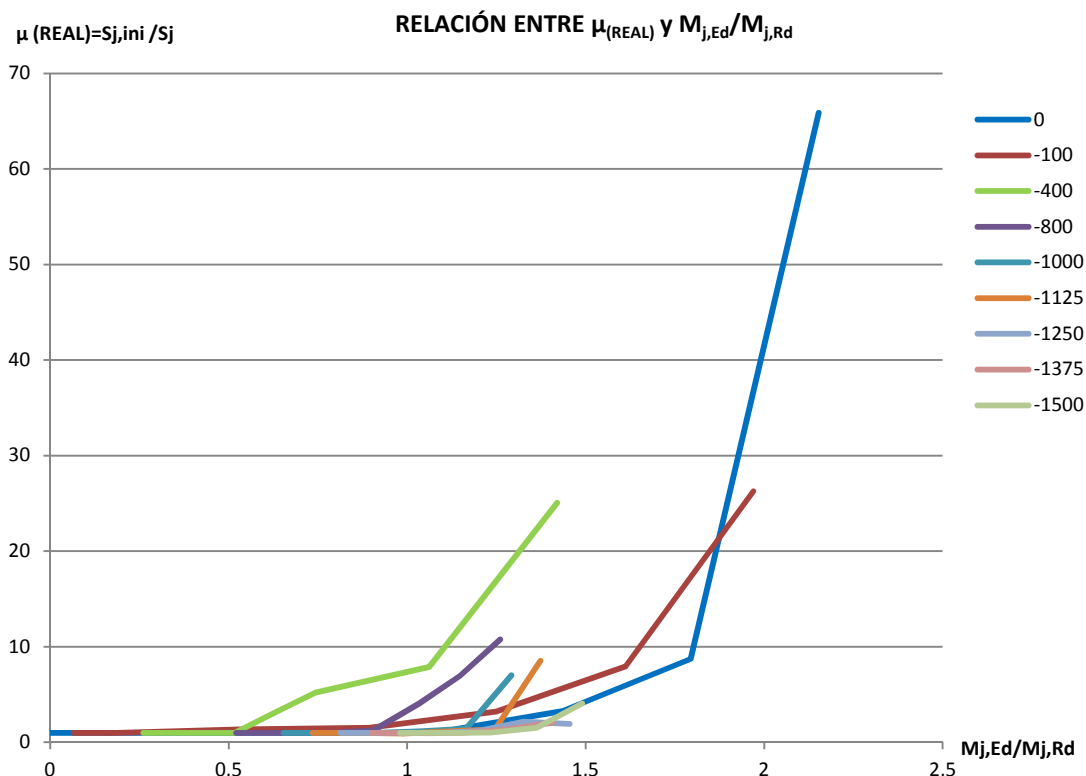


Figura 6.20- Relación entre $\mu_{(REAL)}$ y $M_{j,Ed}/M_{j,Rd}$ para las distintas familias de axiles aplicados.

De la Figura 6.20 se distinguen, por su comportamiento, claramente dos familias de gráficos:

- Una correspondiente a axiles bajos de compresión (0kN, -100kN y -400 kN).
- Otra correspondiente a axiles altos de compresión (-800kN, -1000kN, -1125kN, -1250 kN, -1375 kN y -1500 kN).

6.2.2.1- Obtención de una nueva formulación para el ratio de rigidez (μ) para axiles aplicados bajos de compresión ($0\text{kN} < N_{Ed} \leq 400\text{kN}$).

Si de la Figura 6.20 se aíslan las ramas correspondientes a los axiles de 0kN, -100kN y -400kN y se suaviza el trazado de la de 0kN, se pueden extraer ecuaciones aproximadas que tabulen el comportamiento $\mu_{(REAL)} - M_{j,Ed}/M_{j,Rd}$ de cada uno de los tres casos.

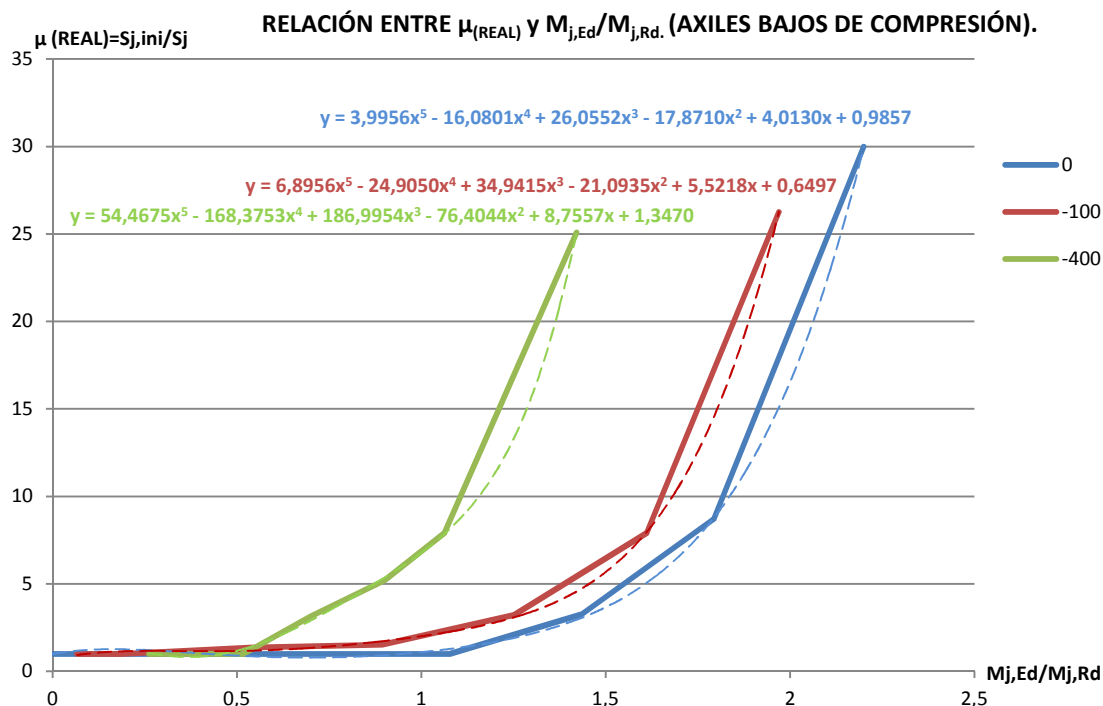


Figura 6.21- Relación entre $\mu_{(REAL)}$ y $M_{j,Ed}/M_{j,Rd}$ para axiles bajos de compresión ($0\text{kN} < N_{Ed} \leq 400\text{kN}$). Ecuaciones de los gráficos.

En la Tabla 6.1 se indican, de las ecuaciones de los gráficos precedentes, los valores de los coeficientes de x^5 , x^4 , x^3 , x^2 , x y del término independiente para cada familia de axil.

	0 kN	-100kN	-400kN
Coficiente de x^5	3,9956	6,8956	54,4675
Coficiente de x^4	-16,0801	-24,9050	-168,3753
Coficiente de x^3	26,0552	34,9415	186,9954
Coficiente de x^2	-17,8710	-21,0935	-76,4044
Coficiente de x	4,0130	5,5218	8,7557
Término independiente	0,9857	0,6497	1,3470

Tabla 6.1- Valores de los coeficientes de x^5 , x^4 , x^3 , x^2 , x y del término independiente de las ecuaciones de los axiles bajos de compresión ($0\text{kN} < N_{Ed} \leq 400\text{kN}$).
 $x = M_{j,Ed}/M_{j,Rd}$; $y = \mu_{(REAL)}$

Usando los valores de coeficientes y términos independientes mostrados en la Tabla 6.1, a continuación se buscan las ecuaciones que expresen su variación en función del axil aplicado (ver Figuras de la 6.22 a la 6.27 y Tabla 6.2). De esta manera, al final de este proceso podrá obtenerse una ecuación de μ para axiles de compresión menores o iguales a 400kN en función de los esfuerzos aplicados: N_{Ed} y $M_{j,Ed}/M_{j,Rd}$.

Con este objetivo, a continuación se adjuntan los gráficos, con la ecuación que tabula su comportamiento, de la variación de cada constante polinómica y del término independiente en función del axil aplicado.

El número de decimales adoptado puede alterar considerablemente la precisión del método, motivo por el cual se toma un número importante de ellos.

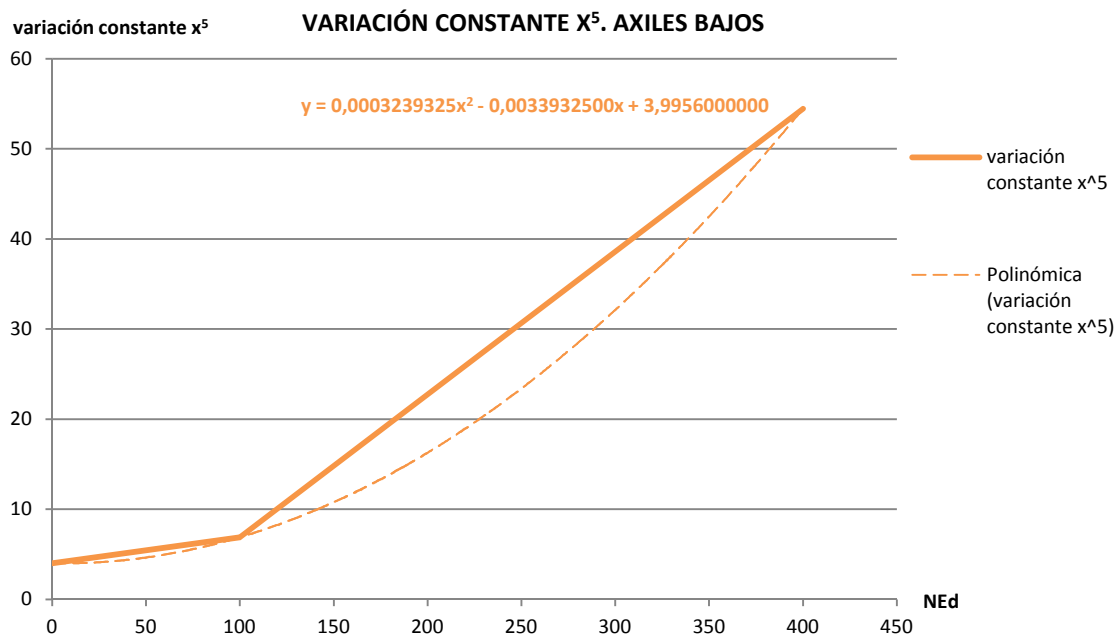


Figura 6.22- Variación de la constante de x^5 en función de los axiles aplicados. Ecuación del gráfico. Axiles bajos de compresión ($0kN < N_{Ed} \leq 400kN$).

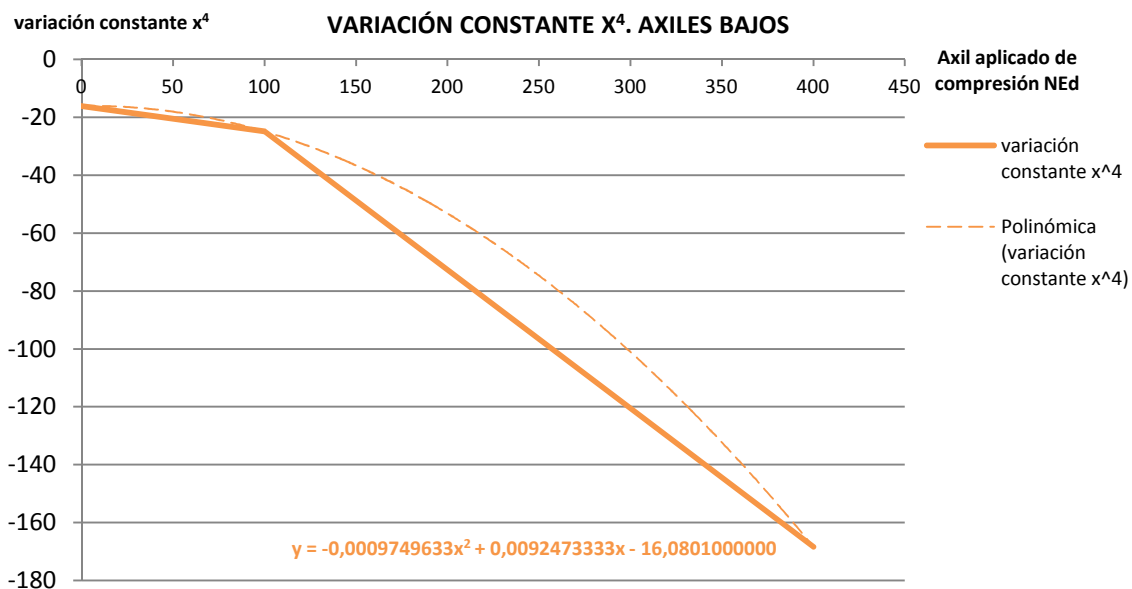


Figura 6.23- Variación de la constante de x^4 en función de los axiles aplicados. Ecuación del gráfico. Axiles bajos de compresión ($0kN < N_{Ed} \leq 400kN$).

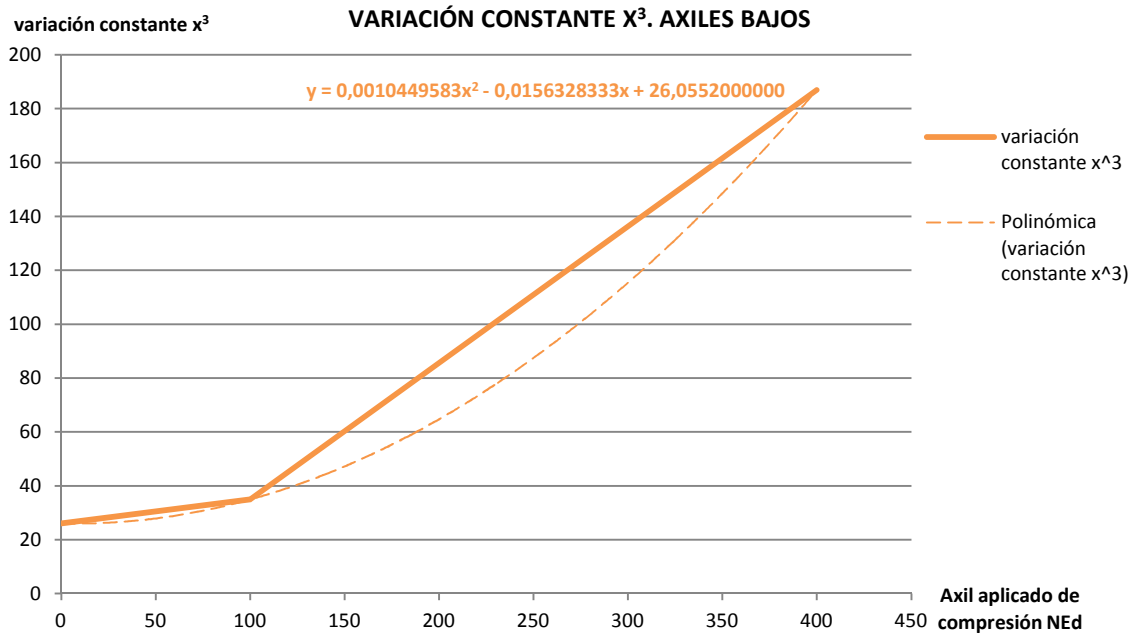


Figura 6.24- Variación de la constante de x³ en función de los axiles aplicados. Ecuación del gráfico. Axiles bajos de compresión (0kN < N_{Ed} ≤ 400kN).

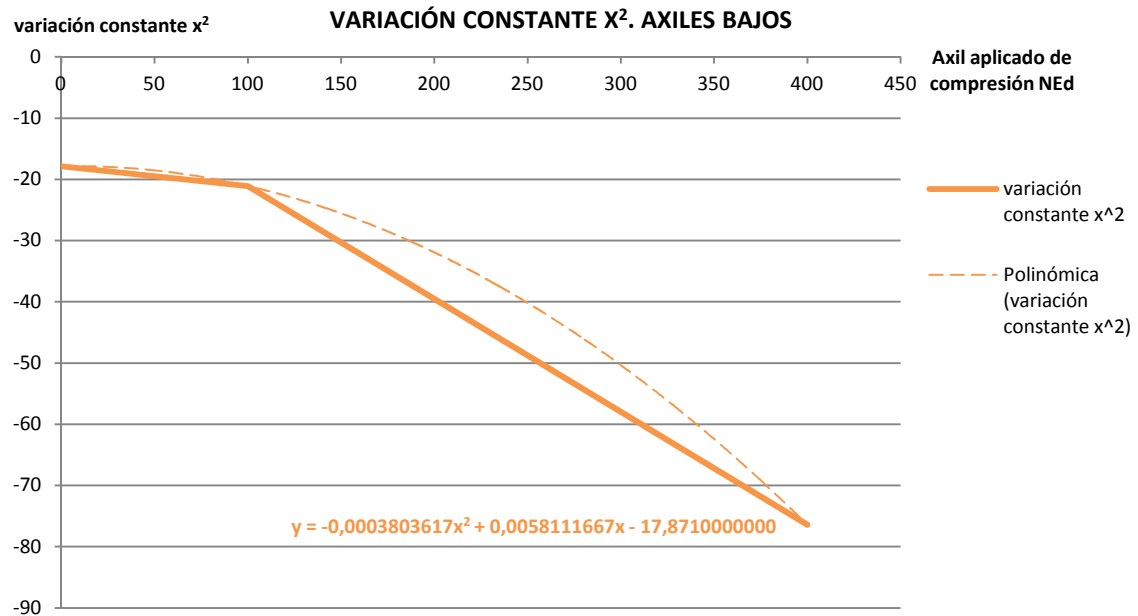


Figura 6.25- Variación de la constante de x² en función de los axiles aplicados. Ecuación del gráfico. Axiles bajos de compresión (0kN < N_{Ed} ≤ 400kN).

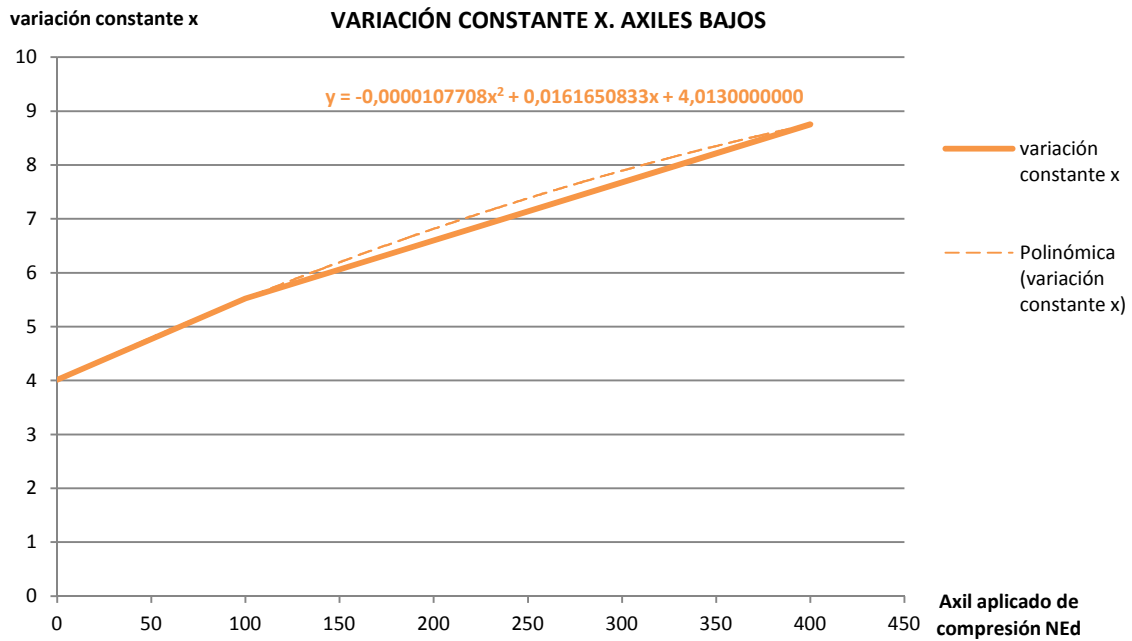


Figura 6.26- Variación de la constante de x en función de los axiles aplicados. Ecuación del gráfico. Axiles bajos de compresión ($0\text{kN} < N_{Ed} \leq 400\text{kN}$).

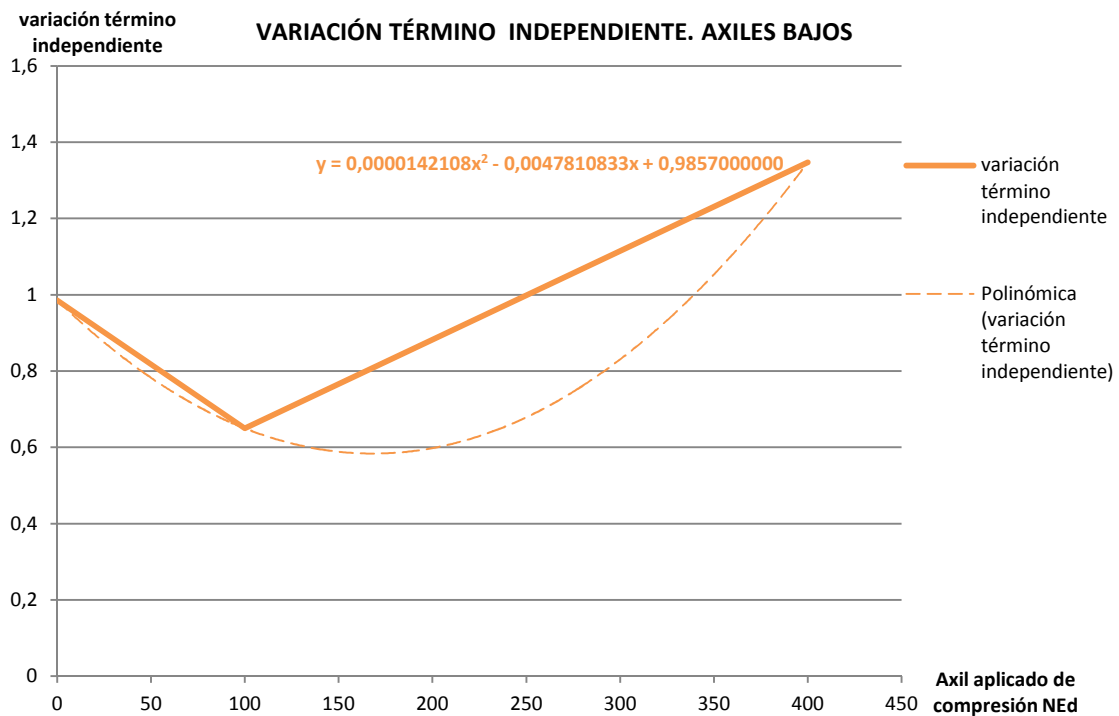


Figura 6.27- Variación del término independiente en función de los axiles aplicados. Ecuación del gráfico. Axiles bajos de compresión ($0\text{kN} < N_{Ed} \leq 400\text{kN}$).

La Tabla 6.2 indica resumidamente las expresiones de variación de las constantes polinómicas y términos independientes en función de los axiles aplicados.

x^5	$y = 0,0003239325 \cdot x^2 - 0,0033932500 \cdot x + 3,9956000000$
x^4	$y = -0,0009749633 \cdot x^2 + 0,0092473333 \cdot x - 16,0801000000$
x^3	$y = 0,0010449583 \cdot x^2 - 0,0156328333 \cdot x + 26,0552000000$
x^2	$y = -0,0003803617 \cdot x^2 + 0,0058111667 \cdot x - 17,8710000000$
x	$y = -0,0000107708 \cdot x^2 + 0,0161650833 \cdot x + 4,0130000000$
t.i.	$y = 0,0000142108 \cdot x^2 - 0,0047810833 \cdot x + 0,9857000000$

Tabla 6.2- Expresiones de variación de las constantes polinómicas y términos independientes en función de los axiles aplicados. Axiles bajos de compresión ($0\text{kN} < N_{Ed} \leq 400\text{kN}$).
 $x = N_{Ed}$; $y =$ variación de la constante o del término independiente.

Así pues, la expresión que se obtiene para una mayor aproximación del valor del ratio de rigidez μ a su valor real para axiles bajos de compresión (menores o iguales de 400kN) es la siguiente:

$$\text{Para } \frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} \leq 0,5:$$

$$\mu = 1 \quad [\text{Ec. 6.7}]$$

$$\text{Para } \frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} > 0,5:$$

$$\begin{aligned} \mu = & (0,0003239325 \cdot N_{Ed}^2 - 0,00339325 \cdot N_{Ed} + 3,9956) \cdot \left(\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}}\right)^5 + \\ & + (-0,0009749633 \cdot N_{Ed}^2 + 0,009247222 \cdot N_{Ed} - 16,0801) \cdot \left(\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}}\right)^4 + \\ & + (0,0010449582 \cdot N_{Ed}^2 - 0,0156328333 \cdot N_{Ed} + 26,0552) \cdot \left(\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}}\right)^3 + \\ & + (-0,0003803617 \cdot N_{Ed}^2 + 0,0058111667 \cdot N_{Ed} - 17,871) \cdot \left(\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}}\right)^2 + \\ & + (-0,0000107708 \cdot N_{Ed}^2 + 0,0161650833 \cdot N_{Ed} + 4,013) \cdot \left(\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}}\right) + \\ & + (0,0000142108 \cdot N_{Ed}^2 - 0,0047810833 \cdot N_{Ed} + 0,9857) \geq 1 \end{aligned}$$

[Ec. 6.8]

$$\text{Siendo } 0 > N_{Ed} \geq -400\text{kN}$$

Se recuerda que en las expresiones se deben introducir los axiles aplicados de compresión con signo negativo, y que en la tesis se ha trabajado con momentos positivos (según las agujas del reloj).

6.2.2.2- Obtención de una nueva formulación para el ratio de rigidez (μ) para axiles aplicados altos de compresión ($400\text{kN} < N_{Ed} \leq 1500\text{kN}$).

De forma idéntica a como se ha trabajado en el caso de axiles bajos, en este apartado se pretende buscar una expresión matemática que permita aproximar con mayor precisión el valor del ratio de rigidez μ en caso de axiles aplicados altos de compresión ($400\text{kN} < N_{Ed} \leq 1500\text{kN}$).

De la Figura 6.20 se aíslan las ramas correspondientes a los axiles aplicados de -800kN, -1000kN, -1125kN, -1250kN, -1350kN y -1500kN (ver Figura 6.28). De estos gráficos se extraen las ecuaciones aproximadas que tabulan el comportamiento $\mu_{(REAL)} = M_{j,Ed}/M_{j,Rd}$ de los casos -800kN, -1000kN y -1500kN para, posteriormente, poder generalizar la expresión final en función del axil aplicado.

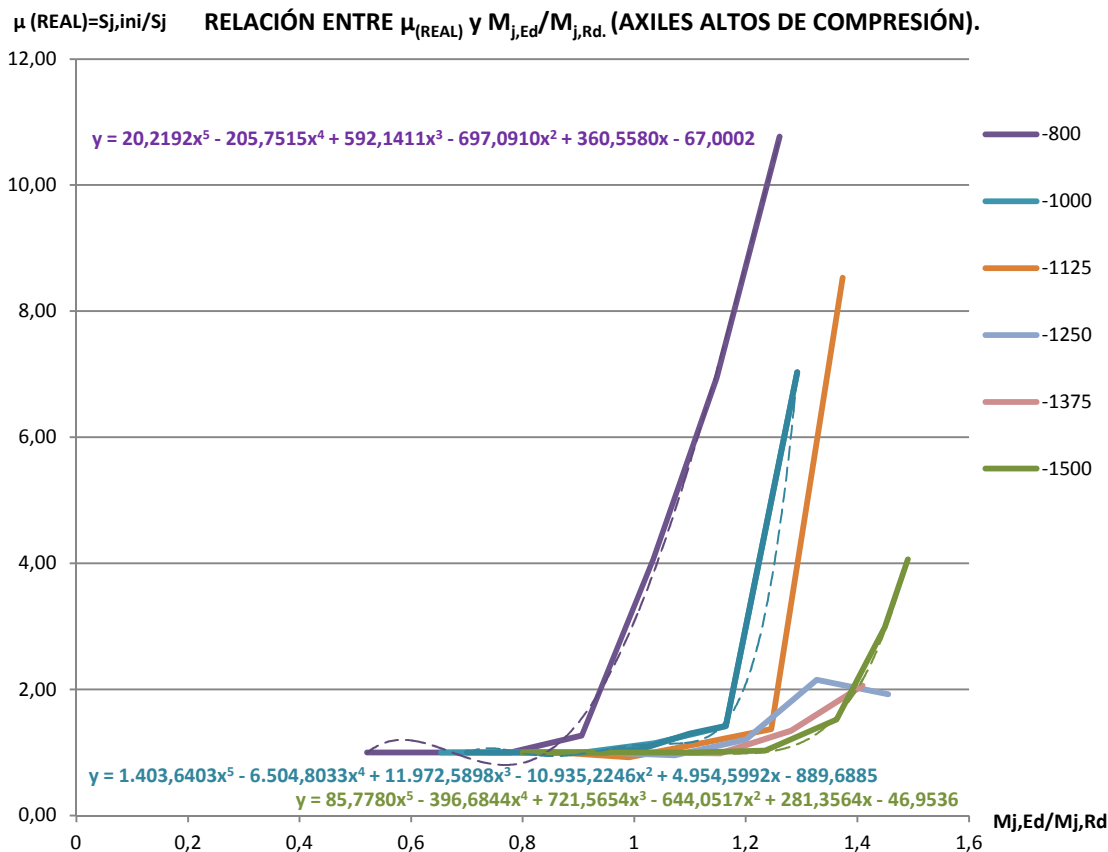


Figura 6.28- Relación entre $\mu_{(REAL)}$ y $M_{j,Ed}/M_{j,Rd}$ para axiles altos de compresión ($400kN < N_{Ed} \leq 1500kN$). Ecuaciones de los gráficos $N_{Ed}=-800kN$, $N_{Ed}=-1000kN$ y $N_{Ed}=-1500kN$.

En la Tabla 6.3 se indican, de las ecuaciones de los gráficos precedentes, los valores de los coeficientes de x^5 , x^4 , x^3 , x^2 , x y del término independiente para cada una de las tres familias de axil estudiadas.

	-800 kN	-1000kN	-1500kN
Coeficiente de x^5	20,2192	1403,6403	85,7780
Coeficiente de x^4	-205,7515	-6504,8033	-396,6844
Coeficiente de x^3	592,1411	11972,5898	721,5654
Coeficiente de x^2	-697,0910	-10935,2246	-644,0517
Coeficiente de x	360,5580	4954,5992	281,3564
Término independiente	-67,0002	-889,6885	-46,9536

Tabla 6.3- Valores de los coeficientes de x^5 , x^4 , x^3 , x^2 , x y del término independiente de las ecuaciones de los axiles altos de compresión ($400kN < N_{Ed} \leq 1500kN$).

$$X = M_{j,Ed}/M_{j,Rd}; Y = \mu_{(REAL)}$$

Usando los valores de coeficientes y términos independientes mostrados en la Tabla 6.3, a continuación se buscan las ecuaciones que expresen su variación en función del axil aplicado (ver Figuras de la 6.29 a la 6.34 y Tabla 6.4). De esta manera, al final de este proceso podrá obtenerse una ecuación de μ para axiles de compresión altos, entre los 400kN y los 1500kN, en función de los esfuerzos aplicados: N_{Ed} y $M_{j,Ed}/M_{j,Rd}$.

Con este objetivo, a continuación se adjuntan los gráficos, con la ecuación que tabula su comportamiento, de la variación de cada constante polinómica y del término independiente en función del axil aplicado.

El número de decimales adoptado puede alterar considerablemente la precisión del método, motivo por el cual se toma un número importante de ellos.

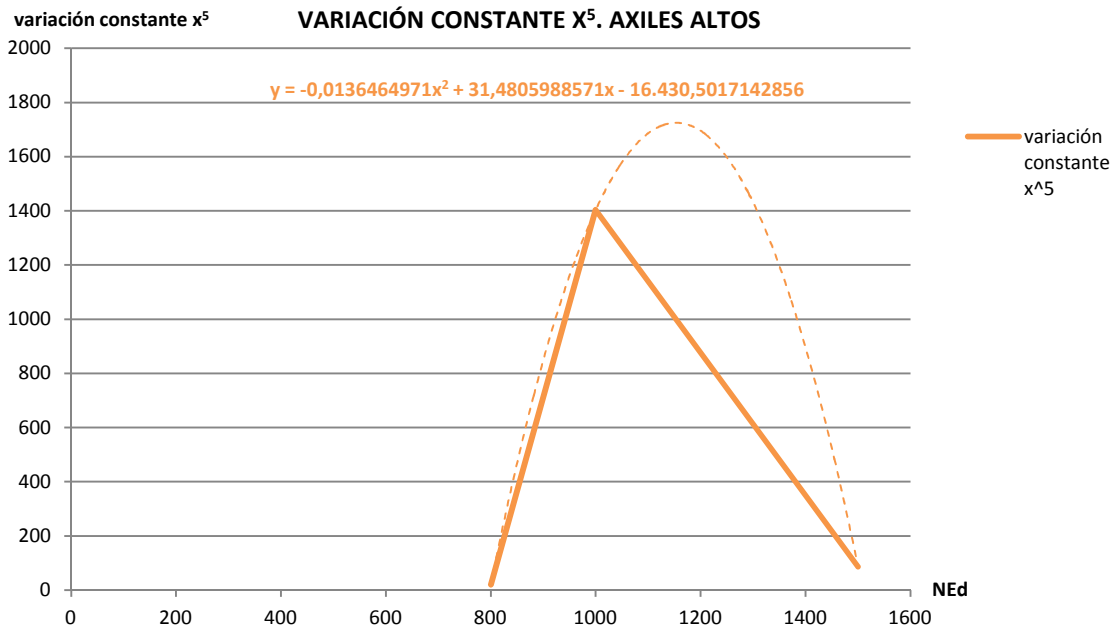


Figura 6.29- Variación de la constante de x^5 en función de los axiles aplicados. Ecuación del gráfico. Axiles altos de compresión ($400\text{kN} < N_{Ed} \leq 15000\text{kN}$).

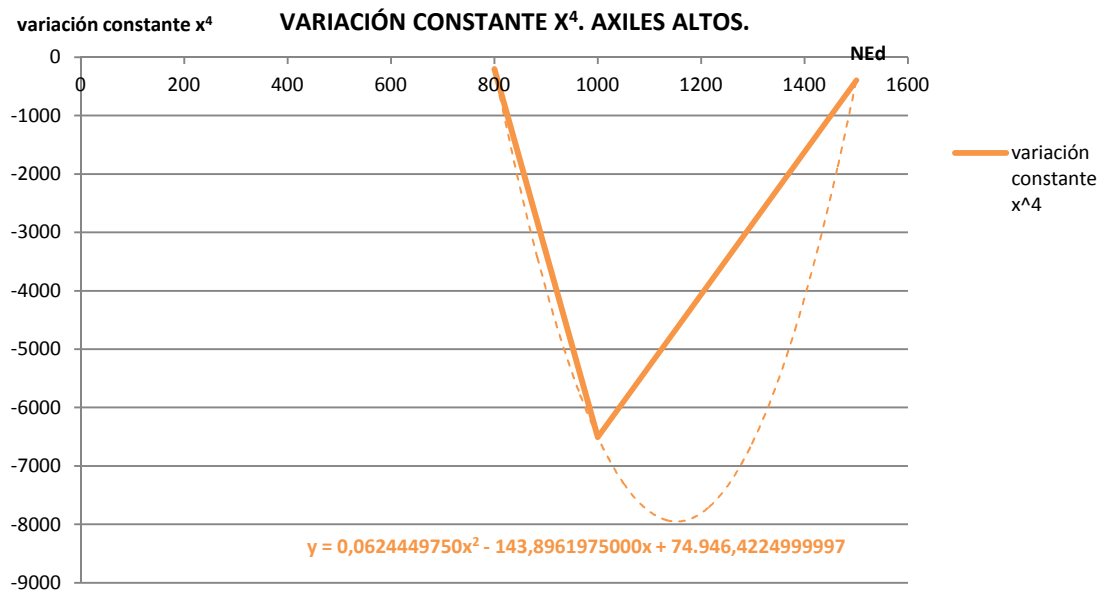


Figura 6.30- Variación de la constante de x^4 en función de los axiles aplicados. Ecuación del gráfico. Axiles altos de compresión ($400\text{kN} < N_{Ed} \leq 15000\text{kN}$).

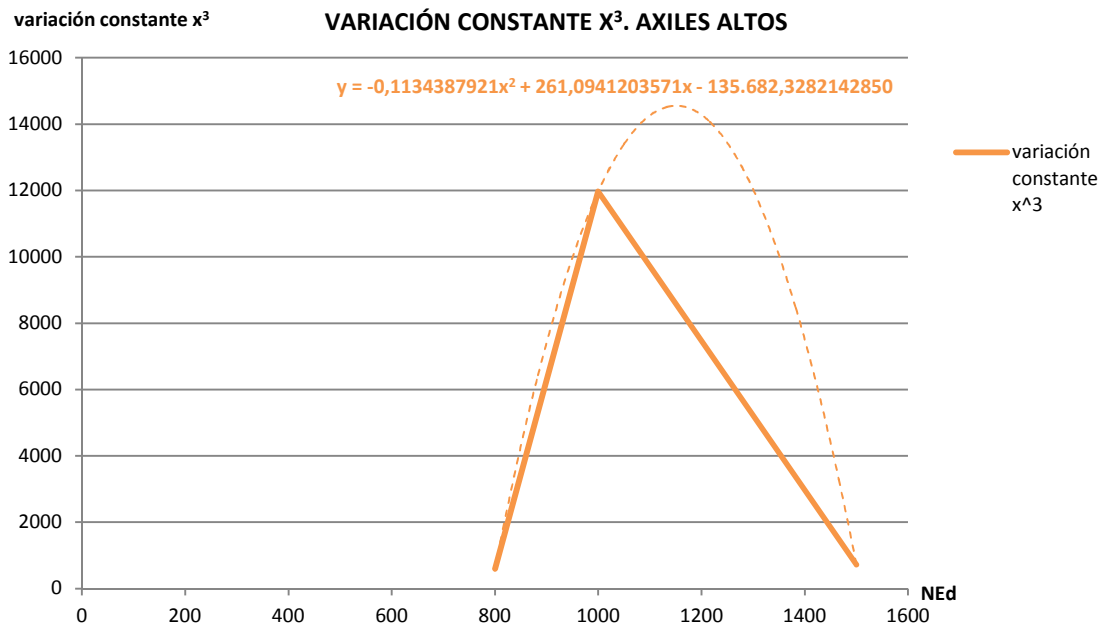


Figura 6.31- Variación de la constante de x^3 en función de los axiles aplicados. Ecuación del gráfico. Axiles altos de compresión ($400\text{kN} < N_{Ed} \leq 15000\text{kN}$).

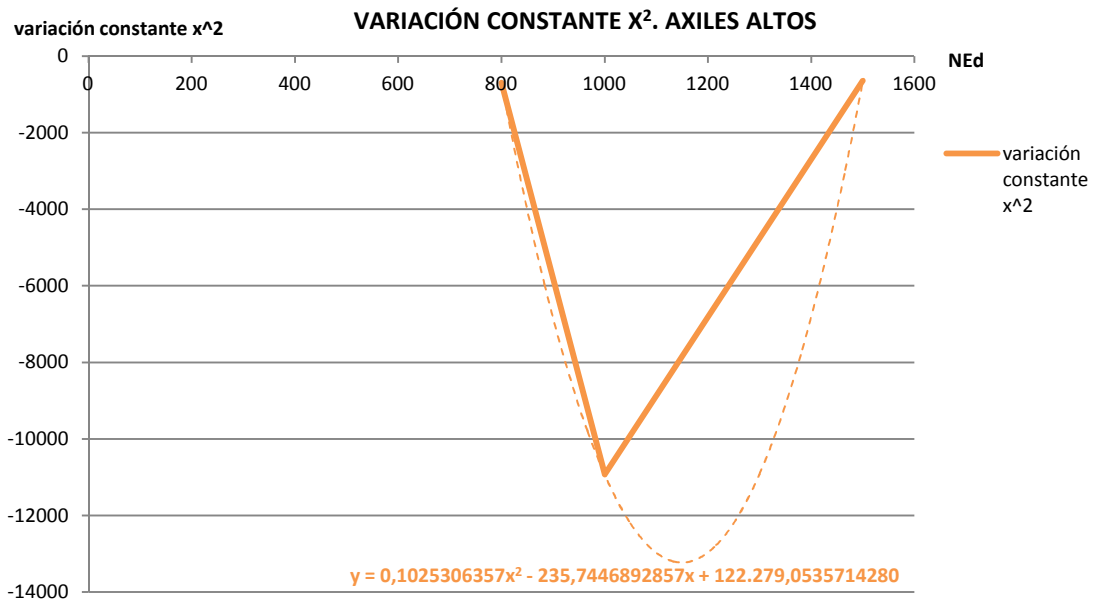


Figura 6.32- Variación de la constante de x^2 en función de los axiles aplicados. Ecuación del gráfico. Axiles altos de compresión ($400\text{kN} < N_{Ed} \leq 15000\text{kN}$).

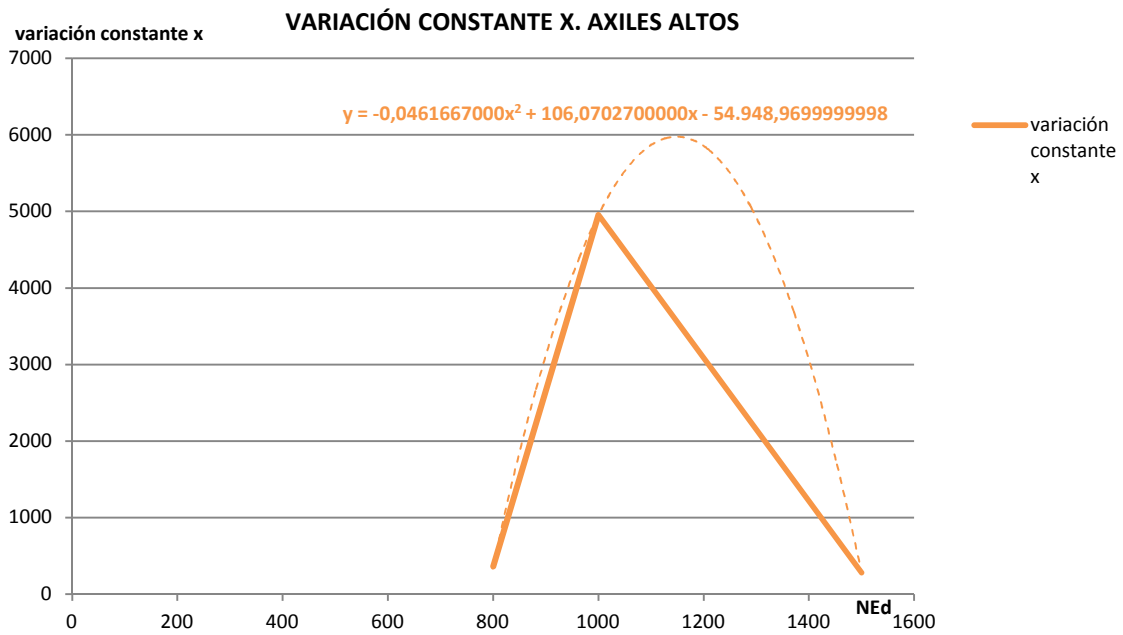


Figura 6.33- Variación de la constante de x en función de los axiles aplicados. Ecuación del gráfico. Axiles altos de compresión ($400\text{kN} < N_{Ed} \leq 15000\text{kN}$).

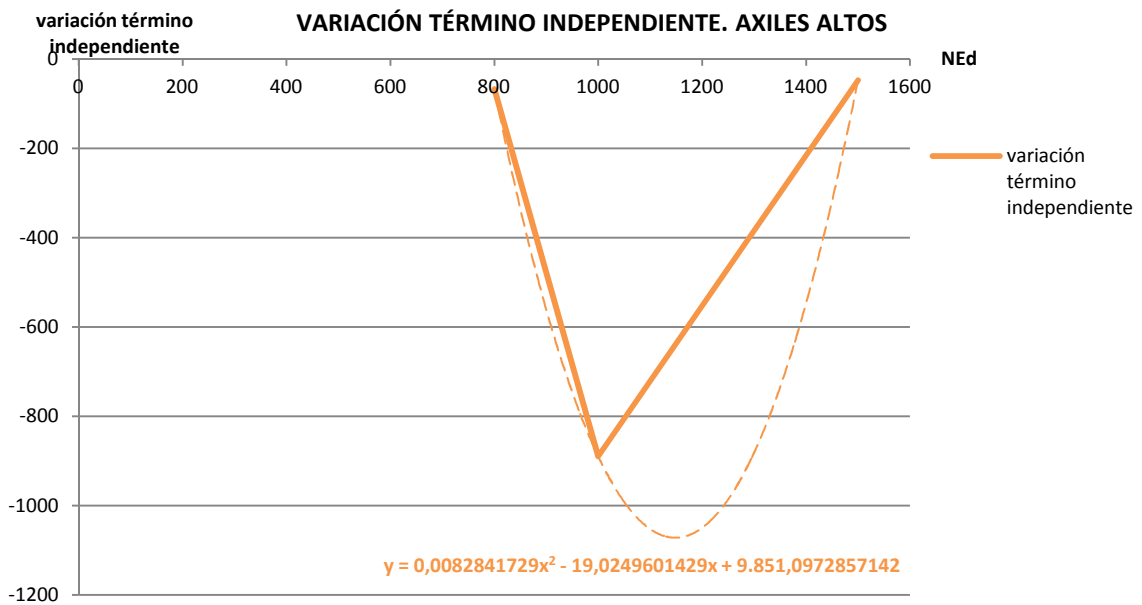


Figura 6.34- Variación del término independiente en función de los axiles aplicados. Ecuación del gráfico. Axiles altos de compresión ($400\text{kN} < N_{Ed} \leq 15000\text{kN}$).

La Tabla 6.4 indica resumidamente las expresiones de variación de las constantes polinómicas y términos independientes en función de los axiles aplicados.

x^5	$y = -0,0136464971 \cdot x^2 + 31,4805988571 \cdot x - 16430,5017142856$
x^4	$y = 0,0624449750 \cdot x^2 - 143,8961975000 \cdot x + 74946,4224999997$
x^3	$y = -0,1134387921 \cdot x^2 + 261,0941203571 \cdot x - 135682,3282142850$
x^2	$y = 0,10253063557 \cdot x^2 - 235,7446892857 \cdot x + 122279,0535714280$
x	$y = -0,0461667000 \cdot x^2 + 106,0702700000 \cdot x - 54948,9699999998$
t.i.	$y = 0,0082841729 \cdot x^2 - 19,0249601429 \cdot x + 9851,0972857142$

Tabla 6.4- Expresiones de variación de las constantes polinómicas y términos independientes en función de los axiles aplicados. Axiles altos de compresión ($400\text{kN} < N_{Ed} \leq 15000\text{kN}$).
 $x = N_{Ed}$; $y =$ variación de la constante o del término independiente.

Así pues, la expresión que se obtiene para una mayor aproximación del valor del ratio de rigidez μ a su valor real para axiles altos de compresión (entre 400kN y 1500kN) es la siguiente:

$$\text{Para } \frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} \leq 0,8:$$

$$\mu = 1 \quad [\text{Ec. 6.9}]$$

$$\text{Para } \frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} > 0,8:$$

$$\begin{aligned} \mu = & (-0,0136464971 \cdot N_{Ed}^2 + 31,4805988571 \cdot N_{Ed} + 16430,5017142856) \cdot \left(\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}}\right)^5 + \\ & + (0,0624449750 \cdot N_{Ed}^2 - 143,8961975 \cdot N_{Ed} + 74946,4224999997) \cdot \left(\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}}\right)^4 + \\ & + (-0,1134387921 \cdot N_{Ed}^2 + 261,0941203571 \cdot N_{Ed} - 135682,328214285) \cdot \left(\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}}\right)^3 + \\ & + (0,10253063557 \cdot N_{Ed}^2 - 235,7446892857 \cdot N_{Ed} + 122279,053571428) \cdot \left(\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}}\right)^2 + \\ & + (-0,0461667 \cdot N_{Ed}^2 + 106,07027 \cdot N_{Ed} - 54948,9699999998) \cdot \left(\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}}\right) + \\ & + (0,0082841729 \cdot N_{Ed}^2 - 19,0249601429 \cdot N_{Ed} + 9851,0972857142) \geq 1 \end{aligned}$$

[Ec. 6.10]

Siendo $-400 > N_{Ed} \geq -1500\text{kN}$

Se recuerda que en las expresiones se deben introducir los axiles aplicados de compresión con signo negativo, y que en la tesis se ha trabajado con momentos positivos (según las agujas del reloj).

6.2.2.3- Método predictivo del comportamiento M-Ø de la basa del pilar usando la nueva formulación del ratio de rigidez μ . Comparación con el comportamiento real de la unión y con la predicción del Eurocódigo. Conclusiones.

Dadas las nuevas expresiones que se proponen en las Ecuaciones 6.7, 6.8, 6.9 y 6.10 de esta tesis para aproximar con mayor precisión el ratio de rigidez μ a su valor real, a continuación se exponen los gráficos M-Ø del comportamiento de la basa del pilar teniendo en cuenta esta nueva formulación propuesta. Para desarrollar el cálculo predictivo de la rigidez S_j de la unión se han utilizado las hojas de cálculo elaboradas con toda la formulación extraída del método de los componentes del Eurocódigo (ver Documentos Anexos 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4), cambiando la formulación del coeficiente de rigidez μ dada por la normativa europea por la nueva propuesta (ver las nuevas hojas de cálculo en los Documentos Anexos 6.3 y 6.4).

En las Figuras 6.35 a la 6.43 se puede observar el comportamiento M-Ø real de la unión (en color rojo), el predicho por el Eurocódigo (color azul), y el que se obtiene de utilizar el método de los componentes del Eurocódigo cambiando las expresiones del ratio de rigidez μ por las nuevas propuestas efectuadas en esta tesis en las Ecuaciones 6.7, 6.8, 6.9 y 6.10 (color negro).

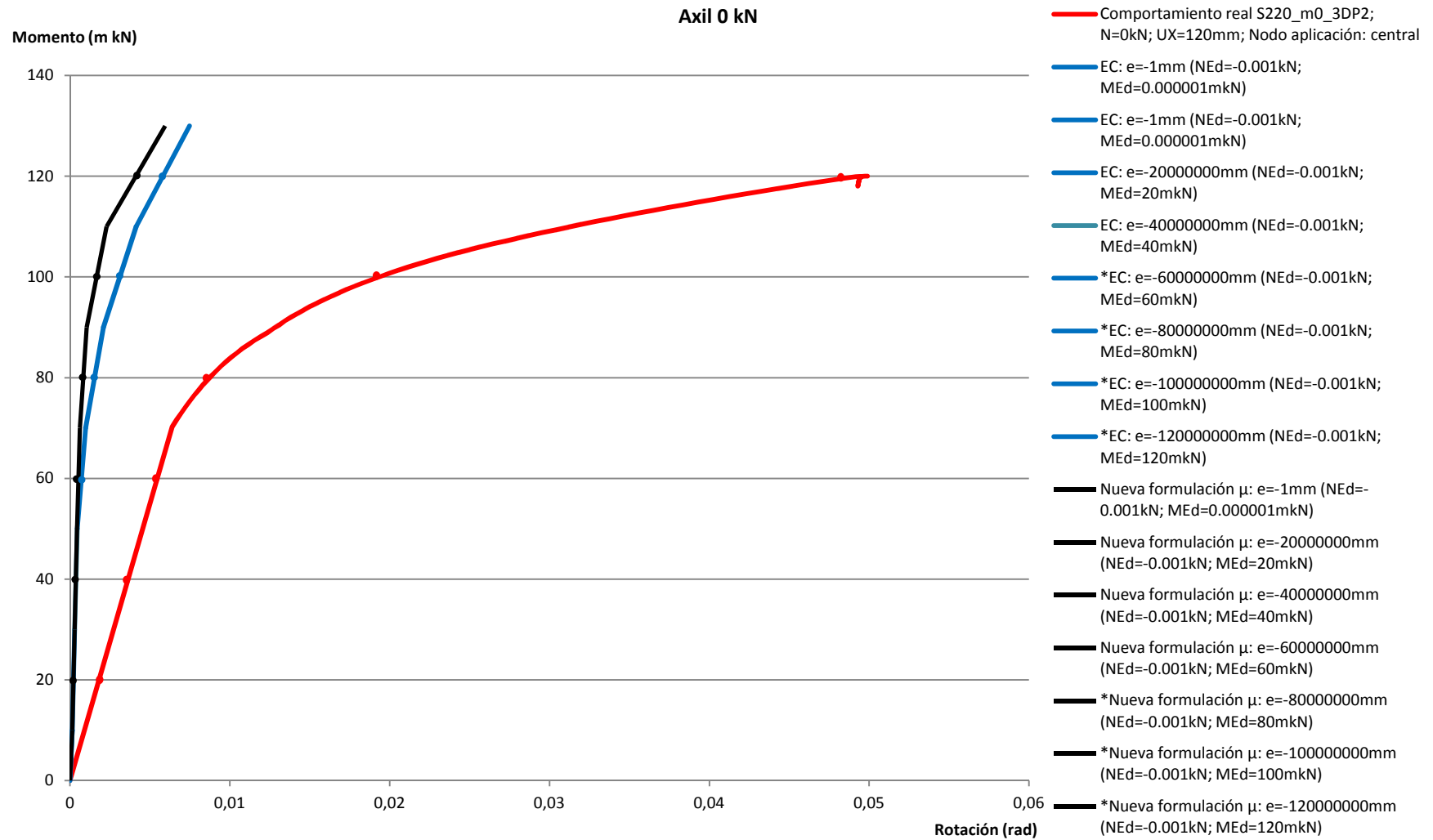


Figura 6.35-Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul), el que se obtiene con la misma formulación del Eurocódigo cambiando las expresiones del ratio de rigidez μ (negro) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=0kN.

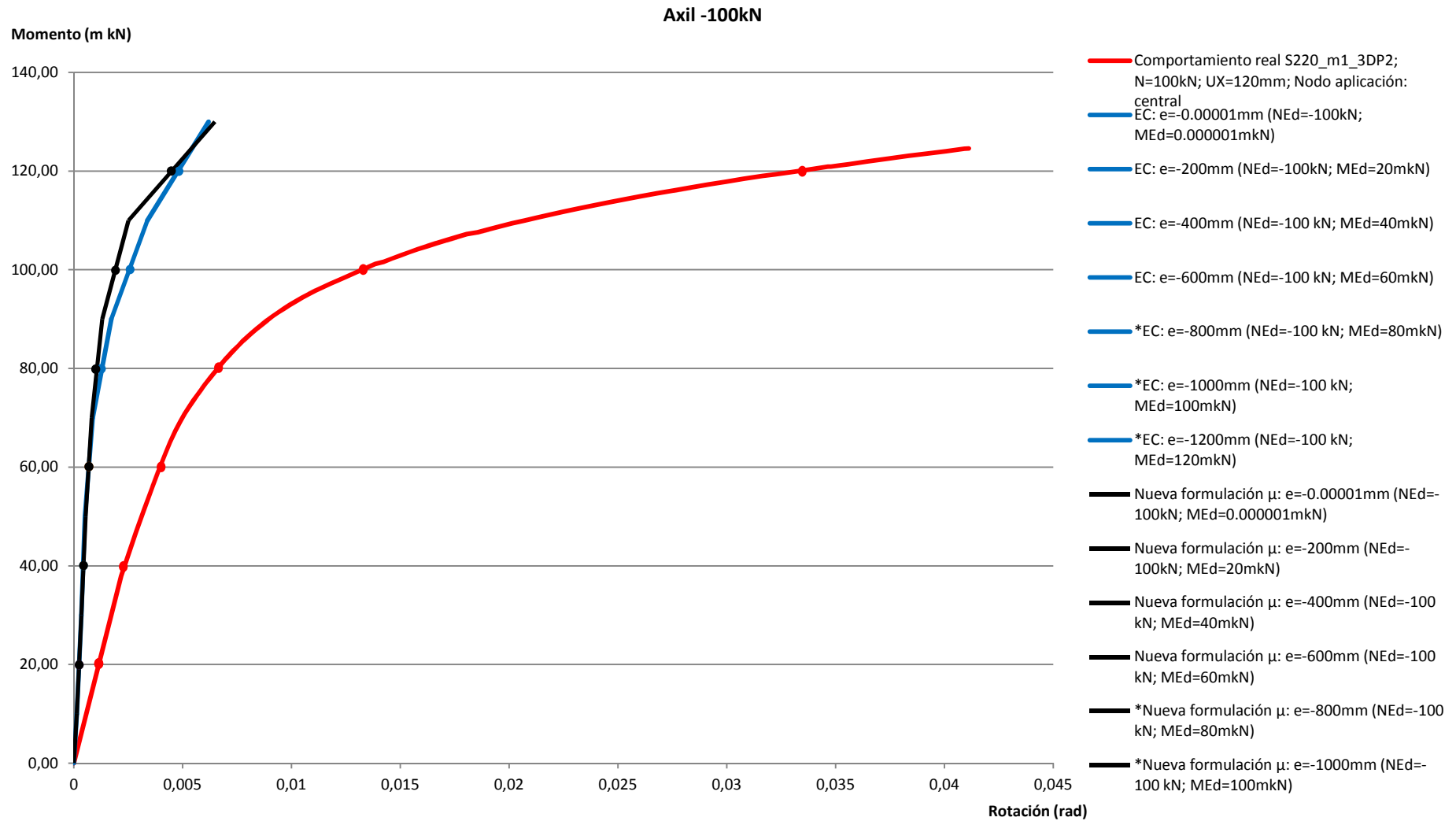


Figura 6.36-Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul), el que se obtiene con la misma formulación del Eurocódigo cambiando las expresiones del ratio de rigidez μ (negro) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-100kN.

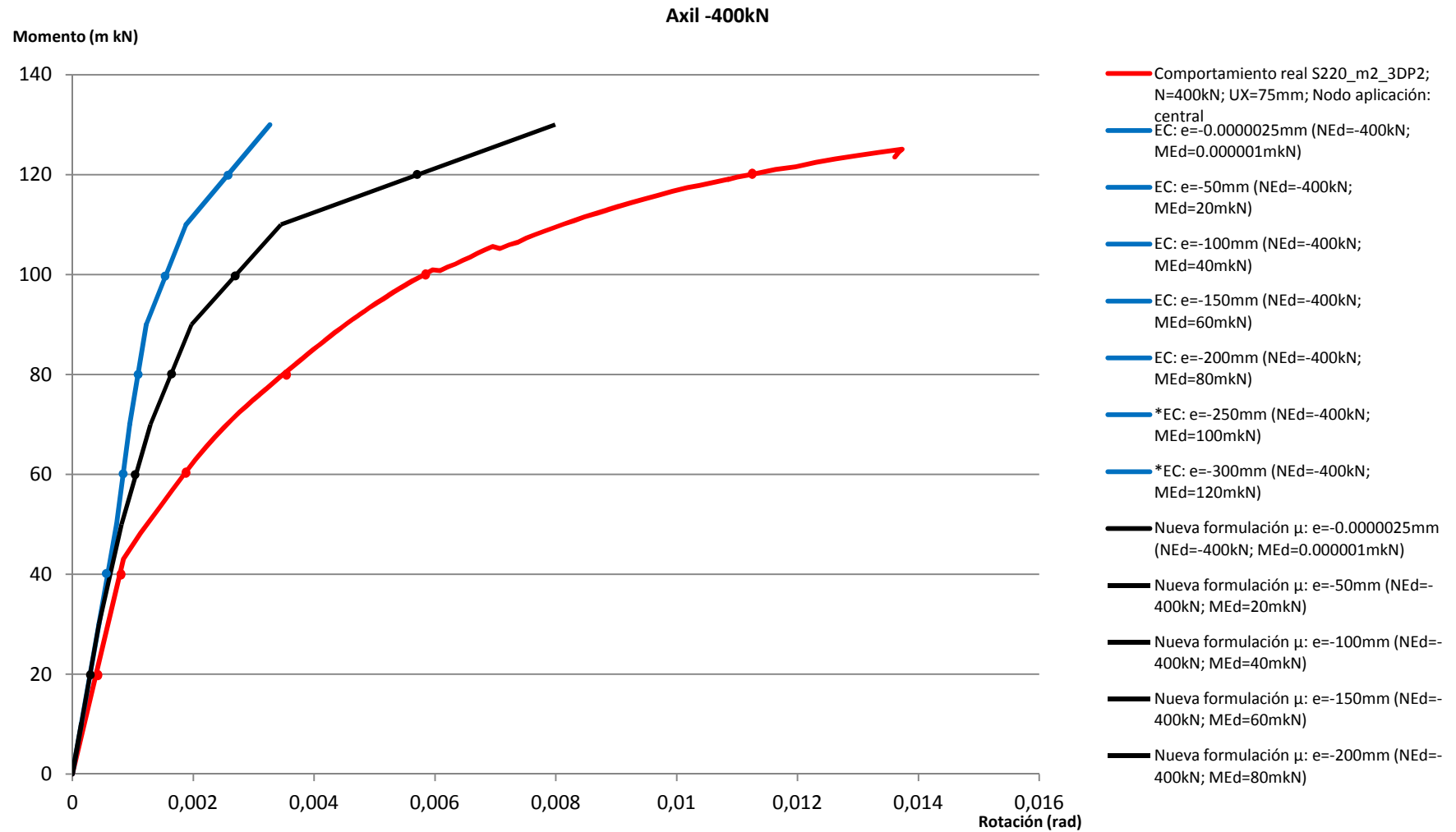


Figura 6.37-Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul), el que se obtiene con la misma formulación del Eurocódigo cambiando las expresiones del ratio de rigidez μ (negro) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-400kN.

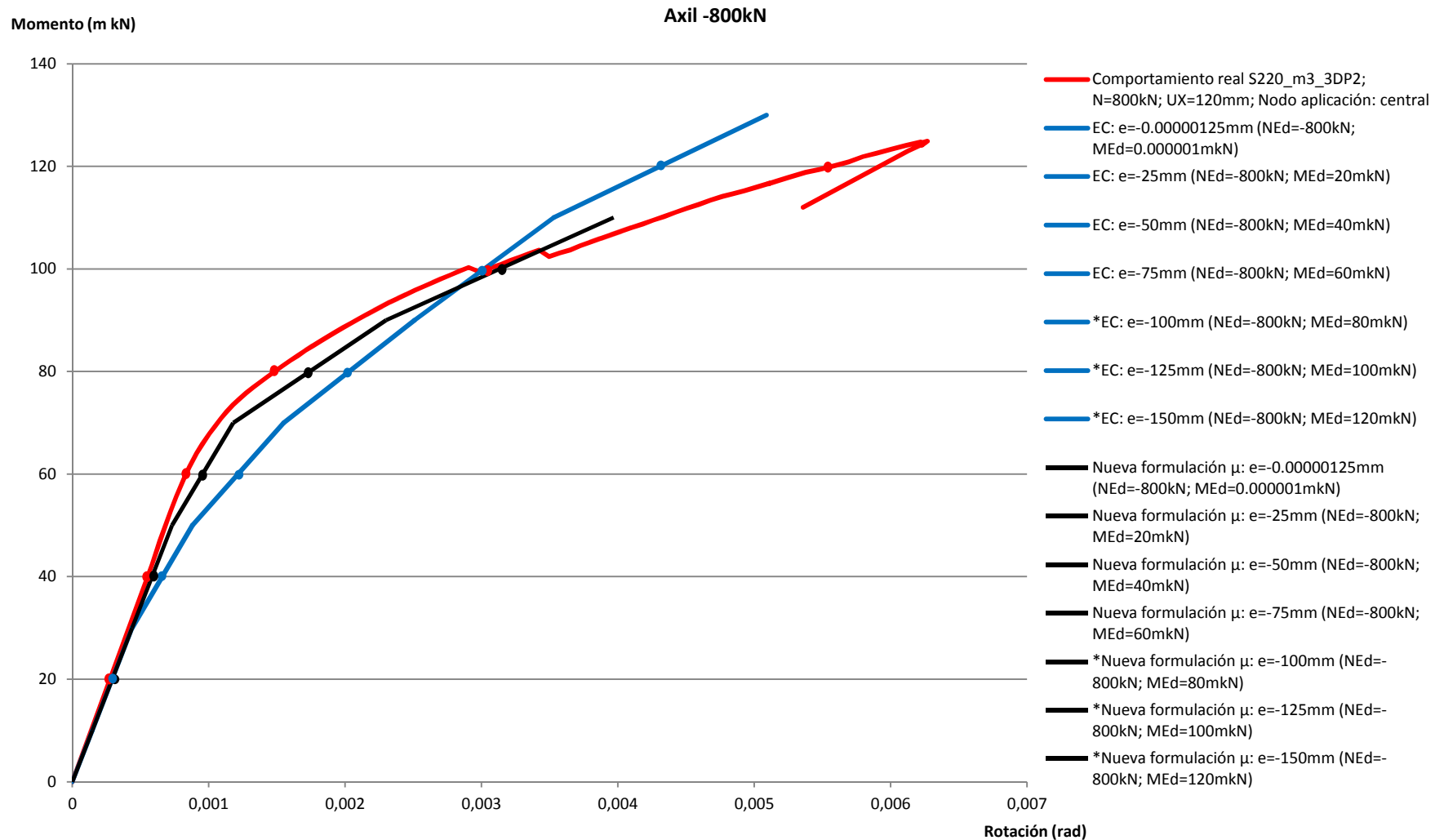


Figura 6.38-Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul), el que se obtiene con la misma formulación del Eurocódigo cambiando las expresiones del ratio de rigidez μ (negro) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-800kN.

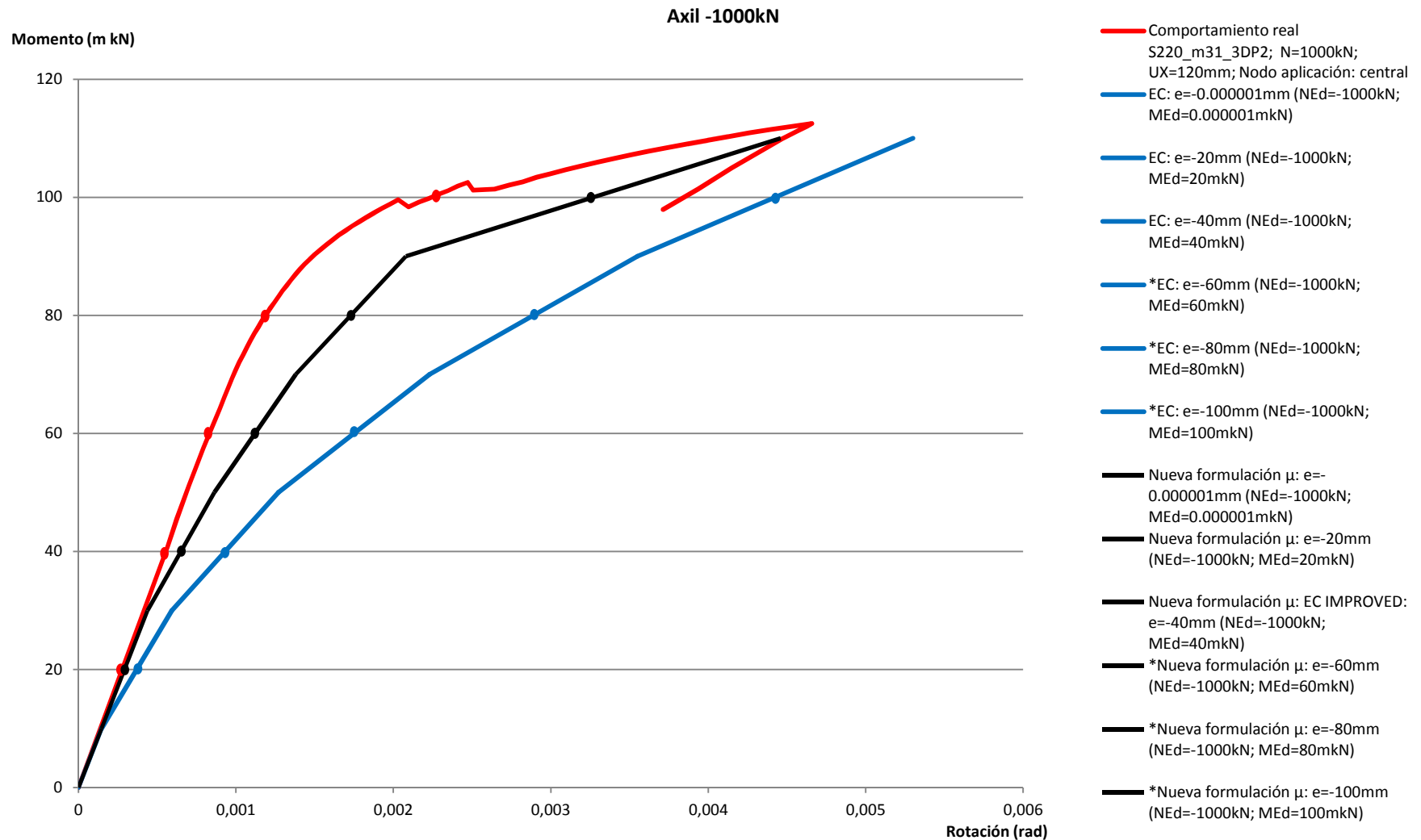


Figura 6.39-Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul), el que se obtiene con la misma formulación del Eurocódigo cambiando las expresiones del ratio de rigidez μ (negro) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-1000kN.

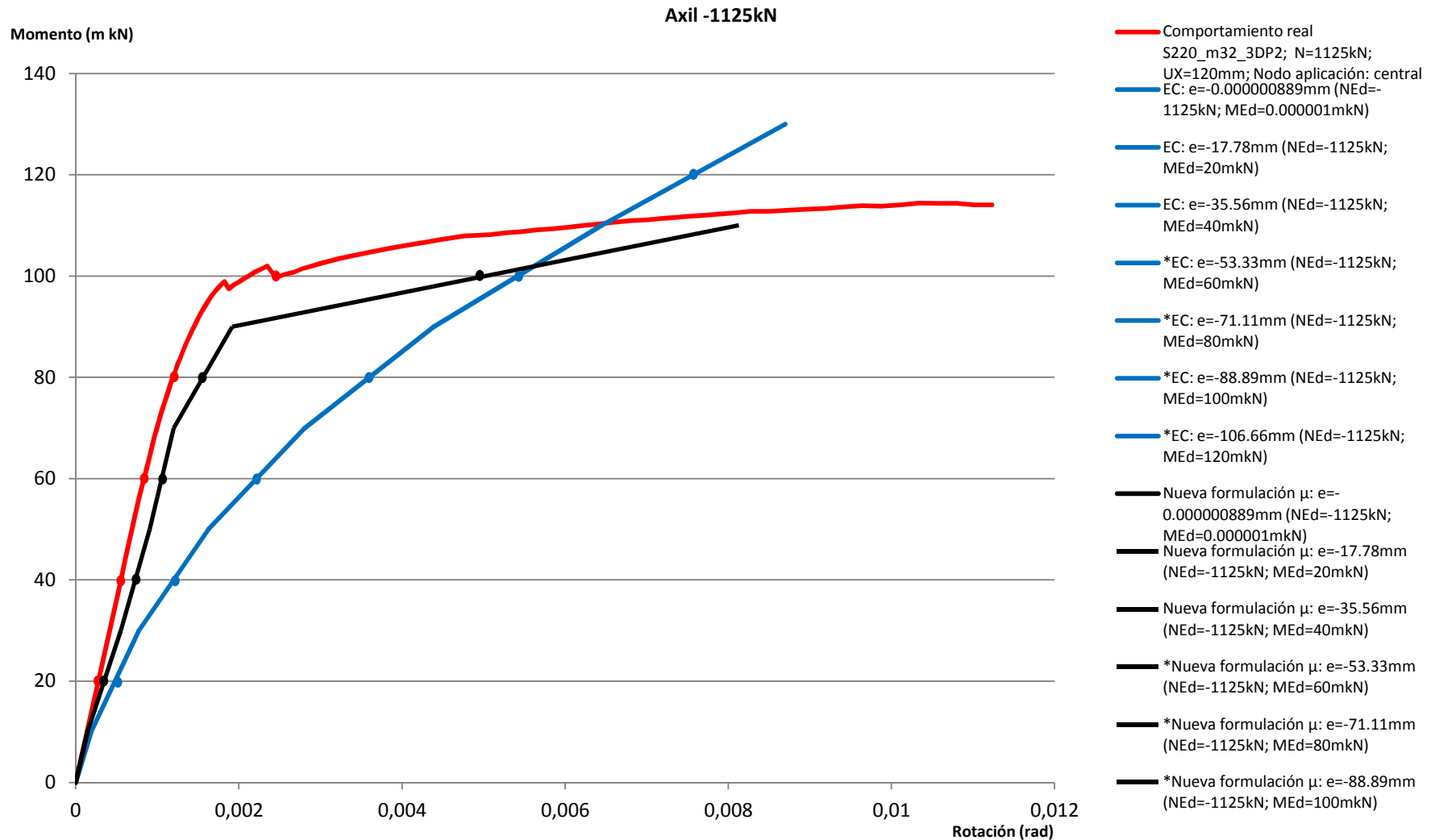


Figura 6.40-Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul), el que se obtiene con la misma formulación del Eurocódigo cambiando las expresiones del ratio de rigidez μ (negro) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-1125kN.

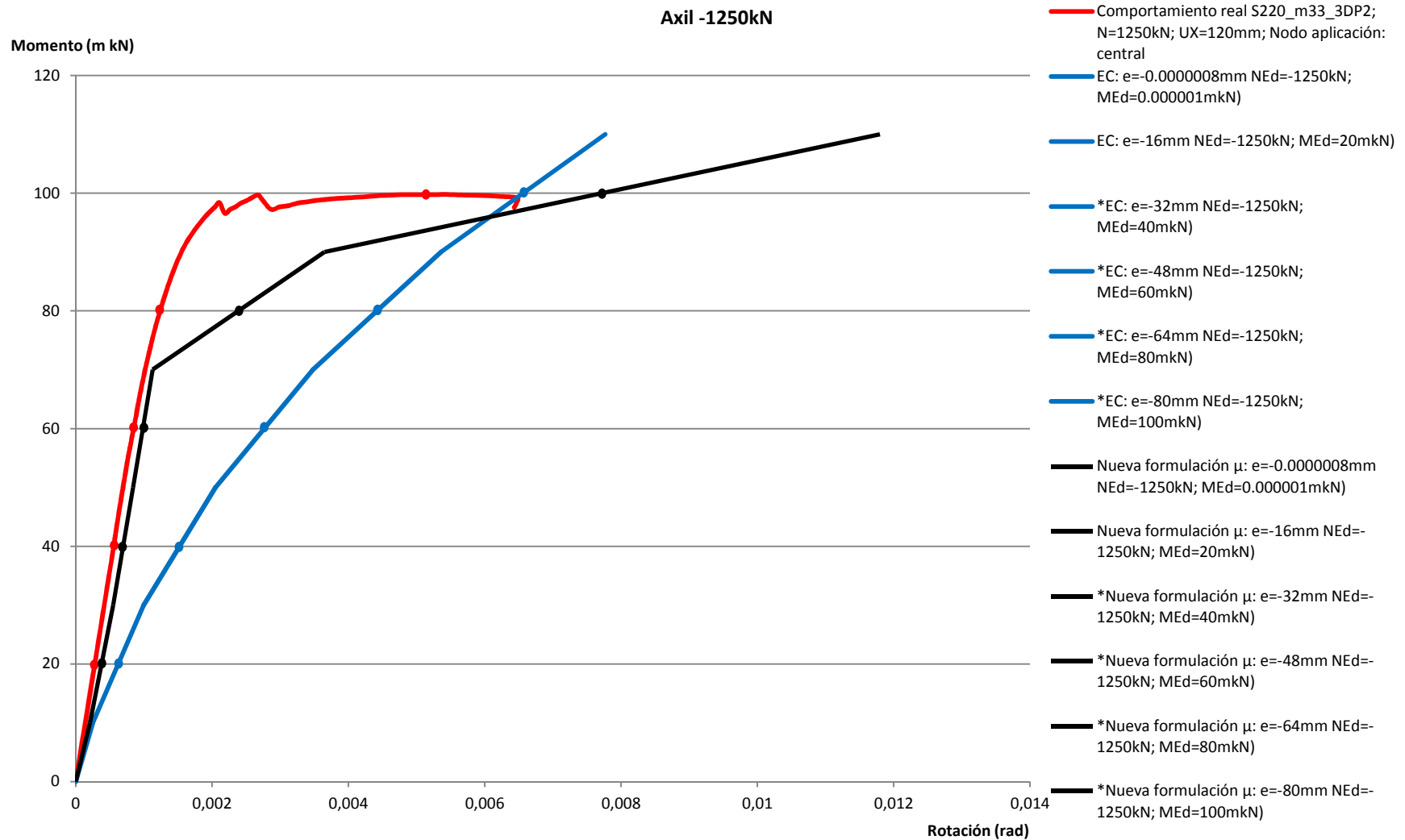


Figura 6.41-Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul), el que se obtiene con la misma formulación del Eurocódigo cambiando las expresiones del ratio de rigidez μ (negro) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-1125kN.

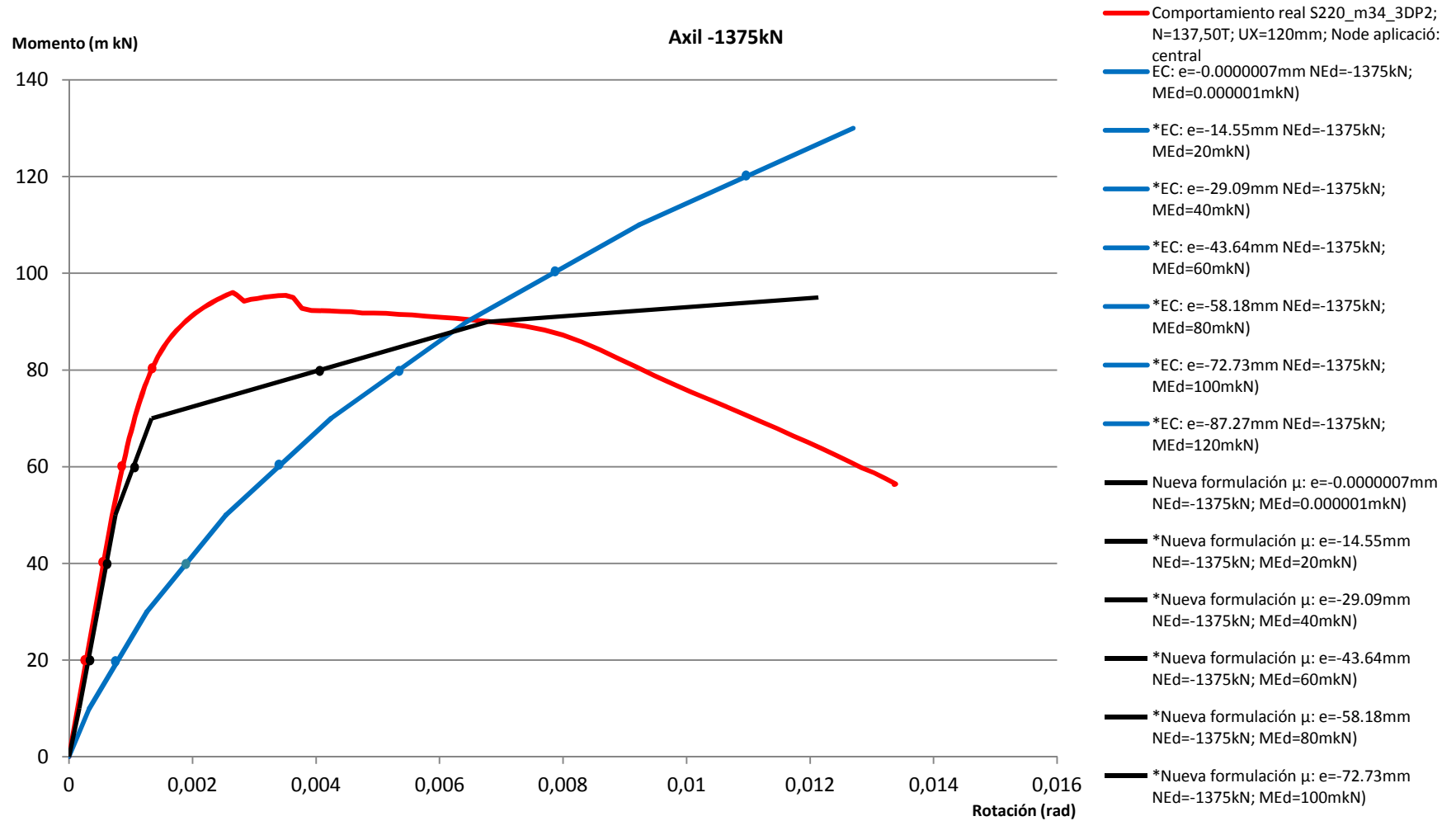


Figura 6.42-Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul), el que se obtiene con la misma formulación del Eurocódigo cambiando las expresiones del ratio de rigidez μ (negro) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-1375kN.

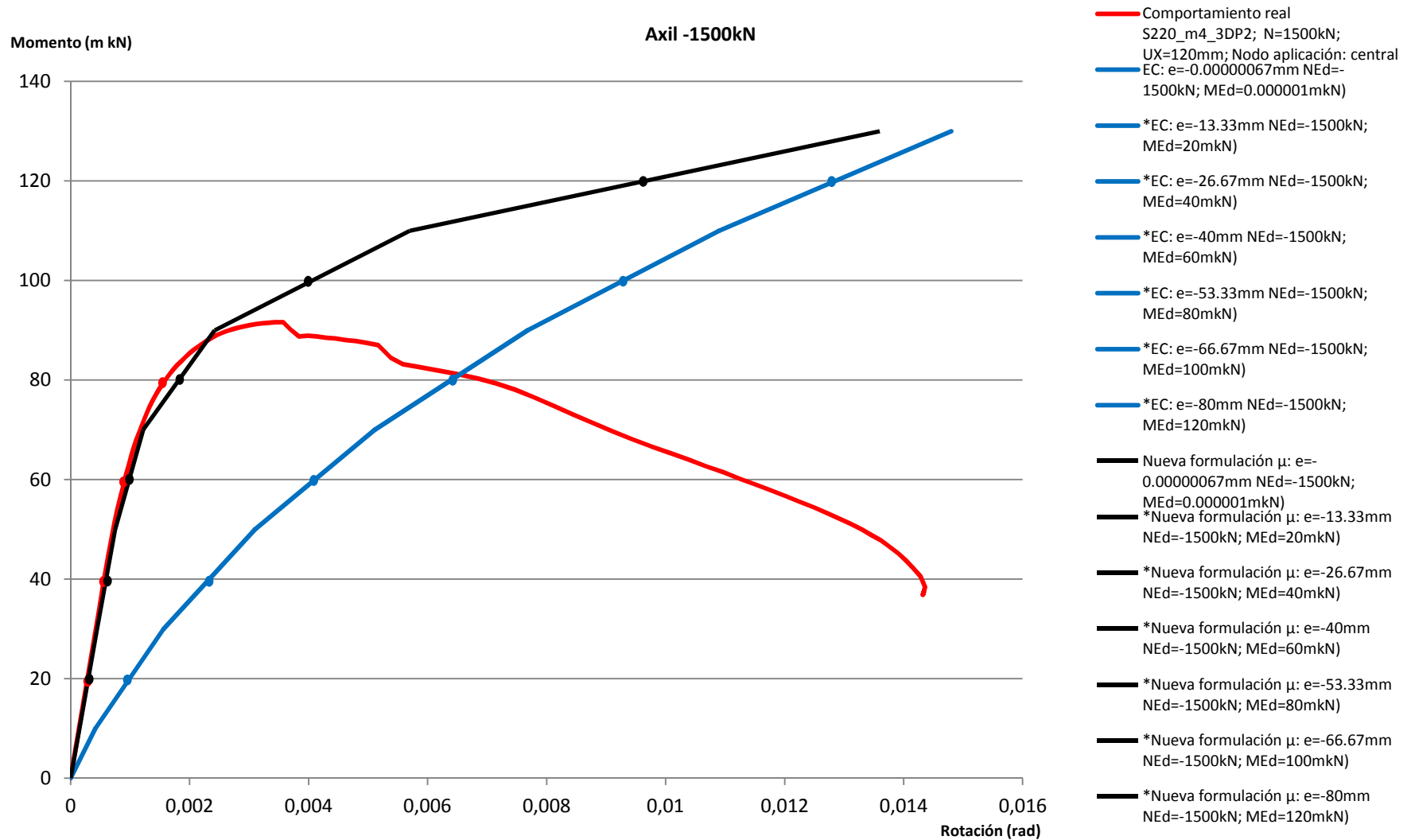


Figura 6.43-Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul), el que se obtiene con la misma formulación del Eurocódigo cambiando las expresiones del ratio de rigidez μ (negro) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-1500kN.

En los gráficos precedentes puede observarse cómo los de color negro, correspondientes a la predicción del comportamiento de la basa del pilar utilizando la nueva formulación propuesta para el ratio de rigidez μ , tienen en la mayoría de casos de axiles aplicados estudiados una mayor precisión que los extraídos directamente de la formulación del Eurocódigo (color azul) en el intento de predecir el comportamiento M-Ø de la basa del pilar estudiado. Los gráficos rojos corresponden al comportamiento real de la unión y, en consecuencia, el trazado que las predicciones pretenden llegar a reproducir.

Afinando un poco más la observación de los gráficos de las Figuras 6.35 a 6.43 se constata cómo la mejora en la predicción del comportamiento de la basa del pilar que obtienen los gráficos que usan la nueva formulación del ratio de rigidez μ , respecto a los que se utilizan la formulación de μ del Eurocódigo, se da en los casos con axiles de compresión aplicados superiores a 100kN.

Para una mejor lectura de la diferencia de aproximación al comportamiento real que supone utilizar la formulación para el ratio de rigidez propuesta en los Apartados 6.2.2.1 y 6.2.2.2 con respecto a la propuesta en el Eurocódigo, en las Figuras 6.44 a la 6.52 se muestran las variaciones unitarias de la rigidez (γ) de los dos casos de cada una de las familias de axil aplicados. La definición de la variación unitaria de rigidez (γ) puede encontrarse en la Ecuación 6.2 y tabula el error de la predicción con respecto al comportamiento real de la unión. En el Documento Anexo 6.6 puede consultarse, para una mayor información, la tabla con todos los valores: $S_{j(RREAL)}$, $S_{j(EC)}$, $S_{j(NUEVA\mu)}$, $Y_{(EC)}$, $Y_{(NUEVA\mu)}$ de cada una de las combinaciones axil-momento aplicadas del caso de estudio.

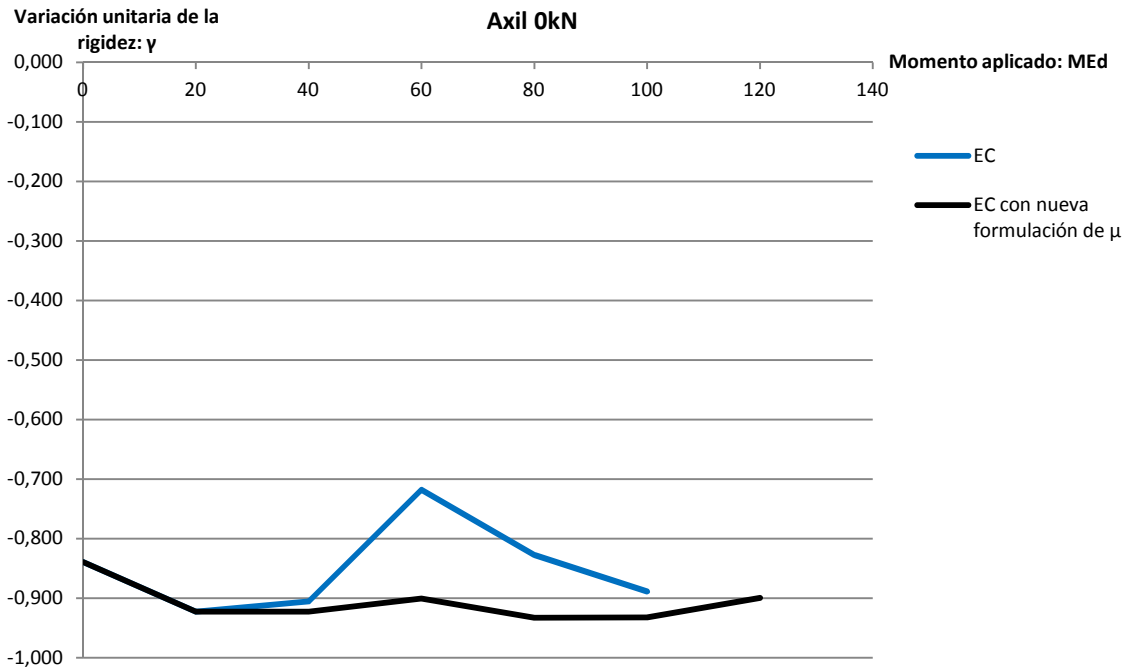


Figura 6.44- Gráfico γ (variación unitaria del comportamiento de la unión según la predicción del método de los componentes del Eurocódigo respecto a su comportamiento real (color azul) y según la predicción obtenida usando la nueva formulación del ratio de rigidez (μ) respecto al comportamiento real de la unión (color negro)) – M_{Ed} (momento actuante). Axil actuante: 0kN.

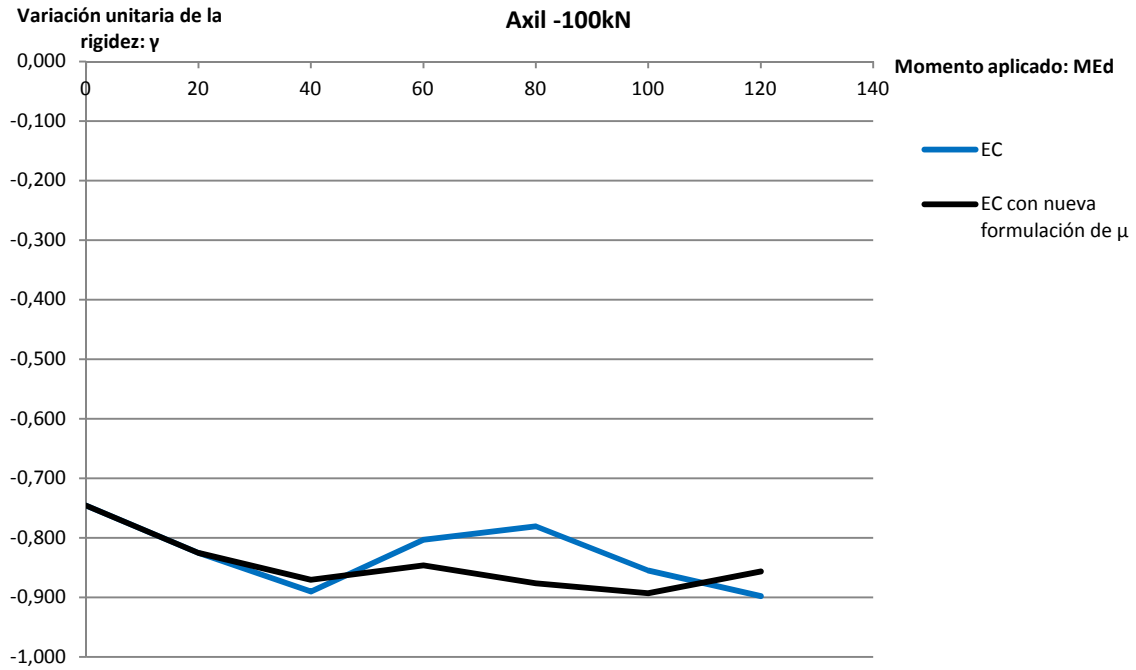


Figura 6.45- Gráfico γ (variación unitaria del comportamiento de la unión según la predicción del método de los componentes del Eurocódigo respecto a su comportamiento real (color azul) y según la predicción obtenida usando la nueva formulación del ratio de rigidez (μ) respecto al comportamiento real de la unión (color negro)) – M_{Ed} (momento actuante). Axil actuante: -100kN.

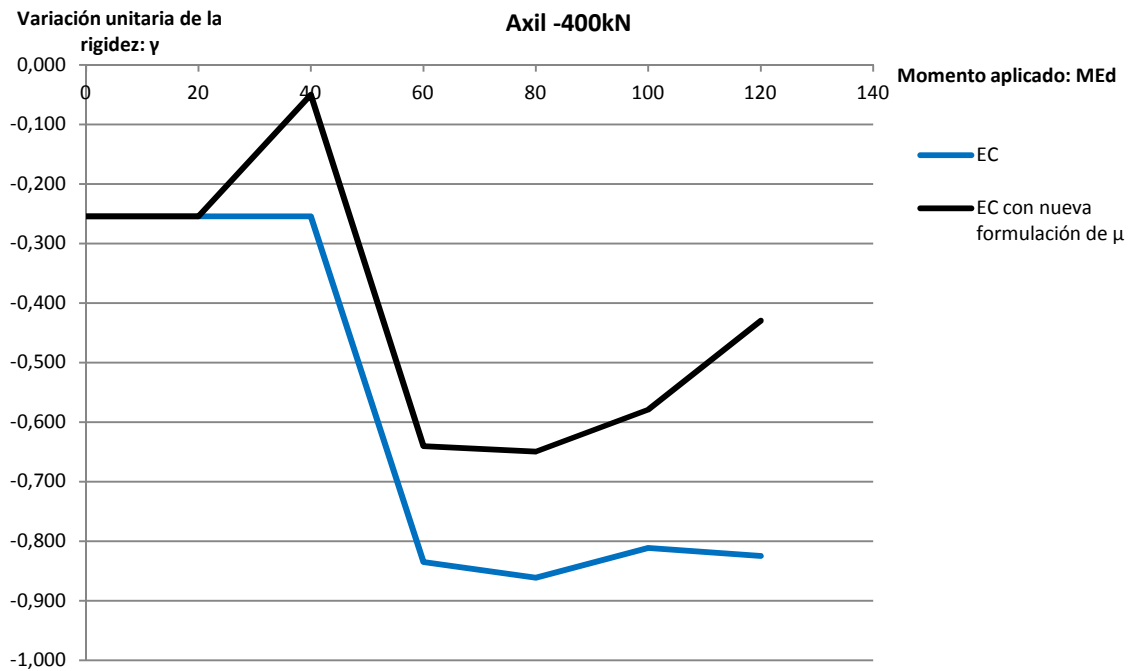


Figura 6.46- Gráfico γ (variación unitaria del comportamiento de la unión según la predicción del método de los componentes del Eurocódigo respecto a su comportamiento real (color azul) y según la predicción obtenida usando la nueva formulación del ratio de rigidez (μ) respecto al comportamiento real de la unión (color negro)) – M_{Ed} (momento actuante). Axil actuante: -400kN.

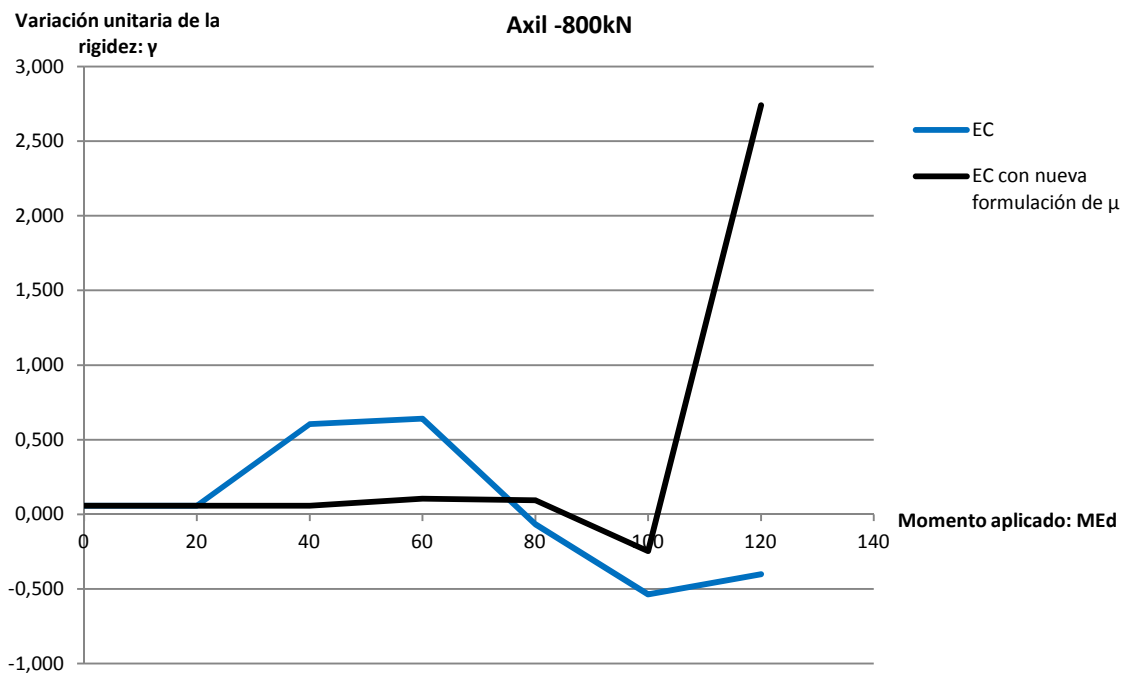


Figura 6.47- Gráfico γ (variación unitaria del comportamiento de la unión según la predicción del método de los componentes del Eurocódigo respecto a su comportamiento real (color azul) y según la predicción obtenida usando la nueva formulación del ratio de rigidez (μ) respecto al comportamiento real de la unión (color negro)) – M_{Ed} (momento actuante). Axil actuante: -800kN.

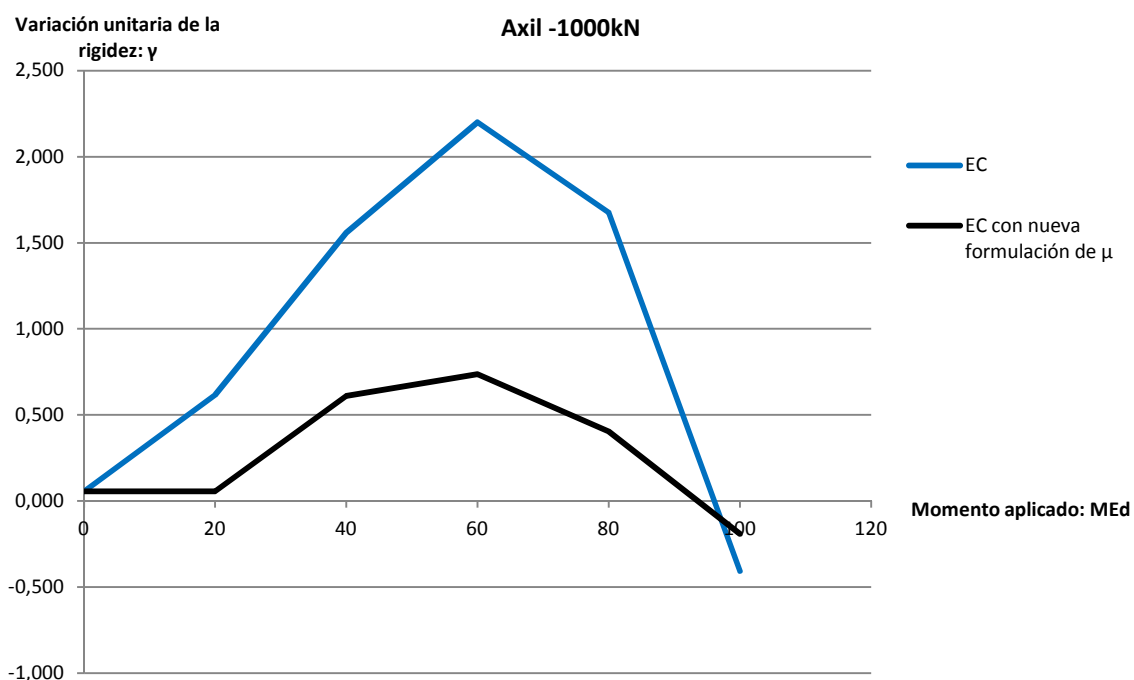


Figura 6.48- Gráfico γ (variación unitaria del comportamiento de la unión según la predicción del método de los componentes del Eurocódigo respecto a su comportamiento real (color azul) y según la predicción obtenida usando la nueva formulación del ratio de rigidez (μ) respecto al comportamiento real de la unión (color negro)) – M_{Ed} (momento actuante). Axil actuante: -1000kN.

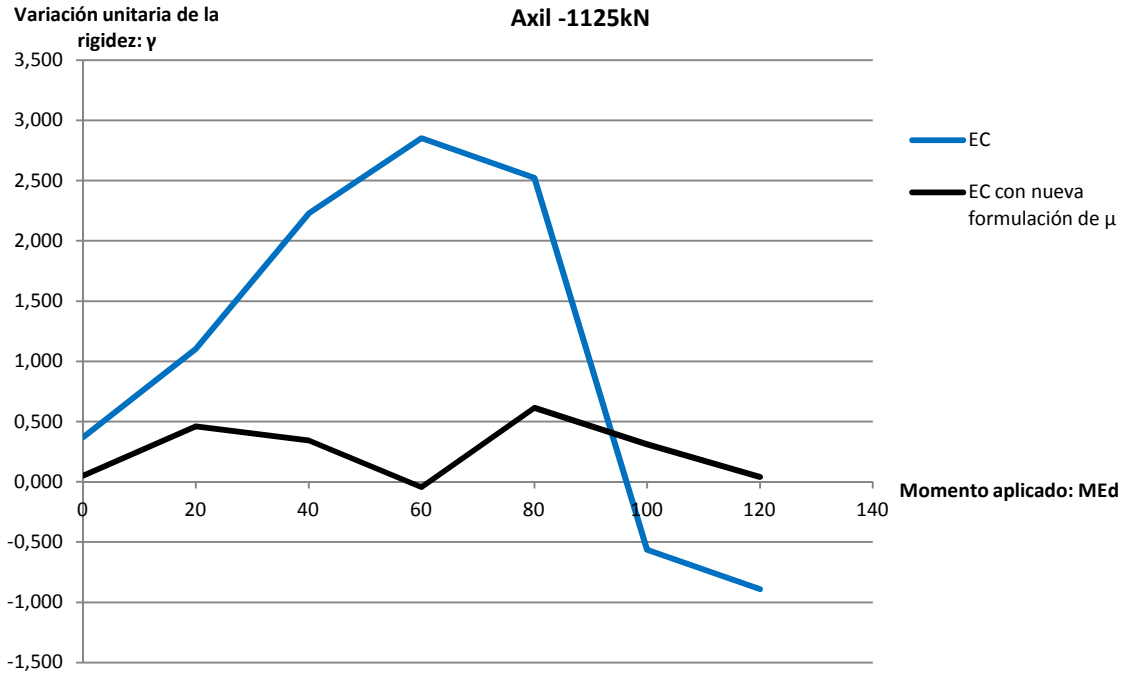


Figura 6.49- Gráfico γ (variación unitaria del comportamiento de la unión según la predicción del método de los componentes del Eurocódigo respecto a su comportamiento real (color azul) y según la predicción obtenida usando la nueva formulación del ratio de rigidez (μ) respecto al comportamiento real de la unión (color negro)) – M_{Ed} (momento actuante). Axil actuante: -1125kN.

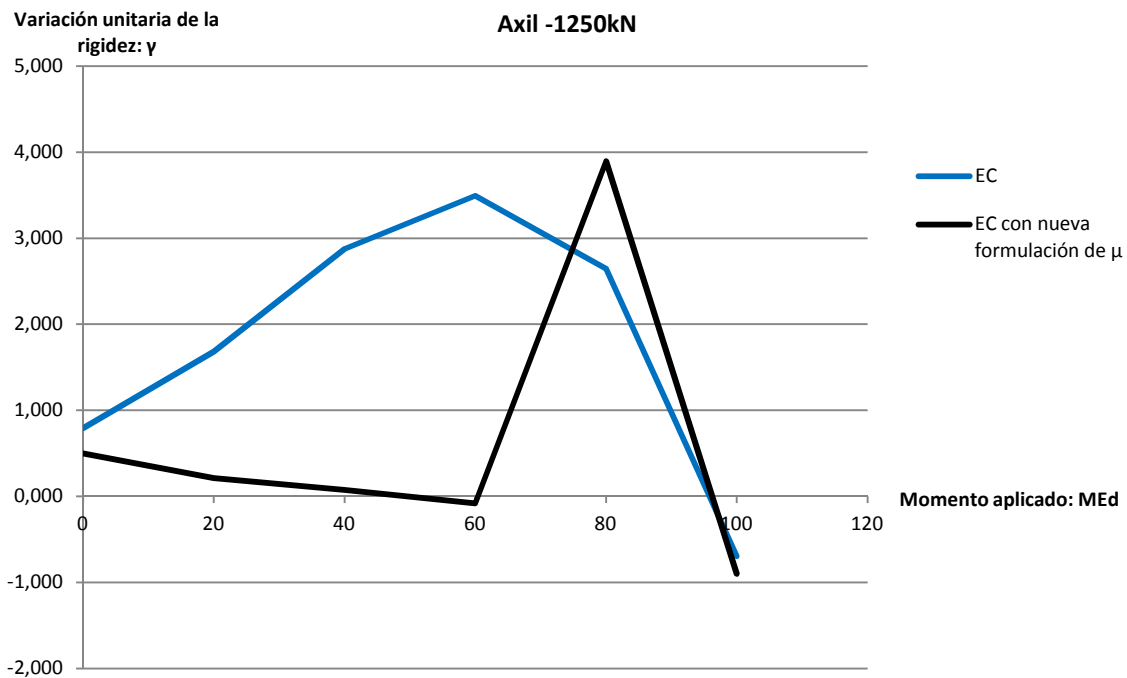


Figura 6.50- Gráfico γ (variación unitaria del comportamiento de la unión según la predicción del método de los componentes del Eurocódigo respecto a su comportamiento real (color azul) y según la predicción obtenida usando la nueva formulación del ratio de rigidez (μ) respecto al comportamiento real de la unión (color negro)) – M_{Ed} (momento actuante). Axil actuante: -1250kN.

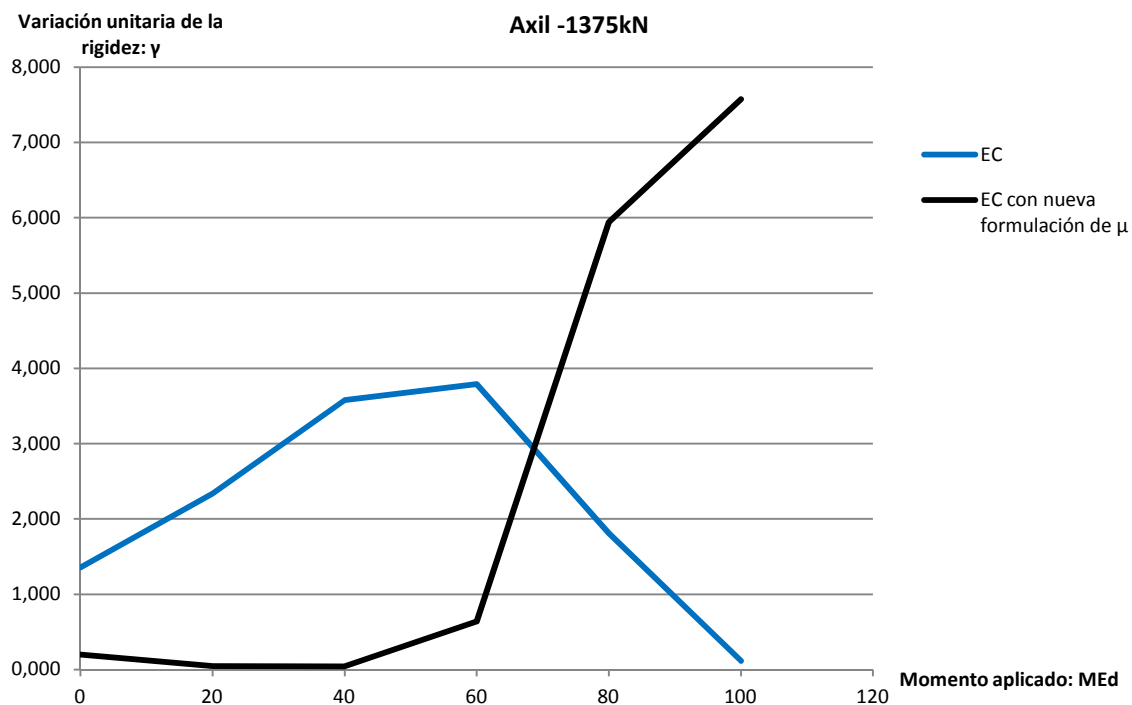


Figura 6.51- Gráfico γ (variación unitaria del comportamiento de la unión según la predicción del método de los componentes del Eurocódigo respecto a su comportamiento real (color azul) y según la predicción obtenida usando la nueva formulación del ratio de rigidez (μ) respecto al comportamiento real de la unión (color negro)) – M_{Ed} (momento actuante). Axil actuante: -1375kN.

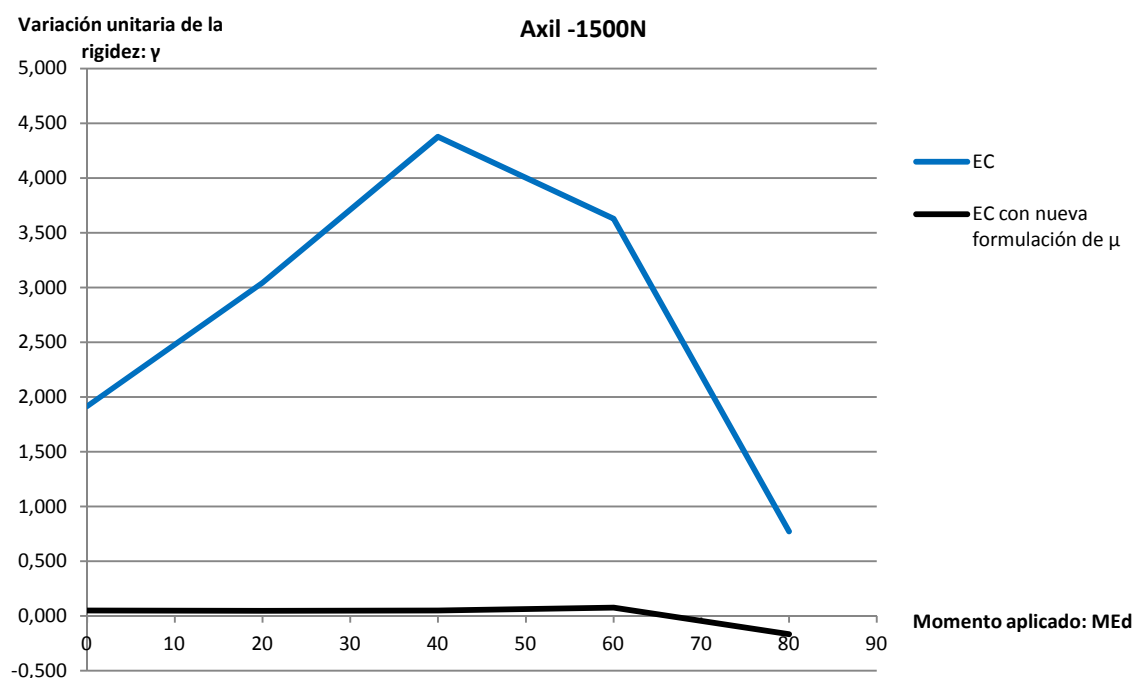


Figura 6.52- Gráfico γ (variación unitaria del comportamiento de la unión según la predicción del método de los componentes del Eurocódigo respecto a su comportamiento real (color azul) y según la predicción obtenida usando la nueva formulación del ratio de rigidez (μ) respecto al comportamiento real de la unión (color negro)) – M_{Ed} (momento actuante). Axil actuante: -1500kN.

Atendiendo a todos los gráficos precedentes, las conclusiones que se extraen respecto a la nueva formulación propuesta para el ratio de rigidez (μ) y su relación con la predicción del comportamiento M-Ø de la basa del pilar son las siguientes:

- La predicción del comportamiento M-Ø de la basa del pilar, según la formulación del método de los componentes del Eurocódigo, es sensible a los valores del ratio de rigidez (μ) utilizados. En este apartado se han propuesto nuevas expresiones para el ratio de rigidez (μ) que aproximan mejor su valor al real.
- Los comportamientos M-Ø predichos usando las nuevas expresiones del ratio de rigidez (μ) integradas en toda la formulación del Eurocódigo, por regla general, obtienen unos resultados más ajustados a la realidad, en el caso de la basa de pilar estudiada, que los resultantes de la aplicación directa del método de los componentes (con la formulación del ratio de rigidez (μ) original). Bien es cierto, también, que el grado de mejora varía dependiendo de los axiles y momentos actuantes que solicitan a la unión.

En función del axil aplicado pueden distinguirse claramente dos familias en relación al grado de mejora en la precisión de la predicción del comportamiento de la basa del pilar respecto a la del Eurocódigo con su formulación del ratio de rigidez original. Estas son:

- Para axiles de compresión aplicados inferiores o iguales a 100kN se observa cómo la predicción del comportamiento usando la nueva formulación de μ (de color negro en los gráficos) no mejora la que se obtiene con la formulación original (de color azul). Se aprecia, incluso, un ligero empeoramiento en la predicción de la precisión (ver Figuras 6.35, 6.36, 6.44, 6.45).

- Para axiles de compresión aplicados entre 100 y 1500kN, la predicción obtenida usando la nueva formulación es considerablemente más ajustada que la que se deduce usando la formulación presente en la normativa europea (ver de la Figura 6.37 a la 6.43 y de la 6.46 a la 6.52). En todos los casos estudiados de axiles aplicados en este rango, la predicción del comportamiento de la unión mejora, obteniendo errores respecto al comportamiento real de la basa del pilar considerablemente menores que la predicción normativa estricta.

Se observa cómo la predicción es especialmente precisa para momentos aplicados bajos y medios.

Uno de los casos que más se aproxima al comportamiento real es el de axil aplicado de -1500kN, que obtiene un error en torno al 5% entre momentos aplicados de 0 y 40mkN, del 7,6% para valores de momento alrededor de los 60mKN, y del 16,6% para aquellos momentos próximos a los 80mkN (ver Figura 6.52).

Por tanto, sabiendo de la dificultad existente en la precisión del comportamiento M-Ø de la basa del pilar, puede concluirse que la nueva formulación del ratio de rigidez mejora, a nivel general, la predicción del comportamiento de la unión en el caso estudiado, llegando a ser extremadamente precisa en algunas situaciones de carga (combinación momento-axil actuantes). La precisión es mayor para axiles medio-altos y momentos actuantes medio-bajos (ver Documento Anexo 6.6).

- Incidiendo solamente en el ratio de rigidez no puede llegarse a una precisión absoluta del comportamiento de la basa del pilar estudiado, es decir, precisa para todos los axiles y momentos actuantes. El ligero empeoramiento obtenido en los casos de los axiles de compresión más bajos puede ser un claro ejemplo de ello. En consecuencia, para alcanzar mayores niveles de precisión en el comportamiento de la basa de pilar del ejemplo de estudio deberán buscarse otras estrategias que la de incidir solamente en la precisión del ratio de rigidez.

6.3- NUEVA FORMULACIÓN PARA UNA APROXIMACIÓN MÁS PRECISA AL COMPORTAMIENTO M-Ø DE LA BASA DEL PILAR DE ESTUDIO:

Una vez se ha observado la mejora sustancial que se ha podido obtener variando la formulación del ratio de rigidez, aunque no general para todos los casos de combinaciones axil-momento aplicados, la tesis se plantea si puede obtenerse una formulación que mejore, para todos los casos, la predicción del comportamiento de la basa del pilar estudiada, reduciendo el margen de error a valores prácticamente despreciables. Una formulación general, aunque con rangos de validez de las fórmulas, que desarrollándose mediante una simple hoja de cálculo aproximara la predicción a la realidad con una exactitud suficiente. Es decir, con unos medios y conocimientos informáticos muy reducidos, se trataría de obtener unos resultados equiparables al farragoso y altamente especializado cálculo mediante elementos finitos y, a la vez, huir de los exagerados márgenes de error que a menudo obtiene la predicción normativa.

El objetivo es trabajar de una forma muy similar a como se ha aproximado el valor de μ al real en el Apartado 6.2, pero no trabajando con un componente de la formulación, sino directamente con el gráfico de comportamiento M-Ø.

Para evitar elementos adicionales que distorsionen el cálculo, se trabaja en primera instancia con un ratio de rigidez igual a 1 para todos los casos, independiente del momento actuante. Cabe recordar las diferencias importantes existentes entre el valor de μ obtenido de la formulación del Eurocódigo y su valor real (ver Figuras de la 6.11 a la 6.19). Una vez obtenidos los gráficos M-Ø predichos por el Eurocódigo considerando $\mu=1$, se trabajará para obtener un valor suficientemente preciso de la variación unitaria de la rigidez (γ) que corrija el trazado del gráfico y lo acerque indefectiblemente al comportamiento real de la unión. La expresión matemática, pues, nos es conocida de otros apartados de esta tesis, y es:

$$S_{j,EC,\mu=1} \cdot (1 + \gamma) = S_{j,REAL} \quad [Ec. 6.11]$$

$$\gamma = \frac{S_{j,REAL} - S_{j,EC,\mu=1}}{S_{j,EC,\mu=1}} \quad [Ec. 6.12]$$

Tal como se ha comentado, inicialmente se trabaja con la predicción del Eurocódigo del comportamiento M-Ø de la unión, pero considerando un ratio de rigidez de valor la unidad para todos los casos de momentos aplicados. De esta manera se pretende dejar de lado la distorsión que genera este ratio al estar, como ha quedado demostrado en el apartado anterior, alejado en muchas de las combinaciones axil-momento aplicadas de su valor real. En el Documento Anexo 6.7 pueden consultarse los valores de $S_{j,EC,\mu=1}$, el valor real de rigidez $S_{j,REAL}$ y la variación del ratio de rigidez γ del primero respecto del segundo.

La Figura 6.53 muestra la relación entre γ y la proporción de momento aplicado respecto al resistido por la unión ($M_{Ed}/M_{j,Rd}$). En la figura pueden observarse claramente dos familias de comportamientos en función de los axiles aplicados:

- Una correspondiente a los axiles aplicados de compresión bajos: 0kN, -100kN y -400kN (Figura 6.54).
- Otra correspondiente a los axiles medios y altos de compresión: entre los -800kN y los -1500kN (Figura 6.55).

Para cada una de las familias comentadas (Figuras 6.54 y 6.55) son fácilmente observables dos fases de comportamiento en función del momento actuante respecto del resistido por la unión. En los apartados siguientes (Apartados 6.3.1.1, 6.3.1.2, 6.3.1.3 y 6.3.1.4) se trabajará en la formulación de cada una de las citadas fases. A continuación se avanzan los límites de validez para los cuales se podrá aplicar la formulación que seguidamente se deduce y que quedará resumida en el Apartado 6.3.5.

- Una **primera fase** de momentos aplicados bajos respecto el resistido por la unión.
 - Para **axiles bajos** (entre 0 y -400kN), esta tesis limita la validez de la formulación dada para aquellos valores que cumplan la Ecuación 6.13:

$$\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} \leq 0,52 \quad [Ec. 6.13]$$

- Para **axiles altos** (entre -400kN y -1500kN), esta tesis limita la validez de la formulación dada para aquellos valores que cumplan la Ecuación 6.14:

$$\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} \leq 0,00065714 \cdot N_{Ed} + 0,244288 \quad [Ec. 6.14]$$

- Una **segunda fase** de momentos aplicados altos respecto al resistido por la unión.

- Para **axiles bajos** (entre 0 y -400kN), esta tesis limita la validez de la formulación dada para aquellos valores que cumplan la Ecuación 6.15:

$$\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} \geq 0,52 \quad [Ec. 6.15]$$

- Para **axiles altos** (entre -400kN y -1500kN), esta tesis limita la validez de la formulación dada para aquellos valores que cumplan la Ecuación 6.16:

$$\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} \geq 0,00065714 \cdot N_{Ed} + 0,244288 \quad [Ec. 6.16]$$

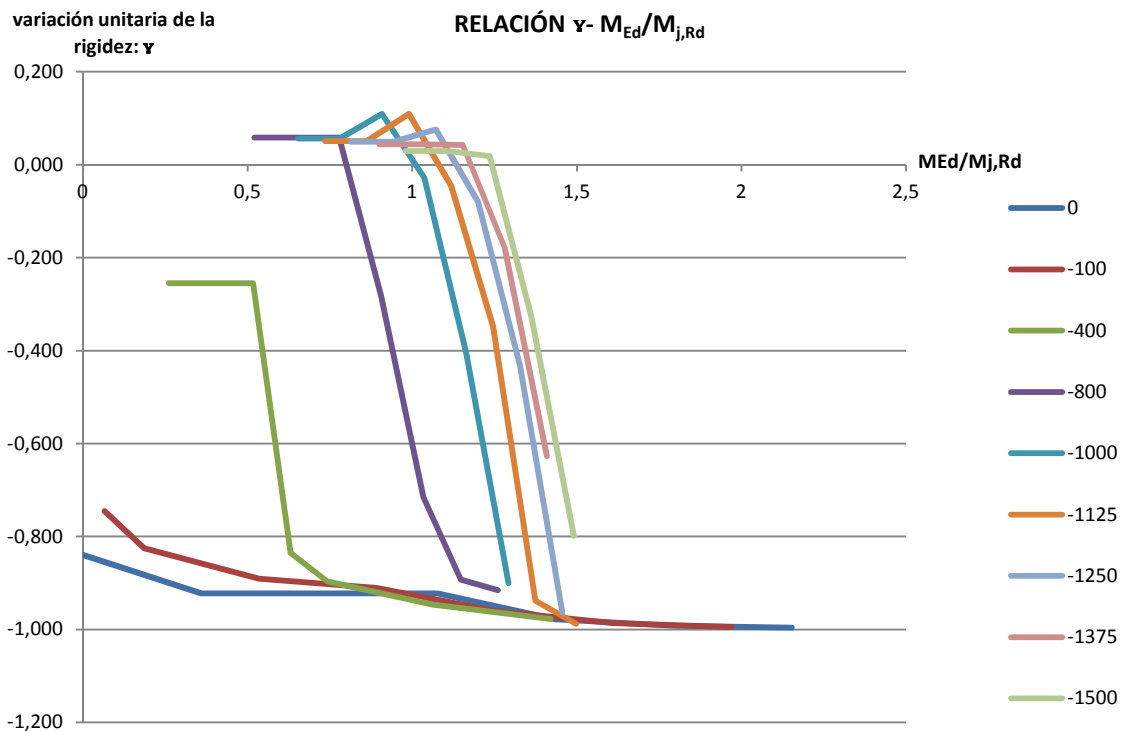


Figura 6.53- Gráficos de la relación entre la variación unitaria de la rigidez γ (entre la predicción del Eurocódigo considerando $\mu=1$ y el comportamiento real) y la proporción de momento aplicado respecto al real ($M_{Ed}/M_{j,Rd}$) para las diversas familias de axil actuante: 0, -100kN, -400kN, -800kN, -1000kN, -1125kN, -1250kN, -1375kN, -1500kN.

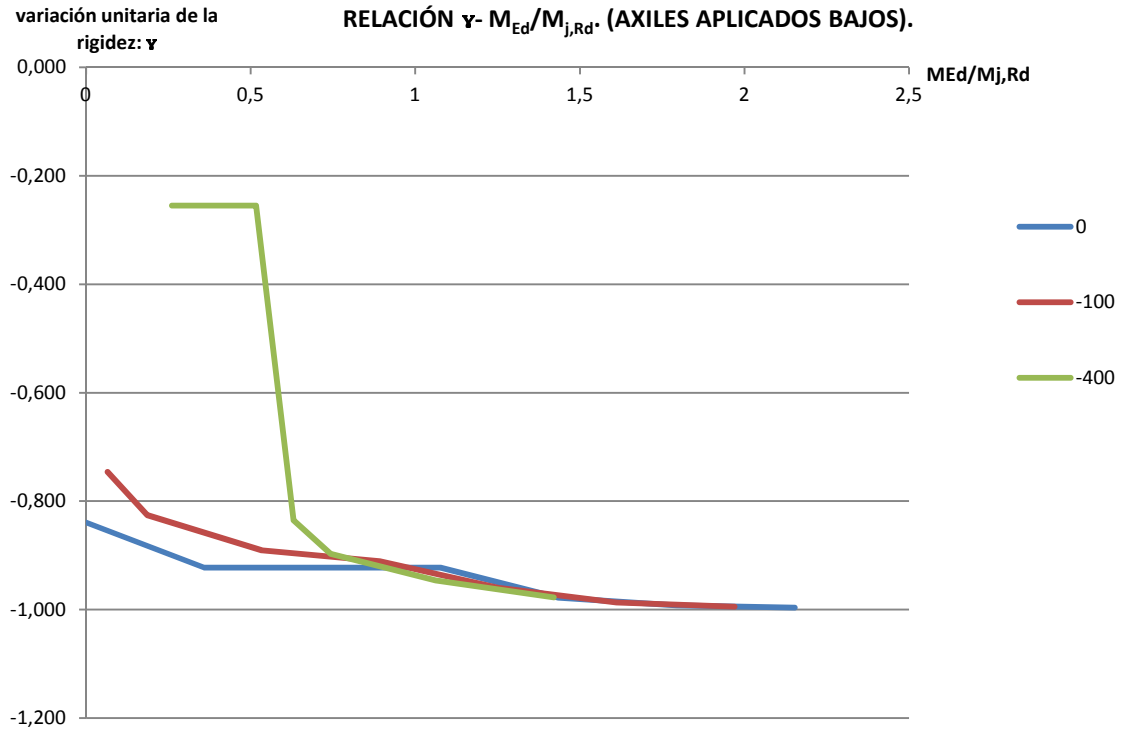


Figura 6.54- Gráficos de la relación entre la variación unitaria de la rigidez γ (entre la predicción del Eurocódigo considerando $\mu=1$ y el comportamiento real) y la proporción de momento aplicado respecto al real ($M_{Ed}/M_{j,Rd}$) para axiles aplicados bajos: 0, -100kN y 400kN.

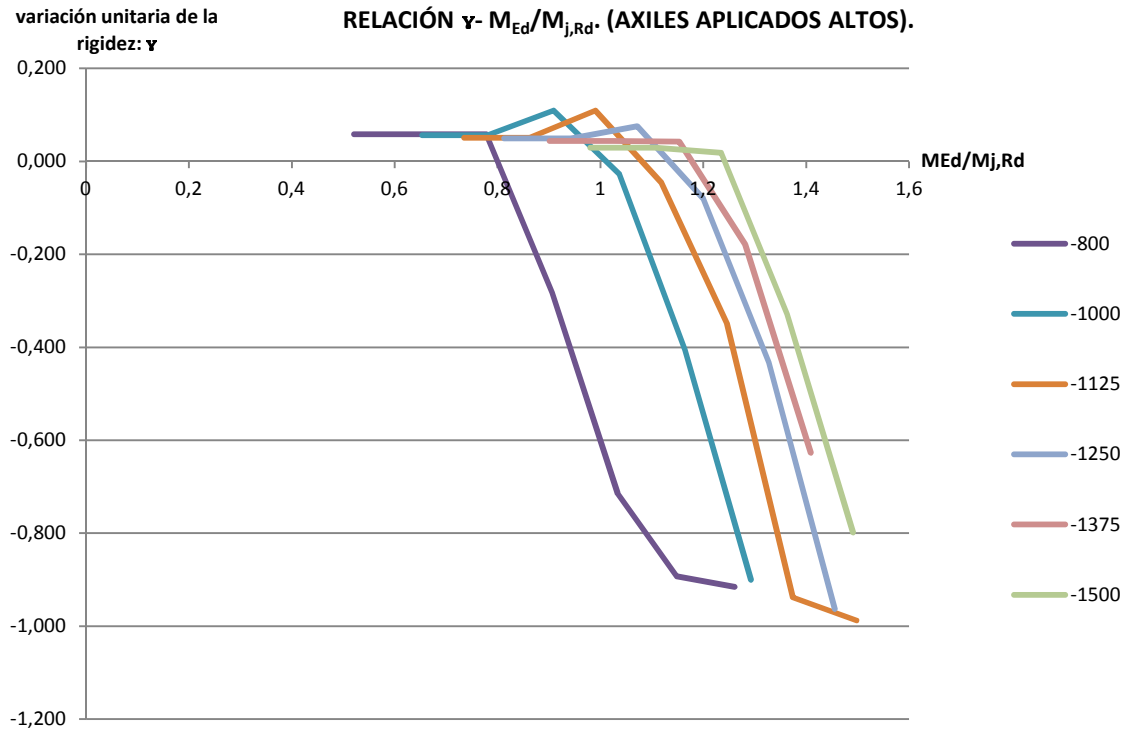


Figura 6.55- Gráficos de la relación entre la variación unitaria de la rigidez γ (entre la predicción del Eurocódigo considerando $\mu=1$ y el comportamiento real) y la proporción de momento aplicado respecto al real ($M_{Ed}/M_{j,Rd}$) para axiles aplicados altos: -800kN, -1000kN, -1125kN, -1250kN, 1375kN Y -1500kN.

6.3.1- DEDUCCIÓN DE LAS EXPRESIONES MATEMÁTICAS QUE MEJOR REPRODUZCAN EL VALOR DE LA VARIACIÓN UNITARIA DE LA RIGIDEZ (γ) EN FUNCIÓN DEL AXIL Y MOMENTO APLICADOS. AXILES BAJOS DE COMPRESIÓN ($0\text{kN} < N_{Ed} \leq 400\text{kN}$) Y MOMENTOS APLICADOS BAJOS RESPECTO AL RESISTENTE (PRIMERA FASE)

En la Figura 6.57 se muestra la relación de la variación unitaria de la rigidez en función de la proporción de momento actuante en el caso de axiles bajos de compresión ($0\text{kN} < N_{Ed} \leq 400\text{kN}$) y momentos aplicados bajos respecto al resistente (primera fase). Tal como se ha avanzado en la Ecuación 6.13, el rango de validez que se considera aceptable para la formulación que se desarrollará para esta primera fase de axiles aplicados bajos es el siguiente:

$$\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} \leq 0,52 \quad [Ec. 6.17]$$

Observando el gráfico de la Figura 6.54, y tal como se ha comentado anteriormente, se considera oportuno dividir el comportamiento de las familias de axiles en función de los momentos aplicados, bajos (primera fase) y altos (segunda fase). En la Figura 6.57 pueden observarse las ramas de los axiles correspondientes a 0kN, -100kN y -400kN en el rango de validez propuesto en la Ecuación 6.17 (primera fase). En el gráfico se constata que el valor de la variación unitaria de la rigidez es prácticamente constante para los axiles aplicados de 0kN y -100kN y totalmente constante para el caso de -400kN. Así pues, en línea discontinua se grafían los valores medios de γ correspondientes a los casos de axiles aplicados de compresión de 100kN y 400kN.

La Tabla 6.5 resume los valores de γ considerados para cada familia de axil aplicado.

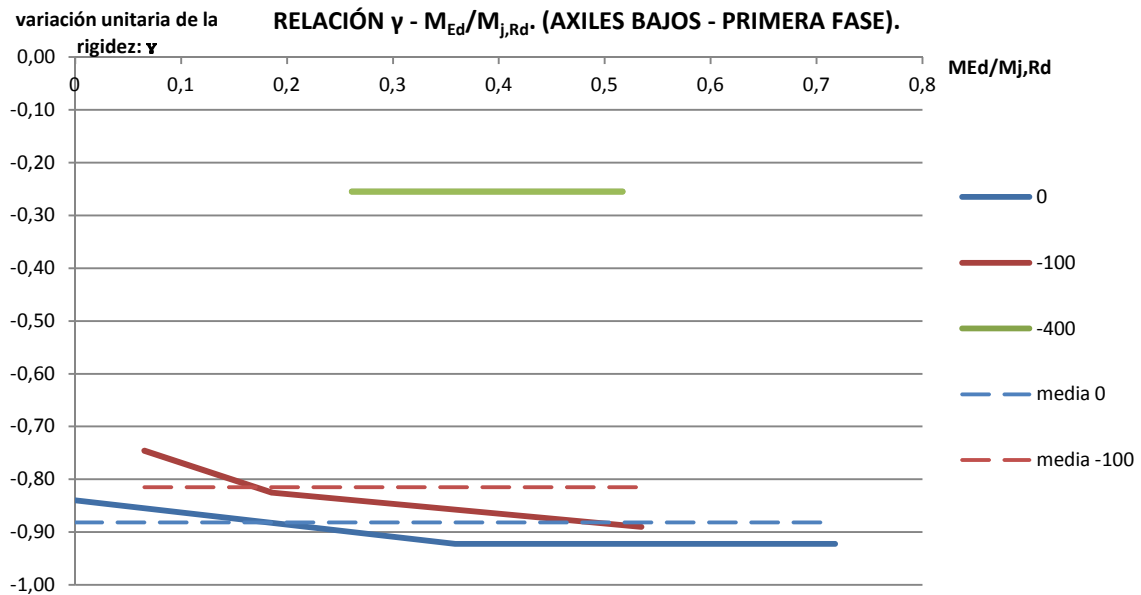


Figura 6.57- Gráficos de la relación entre la variación unitaria de la rigidez γ (entre la predicción del Eurocódigo considerando $\mu=1$ y el comportamiento real) y la proporción de momento aplicado respecto al real ($M_{Ed}/M_{j,Rd}$). Axiles aplicados bajos ($0\text{kN} < N_{Ed} \leq 400\text{kN}$) y momentos aplicados bajos (Primera fase).

Axil aplicado (N_{Ed} en kN)	0	-100	-400
Variación unitaria de la rigidez (γ)	-0,8815	-0,815	-0,255

Tabla 6.5- Resumen de los valores de la variación unitaria de la rigidez (γ) en función del axil aplicado (N_{Ed}). Axiles bajos. Primera fase.

A continuación, en la Figura 6.58 se muestra el gráfico que establece el valor de la variación unitaria de la rigidez γ en función del axil de compresión aplicado N_{Ed} . Asimismo, se muestra también la expresión matemática que tabula el comportamiento, siempre dentro de los límites establecidos de axiles bajos de compresión ($0kN < N_{Ed} \leq 400kN$) y los rangos de momento aplicado establecidos para que se considere como de la primera fase (ver Ecuación 6.17).

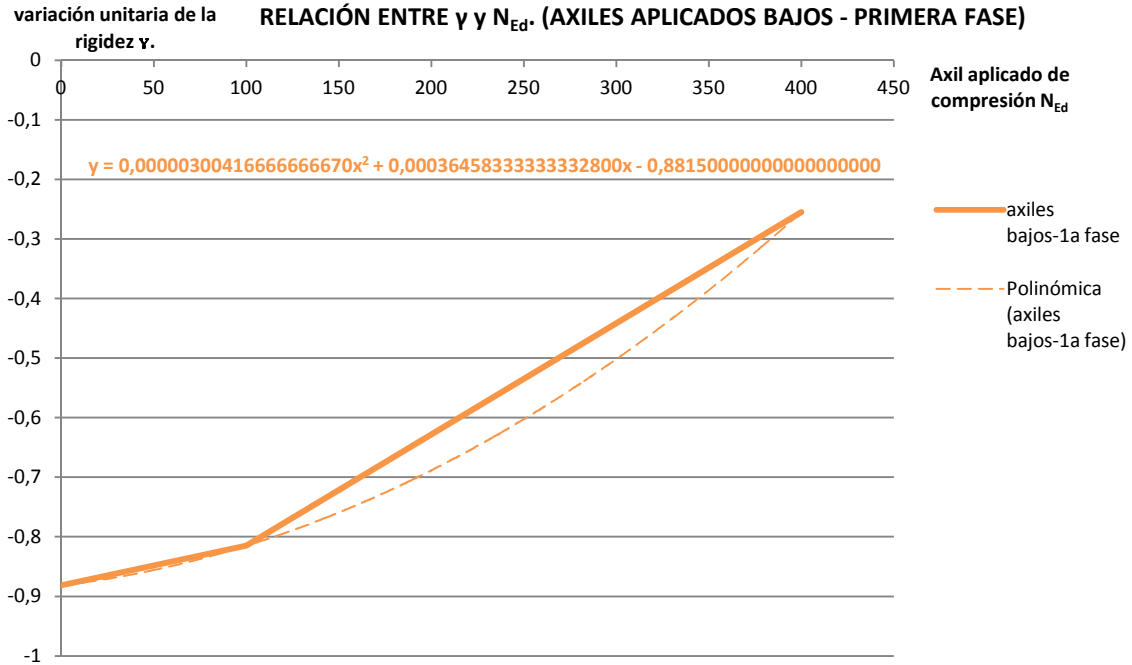


Figura 6.58- Gráficos de la relación entre la variación unitaria de la rigidez γ (entre la predicción del Eurocódigo considerando $\mu=1$ y el comportamiento real) y el axil de compresión aplicado (N_{Ed}). Axiles aplicados bajos ($0kN < N_{Ed} \leq 400kN$) y momentos aplicados bajos (primera fase).

La Ecuación 6.18 muestra la expresión para la obtención del valor de la variación unitaria de la rigidez γ en función del axil de compresión aplicado (N_{Ed}) para axiles bajos ($0kN < N_{Ed} \leq 400kN$) y momentos aplicados bajos según la Ecuación 6.17 (primera fase).

$$\gamma = 0,00000300416666666669 \cdot N_{Ed}^2 + 0,000364583333333333 \cdot N_{Ed} - 0,8815 \quad [Ec. 6.18]$$

Se recuerda que en las expresiones se deben introducir los axiles aplicados de compresión con signo negativo.

6.3.2- DEDUCCIÓN DE LAS EXPRESIONES MATEMÁTICAS QUE MEJOR REPRODUZCAN EL VALOR DE LA VARIACIÓN UNITARIA DE LA RIGIDEZ (γ) EN FUNCIÓN DEL AXIL Y MOMENTO APLICADOS. AXILES BAJOS DE COMPRESIÓN ($0kN < N_{Ed} \leq 400kN$) Y MOMENTOS APLICADOS ALTOS RESPECTO AL RESISTENTE (SEGUNDA FASE)

Siguiendo con el razonamiento y el método de trabajo del Apartado 6.3.1, la Figura 6.59 muestra el gráfico que relaciona la variación unitaria de la rigidez γ y con la proporción de momento actuante en relación con el resistido por la basa del pilar $M_{Ed}/M_{j,Rd}$. El presente Apartado 6.3.2 trabaja con los axiles considerados bajos ($0kN < N_{Ed} \leq 400kN$) y momentos aplicados altos (segunda fase). El rango de momentos considerados en esta segunda fase, dentro de los axiles aplicados comentados, son los que cumplen con la Ecuación 6.19:

$$\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} \geq 0,52 \quad [Ec. 6.19]$$

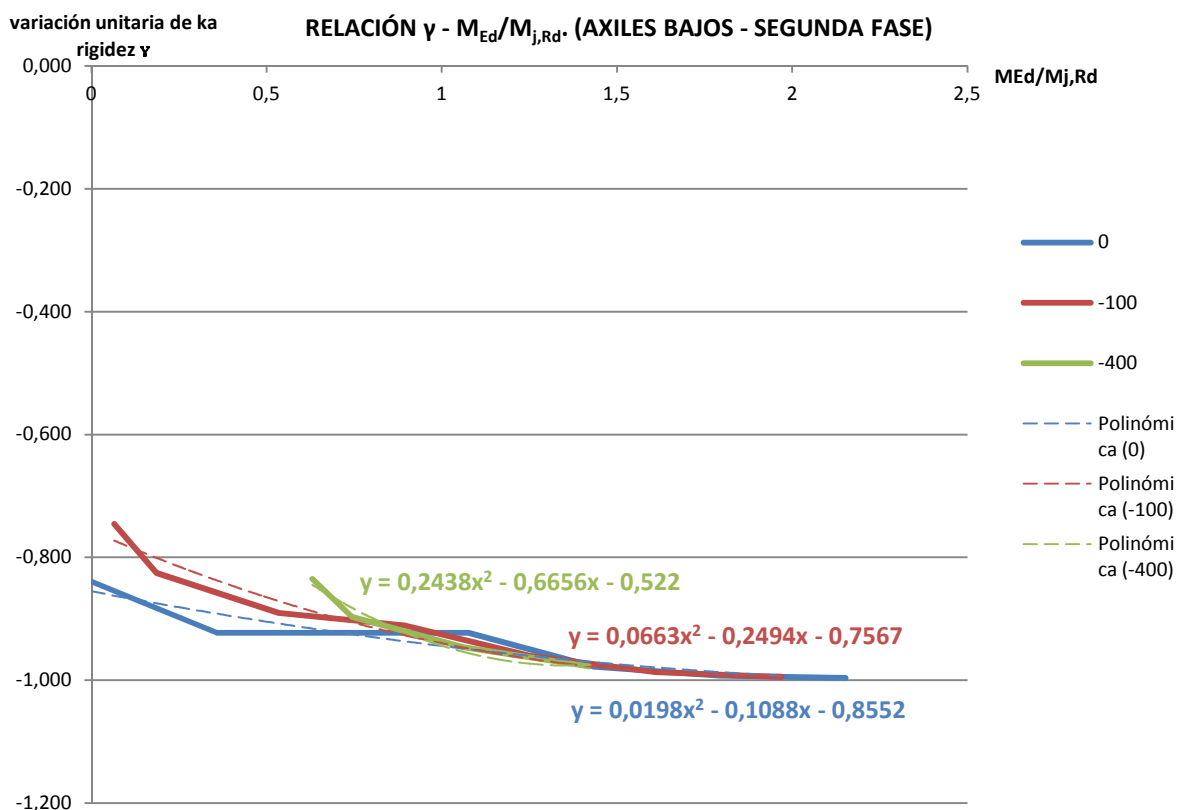


Figura 6.59- Gráficos de la relación entre la variación unitaria de la rigidez γ (entre la predicción del Eurocódigo considerando $\mu=1$ y el comportamiento real) y la proporción de momento aplicado respecto al real ($M_{Ed}/M_{j,Rd}$). Axiles aplicados bajos ($0kN < N_{Ed} \leq 400kN$) y momentos aplicados altos (Segunda fase).

En la Tabla 6.6 se indican, de las ecuaciones del gráfico precedente, los valores de los coeficientes de x^2 , x y del término independiente para cada una de las tres familias de axil estudiadas.

	0 kN	-100kN	-400kN
Coeficiente de x^2	0,0198	0,0663	0,2438
Coeficiente de x	-0,1088	-0,2494	-0,6656
Término independiente	-0,8552	-0,7567	-0,5220

Tabla 6.6- Valores de los coeficientes de x^2 , x y del término independiente de las ecuaciones de los axiles bajos de compresión ($0kN < N_{Ed} \leq 400kN$). Segunda fase.
 $x = M_{j,Ed}/M_{j,Rd}$; $y = \gamma$

Usando los valores de coeficientes y términos independientes mostrados en la Tabla 6.6, a continuación se buscan las ecuaciones que expresen su variación en función del axil aplicado (ver Figuras de la 6.60 a la 6.62). De esta manera, al final de este proceso podrá obtenerse una ecuación de γ para axiles de compresión menores o iguales a 400kN y momentos actuantes que cumplan la condición de la Ecuación 6.19, en función de los esfuerzos aplicados: N_{Ed} y $M_{j,Ed}/M_{j,Rd}$.

Con este objetivo, a continuación se adjuntan los gráficos, con las ecuaciones que tabulan su comportamiento, de la variación de cada constante polinómica y del término independiente en función del axil aplicado.

El número de decimales adoptado puede alterar considerablemente la precisión del método, motivo por el cual se toma un número importante de ellos.

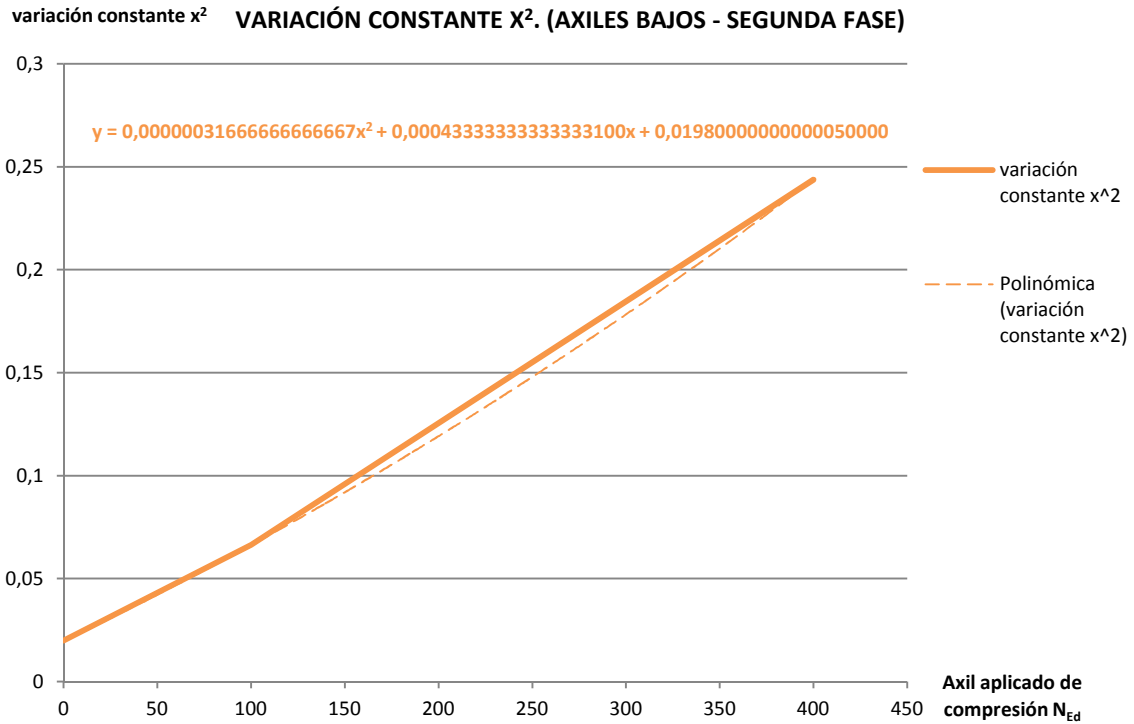


Figura 6.60- Variación de la constante de x^2 en función de los axiles aplicados. Ecuación del gráfico. Axiles bajos de compresión ($0kN < N_{Ed} \leq 400kN$). Segunda fase.

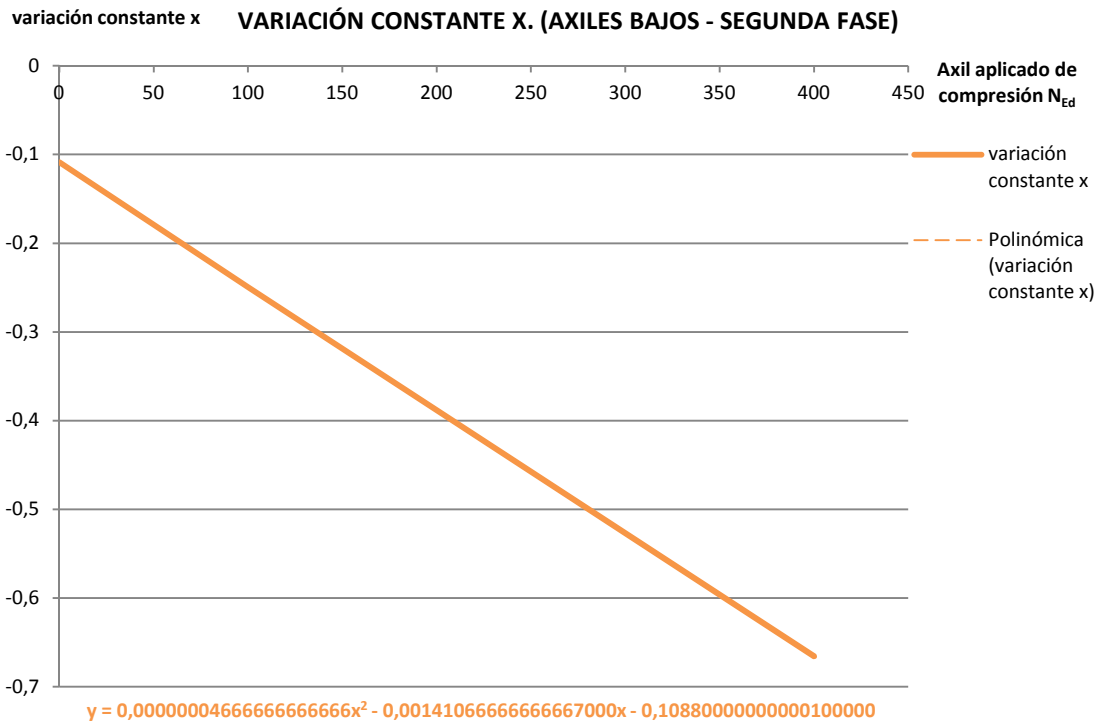


Figura 6.61- Variación de la constante de x en función de los axiles aplicados. Ecuación del gráfico. Axiles bajos de compresión ($0kN < N_{Ed} \leq 400kN$). Segunda fase.

6.3.3- DEDUCCIÓN DE LAS EXPRESIONES MATEMÁTICAS QUE MEJOR REPRODUZCAN EL VALOR DE LA VARIACIÓN UNITARIA DE LA RIGIDEZ (γ) EN FUNCIÓN DEL AXIL Y MOMENTO APLICADOS. AXILES ALTOS DE COMPRESIÓN ($400\text{kN} < N_{Ed} \leq 1500\text{kN}$) Y MOMENTOS APLICADOS BAJOS RESPECTO AL RESISTENTE (PRIMERA FASE).

A continuación se procede a trabajar, con el mismo objetivo de los Apartados precedentes 6.3.1 y 6.3.2 de encontrar una formulación de la variación unitaria de la rigidez en función del axil aplicado, dentro del rango de los axiles altos ($400\text{kN} < N_{Ed} \leq 1500\text{kN}$) y de los momentos aplicados bajos, llamados primera fase. Para determinar el rango de validez de los momentos aplicados que se consideran de la primera fase, en combinación con axiles aplicados altos de compresión ($400\text{kN} < N_{Ed} \leq 1500\text{kN}$), se desarrolla el gráfico de la Figura 6.63, que muestra los valores máximos alcanzados de $M_{Ed}/M_{j,Rd}$ en función del axil aplicado N_{Ed} . La Tabla 6.8 resume estos valores numéricamente. De la Figura 6.63 es fácil encontrar la ecuación que describa el gráfico y, en consecuencia, la expresión que determina los valores $M_{Ed}/M_{j,Rd}$ límite de la primera fase de cada una de las familias de axil aplicado N_{Ed} (ver la Ecuación 6.21)

Axil aplicado (N_{Ed} en kN)	-800	-1000	-1125	-1250	-1375	-1500
$M_{Ed}/M_{j,Rd}$ máximos alcanzados	0,77	0,9014280	0,9835705	1,0657130	1,1478555	1,229998

Tabla 6.8- Valores máximos alcanzados de $M_{Ed}/M_{j,Rd}$ en función del axil aplicado. Axiles altos de compresión ($400\text{kN} < N_{Ed} \leq 1500\text{kN}$). Primera fase.

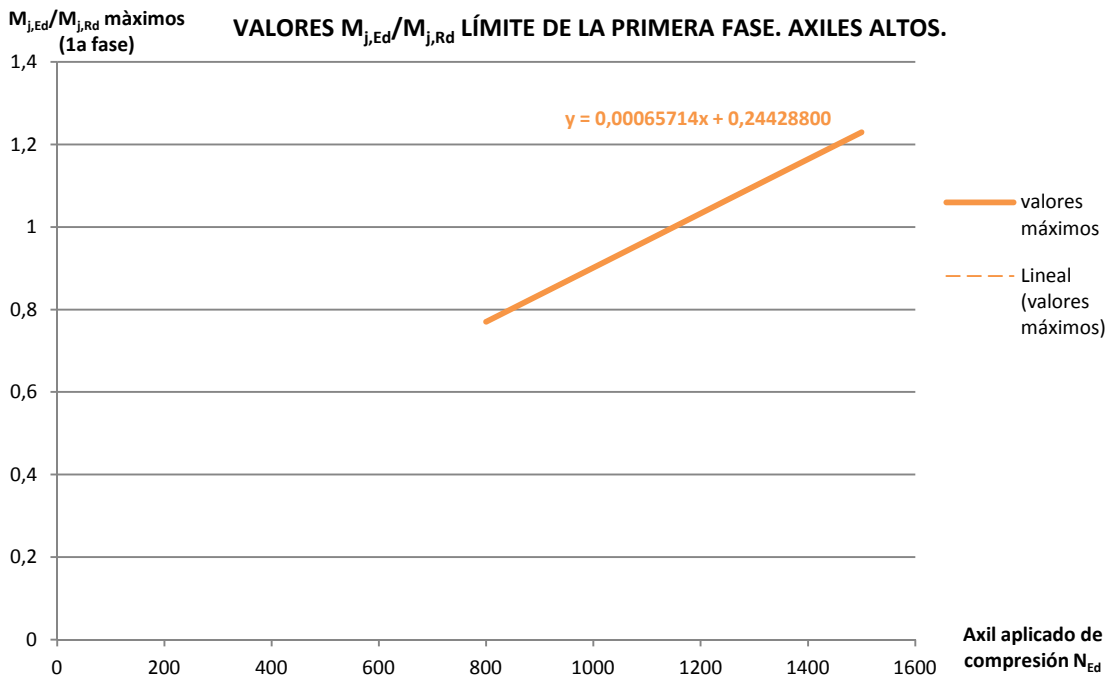


Figura 6.63- Valores $M_{j,Ed}/M_{j,Rd}$ límite de la primera fase. Axiles altos ($400\text{kN} < N_{Ed} \leq 1500\text{kN}$). Primera fase. Ecuación del gráfico.

Así pues, la expresión que determina los valores $M_{j,Ed}/M_{j,Rd}$ límite de la primera fase de cada una de las familias de axil de compresión aplicado ($400\text{kN} < N_{Ed} \leq 1500\text{kN}$) es la que describe la Ecuación 6.21:

$$\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} \leq 0,00065714 \cdot N_{Ed} + 0,244288 \quad [Ec. 6.21]$$

La Figura 6.64 muestra la relación entre la variación unitaria de la rigidez γ y la proporción de momento aplicado respecto al resistido por la unión en los casos de axiles y momentos aplicados dentro de los rangos previamente comentados. El gráfico también incorpora la ecuación de la línea de tendencia de las distintas ramas del gráfico.

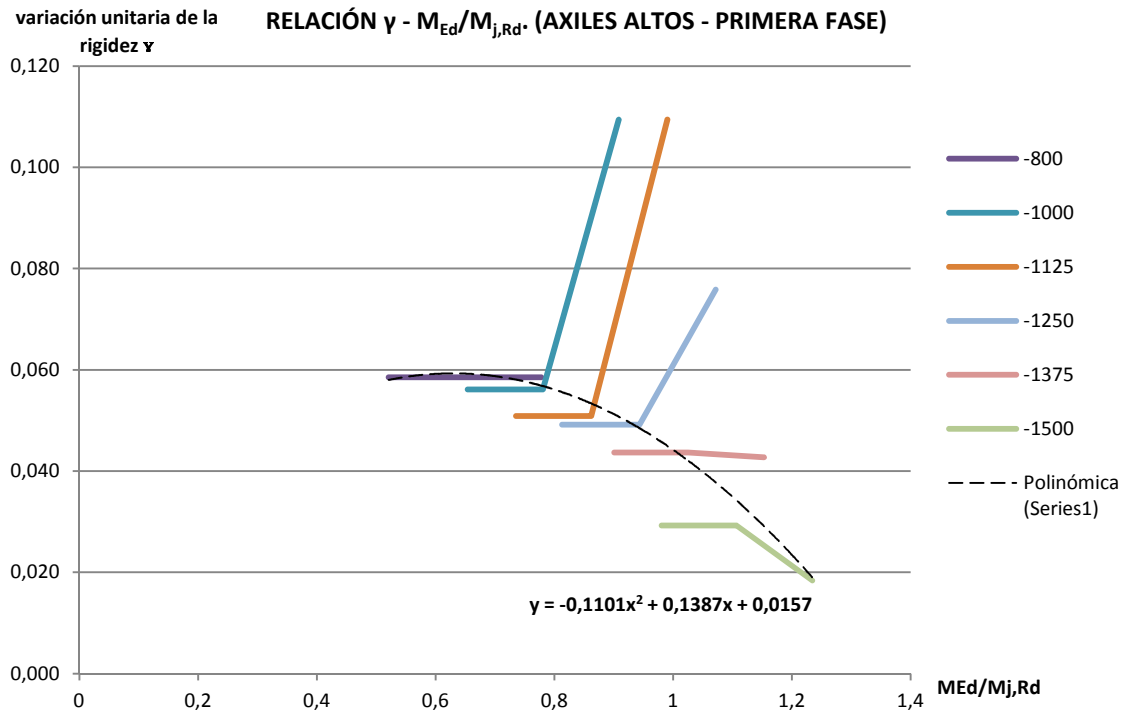


Figura 6.64- Gráficos de la relación entre la variación unitaria de la rigidez γ (entre la predicción del Eurocódigo considerando $\mu=1$ y el comportamiento real) y la proporción de momento aplicado respecto al real ($M_{Ed}/M_{j,Rd}$). Axiles aplicados altos ($400\text{kN} < N_{Ed} \leq 1500\text{kN}$) y momentos aplicados bajos (Primera fase).

La Ecuación 6.22, extraída de la Figura 6.64, expresa la variación unitaria de la rigidez en función del momento aplicado respecto al resistido por la unión ($M_{j,Ed}/M_{j,Rd}$), dentro del rango de momentos actuantes definido en la Ecuación 6.21 y para axiles aplicados de compresión considerados altos ($400\text{kN} < N_{Ed} \leq 1500\text{kN}$).

$$\gamma = -0,1101 \cdot \left(\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}}\right)^2 + 0,1387 \cdot \left(\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}}\right) + 0,0157 > -0,9999 \quad [\text{Ec. 6.22}]$$

6.3.4- DEDUCCIÓN DE LAS EXPRESIONES MATEMÁTICAS QUE MEJOR REPRODUZCAN EL VALOR DE LA VARIACIÓN UNITARIA DE LA RIGIDEZ (γ) EN FUNCIÓN DEL AXIL Y MOMENTO APLICADOS. AXILES ALTOS DE COMPRESIÓN ($400\text{kN} < N_{Ed} \leq 1500\text{kN}$) Y MOMENTOS APLICADOS ALTOS RESPECTO AL RESISTENTE (SEGUNDA FASE).

Finalmente se procede a encontrar la expresión que determine el valor de la variación unitaria de la rigidez γ para axiles aplicados de compresión considerados altos ($400\text{kN} < N_{Ed} \leq 1500\text{kN}$) y momentos aplicados también altos, los considerados de la segunda fase. Tal como se ha avanzado en la Ecuación 6.16, y tal como se ha razonado en el Apartado 6.3.3, en el rango de axiles altos que se está comentando, los momentos aplicados que se consideran de la segunda fase son los que cumplen la expresión de la Ecuación 6.23.

$$\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} \geq 0,00065714 \cdot N_{Ed} + 0,244288 \quad [\text{Ec. 6.23}]$$

A continuación, en la Figura 6.65 se muestra el gráfico que relaciona la variación unitaria de la rigidez con la proporción de momento aplicado respecto al resistido por la basa del pilar. Asimismo, también se han incluido en el gráfico las ecuaciones de las líneas de tendencia de las ramas correspondientes a los axiles de -800kN, -1000kN, -1250kN y -1500kN.

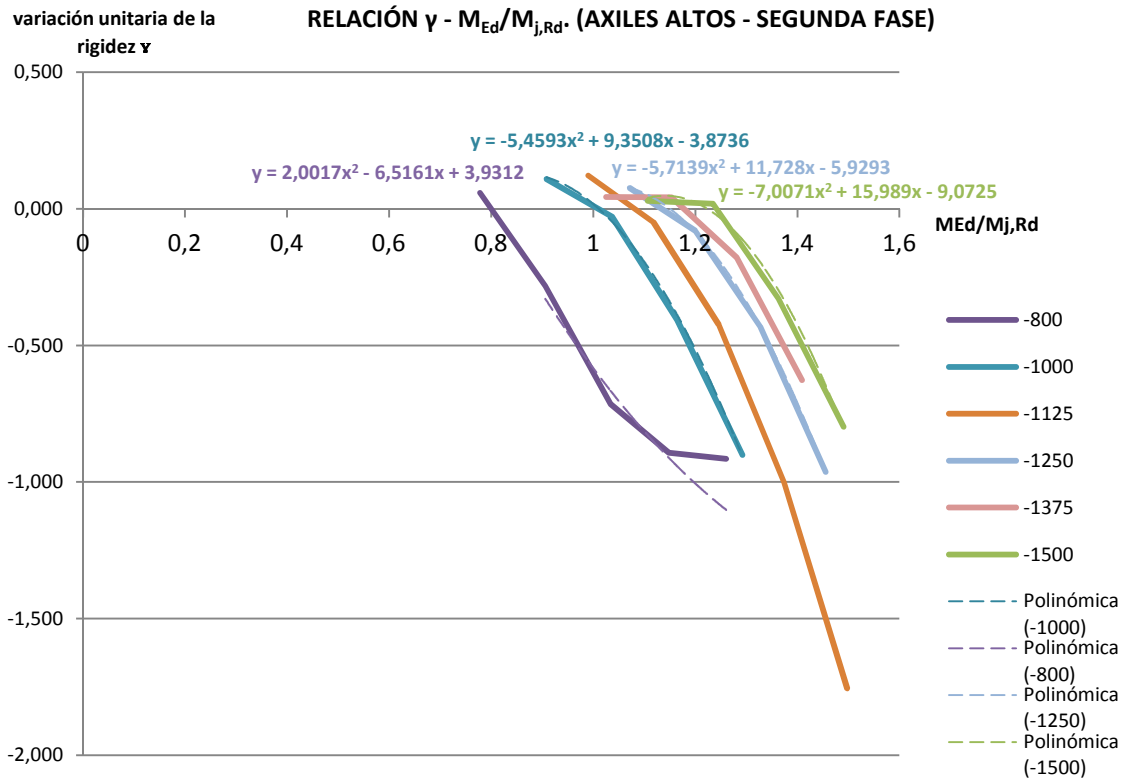


Figura 6.65- Gráficos de la relación entre la variación unitaria de la rigidez γ (entre la predicción del Eurocódigo considerando $\mu=1$ y el comportamiento real) y la proporción de momento aplicado respecto al real ($M_{Ed}/M_{j,Rd}$). Axiles aplicados altos ($400kN < N_{Ed} \leq 1500kN$) y momentos aplicados altos (Segunda fase).

En la Tabla 6.9 se indican, de las ecuaciones de las ramas del gráfico precedente correspondientes a los axiles de -800kN, -1000kN, -1250kN y -1500kN, los valores de los coeficientes de x^2 , x y del término independiente.

	-800kN	-1000kN	-1250kN	-1500kN
Coefficiente de x^2	2,0017	-5,4593	-5,7139	-7,0071
Coefficiente de x	-6,516	9,3508	11,7280	15,9890
Término independiente	3,9312	-3,8736	-5,9293	-9,0725

Tabla 6.9- Valores de los coeficientes de x^2 , x y del término independiente de las ecuaciones de los axiles altos de compresión ($400kN < N_{Ed} \leq 1500kN$). Segunda fase.
 $x = M_{j,Ed}/M_{j,Rd}$; $y = \gamma$

Usando los valores de coeficientes y términos independientes mostrados en la Tabla 6.9, a continuación se buscan las ecuaciones que expresen su variación en función del axil aplicado (ver Figuras de la 6.66 a la 6.68 y la Tabla 6.10). De esta manera, al final de este proceso podrá obtenerse una ecuación de γ para axiles de compresión entre los límites establecidos ($400kN < N_{Ed} \leq 1500kN$) en función de los esfuerzos aplicados: N_{Ed} y $M_{j,Ed}/M_{j,Rd}$.

Con este objetivo, a continuación se adjuntan los gráficos, con la ecuación que tabula su comportamiento, de la variación de cada constante polinómica y del término independiente en función del axil aplicado.

El número de decimales adoptado puede alterar considerablemente la precisión del método, motivo por el cual se toma un número importante de ellos.

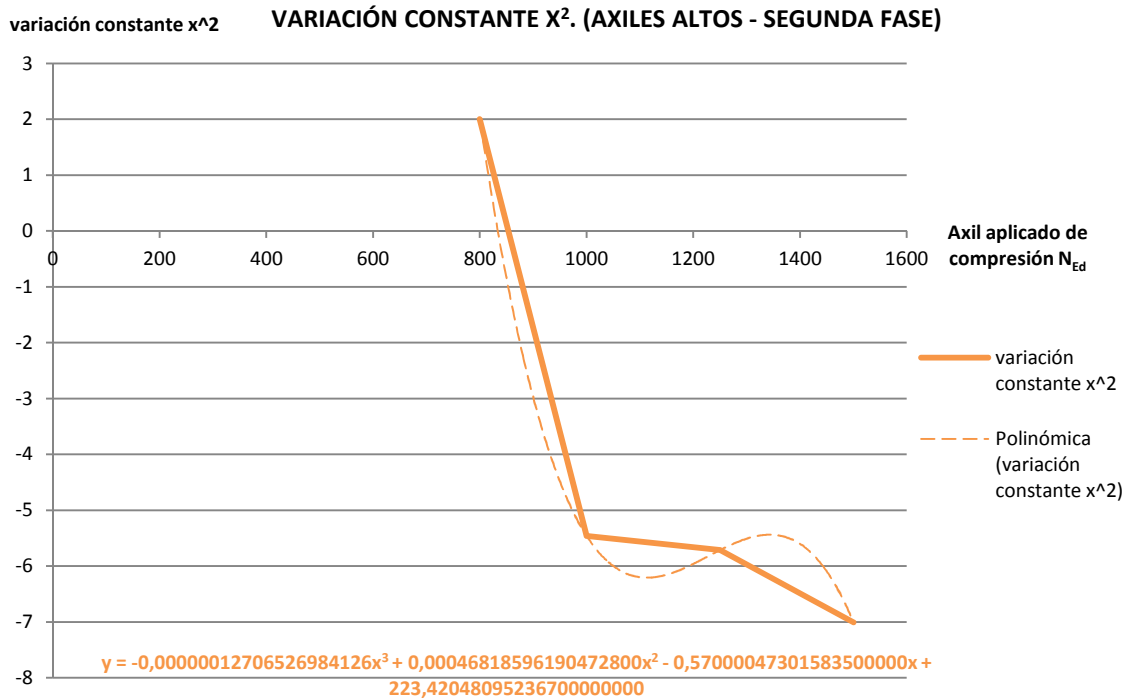


Figura 6.66- Variación de la constante de x^2 en función de los axiles aplicados. Ecuación del gráfico. Axiles altos de compresión ($400\text{kN} < N_{Ed} \leq 1500\text{kN}$). Segunda fase.

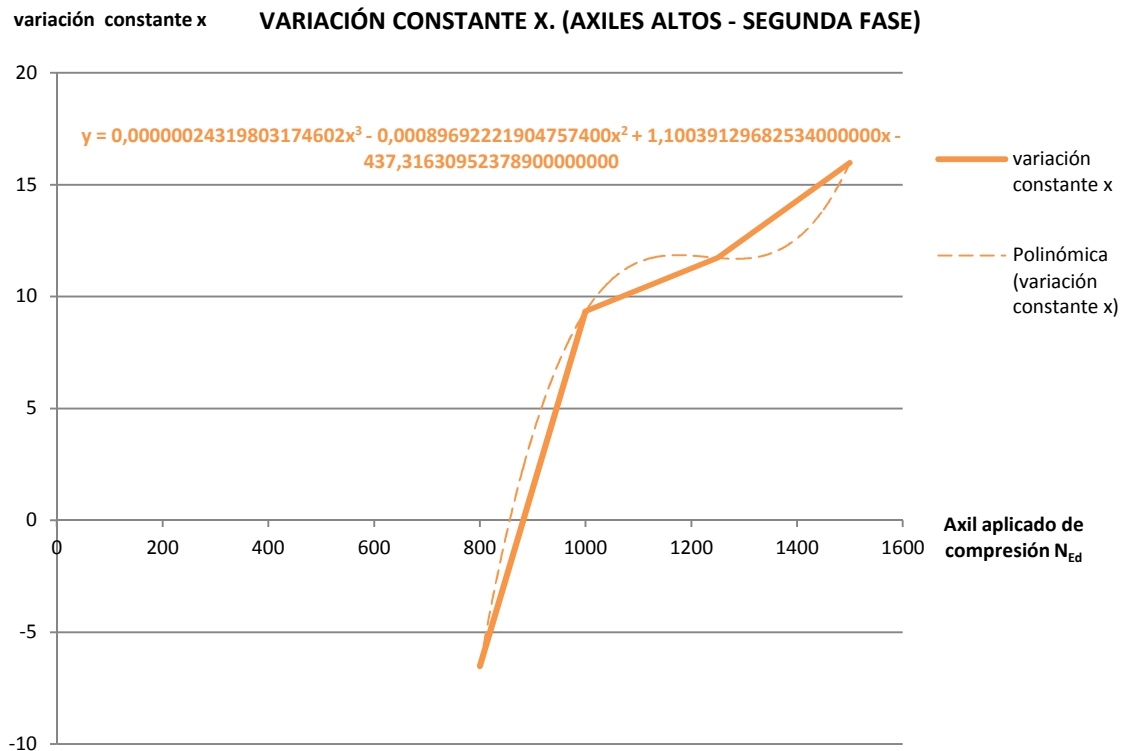


Figura 6.67- Variación de la constante de x en función de los axiles aplicados. Ecuación del gráfico. Axiles altos de compresión ($400\text{kN} < N_{Ed} \leq 1500\text{kN}$). Segunda fase.

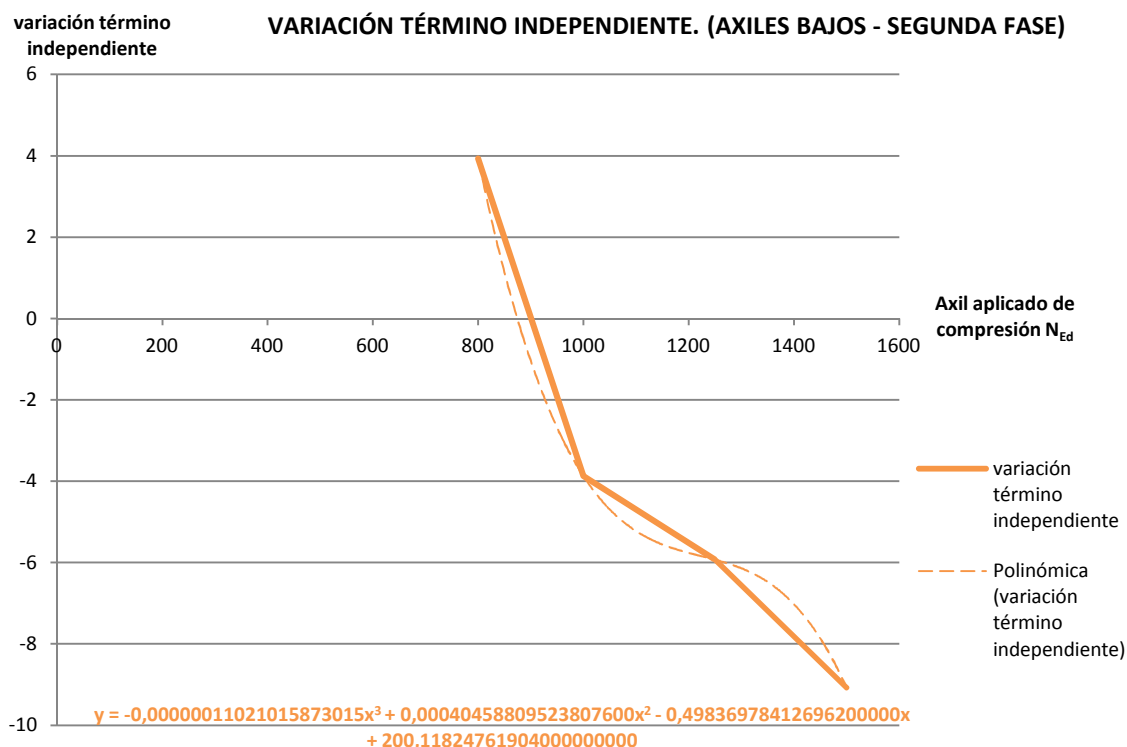


Figura 6.68- Variación del término independiente en función de los axiles aplicados. Ecuación del gráfico. Axiles altos de compresión ($400\text{kN} < N_{Ed} \leq 1500\text{kN}$). Segunda fase.

La Tabla 6.10 indica resumidamente las expresiones de variación de las constantes polinómicas y términos independientes en función de los axiles aplicados.

x^2	$y = -0,00000012706526984126.x^3 + 0,000468185961904733.x^2 - 0,570000473015841.x + 223,42048095237$
x	$y = 0,00000024319803174602.x^3 - 0,000896922219047581.x^2 + 1,10039129682535.x - 437,316309523794$
t.i.	$y = -0,00000011021015873015.x^3 + 0,000404588095238068.x^2 - 0,498369784126954.x + 200,118247619037$

Tabla 6.10- Expresiones de variación de las constantes polinómicas y términos independientes en función de los axiles aplicados. Axiles altos de compresión ($400\text{kN} < N_{Ed} \leq 1500\text{kN}$).
 $x = N_{Ed}$; $y =$ variación de la constante o del término independiente.

Así pues, la expresión matemática que rige la variación unitaria de la rigidez para axiles altos de compresión aplicados y momentos aplicados dentro del rango establecido en la llamada segunda fase (ver Ecuación 6.23) es la que se expresa en la Ecuación 6.24.

$$\begin{aligned}
 \gamma = & (0,00000012706526984126. N_{Ed}^3 + 0,000468185961904733. N_{Ed}^2 - 0,570000473015841. N_{Ed} + \\
 & + 223,42048095237). \left(\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} \right)^2 + \\
 & + (0,00000024319803174602. N_{Ed}^3 - 0,000896922219047581. N_{Ed}^2 + 1,10039129682535. N_{Ed} - \\
 & - 437,316309523794). \left(\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} \right) + \\
 & + (0,00000011021015873015. N_{Ed}^3 + 0,000404588095238068. N_{Ed}^2 - 0,498369784126954. N_{Ed} + \\
 & + 200,118247619037) \\
 & [Ec. 6.24]
 \end{aligned}$$

6.3.5- RESUMEN DE LAS EXPRESIONES DE LA VARIACIÓN UNITARIA DE LA RIGIDEZ Y LÍMITES DE ACTUACIÓN.

Dadas todas las expresiones para la deducción de la variación unitaria de la rigidez de los Apartados 6.3.1, 6.3.2, 6.3.3 y 6.3.4 a continuación, y para facilitar su lectura, se resumen las expresiones matemáticas y sus ámbitos de actuación.

6.3.5.1- Axiles bajos de compresión ($0\text{kN} < N_{Ed} \leq 400\text{kN}$):

Primera fase:

Formarán parte de la primera fase cuando el momento aplicado cumpla las condiciones de la siguiente ecuación:

$$\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} \leq 0,52 \quad [Ec. 6.25]$$

Para axiles y momentos aplicados que cumplan las condiciones, el cálculo de la variación unitaria de la rigidez se realizará a través de la Ecuación 6.26:

$$\gamma = 0,000003004166666666669 \cdot N_{Ed}^2 + 0,0003645833333333333 \cdot N_{Ed} - 0,8815 \quad [Ec. 6.26]$$

Segunda fase:

Formarán parte de la primera fase cuando el momento aplicado cumpla las condiciones de la siguiente ecuación:

$$\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} \geq 0,52 \quad [Ec. 6.27]$$

Para axiles y momentos aplicados que cumplan las condiciones, el cálculo de la variación unitaria de la rigidez se realizará a través de la Ecuación 6.28:

$$\begin{aligned} \gamma = & (0,000000316666666666667 \cdot N_{Ed}^2 + 0,0004333333333333331 \cdot N_{Ed} + 0,01980000000000006) \cdot \left(\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}}\right)^2 + \\ & + (0,000000046666666666669 \cdot N_{Ed}^2 - 0,0014106666666666667 \cdot N_{Ed} - 0,1088000000000001) \cdot \left(\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}}\right) + \\ & + (-0,000000506666666666667 \cdot N_{Ed}^2 + 0,0010356666666666666 \cdot N_{Ed} - 0,8552000000000001) \\ & [Ec. 6.28] \end{aligned}$$

6.3.5.2- Axiles altos de compresión ($400\text{kN} < N_{Ed} \leq 1500\text{kN}$):

Primera fase:

Formarán parte de la primera fase cuando el momento aplicado cumpla las condiciones de la siguiente ecuación:

$$\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} \leq 0,00065714 \cdot N_{Ed} + 0,244288 \quad [Ec. 6.29]$$

Para axiles y momentos aplicados que cumplan las condiciones, el cálculo de la variación unitaria de la rigidez se realizará a través de la Ecuación 6.30:

$$\gamma = -0,1101 \cdot \left(\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}}\right)^2 + 0,1387 \cdot \left(\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}}\right) + 0,0157 > -0,9999 \quad [Ec. 6.30]$$

Segunda fase:

Formarán parte de la primera fase cuando el momento aplicado cumpla las condiciones de la siguiente ecuación:

$$\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} \geq 0,00065714 \cdot N_{Ed} + 0,244288 \quad [Ec. 6.31]$$

Para axiles y momentos aplicados que cumplan las condiciones, el cálculo de la variación unitaria de la rigidez se realizará a través de la Ecuación 6.32:

$$\begin{aligned} \gamma = & (0,00000012706526984126 \cdot N_{Ed}^3 + 0,000468185961904733 \cdot N_{Ed}^2 - 0,570000473015841 \cdot N_{Ed} + \\ & + 223,42048095237) \cdot \left(\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}}\right)^2 + \\ & + (0,00000024319803174602 \cdot N_{Ed}^3 - 0,000896922219047581 \cdot N_{Ed}^2 + 1,10039129682535 \cdot N_{Ed} - \\ & - 437,316309523794) \cdot \left(\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}}\right) + \\ & + (0,00000011021015873015 \cdot N_{Ed}^3 + 0,000404588095238068 \cdot N_{Ed}^2 - 0,498369784126954 \cdot N_{Ed} + \\ & + 200,118247619037) \\ & [Ec. 6.32] \end{aligned}$$

6.3.6- MÉTODO PREDICTIVO DEL COMPORTAMIENTO M-Ø DE LA BASA DEL PILAR CONSIDERANDO $\mu=1$ Y UTILIZANDO LA NUEVA FORMULACIÓN DE γ . COMPARACIÓN CON EL COMPORTAMIENTO REAL DE LA UNIÓN Y CON LA PREDICCIÓN DEL EUROCÓDIGO. CONCLUSIONES.

La intención final de todo el trabajo realizado en el Apartado 6.3 de esta tesis es conseguir unas expresiones que permitan obtener una predicción del comportamiento M-Ø de la unión más ajustada a su comportamiento real en todas las combinaciones posibles de axil y momento aplicados. Tal como se ha observado en el Apartado 6.2, la sustitución de las expresiones que determinan el ratio de rigidez μ por otras que aproximan su valor al real tiene una incidencia limitada en la mejora de la predicción del comportamiento M-Ø de la unión, aumentando la precisión en la aproximación de la predicción en la mayoría de casos, pero no obteniendo una mejora generalizada en todas las combinaciones de axil y momento aplicados. Este aspecto, y según las conclusiones finales a las que se ha llegado en Apartado 6.2, es clave para entender que sólo variando un valor es difícil poder encontrar soluciones generales que mejoren las predicciones de todos los casos.

La estrategia seguida en este Apartado 6.3 ha sido la de trabajar con las fórmulas del método de los componentes del Eurocódigo pero, en principio, considerar siempre $\mu=1$, sea cual sea el momento aplicado. A partir de aquí, se ha trabajado en intentar definir con el máximo de precisión el valor de la variación unitaria de la rigidez, valor clave para conseguir la deseada aproximación del gráfico predicho al real y, finalmente, poder aplicar la Ecuación 6.33 y obtener la rigidez de la basa del pilar deseada.

$$S_{j,EC,\mu=1} \cdot (1 + \gamma) = S_{j,REAL} \quad [Ec. 6.33]$$

Para efectuar el cálculo predictivo de la rigidez S_j de la unión usando este nuevo método propuesto se han utilizado nuevamente unas hojas de cálculo elaboradas expresamente para la redacción de esta tesis, que recogen toda la formulación extraída del método de los componentes del Eurocódigo, con la salvedad de considerar siempre $\mu=1$, e introduciendo las expresiones de la variación unitaria de la rigidez según la combinación de axil y momento aplicados detallada en el Apartado 6.3.5. De esta forma, y siempre trabajando en el ejemplo de basa de pilar descrito, introduciendo en las hojas de cálculo los valores de axil y momentos aplicados se obtienen con extremada facilidad y sin un gran dispendio computacional los momentos resistidos y las rigideces predichas. Pueden consultarse las nuevas hojas de cálculo en los Documentos Anexos 6.8 y 6.9).

En las Figuras 6.69 a la 6.77 se puede observar el comportamiento $M-\varnothing$ real de la basa del pilar del ejemplo trabajado (en color rojo), el predicho por el Eurocódigo (en color azul) y, en color verde, el predicho utilizando las expresiones que propone esta tesis, es decir, con $\mu=1$ y aplicando las ecuaciones de γ del Apartado 6.3.5. Para este último, las rigideces de cada tramo han sido obtenidas de la aplicación de las hojas de cálculo adjuntadas en los Documentos Anexos 6.8 y 6.9.

En los gráficos puede observarse que, en el ejemplo de aplicación, el comportamiento $M-\varnothing$ predicho por la nueva formulación obtiene unos resultados altamente satisfactorios. Las ramas de los gráficos en color verde están, en todas las familias de axiles aplicados, calcando prácticamente el comportamiento real de la basa del pilar (en color rojo). Asimismo, se puede apreciar que el efecto de sobrerigidizar en la predicción para axiles bajos y sobreflexibilizar para las familias de axiles altos que padece el método de los componentes del Eurocódigo, la nueva formulación claramente lo soluciona.

Para percatarse de la mejora que supone la aplicación de la nueva formulación propuesta, en el caso de la basa del pilar estudiado, respecto a la aplicación estricta del método de los componentes del Eurocódigo 3, se adjuntan las Figuras 6.78 a la 6.xx. En estos gráficos puede observarse, para cada familia de axil aplicado, la relación entre la variación unitaria de la rigidez (γ) y el momento aplicado (M_{Ed}) en el caso de estimar la rigidez usando el método de los componentes (color azul), o bien incorporando la nueva formulación (color verde). Se puede apreciar cómo en la totalidad de las familias de axil aplicado, la predicción obtenida mediante la formulación propuesta en esta tesis mejora claramente la obtenida mediante el método del Eurocódigo 3.

De los gráficos aportados puede leerse que en la predicción del comportamiento usando la nueva formulación, para los casos de axiles bajos aplicados existe un mayor error en la predicción que para axiles medio-altos. En cualquier caso, estos errores en la estimación de la rigidez (pendiente de la recta del gráfico $M-\varnothing$) son prácticamente insignificantes cuando se comparan con el comportamiento real de la unión, obteniendo una predicciones del comportamiento $M-\varnothing$ totalmente fidedignas.

Asimismo, también cabe comentar que, para aquellas situaciones de carga próximas a la rotura (momentos aplicados muy altos), la precisión de la predicción obtenida disminuye sensiblemente.

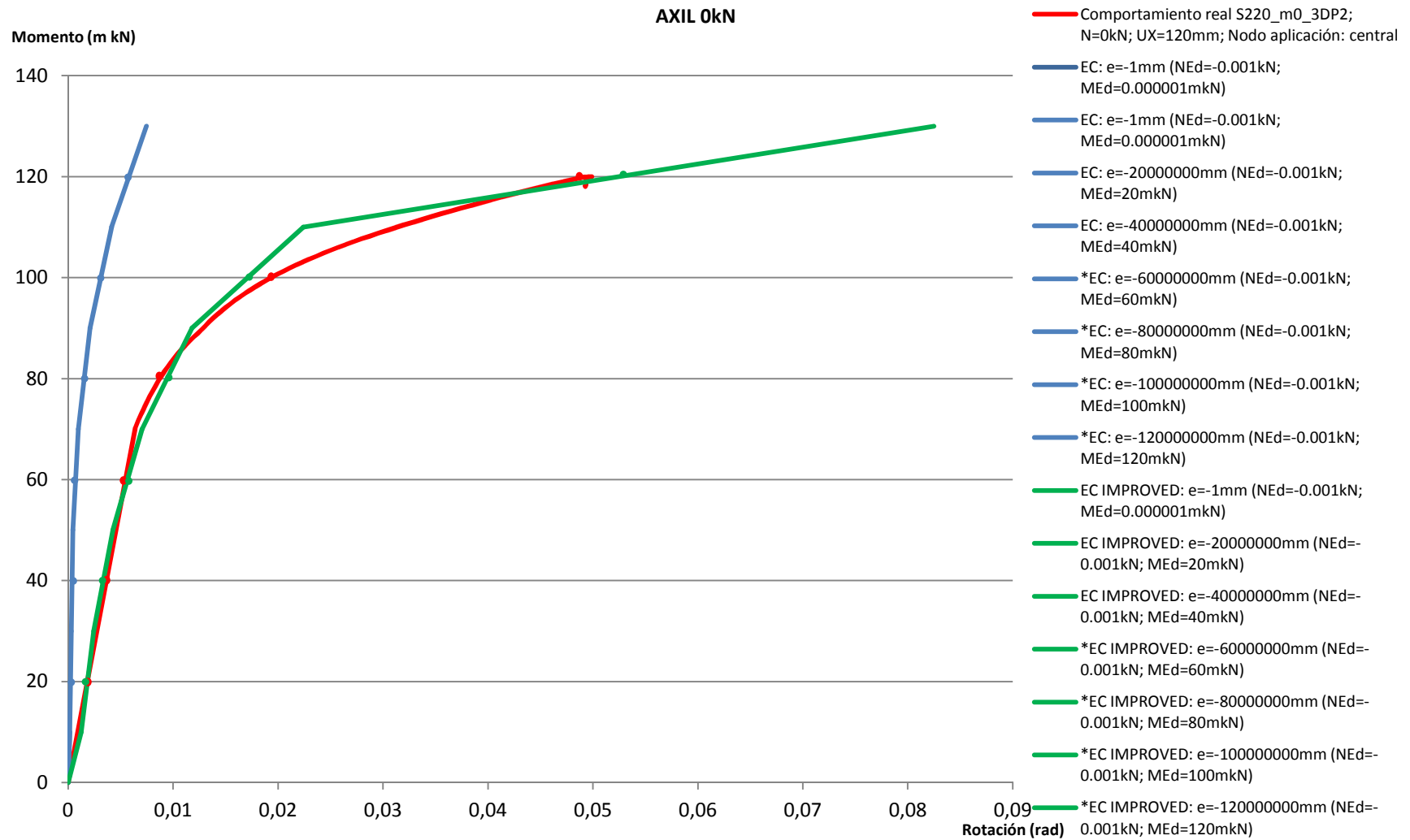


Figura 6.69-Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul), el que se obtiene usando la nueva formulación propuesta en esta tesis (verde) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=0kN.

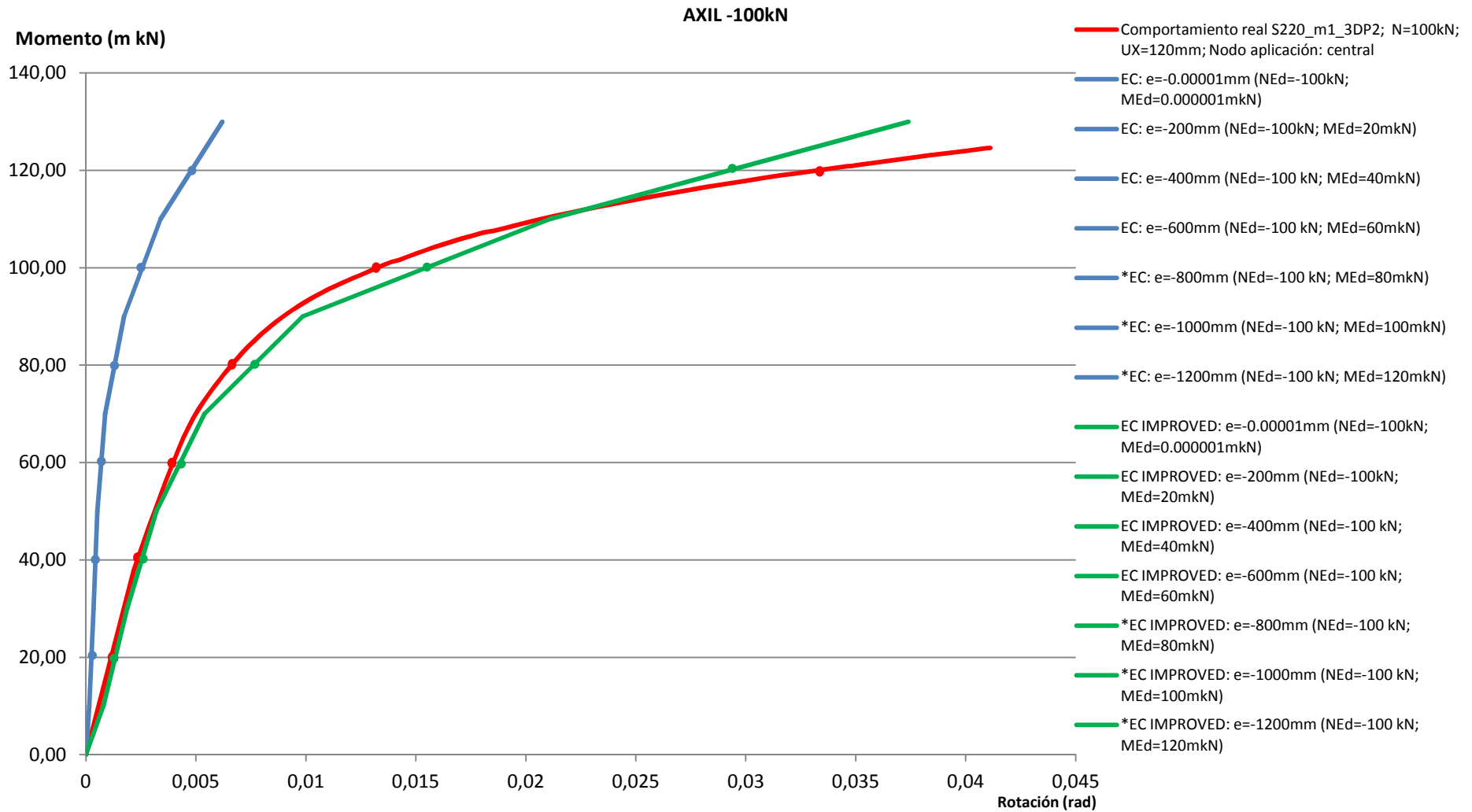


Figura 6.70- Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul), el que se obtiene usando la nueva formulación propuesta en esta tesis (verde) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-100kN.

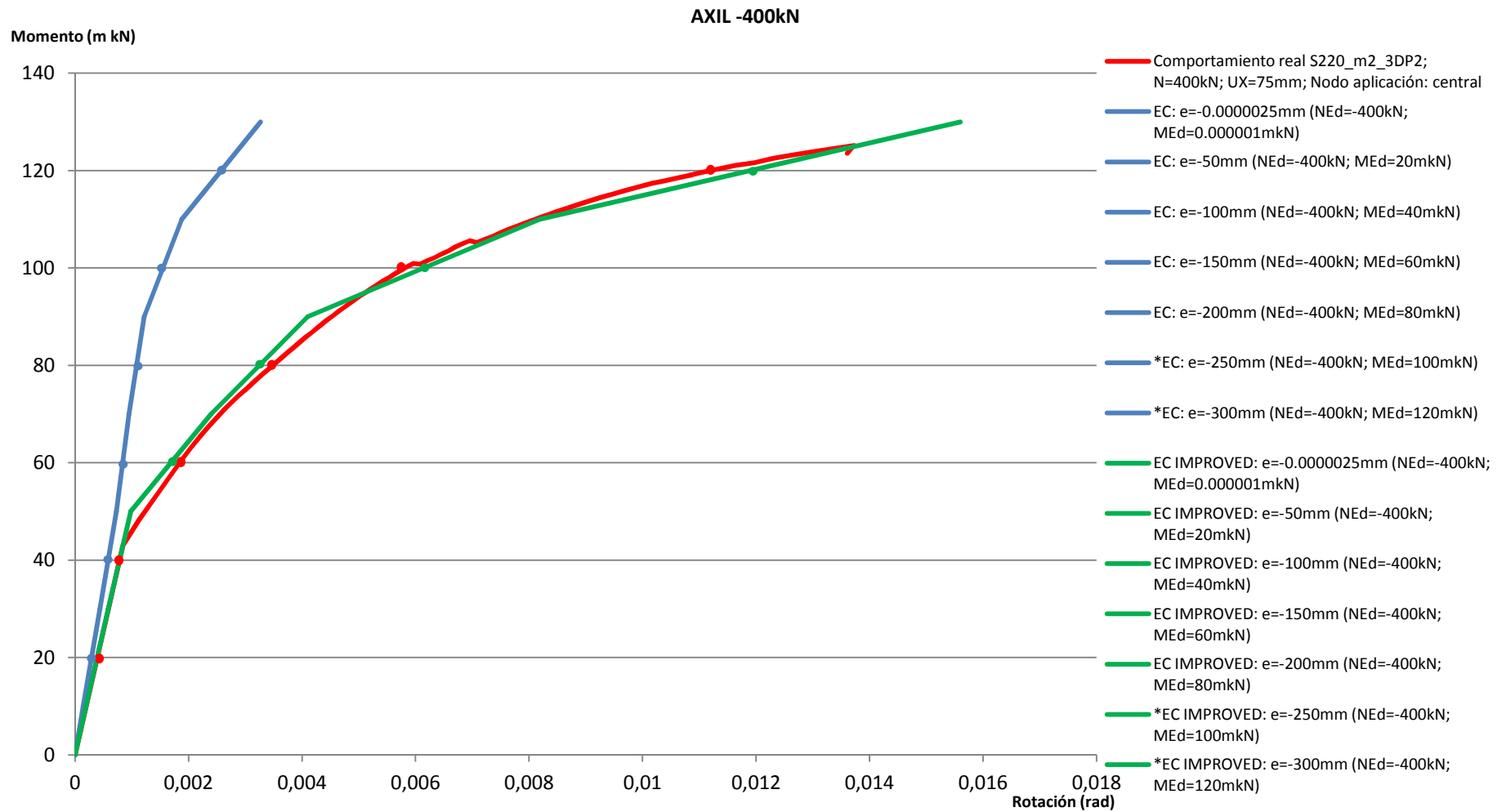


Figura 6.71- Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul), el que se obtiene usando la nueva formulación propuesta en esta tesis (verde) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-400kN.

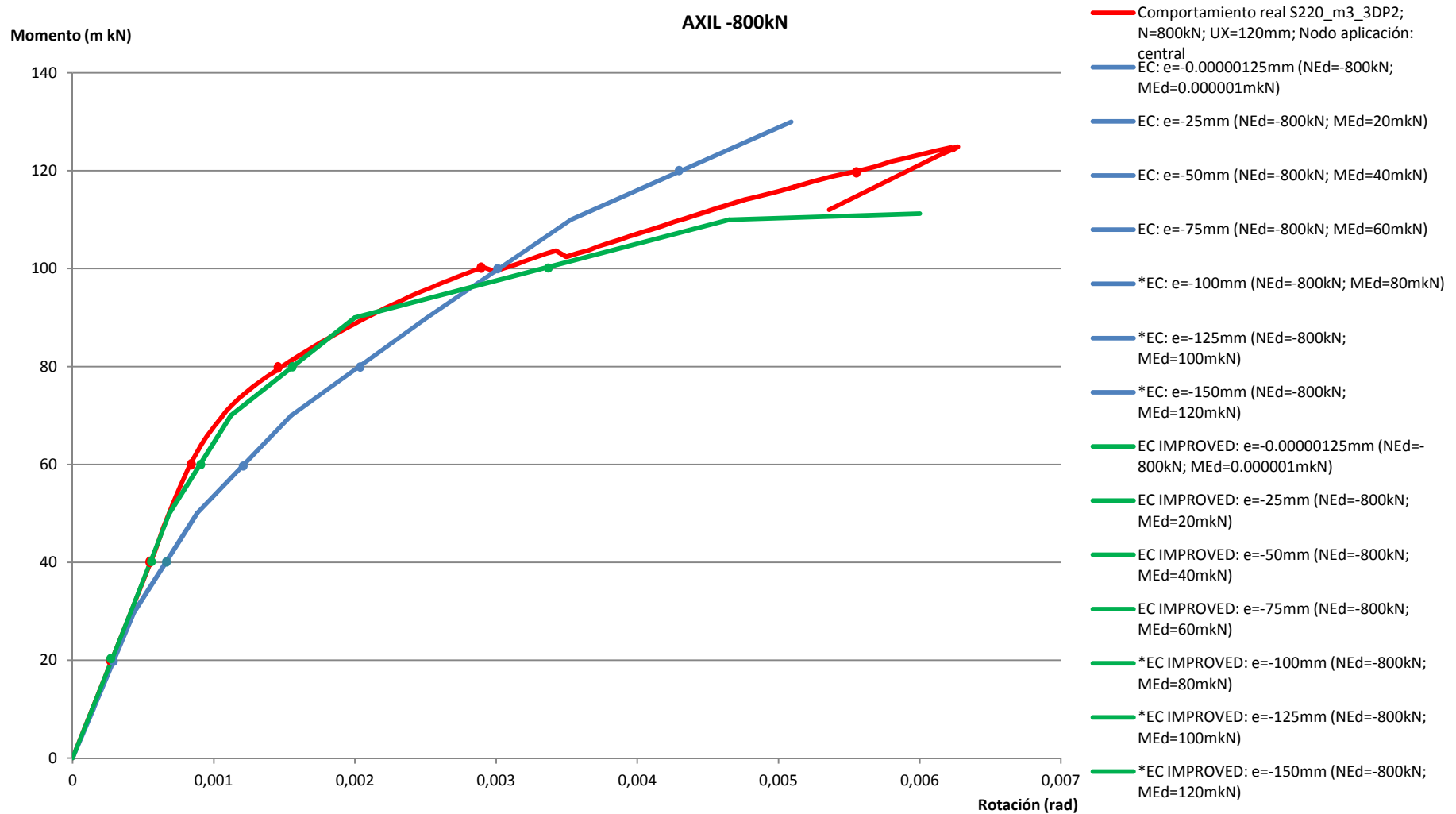


Figura 6.72- Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul), el que se obtiene usando la nueva formulación propuesta en esta tesis (verde) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-800kN.

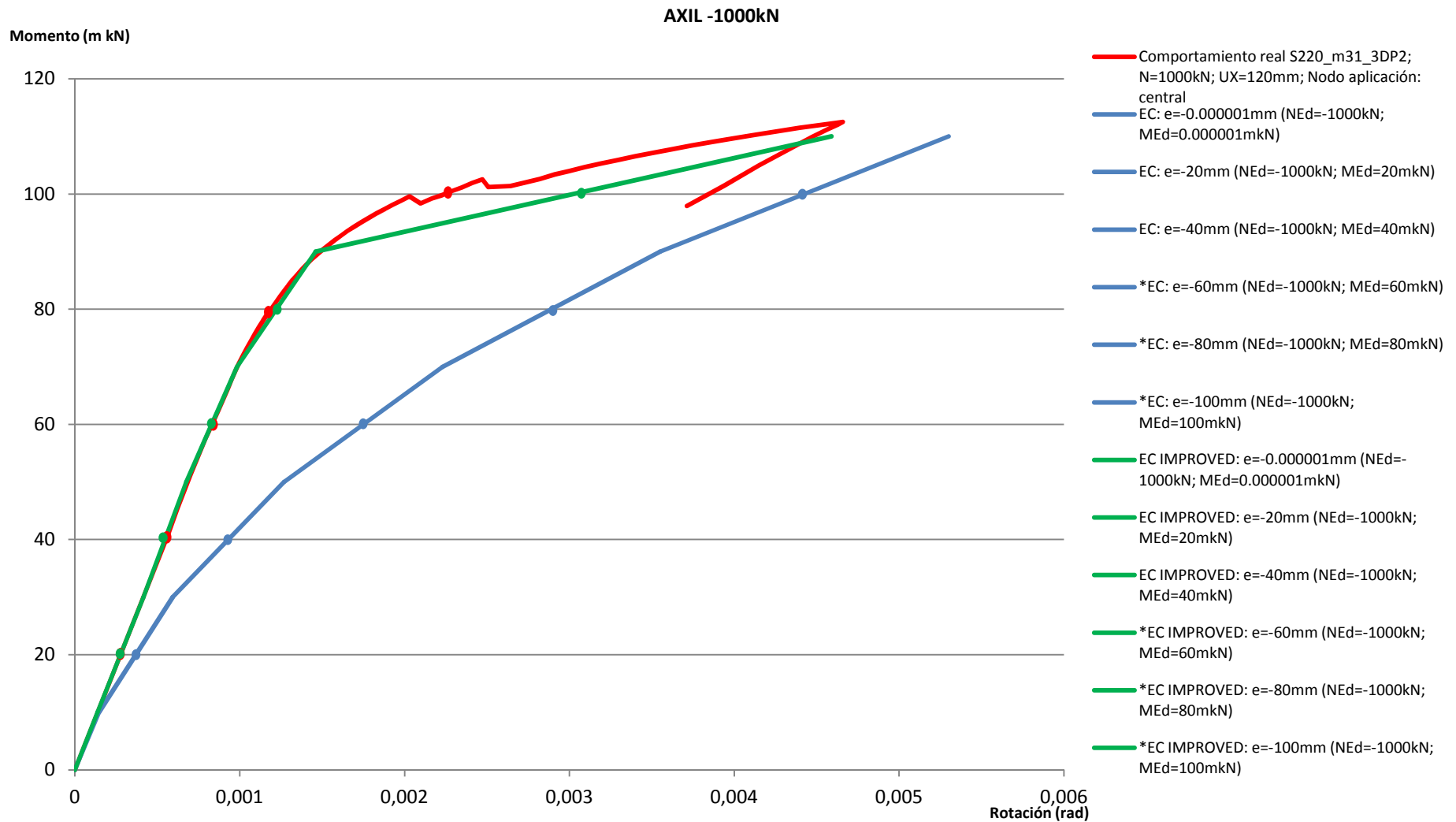


Figura 6.73- Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul), el que se obtiene usando la nueva formulación propuesta en esta tesis (verde) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-1000kN.

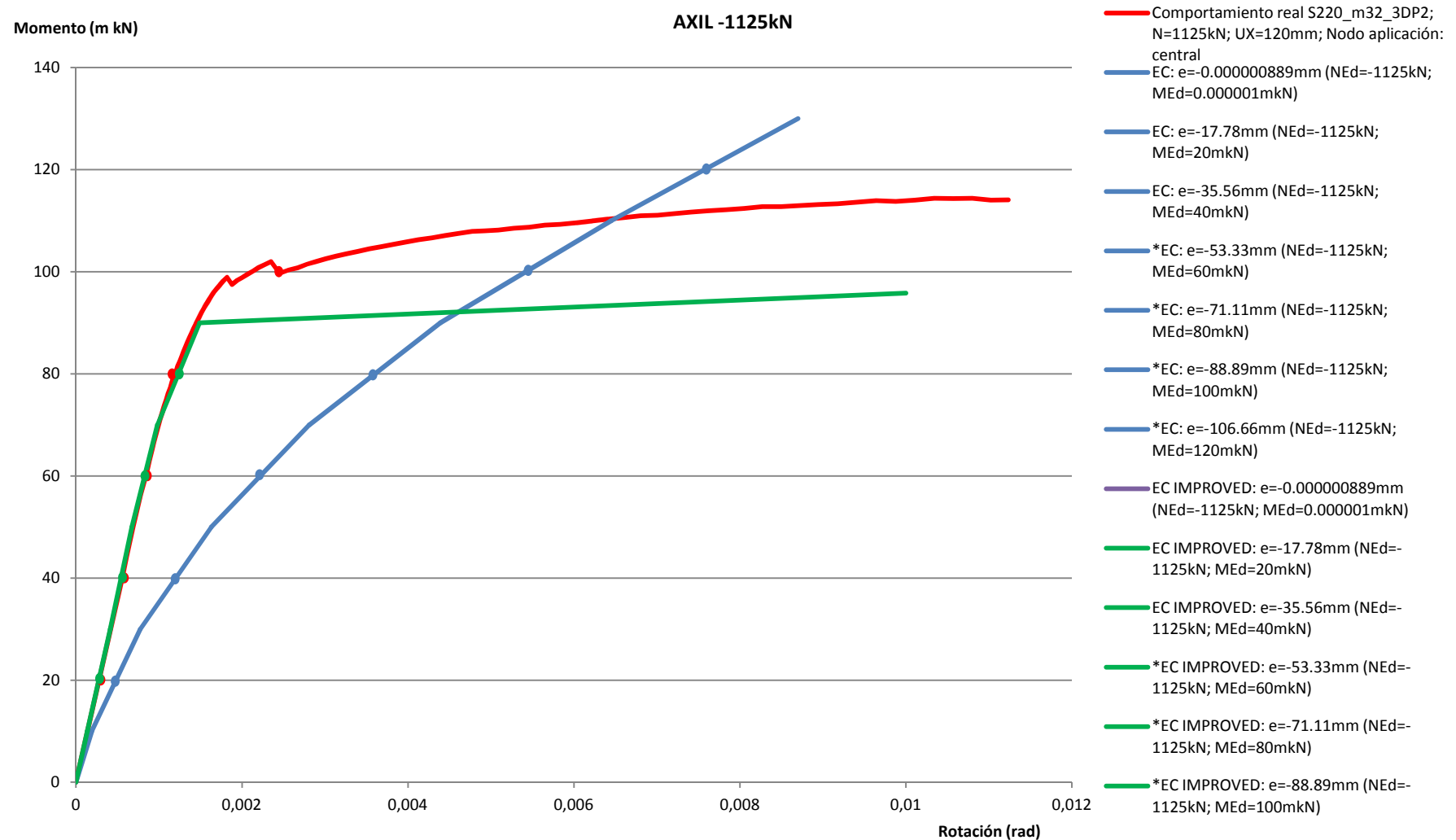


Figura 6.74- Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul), el que se obtiene usando la nueva formulación propuesta en esta tesis (verde) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-1125kN.

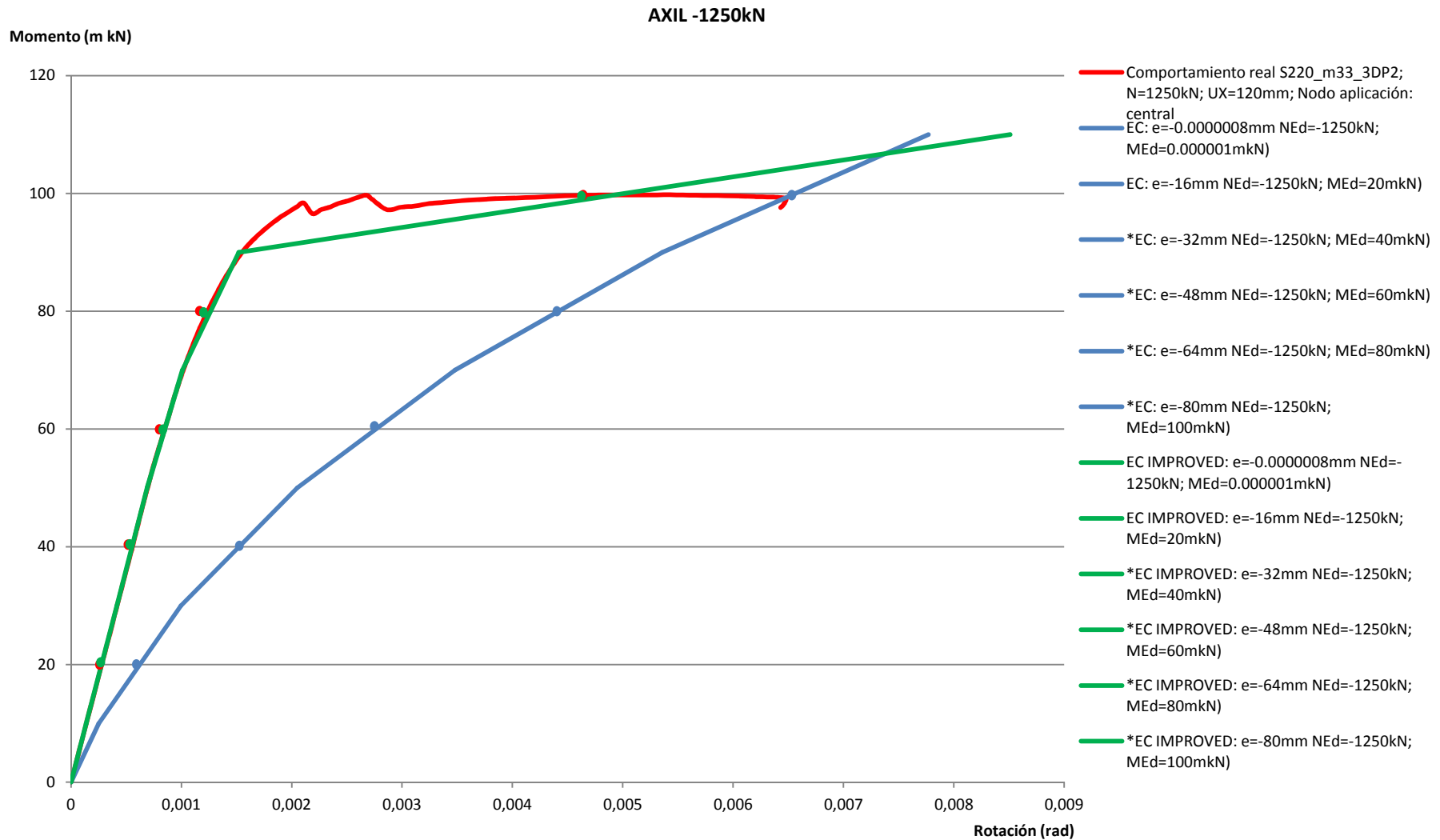


Figura 6.75- Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul), el que se obtiene usando la nueva formulación propuesta en esta tesis (verde) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-1250kN.

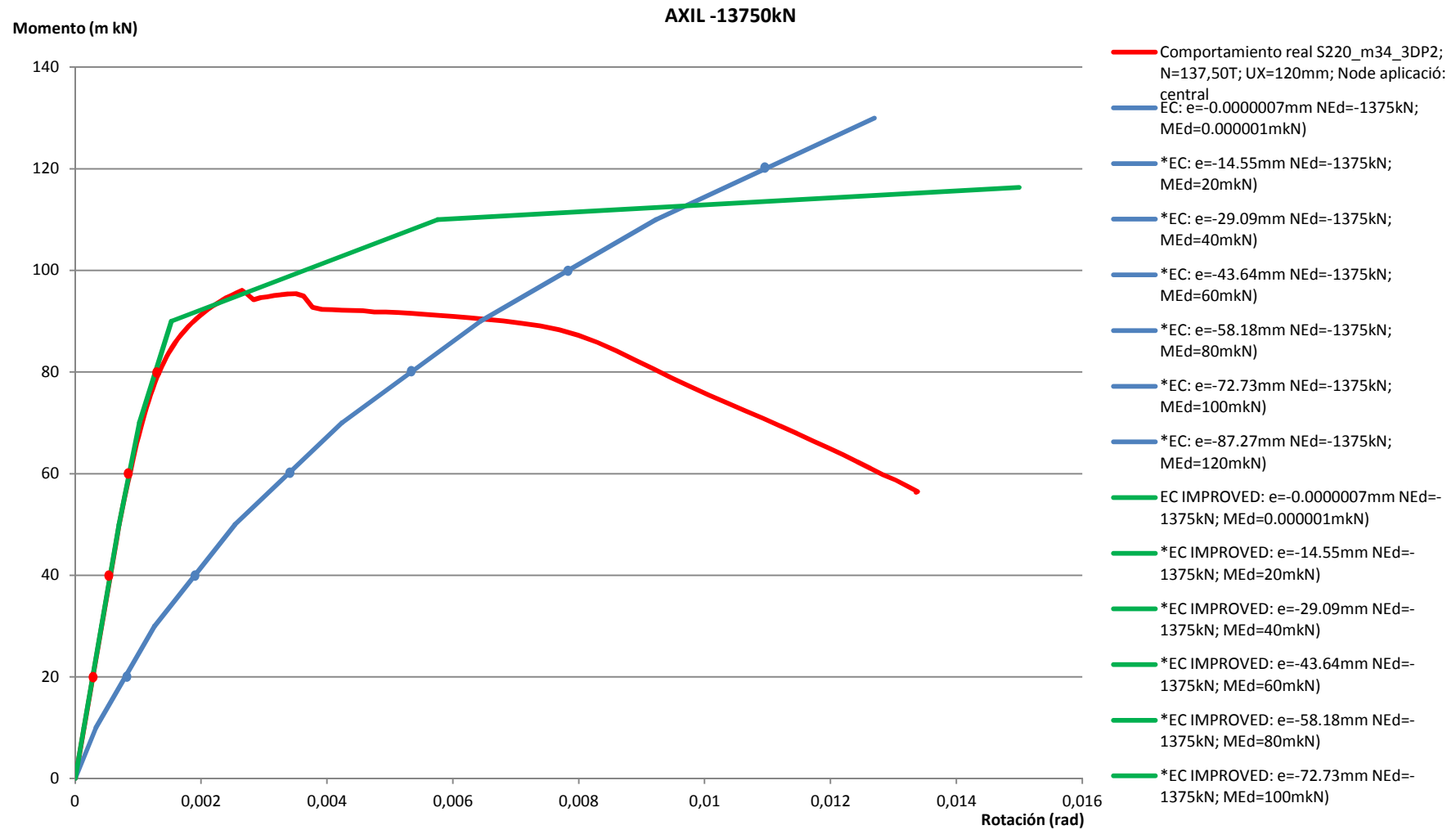


Figura 6.76- Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul), el que se obtiene usando la nueva formulación propuesta en esta tesis (verde) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-1375kN.

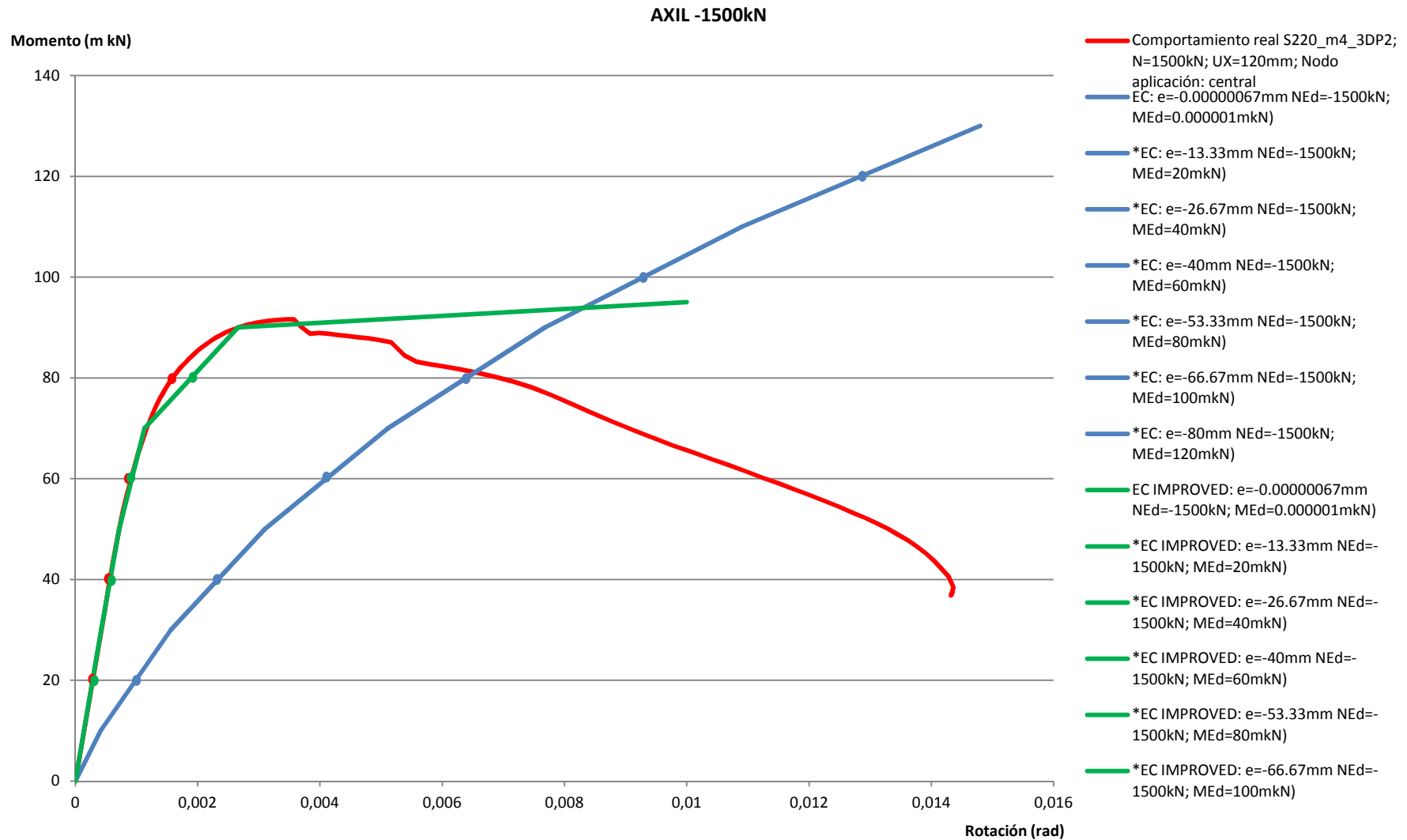


Figura 6.77- Gráfico M-Ø comparativo entre el comportamiento previsto por el método predictivo del Eurocódigo 3 (azul), el que se obtiene usando la nueva formulación propuesta en esta tesis (verde) y el comportamiento real de la unión (rojo). Axil=-1500kN.

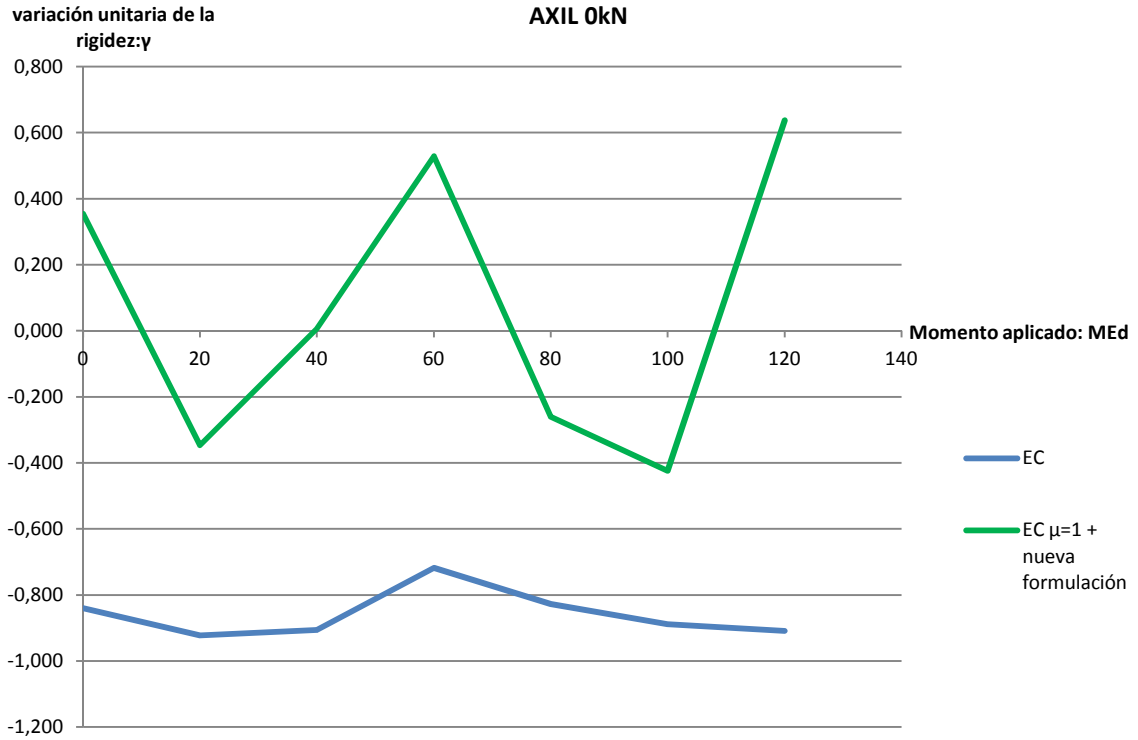


Figura 6.78- Gráfico γ (variación unitaria del comportamiento de la unión según la predicción del método de los componentes del Eurocódigo respecto a su comportamiento real (color azul) y según la predicción obtenida considerando $\mu=1$ y usando la nueva formulación propuesta respecto al comportamiento real de la unión (color verde)) – M_{Ed} (momento actuante). Axil actuante: 0kN.

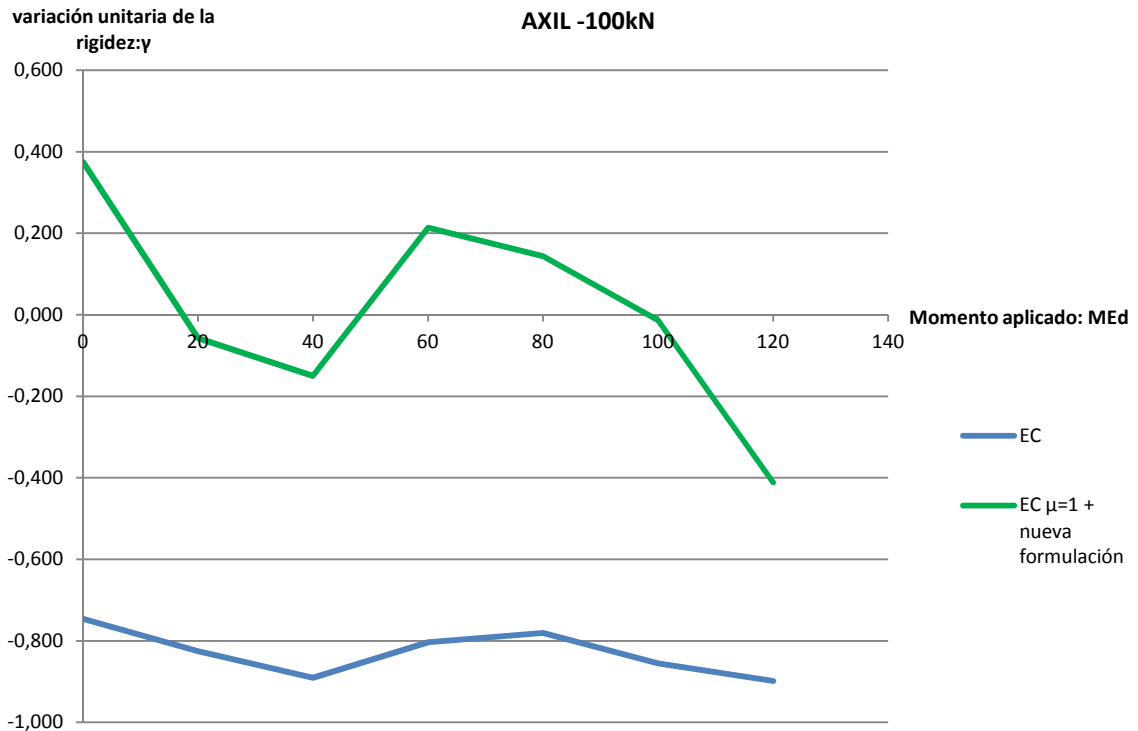


Figura 6.79- Gráfico γ (variación unitaria del comportamiento de la unión según la predicción del método de los componentes del Eurocódigo respecto a su comportamiento real (color azul) y según la predicción obtenida considerando $\mu=1$ y usando la nueva formulación propuesta respecto al comportamiento real de la unión (color verde)) – M_{Ed} (momento actuante). Axil actuante: -100kN.

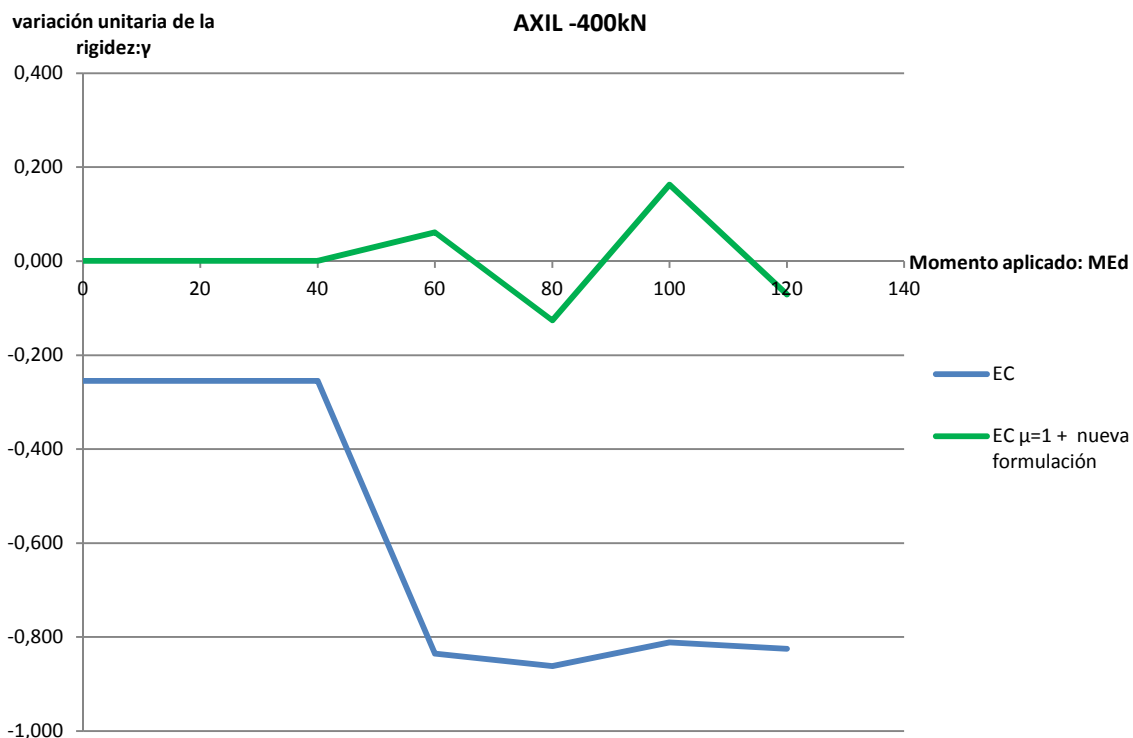


Figura 6.80- Gráfico γ (variación unitaria del comportamiento de la unión según la predicción del método de los componentes del Eurocódigo respecto a su comportamiento real (color azul) y según la predicción obtenida considerando $\mu=1$ y usando la nueva formulación propuesta respecto al comportamiento real de la unión (color verde)) – M_{Ed} (momento actuante). Axil actuante: -400kN.

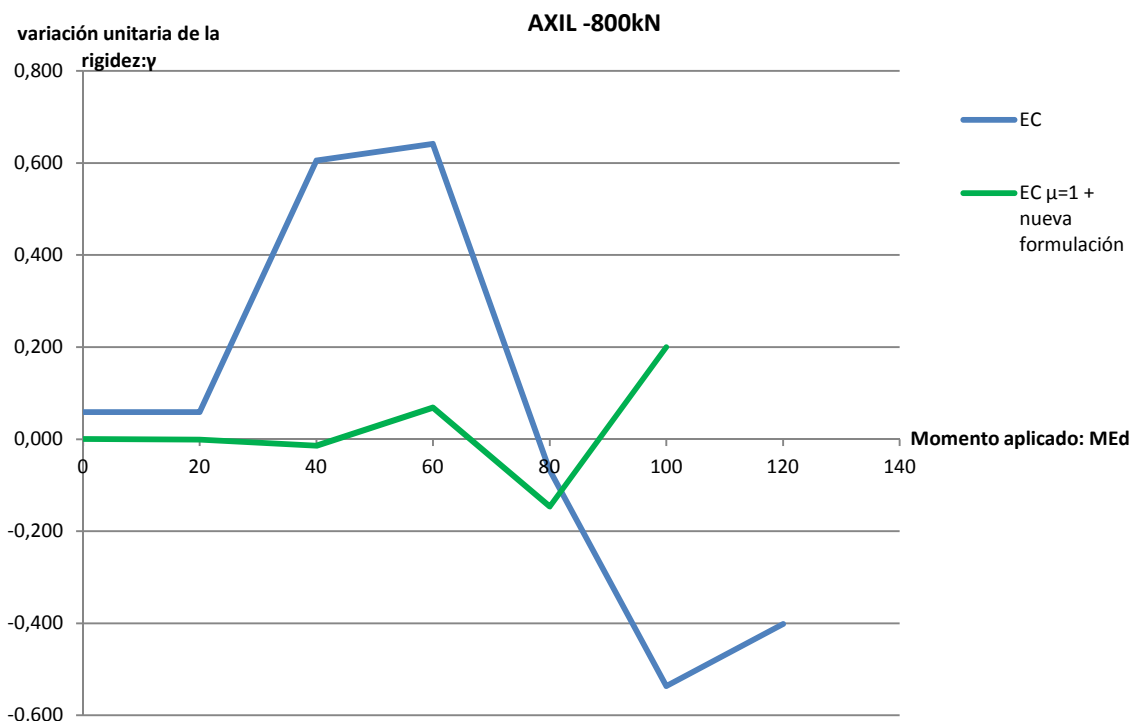


Figura 6.81- Gráfico γ (variación unitaria del comportamiento de la unión según la predicción del método de los componentes del Eurocódigo respecto a su comportamiento real (color azul) y según la predicción obtenida considerando $\mu=1$ y usando la nueva formulación propuesta respecto al comportamiento real de la unión (color verde)) – M_{Ed} (momento actuante). Axil actuante: -800kN.

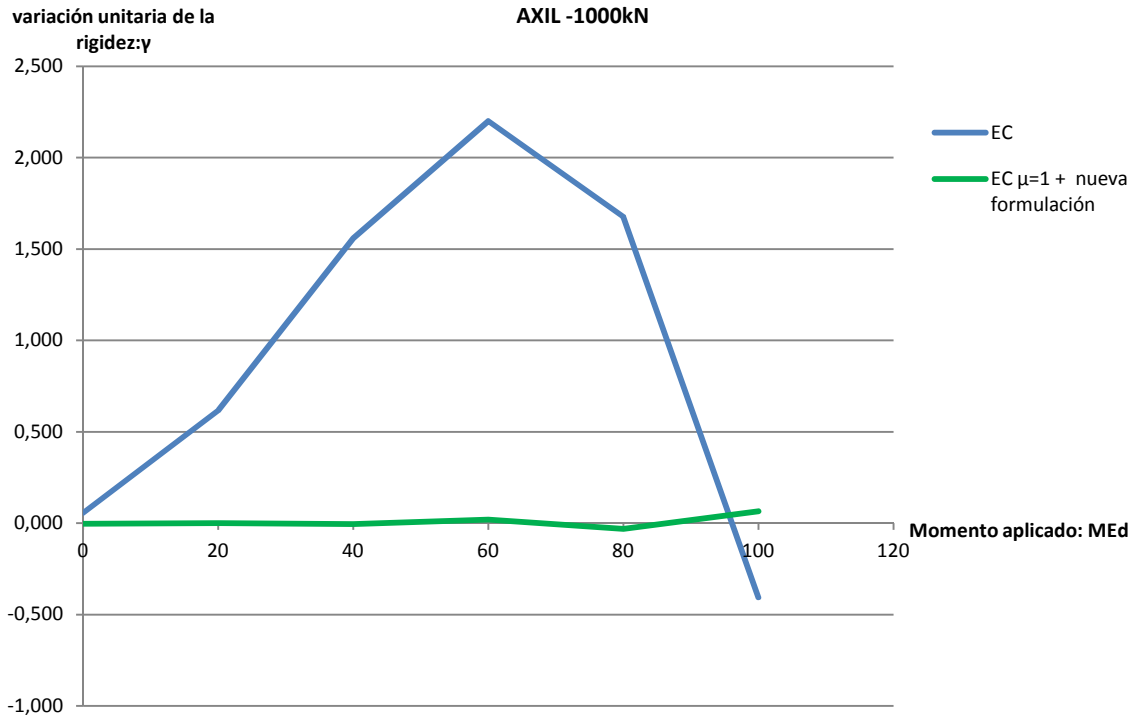


Figura 6.82- Gráfico γ (variación unitaria del comportamiento de la unión según la predicción del método de los componentes del Eurocódigo respecto a su comportamiento real (color azul) y según la predicción obtenida considerando $\mu=1$ y usando la nueva formulación propuesta respecto al comportamiento real de la unión (color verde)) – M_{Ed} (momento actuante). Axil actuante: -1000kN.

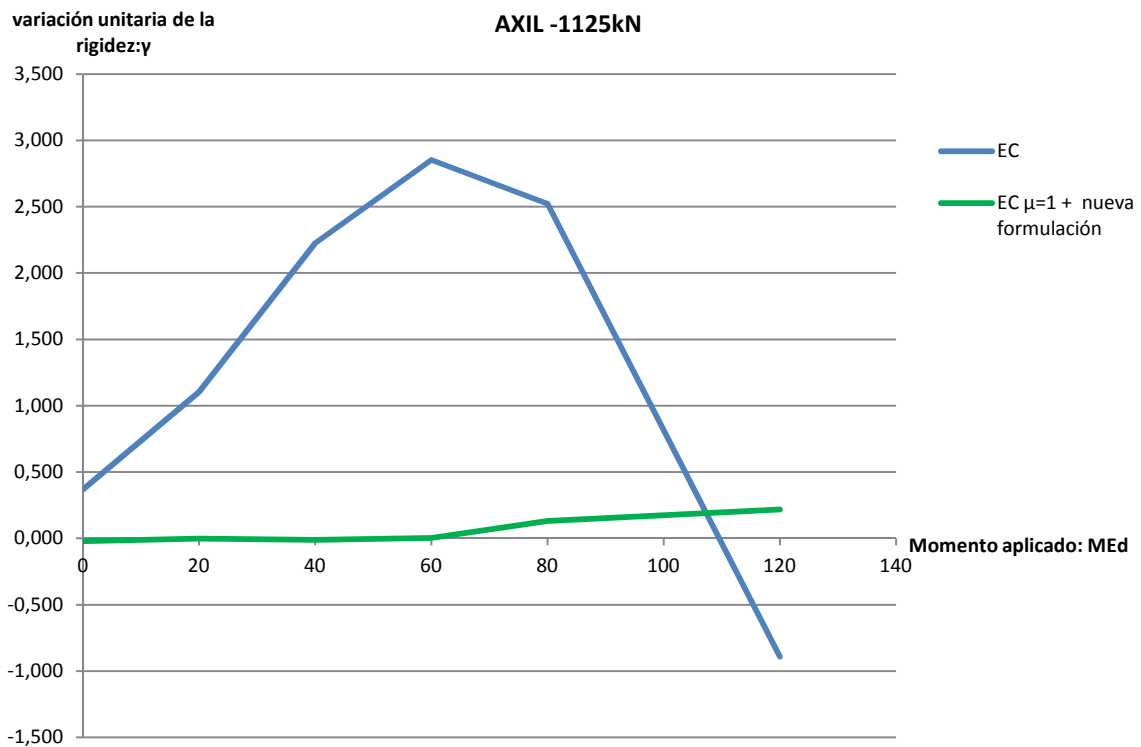


Figura 6.83- Gráfico γ (variación unitaria del comportamiento de la unión según la predicción del método de los componentes del Eurocódigo respecto a su comportamiento real (color azul) y según la predicción obtenida considerando $\mu=1$ y usando la nueva formulación propuesta respecto al comportamiento real de la unión (color verde)) – M_{Ed} (momento actuante). Axil actuante: -1125kN.

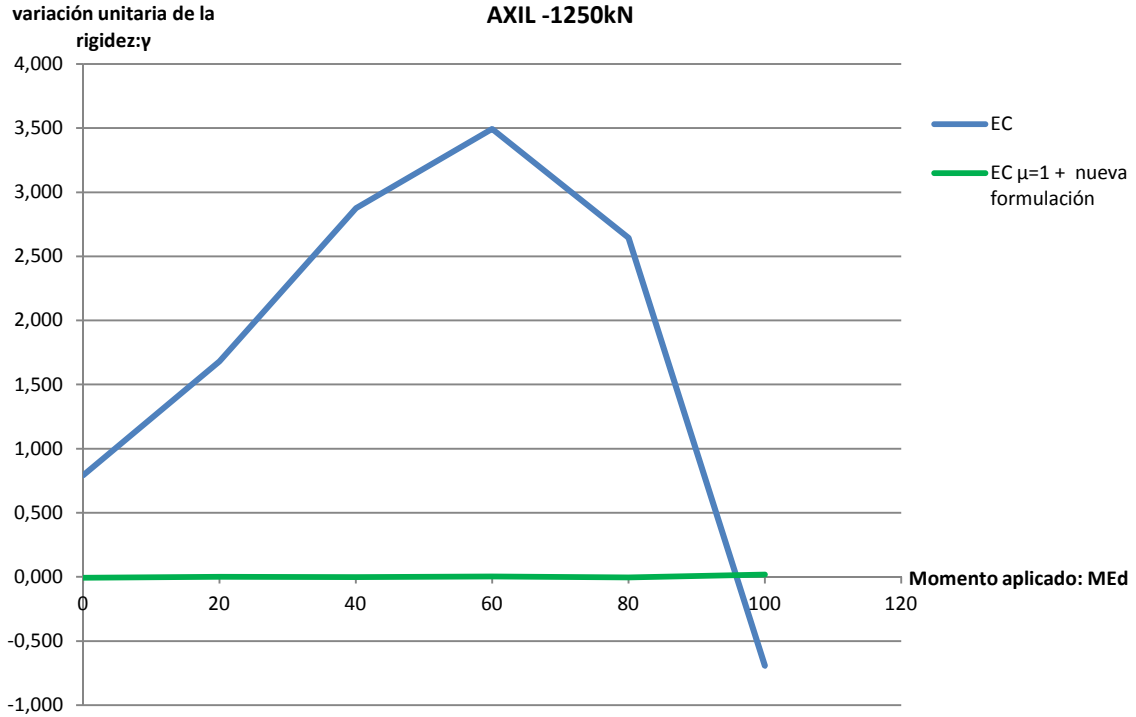


Figura 6.84- Gráfico γ (variación unitaria del comportamiento de la unión según la predicción del método de los componentes del Eurocódigo respecto a su comportamiento real (color azul) y según la predicción obtenida considerando $\mu=1$ y usando la nueva formulación propuesta respecto al comportamiento real de la unión (color verde)) – M_{Ed} (momento actuante). Axil actuante: -1250kN.

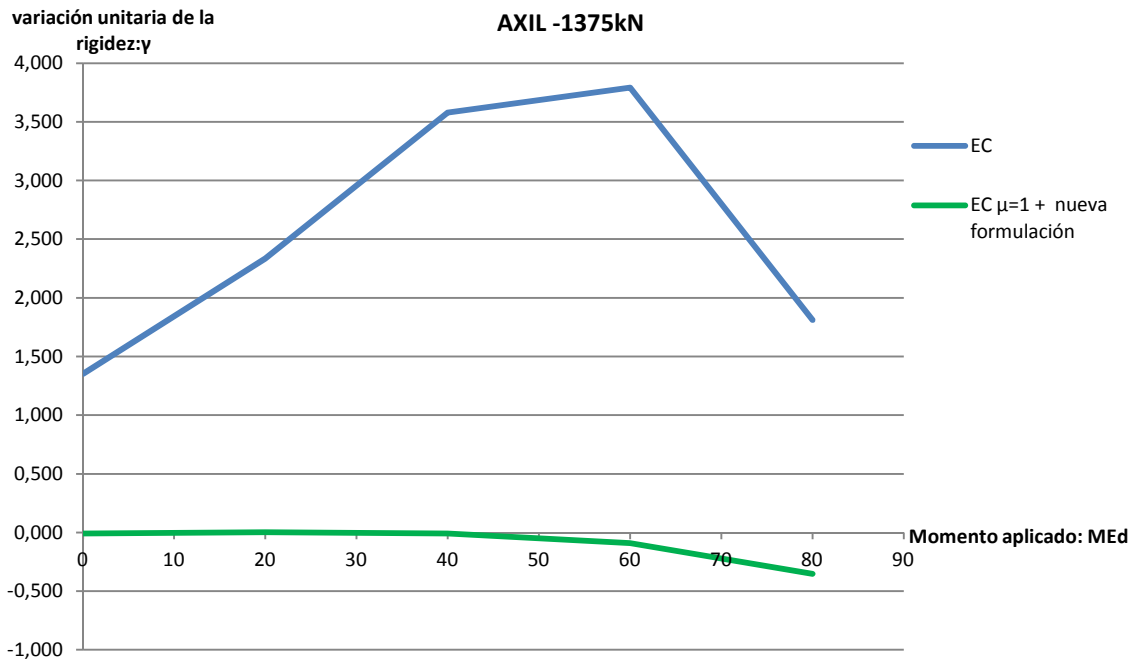


Figura 6.85- Gráfico γ (variación unitaria del comportamiento de la unión según la predicción del método de los componentes del Eurocódigo respecto a su comportamiento real (color azul) y según la predicción obtenida considerando $\mu=1$ y usando la nueva formulación propuesta respecto al comportamiento real de la unión (color verde)) – M_{Ed} (momento actuante). Axil actuante: -1375kN.

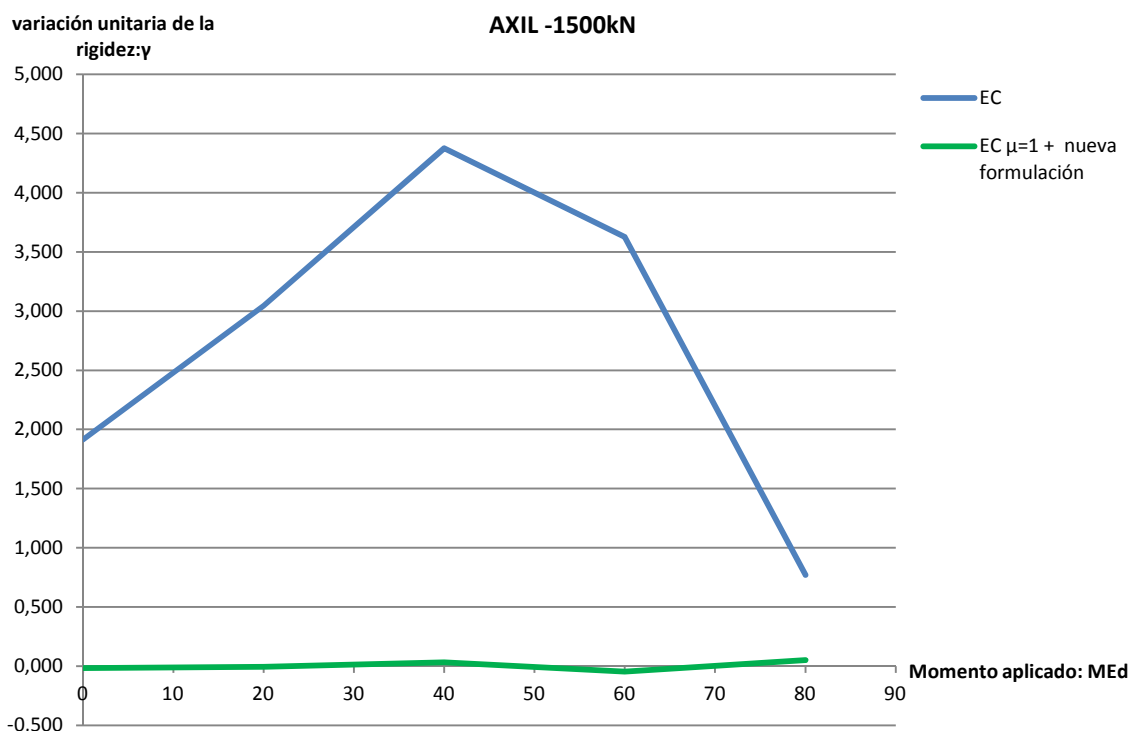


Figura 6.86- Gráfico γ (variación unitaria del comportamiento de la unión según la predicción del método de los componentes del Eurocódigo respecto a su comportamiento real (color azul) y según la predicción obtenida considerando $\mu=1$ y usando la nueva formulación propuesta respecto al comportamiento real de la unión (color verde)) – M_{Ed} (momento actuante). Axil actuante: -1500kN.

6.3.6.1- Conclusiones de la aplicación del método predictivo del comportamiento M-Ø de la basa del pilar considerando $\mu=1$ y utilizando la nueva formulación de γ .

Después de todo el trabajo desarrollado en el presente Apartado 6.3, se llega a las conclusiones siguientes:

- A lo largo de todo el Apartado 6.3 se ha desarrollado un estudio para obtener unas expresiones que determinen el valor preciso de la variación unitaria de la rigidez (γ) para las diversas combinaciones de axiles y momentos aplicados, considerando siempre un valor de $\mu=1$. Para hacerlo se han propuesto 4 expresiones:
 - o Axiles bajos y momentos bajos aplicados: ver Ecuación 6.26.
 - o Axiles bajos y momentos altos aplicados: ver Ecuación 6.28.
 - o Axiles altos y momentos bajos aplicados: ver Ecuación 6.30.
 - o Axiles altos y momentos altos aplicados: ver Ecuación 6.32.
- Se han establecido unos rangos de validez claros para determinar cuándo se debe aplicar cada ecuación:
 - o Rango de validez del caso de axiles bajos y momentos bajos aplicados: ver Ecuación 6.25.
 - o Rango de validez del caso de axiles bajos y momentos altos aplicados: ver Ecuación 6.27.
 - o Rango de validez del caso de axiles altos y momentos bajos aplicados: ver Ecuación 6.29.
 - o Rango de validez del caso de axiles altos y momentos altos aplicados: ver Ecuación 6.31.
- La integración de la nueva formulación de la variación de la rigidez (γ), propuesta en el Apartado 6.3.5, en el método del Eurocódigo considerando siempre un valor del ratio de rigidez $\mu=1$ consigue unas predicciones de la rigidez altamente satisfactorias para cualquier combinación de axil-momento aplicados del ejemplo estudiado. Además, la

predicción de la rigidez obtenida mediante la nueva formulación propuesta mejora, en la totalidad de los casos, la predicción obtenida usando estrictamente el método de los componentes del Eurocódigo 3. Pueden observarse los gráficos del comportamiento $M-\varnothing$ de la basa del pilar en las Figuras que van de la 6.69 a la 6.77, donde se ha representado el comportamiento real de la unión en color rojo, la predicción del método de los componentes del Eurocódigo en color azul, y la predicción obtenida de la aplicación de la nueva formulación propuesta en esta tesis en color verde.

- La precisión de la predicción nueva propuesta es menor para axiles bajos (ver Figuras 6.78 y 6.79, correspondientes a los casos de axiles aplicados de 0kN y -100kN, y compararlas con las 6.85 y 6.86, correspondientes a los casos de los axiles aplicados de -1375kN y -1500kN) y para momentos altos aplicados (ver cómo en las Figuras de la 6.78 a la 6.86 el error acostumbra a ser sensiblemente mayor para momentos aplicados altos). A pesar de esta menor precisión en los casos comentados, es evidente que el resultado es altamente satisfactorio para la totalidad de combinaciones de axil-momento aplicados a la base del pilar de referencia.
- La formulación propuesta hace referencia al estudio desarrollado para el caso definido en el Apartado 4.1, es decir, para una basa de pilar determinada con una configuración geométrica y de materiales concreta. Las conclusiones a las que se ha llegado para este caso de estudio no pueden ser generalizadas sin un trabajo posterior al desarrollo de esta tesis para otras configuraciones de basas de pilares.

7

CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.

7.1- Resumen del trabajo realizado y de su estructuración.....	277
7.2- Conclusiones.....	277
7.3- Conocimientos adquiridos.....	279
7.4- Futuras líneas de investigación.....	280

7. CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.

7.1- RESUMEN DEL TRABAJO REALIZADO Y DE SU ESTRUCTURACIÓN:

La tesis ha intentado desarrollar un trabajo ordenado y metódico que básicamente se ha estructurado en tres fases:

- Una **primera fase** de introducción y estado del arte sobre la clasificación (Capítulo 1), los métodos predictivos (Capítulo 2) y el marco normativo referente al diseño y cálculo de uniones. En el marco normativo, basado principalmente en el Eurocódigo 3, se ha explicado extensamente el método predictivo del Eurocódigo llamado método de los componentes (Capítulo 3). Aparte de la explicación teórica del método de los componentes, en el Capítulo 4 se ha desarrollado el cálculo completo de una basa de pilar concreta, llegando a obtener sus gráficos de comportamiento $M-\varnothing$ en función de los axiles aplicados.
- Una **segunda fase** en la que se ha trabajado en la reproducción del comportamiento real de las basas de pilar a través de un modelo de elementos finitos, desarrollado con el programa informático ANSYS (Capítulo 5). En primera instancia, se ha calibrado el método de trabajo y el modelo mediante una configuración concreta de basa de pilar de la cual se disponían ensayos de laboratorio y de la que, en consecuencia, se conocían exactamente sus gráficos de comportamiento $M-\varnothing$ para distintas familias de axil aplicados. Una vez calibrado el modelo y después de haberse verificado los resultados extraídos del modelo informático, se ha pasado a modelar, siguiendo las mismas pautas de trabajo y de modelado, el ejemplo desarrollado en el Capítulo 4, del cual no se disponen ensayos de laboratorio. Los resultados extraídos del modelo de elementos finitos se han utilizado como resultados extraídos de ensayos de laboratorio, es decir, como representación del comportamiento real de la basa del pilar.
- Una **tercera fase** de comparación entre el comportamiento real del ejemplo trabajado y el predicho por el método de los componentes del Eurocódigo 3. A partir de su relación y de las conclusiones extraídas, se han elaborado nuevas formulaciones que, en el caso concreto que se ha estudiado, han mejorado de forma muy sustancial la precisión inicialmente dada por el método predictivo presente en la normativa europea.

7.2- CONCLUSIONES:

Del trabajo realizado se extraen las siguientes conclusiones:

- El comportamiento de las uniones es un factor altamente influyente en el funcionamiento real de una estructura.
- En la práctica común del mundo profesional del diseño y cálculo de estructuras, se efectúan simplificaciones, a veces no suficientemente reflexionadas, sobre el comportamiento de las uniones. Estas simplificaciones a menudo conllevan situarse en los dos paradigmas extremos al respecto de la rigidez de las uniones: articulaciones perfectas (de rigidez nula) o empotramientos totales (de rigidez infinita).
- Si se trabaja con el concepto de rigidez, ya presente en las normativas modernas como el Eurocódigo 3, complementando al clásico criterio de resistencia, y se logra introducir uniones semirrígidas en los modelos estructurales globales, se consiguen diseños más eficientes y, en consecuencia, más baratos.

- Las basas de pilares son uniones en las que los comentarios anteriores son igualmente válidos.
- Es de vital importancia disponer de métodos de cálculo que permitan anticipar el comportamiento rotacional de las uniones. De esta manera, pueden clasificarse y pueden diseñarse considerando en todo momento su rigidez como un parámetro clave a controlar.
- El Eurocódigo 3 suministra al profesional un modelo predictivo, llamado método de los componentes, que permite, mediante un conjunto de muelles, modelar los diversos mecanismos de deformación de una unión¹ y obtener su comportamiento ensamblado, es decir, global de la unión.
- El desarrollo práctico del método de los componentes es lento y árido, aproximándose más a una herramienta analítica de alto potencial que a un método intuitivo y rápido para poder ser aplicado como instrumento de diseño en el día a día de la profesión.
- La necesidad de que la unión esté perfectamente dimensionada y definida para la aplicación del método de los componentes es otro factor que ayuda a pensar más en la investigación que en la práctica profesional cuando uno encara su desarrollo práctico.
- Respecto a la aplicación del método de los componentes al caso concreto de la basa de pilar de estudio (descrita en el Apartado 4.1), se llega a la conclusión de que, para este caso, el método predictivo es especialmente eficaz para valores de axil de compresión aplicado medio (alrededor de los 800 kN). La predicción obtenida va siendo progresivamente más errónea a medida que el axil aplicado difiere de los 800 kN de compresión, obteniendo los máximos errores en los dos extremos trabajados: para un axil nulo, en que la normativa sobrerigidiza el comportamiento de la basa del pilar, y para axiles muy altos (1500 kN de compresión), en los que la predicción sobreflexibiliza claramente su comportamiento (ver Apartado 6.1.2).
- En la formulación normativa se observa que los valores de μ y de S_j son inversamente proporcionales. Este hecho queda constatado en el caso de estudio en el cual, a excepción de axiles aplicados más bajos (entre 0 y 100 kN de compresión), siempre que el método predice un comportamiento más rígido de la basa del pilar que la real ($S_{j,EC} > S_{j,REAL}$), el valor del ratio de rigidez extraído de la formulación es menor que el que realmente tiene la unión ($\mu_{EC} < \mu_{REAL}$), y viceversa. En el Apartado 6.2 se indaga sobre la influencia del ratio de rigidez (μ) en la precisión del método de los componentes.
- Se constata que no puede llegarse a una precisión absoluta del comportamiento de la basa del pilar estudiada incidiendo solamente en el ratio de rigidez (μ). A pesar de este hecho, la nueva formulación de μ para el caso de estudio propuesta en esta tesis aproxima con suficiente precisión su valor real. Integrando esta nueva formulación de μ en el cálculo propuesto por el método de los componentes, se concluye que, a nivel general, se mejora la precisión del método especialmente para los axiles de compresión aplicados entre 100 y 1500 kN y para valores de momento aplicado bajos y medios.
- En el Apartado 6.3, la tesis propone una nueva formulación para obtener el comportamiento M-Ø de la basa del pilar estudiada con una precisión casi absoluta. Se trabaja con un valor del ratio de rigidez $\mu=1$ y se desarrolla una formulación para la variación unitaria de la rigidez (γ) que corrige el trazado del gráfico y lo acerca al real. Esta formulación distingue dos familias de casos en función de los axiles

¹ Llamados componentes básicos

aplicados: axiles aplicados de compresión bajos ($0 < N_{Ed} \leq 400 \text{kN}$) y axiles aplicados de compresión medios y altos ($400 \text{kN} < N_{Ed} \leq 1500 \text{kN}$).

Estas familias se dividen en dos fases dependiendo de si los momentos aplicados son bajos o altos respecto al momento resistido por la unión.

- La elevada precisión que se obtiene del comportamiento M-Ø del caso de estudio con la formulación propuesta es exclusiva para este caso concreto y no generalizable a otras basas de pilares con otras configuraciones geométricas o materiales. El trabajo realizado por esta tesis en un caso concreto de basa de pilar, basado en la comparación entre el comportamiento real y el predicho por el Eurocódigo 3 y en la introducción de nueva formulación para aumentar la precisión de la predicción normativa es, por si mismo, insignificante. Por el contrario, el trabajo realizado es interesante en la medida que inicia un camino con un método de trabajo claro y ordenado para, partiendo del método de los componentes, poder mejorar su precisión a base de introducirle expresiones matemáticas que acerquen el gráfico M-Ø de la basa del pilar que se estudie al real.
- Para conseguir esta generalización en los resultados, nuevas líneas de investigación, derivadas de la presente, son necesarias.

7.3- CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS:

La realización del presente trabajo ha permitido al autor aprender distintos aspectos relacionados con el diseño y cálculo de las uniones en general y sobre las basas de pilares en particular: su modelización informática, la determinación predictiva de su comportamiento y las posibilidades de mejora que tiene la precisión de esta aproximación teórica. De forma resumida, a continuación se explican los conocimientos adquiridos más relevantes y las acciones llevadas a cabo.

- Parámetros y criterios básicos para la clasificación de las uniones. Toma de consciencia de la importancia de la clasificación de las uniones según su rigidez.
- Ventajas de la introducción del comportamiento rotacional de las uniones y de sus rigideces en los modelos estructurales globales, que permiten obtener una distribución de esfuerzos más acorde con la realidad. Como consecuencia de su introducción, se consigue diseñar estructuras más eficientes.
- Necesidad de disponer de modelos predictivos que permitan anticipar el comportamiento rotacional de las uniones. Modelos analíticos y empíricos más utilizados. Representación matemática del comportamiento rotacional.
- Estudio profundo del método predictivo del Eurocódigo 3: el método de los componentes. Cálculo de la resistencia y la rigidez de las uniones. Importancia creciente de la ductilidad de las uniones.
- Desarrollo del cálculo, según el método de los componentes, del momento resistente y de la rigidez de una basa de pilar. Obtención de los gráficos de su comportamiento M-Ø. Para hacerlo, se han generado especialmente para esta tesis unas hojas de cálculo que recogen todo el marco normativo del Eurocódigo y que, entrando los parámetros geométricos y de los materiales de la unión, se obtienen automáticamente los valores del momento resistido y de la rigidez de la basa del pilar. Toma de consciencia de las dificultades prácticas para la aplicación del método del Eurocódigo para el cálculo diario.
- Para la redacción de la tesis, también se ha aprendido a realizar búsquedas bibliográficas en profundidad, en especial de tesis doctorales y de trabajos de investigación. En algunos casos, se ha requerido que se envíen documentos del extranjero, como por ejemplo la documentación relativa a los ensayos de laboratorio utilizados para la calibración del modelo informático de elementos finitos.

- Para la modelización de la basa del pilar se ha aprendido a utilizar el programa informático de elementos finitos ANSYS. El gran potencial del programa ha hecho necesario también adquirir conocimientos teóricos propios del cálculo avanzado de estructuras. Su aprendizaje ha conllevado un esfuerzo importante por parte del autor, porque se ha hecho especialmente difícil encontrar personas conocedoras del programa. Dadas las circunstancias, su aprendizaje se ha realizado de forma básicamente autodidacta y sólo con ayudas puntuales, destinadas a solucionar problemas concretos, de personas integradas al mundo profesional.
- Durante la calibración del modelo en ANSYS se ha aprendido el necesario equilibrio que debe existir entre la precisión requerida de los resultados que se pretenden obtener y los recursos computacionales empleados. Determinados cálculos de modelos iniciales requerían más de 2 días enteros de cálculo informático, aspecto que se corrigió rebajando los tiempos en más de un 60%. El tamaño del mallado, la definición de los materiales, los elementos utilizados, la definición de los contactos y la progresividad en la aplicación de la carga (mediante el número de *substeps* de carga) han sido elementos claves para calibrar adecuadamente el modelo.
- Gracias a la comparación entre el comportamiento predicho por el método de los componentes y el real (obtenido del modelo informático), el autor ha podido extraer conclusiones sobre la precisión del método normativo en un caso concreto de estudio. La lectura crítica de los resultados ha permitido evaluar la influencia sobre el resultado del ratio de rigidez (μ). Se ha propuesto una nueva formulación para μ para el caso concreto de estudio, y se ha integrado la nueva formulación del ratio de rigidez en las hojas de cálculo elaboradas por el autor, que calculan $M_{j,Rd}$ y S_j .
- Se ha desarrollado una nueva formulación para acercar el gráfico predictivo del comportamiento rotacional de la basa del pilar al real. La estrategia no ha consistido en actuar sobre un parámetro determinado, como en el punto anterior, sino que se ha actuado a nivel de análisis de los gráficos, definiendo la formulación de la variación unitaria de la rigidez (γ) como factor corrector del trazado del gráfico M- θ del caso de estudio. La nueva formulación se ha integrado en las hojas de cálculo de manera que, una vez elaboradas, se han podido obtener los valores de $M_{j,Rd}$ y de S_j de manera rápida y efectiva.
- El desarrollo de la nueva formulación para mejorar la precisión de la predicción del método de los componentes para el ejemplo de estudio ha permitido trabajar en un método de trabajo que es plenamente generalizable a otras configuraciones de basas de pilares. La redacción de la tesis, pues, ha abierto al autor una idea clara del método a seguir en las futuras líneas de investigación para conseguir resultados más generales y aplicables a las basas de pilares en general (ver Apartado 7.4).

7.4- FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

La intención del autor es que la presente tesis sea un inicio que pueda complementarse y llegar a conclusiones más generalizables con las futuras líneas de investigación que se pretenden llevar a cabo. Las actuaciones a realizar en las futuras líneas y sus objetivos básicos serían:

- El presente estudio, realizado para una sola basa de pilar, debería reproducirse para otras configuraciones geométricas y de materiales. Las hojas de cálculo elaboradas para esta tesis permitirían, cambiando la configuración geométrica y de los materiales, obtener los valores de momento resistente y rigidez predichos por el Eurocódigo. La modelización informática en ANSYS, necesaria para reproducir el comportamiento real de la basa del pilar, sería mucho más rápida de realizar dado que se dispone del código del modelo elaborado para esta tesis (ver Documento Anexo 5.2).

- Teniendo una diversidad de casos de basas de pilares estudiadas, sería interesante identificar patrones de cambio en la precisión obtenida mediante el método de los componentes en función de las variaciones del modelo: calidad de los materiales, espesor de la placa base, número de anclajes, etc. Debería llegarse a conclusiones objetivas al respecto en base a los resultados obtenidos.
- De forma similar a como se ha hecho en el presente trabajo podría evaluarse la precisión del método de los componentes y podrían obtenerse las formulaciones de la variación unitaria de la rigidez (γ) de los distintos casos que permitiesen aproximar el gráfico del comportamiento $M-\varnothing$ predicho al real.
- Teniendo las expresiones de γ de un número importante de basas de pilares, se debería generalizar su expresión para conseguir una formulación válida para cualquier tipo de basa de pilar. El objetivo sería conseguir, mediante la incorporación de la nueva expresión de γ en el cuerpo teórico del método de los componentes, un incremento significativo en la precisión de la predicción del comportamiento $M-\varnothing$ que ofrece la normativa para cualquier basa de pilar, tenga la configuración que tenga.
- Por último, y teniendo en cuenta todo lo aprendido, sería interesante buscar una manera de poder transmitir todo este conocimiento de forma más didáctica y rápida. Podrían crearse unas hojas de cálculo, concebidas específicamente para el diseño estructural en fase de anteproyecto, de manera que, incorporando los aspectos básicos de la unión, facilitaran sus gráficos $M-\varnothing$ en función de los axiles aplicados. Obviamente, también deberían suministrar los valores numéricos del momento resistido por la unión y su rigidez para un determinado nivel de axil y momentos aplicados.
- Sería asimismo altamente útil que las hojas de cálculo funcionaran también a la inversa; es decir, que a partir de una determinada rigidez y un momento resistido mínimo requeridos por el diseñador, se obtuvieran distintas configuraciones de basas de pilares posibles. De esta forma, habría una traducción rápida y eficaz entre teoría y práctica profesional, pudiendo obtener de forma automática detalles constructivos que cumpliesen unas determinadas condiciones preestablecidas.

8

DOCUMENTOS ANEXOS

Documentos anexos referentes al Capítulo 4:

Documento Anexo 4.1.....	283
Documento Anexo 4.2.....	286
Documento Anexo 4.3.....	289
Documento Anexo 4.4.....	293
Documento Anexo 4.5.....	296

Documentos anexos referentes al Capítulo 5:

Documento Anexo 5.1.....	299
Documento Anexo 5.2.....	364

Documentos anexos referentes al Capítulo 6:

Documento Anexo 6.1.....	440
Documento Anexo 6.2.....	443
Documento Anexo 6.3.....	446
Documento Anexo 6.4.....	449
Documento Anexo 6.5.....	453
Documento Anexo 6.6.....	456
Documento Anexo 6.7.....	459
Documento Anexo 6.8.....	462
Documento Anexo 6.9.....	466
Documento Anexo 6.10.....	471

DOCUMENTO ANEXO 4.1:

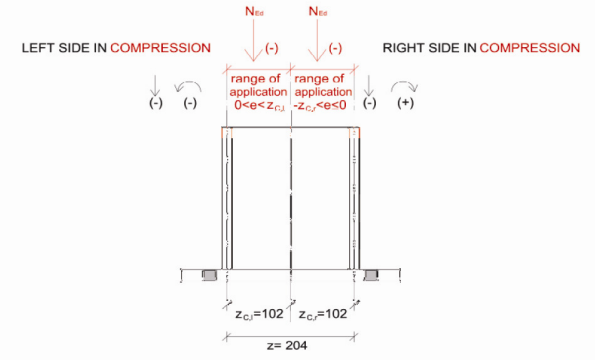
Hoja de cálculo elaborada con los criterios del método de los componentes del Eurocódigo 3 para el cálculo de la predicción del Momento resistente de diseño de la unión de la basa del pilar ($M_{j,Rd}$). Caso compresión-compresión.

El caso concreto que sigue hace referencia a los siguientes valores de axil y momento aplicados:

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= -400 \text{ kN} = -400000 \text{ N (compresión)} \\ M_{Ed} &= 40 \text{ mkN} = -40000000 \text{ mmN (según las agujas del reloj).} \\ e &= -0,1 \text{ m} = -100 \text{ mm} \end{aligned}$$

DESIGN MOMENT RESISTANCE OF COLUMN BASES ACCORDING WITH EUROCODE

Left side in compression / Right side in compression $N_{Ed} \leq 0$ (compression) $0 < e < z_{c,l}$ $N_{Ed} \leq 0$ (compression) $-z_{c,r} < e \leq 0$ (eccentricities between $-z_{c,r}$ and $z_{c,l}$)



1- INITIAL DATA:

Column:	HEB 220		Steel of the column:	S275	f_{yc} (N/mm ²):	275
	b (mm):	220			γ_{m0} :	1,05
	h (mm):	220			E (N/mm ²):	210000
	t_w (mm):	9,50				
	t_f (mm):	16,00				
	rc (mm):	18,00				
	A (mm ²):	9100,00				
	$W_{pl,y}$ (mm ³):	827000,00				
Anchor bolts:	M20		Steel of the bolts:	10.9	f_{yb} (N/mm ²):	900
	d (mm):	20			f_{ub} (N/mm ²):	1000
	A_{sb} (mm ²):	275			γ_{m2} :	1,25
	n° of tensioned anchor bolts:	2			E (N/mm ²):	210000
	L_b (mm):	190				
	L (mm):	250				
Base plate:	a_p (mm):	350	Steel of the base plate:	S275	f_{yp} (N/mm ²):	275
	b_p (mm):	350			γ_{m0} :	1,05
	t_p (mm):	20			E (N/mm ²):	210000
Concrete block:	a_c (mm):	2800	Concrete of the block:	HA25	f_{ck} (N/mm ²):	25
	b_c (mm):	2800			γ_c :	1,5
	h (mm):	900			E_c (N/mm ²):	27654,16
					$f_{ctk,0'05}$ (N/mm ²):	1,80
Distance base plate to concrete block edge:	a_r (mm):	1225				
	b_r (mm):	1225				
Welding between the column and the base plate:	a_b (mm):	4,5				
Geometrical data:	m_x (mm):	25				
	e_x (mm):	40				
	e (mm):	40				
	w (mm):	270				

2- $F_{c,l,Rd}$: DESIGN COMPRESSIVE RESISTANCE OF THE LEFT SIDE OF THE JOINT

$F_{c,pl,Rd}$: Concrete in compression under the left column flange:	f_{jd} : Design bearing strength (N/mm ²):	33,33	(the maximum value of FR_{du} (Concentrated design resistance force) is taken: $FR_{du}=3 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0}$)
	c: Additional bearing width (mm):	32,37	
	b_{eff} (mm):	80,73	
	l_{eff} (mm):	284,73	
	$F_{c,pl,Rd}$: Concrete in compression under the left column flange (N):	766255,79	
	$F_{c,pl,Rd}$: Concrete in compression under the left column flange (kN):	766,26	
$F_{c,fc,Rd}$: Left column flange and web in compression:	$M_{c,Rd}$: Design moment resistance of the section (N.m):	216595238,10	Warning! $M_{c,Rd}$ should be recalculated in case of high shear forces (interaction between moment and shear)
	$z_{c,l}$ (mm):	102,00	
	$z_{c,r}$ (mm):	102,00	
	z: lever arm(mm):	204,00	
	$F_{c,fc,Rd}$: Left column flange and web in compression (N):	1061741,36	
	$F_{c,fc,Rd}$: Left column flange and web in compression (kN):	1061,74	
$F_{c,l,Rd}$: DESIGN COMPRESSIVE RESISTANCE OF THE LEFT SIDE OF THE JOINT (N):		766255,79	
$F_{c,l,Rd}$: DESIGN COMPRESSIVE RESISTANCE OF THE LEFT SIDE OF THE JOINT (kN):		766,26	

3- $F_{c,r,Rd}$: DESIGN COMPRESSIVE RESISTANCE OF THE RIGHT SIDE OF THE JOINT

$F_{c,p,Rd}$: Concrete in compression under the right column flange:

f_{jd} : Design bearing strength (N/mm ²):	33,33	(the maximum value of F_{Rdu} (Concentrated design resistance force) is taken: $F_{Rdu}=3*f_{cd}*A_{cd}$)
c : Additional bearing width (mm):	32,37	
b_{eff} (mm):	80,73	
l_{eff} (mm):	284,73	

$F_{c,p,Rd}$: Concrete in compression under the right column flange (N):	766255,79
$F_{c,p,Rd}$: Concrete in compression under the right column flange (kN):	766,26

$F_{c,fc,Rd}$: Right column flange and web in compression:

$M_{c,Rd}$: Design moment resistance of the section (N.mm):	216595238,10	Warning! $M_{c,Rd}$ should be recalculated in case of high shear forces (interaction between moment and shear)
$z_{c,l}$ (mm):	102,00	
$z_{c,r}$ (mm):	102,00	
z : lever arm(mm):	204,00	

$F_{c,fc,Rd}$: Right column flange and web in compression (N):	1061741,36
$F_{c,fc,Rd}$: Right column flange and web in compression (kN):	1061,74

$F_{c,r,Rd}$: DESIGN COMPRESSIVE RESISTANCE OF THE RIGHT SIDE OF THE JOINT (N):	766255,79
$F_{c,r,Rd}$: DESIGN COMPRESSIVE RESISTANCE OF THE RIGHT SIDE OF THE JOINT (kN):	766,26

3- $M_{j,Rd}$: DESIGN MOMENT RESISTANCE OF THE COLUMN BASE

e : excentricity (mm)

N_{Ed} (N):	-400000,00	$N_{Ed}>0$ is tension
M_{Ed} (mm.N):	4000000,00	$M_{Ed}>0$ is clockwise

e : excentricity (mm)	-100
-------------------------	------

CASE $0 < e < z_{c,l}$	NO YES
--	--------

$M_{j,Rd}$:	The smaller of (N.mm):	7815809037,52 77384247,90	Warning -in the formula
--------------	------------------------	------------------------------	-------------------------

$M_{j,Rd}$: DESIGN MOMENT RESISTANCE OF THE COLUMN BASE (N.mm)	77384247,90
$M_{j,Rd}$: DESIGN MOMENT RESISTANCE OF THE COLUMN BASE (kN.m)	77,38

CASE $-z_{c,r} < e < 0$	YES YES
---	---------

$M_{j,Rd}$:	The smaller of (N.mm):	7815809037,52 77384247,90
--------------	------------------------	------------------------------

$M_{j,Rd}$: DESIGN MOMENT RESISTANCE OF THE COLUMN BASE (N.mm)	77384247,90
$M_{j,Rd}$: DESIGN MOMENT RESISTANCE OF THE COLUMN BASE (kN.m)	77,38

DOCUMENTO ANEXO 4.2:

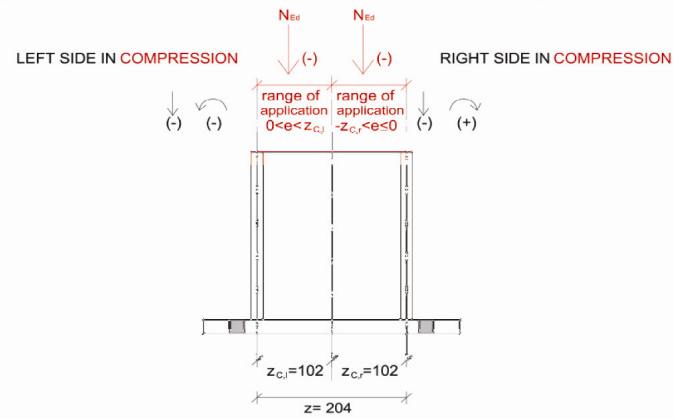
Hoja de cálculo elaborada con los criterios del método de los componentes del Eurocódigo 3 para el cálculo de la Rigidez rotacional de la unión de la basa del pilar (S_j). Caso compresión-compresión.

El caso concreto que sigue hace referencia a los siguientes valores de axil y momento aplicados:

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= -400 \text{ kN} = -400000\text{N} \text{ (compresión)} \\ M_{Ed} &= 40 \text{ mkN} = -40000000\text{mmN} \text{ (según las agujas del reloj).} \\ e &= -0,1\text{m} = -100\text{mm} \end{aligned}$$

BASE PLATE STIFFNESS ACCORDING WITH EUROCODE

Left side in compression / Right side in compression $N_{Ed} \leq 0$ (compression) $-z_{C,r} < e < z_{C,l}$ (excentricities between $-z_{C,r}$ and $z_{C,l}$)



1- INITIAL DATA:

Column:	HEB 220	Steel of the column:	S275	f_{yc} (N/mm ²):	275
b (mm):	220			γ_{m0} :	1,05
h (mm):	220			E (N/mm ²):	210000
t_w (mm):	9,50				
t_f (mm):	16,00				
A (mm ²):	9100,00				
$W_{pl,y}$ (mm ³):	827000,00				
Anchor bolts:	M20	Steel of the bolts:	10.9	f_{yb} (N/mm ²):	900
d (mm):	20			f_{ub} (N/mm ²):	1000
A_{sb} (mm ²):	275			γ_{m2} :	1,25
n° of tensioned anchor bolts:	2			E (N/mm ²):	210000
L_b (mm):	190				
Base plate:		Steel of the base plate:	S275	f_{yp} (N/mm ²):	275
a_p (mm):	350			γ_{m0} :	1,05
b_p (mm):	350			E (N/mm ²):	210000
t_p (mm):	20				
Concrete block:		Concrete of the block:	HA25	f_{ck} (N/mm ²):	25
a_c (mm):	2800			γ_c :	1,5
b_c (mm):	2800			E_c (N/mm ²):	27654,16
h (mm):	900				
Distance base plate to concrete block edge:					
a_r (mm):	1225				
b_r (mm):	1225				
Geometrical data:					
m (mm):	25				

2- bef AND lef

fj: Concrete bearing strength (N/mm ²):	max value (N/mm ²):	33,33
c: Parameter (mm):		32,37
Equivalent rigid plate dimensions:		
lef (mm):		284,73
bef (mm):		80,73

3- k_{C,l}: COMPRESSION STIFFNESS COEFFICIENT OF THE LEFT HAND SIDE

k ₁₃ : Concrete in compression (mm):	15,66
k _{C,l} : Compression stiffness coefficient of the left hand side (mm):	15,66

4- k_{C,r}: COMPRESSION STIFFNESS COEFFICIENT OF THE RIGHT HAND SIDE

k ₁₃ : Concrete in compression (mm):	15,66
k _{C,r} : Compression stiffness coefficient of the right hand side (mm):	15,66

100
1 102

5- S_{j,ini}: ROTATIONAL STIFFNESS OF THE COLUMN BASE

z _{C,l} (mm):	102,00			
z _{C,r} (mm):	102,00			
z : Lever arm (mm)	204,00			
e: excentricity (mm)		N _{Ed} (N): -400000,00 <i>N_{Ed}>0 is tension</i>	N _{Ed} (kN): -400	
		M _{Ed} (mm.N): 40000000,00 <i>M_{Ed}>0 is clockwise</i>	M _{Ed} (m.kN): 40	
		e (mm): -100,00 <i>it has to be -102<e<102</i>		
ek (mm):	0,00			
μ (sí M _{j,Ed} ≤ (2/3)M _{j,Rd}):	1,00	M _{j,Ed} (N.mm): 40000000,00	M _{j,Ed} (kN.m): 40,00	
μ (sí (2/3)M _{j,Rd} < M _{j,Ed} ≤ M _{j,Rd}):		M _{j,Rd} (N.mm): 77384247,90	M _{j,Rd} (kN.m): 77,38 (readen from M _{j,Rd} excel)	
		μ: 0,503090884		
		Is M _{j,Ed} ≤ (2/3)M _{j,Rd} ? YES		
S _{j,ini} (N.mm):		For M _{j,Ed} ≤ (2/3)M _{j,Rd} (N.mm): 68427093405		
		(kN.m): 68427,0934		
		M (m.kN)	O (rad)	
Correspondence	120		1,75E-03	
		For (2/3)M _{j,Rd} < M _{j,Ed} ≤ M _{j,Rd}		
		(kN.m): 1,36013E+11		
		(kN.m): 136013,3837		
		M (m.kN)	O (rad)	
Correspondence	120		8,82E-04	

DOCUMENTO ANEXO 4.3:

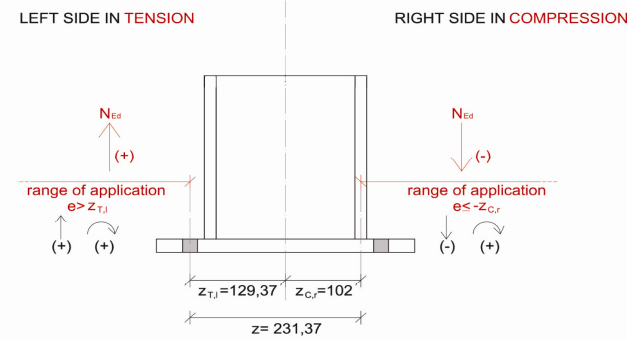
Hoja de cálculo elaborada con los criterios del método de los componentes del Eurocódigo 3 para el cálculo de la predicción del Momento resistente de diseño de la unión de la basa del pilar ($M_{j,Rd}$). Caso tracción-compresión.

El caso concreto que sigue hace referencia a los siguientes valores de axil y momento aplicados:

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= -400 \text{ kN} = -400000\text{N} \text{ (compresión)} \\ M_{Ed} &= 60 \text{ mkN} = -60000000\text{mmN} \text{ (según las agujas del reloj).} \\ e &= -0,15\text{m} = -150\text{mm} \end{aligned}$$

DESIGN MOMENT RESISTANCE OF COLUMN BASES ACCORDING WITH EUROCODE

Left side in tension / Right side in compression $NEd > 0$ (tension) $e > zT,l$ $NEd \leq 0$ (compression) $e \leq -zC,r$ (eccentricities beyond zT,l and $-zC,r$)



1- INITIAL DATA:

Column:	<i>HEB 220</i>		Steel of the column:	<i>S275</i>	f_{yc} (N/mm ²):	275
	b (mm):	220			γ_{m0} :	1,05
	h (mm):	220			E (N/mm ²):	210000
	tw (mm):	9,50				
	tf (mm):	16,00				
	rc (mm):	18,00				
	A (mm ²):	9100,00				
	Wpl,y (mm ³):	827000,00				
Anchor bolts:	<i>M20</i>		Steel of the bolts:	<i>10.9</i>	f_{yb} (N/mm ²):	900
	d (mm):	20			f_{ub} (N/mm ²):	1000
	Asb (mm ²):	275			γ_{m2} :	1,25
	n° of tensioned anchor bolts:	2			E (N/mm ²):	210000
	Lb (mm):	190				
	L (mm):	250				
Base plate:	a_p (mm):	350	Steel of the base plate:	<i>S275</i>	f_{yp} (N/mm ²):	275
	b_p (mm):	350			γ_{m0} :	1,05
	t_p (mm):	20			E (N/mm ²):	210000
Concrete block:	a_c (mm):	2800	Concrete of the block:	<i>HA25</i>	f_{ck} (N/mm ²):	25
	b_c (mm):	2800			γ_c :	1,5
	h (mm):	900			E_c (N/mm ²):	27654,16
Distance base plate to concrete block edge:	a_r (mm):	1225			$f_{ctk,0.05}$ (N/mm ²):	1,80
	b_r (mm):	1225				
Welding between the column and the base plate:	a_b (mm):	4,5				
Geometrical data:	m_x (mm):	25				
	e_x (mm):	40				
	e (mm):	40				
	w (mm):	270				

2- $F_{t,l,Rd}$: TENSION RESISTANCE OF THE LEFT SIDE OF THE JOINT

$F_{t,wc,Rd}$: Column web in transverse tension:

Transformation parameter β :	1,00	implies that $\omega = \omega_1$
$be_{ff,t,wc}$:	202,73	
A_{vc} :	2788,00	
$\omega = \omega_1$:	0,79	
$F_{t,wc,Rd}$ (N):	396257,08	
$F_{t,wc,Rd}$ (kN):	396,26	

$F_{t,pl,Rd}$: Base plate in bending under tension

l_{eff} : Effective lengths for an end plate:

	157,08
	348,54
	158,54
Circular patterns:	157,08

	150,00
	115,00
	175,00
	210,00
Non-circular patterns:	115,00

Exterior bolt-rows can only be considered as independent rows, they can never form group bolt-rows.

leff (mm): 115,00

Failure modes 1 and 2:

Mpl,1,Rd (mm.N):	3011904,76
Mpl,1,Rd (m.kN):	3,01

FT,1-2,Rd: Design Resistance of a T-Stub flange No prying forces

Failure modes 1 and 2:

FT,1-2,Rd (N):	240952,38
FT,1-2,Rd (kN):	240,95

Failure mode 3:

FT,3,Rd = ΣFT,Rd (is the total value of the design tension resistance for all the bolts)

Ft,Rd: Tension resistance of anchor bolts (N)	396000
Ft,Rd: Tension resistance of anchor bolts (kN)	396

Ultimate bond resistance:

fctd: Concrete design tensile stress (N/mm ²):	1,2
fbd: Ultimate bond stress (N/mm ²):	2,7

η1: 1
η2: 1

Area of the anchor bolt skin (mm²): 15707,9633

Fbd: Ultimate bond resistance (N):	84823,00
Fbd: Ultimate bond resistance (kN):	84,82

Failure mode 3 (including Ultimate bond resistance):

FT,3,Rd (N):	84823,00
FT,3,Rd (kN):	84,82

Failure mode 3 (without the contribution of bond resistance):

(when anchor bolts are provided with a washer plate or other load distributing member)

FT,3,Rd (N):	396000 (option choosen)
FT,3,Rd (kN):	396

FT,pl,Rd: Base plate in bending under tension (N):	240952,38
FT,pl,Rd: Base plate in bending under tension (kN):	240,95

FT,l,Rd: TENSION RESISTANCE OF THE LEFT SIDE OF THE JOINT (N):	240952,38
FT,l,Rd: TENSION RESISTANCE OF THE LEFT SIDE OF THE JOINT (kN):	240,95

3- Fc,r,Rd: DESIGN COMPRESSIVE RESISTANCE OF THE RIGHT SIDE OF THE JOINT

Fc,pl,Rd: Concrete in compression under the right column flange:

fjd: Design bearing strength (N/mm ²):	33,33	(the maximum value of FRdu (Concentrated design resistance force) is taken: FRdu=3*fcd*Ac0)
c: Additional bearing width (mm):	32,37	
beff (mm):	80,73	
leff (mm):	284,73	

Fc,pl,Rd: Concrete in compression under the right column flange (N):	766255,79
Fc,pl,Rd: Concrete in compression under the right column flange (kN):	766,26

Fc,fc,Rd: Right column flange and web in compression:

Mc,Rd: Design moment resistance of the section (N.mm):	216595238,10	Warning! Mc,Rd should be recalculated in case of high shear forces (interaction between moment and shear)
zT,l (mm):	129,37	
ze,r (mm):	102	
z: lever arm(mm):	231,37	

F _{c,fc,Rd} : Right column flange and web in compression (N):	936142,27
F _{c,fc,Rd} : Right column flange and web in compression (kN):	936,14

F _{c,r,Rd} : DESIGN COMPRESSIVE RESISTANCE OF THE RIGHT SIDE OF THE JOINT (N):	766255,79
F _{c,r,Rd} : DESIGN COMPRESSIVE RESISTANCE OF THE RIGHT SIDE OF THE JOINT (kN):	766,26

3- M_{j,Rd}: DESIGN MOMENT RESISTANCE OF THE COLUMN BASE

e: excentricity (mm)	N _{Ed} (N):	-400000,00 N _{Ed} >0 is tension
	M _{Ed} (mm.N):	60000000,00 M _{Ed} >0 is clockwise
M _{j,Rd} :	e: excentricity (mm)	-150
	The smaller of (N.mm):	174216101,19 95190214,59

M _{j,Rd} : DESIGN MOMENT RESISTANCE OF THE COLUMN BASE (N.mm)	95190214,59
M _{j,Rd} : DESIGN MOMENT RESISTANCE OF THE COLUMN BASE (kN.m)	95,19

DOCUMENTO ANEXO 4.4:

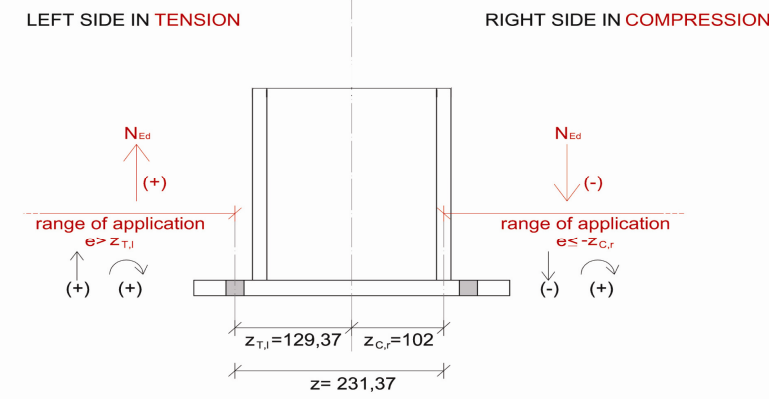
Hoja de cálculo elaborada con los criterios del método de los componentes del Eurocódigo 3 para el cálculo de la Rigidez rotacional de la unión de la basa del pilar (S_j). Caso compresión-compresión.

El caso concreto que sigue hace referencia a los siguientes valores de axil y momento aplicados:

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= -400 \text{ kN} = -400000\text{N} \text{ (compresión)} \\ M_{Ed} &= 60 \text{ mkN} = -60000000\text{mmN} \text{ (según las agujas del reloj).} \\ e &= -0,15\text{m} = -150\text{mm} \end{aligned}$$

BASE PLATE STIFFNESS ACCORDING WITH EUROCODE

Left side in tension / Right side in compression $N_{Ed} > 0$ (tension) $e > z_{T,l}$ $N_{Ed} \leq 0$ (compression) $e \leq -z_{C,r}$ (excentricities beyond $z_{T,l}$ and $-z_{C,r}$)



1- INITIAL DATA:

Column:	HEB 220		Steel of the column:	S275	f_{yc} (N/mm ²):	275
	b (mm):	220			γ_{m0} :	1,05
	h (mm):	220			E (N/mm ²):	210000
	t _w (mm):	9,50				
	t _f (mm):	16,00				
	A (mm ²):	9100,00				
	W _{pl,y} (mm ³):	827000,00				
Anchor bolts:	M20		Steel of the bolts:	10.9	f_{yb} (N/mm ²):	900
	d (mm):	20			f_{ub} (N/mm ²):	1000
	A _{sb} (mm ²):	275			γ_{m2} :	1,25
	n° of tensioned anchor bolts:	2			E (N/mm ²):	210000
	L _b (mm):	190				
Base plate:	a _p (mm):	350	Steel of the base plate:	S275	f_{yp} (N/mm ²):	275
	b _p (mm):	350			γ_{m0} :	1,05
	t _p (mm):	20			E (N/mm ²):	210000
Concrete block:	a _c (mm):	2800	Concrete of the block:	HA25	f_{ck} (N/mm ²):	25
	b _c (mm):	2800			γ_c :	1,5
	h (mm):	900			E _c (N/mm ²):	27654,16
Distance base plate to concrete block edge:	a _r (mm):	1225				
	b _r (mm):	1225				
Geometrical data:	m (mm):	25				

2- bef AND lef

f _j : Concrete bearing strength (N/mm ²):	max value (N/mm ²):	33,33
c: Parameter (mm):		32,37
Equivalent rigid plate dimensions:	lef (mm):	284,73
	bef (mm):	80,73

3- k_{t,l}: TENSION STIFFNESS COEFFICIENT OF THE LEFT HAND SIDE

k15: Base plate in bending under tension:	Prying?	NOT PRYING
---	---------	-------------------

	Without prying forces (mm):	<input type="text" value="61,96"/>			
	With prying forces (mm):	<input type="text" value="123,92"/>			
	Write here the correct option: k15 (mm):	<input type="text" value="61,96"/>			
k16: anchor bolts in tension:	Without prying forces (mm):	<input type="text" value="2,89"/>			
	With prying forces (mm):	<input type="text" value="2,32"/>			
	Write here the correct option: k16 (mm):	<input type="text" value="2,89"/>			
kT,l: Tension stiffness coefficient of the left hand side (mm):	<input type="text" value="64,85"/>				
4- kc,r: COMPRESSION STIFFNESS COEFFICIENT OF THE RIGHT HAND SIDE			100	102	
k13: Concrete in compression (mm):	<input type="text" value="15,66"/>		1		
kc,r: Compression stiffness coefficient of the right hand side (mm):	<input type="text" value="15,66"/>				
5- Sj,ini: ROTATIONAL STIFFNESS OF THE COLUMN BASE					
zT,l (mm):	129,37				
zC,r (mm):	102,00				
z : Lever arm (mm)	231,37				
e: excentricity (mm)					
	NEd (N):	<input type="text" value="-400000,00"/>	NEd > 0 is tension	NEd (kN):	<input type="text" value="-400"/>
	MEd (mm.N):	<input type="text" value="60000000,00"/>	MEd > 0 is clockwise	MEd (m.kN):	<input type="text" value="60"/>
	e (mm):	<input type="text" value="-150,00"/>	NEd > 0 (tension) NEd ≤ 0 (compression)	e > zT,l e ≤ -zC,r	it has to be e > 129,37 it has to be e ≤ -102
	ek (mm):	<input type="text" value="-84,37"/>			NO OK
	μ (si $M_{j,Ed} \leq (2/3)M_{j,Rd}$):	<input type="text" value="1,00"/>			
	μ (si $(2/3)M_{j,Rd} < M_{j,Ed} \leq M_{j,Rd}$):				
	Mj,Ed (N.mm):	<input type="text" value="60000000,00"/>		Mj,Ed (kN.m):	<input type="text" value="60,00"/>
	Mj,Rd (N.mm):	<input type="text" value="95190214,59"/>		Mj,Rd (kN.m):	<input type="text" value="95,19"/> (readen from $M_{j,Rd}$ excel)
	μ :	<input type="text" value="0,859519135"/>			
	Is $M_{j,Ed} \leq (2/3)M_{j,Rd}$? YES				
Sj,ini (N.mm):	For $M_{j,Ed} \leq (2/3)M_{j,Rd}$ (N.mm):	<input type="text" value="90754783698"/>			
	(kN.m):	<input type="text" value="90754,7837"/>			
	Correspondence	<input type="text" value="120"/>	M (m.kN)	O (rad)	<input type="text" value="1,32E-03"/>
	For $(2/3)M_{j,Rd} < M_{j,Ed} \leq M_{j,Rd}$	<input type="text" value="1,05588E+11"/>			
	(kN.m):	<input type="text" value="105587,8572"/>			
	Correspondence	<input type="text" value="120"/>	M (m.kN)	O (rad)	<input type="text" value="1,14E-03"/>

DOCUMENTO ANEXO 4.5:

Tabla resumen de todos los resultados obtenidos mediante la aplicación de las hojas de cálculo elaboradas. En la tabla se observan los Momentos resistentes ($M_{j,Rd}$) y las Rigideces rotacionales (S_j) de todas las combinaciones de axil y momento actuantes N_{Ed} y M_{Ed} estudiados.

	NEd (kN)	MEd (m.kN)	e (mm)	Mj,Rd EC (m.kN)	Sj,ini(EC) (m.kN)	Caso
	0	0	-1	1,52	68427,093	compresión-compresión
	0	20	-20000000	55,75	141800,069	tracción-compresión
	0	40	-40000000	55,75	116282,751	tracción-compresión
	0	60	-60000000	55,75	38910,625	tracción-compresión
	0	80	-80000000	55,75	17895,065	tracción-compresión
	0	100	-100000000	55,75	9796,615	tracción-compresión
	0	120	-120000000	55,75	5988,065	tracción-compresión
	-100	0,000001	-0,00001	0,00001533	68427,093	compresión-compresión
	-100	20	-200	107,65	99730,076	tracción-compresión
	-100	40	-400	74,83	117101,377	tracción-compresión
	-100	60	-600	67,17	56417,904	tracción-compresión
	-100	80	-800	63,9	23394,948	tracción-compresión
	-100	100	-1000	62,08	12079,586	tracción-compresión
	-100	120	-1200	60,93	7111,158	tracción-compresión
	-400	0,000001	-0,0000025	0,00000383	68427,093	compresión-compresión
	-400	20	-50	51,42	68427,093	compresión-compresión
	-400	40	-100	77,38	68427,093	compresión-compresión
	-400	60	-150	95,19	90754,484	tracción-compresión
	-400	80	-200	107,65	74389,059	tracción-compresión
	-400	100	-250	94,17	30166,207	tracción-compresión
	-400	120	-300	84,47	14351,266	tracción-compresión
	-400	140	-350	78,68	8066,832	tracción-compresión
	-800	0,000001	-0,00000125	0,00000192	68427,093	compresión-compresión
	-800	20	-25	30,77	68427,093	compresión-compresión
	-800	40	-50	51,42	45109,880	compresión-compresión
	-800	60	-75	66,24	29903,466	compresión-compresión
	-800	80	-100	77,38	20931,515	compresión-compresión
	-800	100	-125	87,12	19523,920	tracción-compresión
	-800	120	-150	95,19	12792,962	tracción-compresión
	-1000	0,000001	-0,000001	0,00000153	68427,093	compresión-compresión
	-1000	20	-20	25,63	44711,658	compresión-compresión
	-1000	40	-40	44,03	29676,576	compresión-compresión
	-1000	60	-60	57,89	20792,264	compresión-compresión
	-1000	80	-80	68,71	15184,468	compresión-compresión
	-1000	100	-100	77,38	11458,918	compresión-compresión
	-1125	0,000001	-8,8889E-07	0,00000136	52521,455	compresión-compresión
	-1125	20	-17,7777778	23,2	34187,286	compresión-compresión
	-1125	40	-35,5555556	40,4	23528,246	compresión-compresión
	-1125	60	-53,3333333	53,67	16945,950	compresión-compresión
	-1125	80	-71,1111111	64,21	12647,456	compresión-compresión
	-1125	100	-88,8888889	72,79	9713,433	compresión-compresión
	-1125	120	-106,666667	80,12	8900,782	tracción-compresión
	-1250	0,000001	-0,0000008	0,00000123	40042,897	compresión-compresión

	-1250	20	-16	21,2	26782,670	compresión-compresión
	-1250	40	-32	37,33	18999,944	compresión-compresión
	-1250	60	-48	50,02	14011,637	compresión-compresión
	-1250	80	-64	60,27	10657,208	compresión-compresión
	-1250	100	-80	68,71	8312,708	compresión-compresión
	-1375	0,000001	-7,2727E-07	0,00000111	30349,653	compresión-compresión
	-1375	20	-14,5454545	19,51	21411,033	compresión-compresión
	-1375	40	-29,0909091	34,69	15585,799	compresión-compresión
	-1375	60	-43,6363636	46,84	11731,310	compresión-compresión
	-1375	80	-58,1818182	56,78	9072,341	compresión-compresión
	-1500	0,000001	-6,6667E-07	0,00000102	24154,728	compresión-compresión
	-1500	20	-13,3333333	18,07	17412,769	compresión-compresión
	-1500	40	-26,6666667	32,4	12959,480	compresión-compresión
	-1500	60	-40	44,03	9930,415	compresión-compresión
	-1500	80	-53,3333333	53,67	7793,478	compresión-compresión

DOCUMENTO ANEXO 5.1:

Código completo del modelo usado para el calibrado del programa informático ANSYS. El código se ha limpiado de manera que pueda seguirse fácilmente todo el proceso de modelado. También se han introducido títulos que introduzcan en qué fase del modelado se está (en negrita) y, con el mismo objetivo de poder facilitar la lectura del código al lector, se ha explicado detenidamente cada instrucción, comentando a qué se refiere y a qué elementos (en letra cursiva).

/PREP7	LSTR,	31,	32	FITEM,2,5
	LSTR,	32,	33	FITEM,2,36
!PLACA BASE	LSTR,	34,	35	FITEM,2,37
	LSTR,	35,	36	FITEM,2,38
!GEOMETRÍA	LSTR,	37,	38	FITEM,2,14
	LSTR,	38,	39	FITEM,2,33
K,1,0,0,0, <i>!INICIO CREACIÓN</i>	LSTR,	39,	40	AL,P51X
<i>KEYPOINTS PLACA BASE</i>				FLST,2,6,4
<i>(COTA z=0)</i>	LSTR,	1,	5	FITEM,2,14
K,2,76,0,0,	LSTR,	5,	31	FITEM,2,39
K,3,204,0,0,	LSTR,	31,	37	FITEM,2,40
K,4,280,0,0,	LSTR,	6,	19	FITEM,2,41
K,5,0,30,0,	LSTR,	19,	32	FITEM,2,24
K,6,38,30,0,	LSTR,	2,	7	FITEM,2,34
K,7,76,30,0,	LSTR,	7,	11	AL,P51X
K,8,204,30,0,	LSTR,	11,	15	FLST,2,4,4
K,9,242,30,0,	LSTR,	15,	20	FITEM,2,8
K,10,280,30,0,	LSTR,	20,	23	FITEM,2,43
K,11,76,48.33333,0,	LSTR,	23,	27	FITEM,2,11
K,12,130.8571,48.33333,0,	LSTR,	27,	33	FITEM,2,37
K,13,149.1429,48.33333,0,	LSTR,	33,	38	AL,P51X
K,14,204,48.33333,0,	LSTR,	12,	16	FLST,2,4,4
K,15,76,66.66666,0,	LSTR,	24,	28	FITEM,2,9
K,16,130.8571,66.66666,0,	LSTR,	13,	17	FITEM,2,45
K,17,149.1429,66.66666,0,	LSTR,	25,	29	FITEM,2,12
K,18,204,66.66666,0,	LSTR,	3,	8	FITEM,2,43
K,19,38,140,0,	LSTR,	8,	14	AL,P51X
K,20,76,140,0,	LSTR,	14,	18	FLST,2,4,4
K,21,204,140,0,	LSTR,	18,	21	FITEM,2,10
K,22,242,140,0,	LSTR,	21,	26	FITEM,2,49
K,23,76,213.33333,0,	LSTR,	26,	30	FITEM,2,13
K,24,130.8571,213.33333,0,	LSTR,	30,	34	FITEM,2,45
K,25,149.1429,213.33333,0,	LSTR,	34,	39	AL,P51X
K,26,204,213.33333,0,	LSTR,	9,	22	FLST,2,6,4
K,27,76,231.66666,0,	LSTR,	22,	35	FITEM,2,6
K,28,130.8571,231.66666,0,	LSTR,	4,	10	FITEM,2,55
K,29,149.1429,231.66666,0,	LSTR,	10,	36	FITEM,2,16
K,30,204,231.66666,0,	LSTR,	36,	40	FITEM,2,50
K,31,0,250,0,				FITEM,2,49
K,32,38,250,0,				FITEM,2,48
K,33,76,250,0,				AL,P51X
K,34,204,250,0,	FLST,2,5,4			FLST,2,6,4
K,35,242,250,0,		<i>!INICIO</i>		FITEM,2,16
K,36,280,250,0,	<i>CREACIÓN ÁREAS PLACA</i>			FITEM,2,56
K,37,0,280,0,	<i>BASE (COTA Z=0)</i>			FITEM,2,25
K,38,76,280,0,	FITEM,2,1			FITEM,2,53
K,39,204,280,0,	FITEM,2,35			FITEM,2,52
K,40,280,280,0,	FITEM,2,5			FITEM,2,51
	FITEM,2,4			AL,P51X
<i>!FINAL</i>	FITEM,2,30			FLST,2,5,4
<i>CREACIÓN KEYPOINTS</i>	AL,P51X			FITEM,2,7
<i>PLACA BASE (COTA Z=0)</i>	FLST,2,8,4			FITEM,2,58
LSTR,	FITEM,2,35			FITEM,2,26
1, 2 <i>!INICIO</i>	FITEM,2,2			FITEM,2,56
<i>CREACIÓN LÍNEAS PLACA</i>	FITEM,2,47			FITEM,2,55
<i>BASE (COTA Z=0)</i>	FITEM,2,48			AL,P51X
LSTR,	FITEM,2,10			FLST,2,6,4
2, 3	FITEM,2,9			FITEM,2,11
LSTR,	FITEM,2,8			FITEM,2,12
3, 4	FITEM,2,36			FITEM,2,13
LSTR,	AL,P51X			FITEM,2,50
5, 6	FLST,2,5,4			FITEM,2,15
LSTR,	FITEM,2,47			FITEM,2,38
6, 7	FITEM,2,3			AL,P51X
LSTR,	FITEM,2,57			FLST,2,6,4
8, 9	FITEM,2,7			FITEM,2,15
LSTR,	FITEM,2,6			FITEM,2,51
9, 10	AL,P51X			FITEM,2,19
LSTR,	FLST,2,5,4			FITEM,2,18
11, 12	FITEM,2,4			FITEM,2,17
LSTR,	FITEM,2,33			FITEM,2,39
12, 13	FITEM,2,34			AL,P51X
LSTR,	FITEM,2,23			FLST,2,4,4
13, 14	FITEM,2,31			FITEM,2,17
LSTR,	AL,P51X			FITEM,2,44
15, 16	FLST,2,6,4			
LSTR,				
16, 17				
LSTR,				
17, 18				
LSTR,				
19, 20				
LSTR,				
20, 21				
LSTR,				
21, 22				
LSTR,				
23, 24				
LSTR,				
24, 25				
LSTR,				
25, 26				
LSTR,				
27, 28				
LSTR,				
28, 29				
LSTR,				
29, 30				

FITEM,2,20	K,72,38,250,20,	LSTR, 76, 80 <i>!FINAL</i>
FITEM,2,40	K,73,76,250,20,	<i>CREACIÓN LÍNEAS PLACA</i>
AL,P51X	K,74,204,250,20,	<i>BASE (COTA Z=20)</i>
FLST,2,4,4	K,75,242,250,20,	
FITEM,2,44	K,76,280,250,20,	FLST,2,5,4 <i>!INICIO CREACIÓN</i>
FITEM,2,18	K,77,0,280,20,	<i>ÁREAS PLACA BASE (COTA</i>
FITEM,2,46	K,78,76,280,20,	<i>Z=20)</i>
FITEM,2,21	K,79,204,280,20,	FITEM,2,60
AL,P51X	K,80,280,280,20,	FITEM,2,94
FLST,2,4,4	<i>!FINAL</i>	FITEM,2,64
FITEM,2,19	<i>CREACIÓN KEYPOINTS</i>	FITEM,2,63
FITEM,2,52	<i>PLACA BASE (COTA Z=20)</i>	FITEM,2,89
FITEM,2,22	LSTR, 41, 42 <i>!INICIO</i>	AL,P51X
FITEM,2,46	<i>CREACIÓN LÍNEAS PLACA</i>	FLST,2,8,4
AL,P51X	<i>BASE (COTA Z=20)</i>	FITEM,2,61
FLST,2,5,4	LSTR, 42, 43	FITEM,2,106
FITEM,2,23	LSTR, 43, 44	FITEM,2,107
FITEM,2,24	LSTR, 42, 43	FITEM,2,69
FITEM,2,42	LSTR, 45, 46	FITEM,2,68
FITEM,2,27	LSTR, 46, 47	FITEM,2,67
FITEM,2,32	LSTR, 48, 49	FITEM,2,95
AL,P51X	LSTR, 49, 50	FITEM,2,94
FLST,2,8,4	LSTR, 51, 52	AL,P51X
FITEM,2,20	LSTR, 52, 53	FLST,2,5,4
FITEM,2,21	LSTR, 53, 54	FITEM,2,62
FITEM,2,22	LSTR, 55, 56	FITEM,2,116
FITEM,2,53	LSTR, 56, 57	FITEM,2,66
FITEM,2,54	LSTR, 57, 58	FITEM,2,65
FITEM,2,28	LSTR, 59, 60	FITEM,2,106
FITEM,2,42	LSTR, 60, 61	AL,P51X
FITEM,2,41	LSTR, 61, 62	FLST,2,5,4
AL,P51X	LSTR, 63, 64	FITEM,2,63
FLST,2,5,4	LSTR, 64, 65	FITEM,2,92
FITEM,2,25	LSTR, 65, 66	FITEM,2,93
FITEM,2,26	LSTR, 67, 68	FITEM,2,82
FITEM,2,59	LSTR, 68, 69	FITEM,2,90
FITEM,2,29	LSTR, 69, 70	AL,P51X
FITEM,2,54	LSTR, 71, 72	FLST,2,6,4
AL,P51X <i>!FINAL CREACIÓN</i>	LSTR, 72, 73	FITEM,2,64
<i>ÁREAS PLACA BASE (COTA</i>	LSTR, 74, 75	FITEM,2,95
<i>Z=0)</i>	LSTR, 75, 76	FITEM,2,96
	LSTR, 77, 78	FITEM,2,97
	LSTR, 78, 79	FITEM,2,73
	LSTR, 79, 80	FITEM,2,92
K,41,0,0,20, <i>!INICIO</i>		AL,P51X
<i>CREACIÓN KEYPOINTS</i>		FLST,2,6,4
<i>PLACA BASE (Z=20)</i>		FITEM,2,73
K,42,76,0,20,	LSTR, 41, 45	FITEM,2,98
K,43,204,0,20,	LSTR, 45, 71	FITEM,2,99
K,44,280,0,20,	LSTR, 71, 77	FITEM,2,100
K,45,0,30,20,	LSTR, 46, 59	FITEM,2,83
K,46,38,30,20,	LSTR, 59, 72	FITEM,2,93
K,47,76,30,20,	LSTR, 42, 47	AL,P51X
K,48,204,30,20,	LSTR, 47, 51	FLST,2,4,4
K,49,242,30,20,	LSTR, 51, 55	FITEM,2,67
K,50,280,30,20,	LSTR, 55, 60	FITEM,2,102
K,51,76,48.33333,20,	LSTR, 60, 63	FITEM,2,70
K,52,130.8571,48.33333,20,	LSTR, 63, 67	FITEM,2,96
K,53,149.1429,48.33333,20,	LSTR, 67, 73	AL,P51X
K,54,204,48.33333,20,	LSTR, 73, 78	FLST,2,4,4
K,55,76.66.66666,20,	LSTR, 52, 56	FITEM,2,68
K,56,130.8571,66.66666,20,	LSTR, 64, 68	FITEM,2,104
K,57,149.1429,66.66666,20,	LSTR, 53, 57	FITEM,2,71
K,58,204,66.66666,20,	LSTR, 65, 69	FITEM,2,102
K,59,38,140,20,	LSTR, 43, 48	AL,P51X
K,60,76,140,20,	LSTR, 48, 54	FLST,2,4,4
K,61,204,140,20,	LSTR, 54, 58	FITEM,2,69
K,62,242,140,20,	LSTR, 58, 61	FITEM,2,108
K,63,76,213.33333,20,	LSTR, 61, 66	FITEM,2,72
K,64,130.8571,213.33333,20,	LSTR, 66, 70	FITEM,2,104
K,65,149.1429,213.33333,20,	LSTR, 70, 74	AL,P51X
K,66,204,213.33333,20,	LSTR, 74, 79	FLST,2,6,4
K,67,76,231.66666,20,	LSTR, 49, 62	FITEM,2,65
K,68,130.8571,231.66666,20,	LSTR, 62, 75	FITEM,2,114
K,69,149.1429,231.66666,20,	LSTR, 44, 50	FITEM,2,75
K,70,204,231.66666,20,	LSTR, 50, 76	
K,71,0,250,20,		

FITEM,2,109	FITEM,2,113		AL,P51X
FITEM,2,108	AL,P51X	!FINAL	FLST,2,4,4
FITEM,2,107	CREACIÓN ÁREAS	PLACA	FITEM,2,4
AL,P51X	BASE (COTA Z=20)		FITEM,2,123
FLST,2,6,4			FITEM,2,63
FITEM,2,75	LSTR, 41, 1	!INICIO	FITEM,2,120
FITEM,2,115	CREACIÓN LÍNEAS	PLACA	AL,P51X !FINAL CREACIÓN
FITEM,2,84	BASE (DE Z=0 A Z=20)		ÁREAS INTERNAS VOLUMEN
FITEM,2,112	LSTR, 45, 5		1
FITEM,2,111	LSTR, 71, 31		
FITEM,2,110	LSTR, 77, 37		FLST,2,7,5,ORDE,4 !INICIO
AL,P51X	LSTR, 46, 6		CREACIÓN VOLUMEN 1
FLST,2,5,4	LSTR, 59, 19		FITEM,2,1
FITEM,2,66	LSTR, 72, 32		FITEM,2,21
FITEM,2,117	LSTR, 42, 2		FITEM,2,41
FITEM,2,85	LSTR, 47, 7		FITEM,2,-45
FITEM,2,115	LSTR, 51, 11		VA,P51X !FINAL
FITEM,2,114	LSTR, 55, 15		CREACIÓN VOLUMEN 1
AL,P51X	LSTR, 60, 20		
FLST,2,6,4	LSTR, 63, 23		FLST,2,4,4 !INICIO
FITEM,2,70	LSTR, 67, 27		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
FITEM,2,71	LSTR, 73, 33		VOLUMEN 2
FITEM,2,72	LSTR, 78, 38		FITEM,2,128
FITEM,2,109	LSTR, 52, 12		FITEM,2,36
FITEM,2,74	LSTR, 56, 16		FITEM,2,127
FITEM,2,97	LSTR, 64, 24		FITEM,2,95
AL,P51X	LSTR, 68, 28		AL,P51X
FLST,2,6,4	LSTR, 53, 13		FLST,2,4,4
FITEM,2,74	LSTR, 57, 17		FITEM,2,126
FITEM,2,110	LSTR, 65, 25		FITEM,2,2
FITEM,2,78	LSTR, 69, 29		FITEM,2,143
FITEM,2,77	LSTR, 43, 3		FITEM,2,61
FITEM,2,76	LSTR, 48, 8		AL,P51X
FITEM,2,98	LSTR, 54, 14		FLST,2,4,4
AL,P51X	LSTR, 58, 18		FITEM,2,143
FLST,2,4,4	LSTR, 61, 21		FITEM,2,106
FITEM,2,76	LSTR, 66, 26		FITEM,2,144
FITEM,2,103	LSTR, 70, 30		FITEM,2,47
FITEM,2,79	LSTR, 74, 34		AL,P51X
FITEM,2,99	LSTR, 79, 39		FLST,2,4,4
AL,P51X	LSTR, 49, 9		FITEM,2,48
FLST,2,4,4	LSTR, 62, 22		FITEM,2,144
FITEM,2,77	LSTR, 75, 35		FITEM,2,107
FITEM,2,105	LSTR, 44, 4		FITEM,2,145
FITEM,2,80	LSTR, 50, 10		AL,P51X
FITEM,2,103	LSTR, 76, 36		FLST,2,4,4
AL,P51X	LSTR, 80, 40	!FINAL	FITEM,2,10
FLST,2,4,4	CREACIÓN LÍNEAS	PLACA	FITEM,2,145
FITEM,2,78	BASE (DE Z=0 A Z=20)		FITEM,2,69
FITEM,2,111			FITEM,2,139
FITEM,2,81	FLST,2,4,4	!INICIO	AL,P51X
FITEM,2,105	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FLST,2,4,4
AL,P51X	VOLUMEN 1		FITEM,2,9
FLST,2,5,4	FITEM,2,30		FITEM,2,139
FITEM,2,82	FITEM,2,119		FITEM,2,68
FITEM,2,83	FITEM,2,89		FITEM,2,135
FITEM,2,101	FITEM,2,120		AL,P51X
FITEM,2,86	AL,P51X		FLST,2,4,4
FITEM,2,91	FLST,2,4,4		FITEM,2,8
AL,P51X	FITEM,2,1		FITEM,2,135
FLST,2,8,4	FITEM,2,126		FITEM,2,67
FITEM,2,79	FITEM,2,60		FITEM,2,128
FITEM,2,80	FITEM,2,119		AL,P51X !FINAL CREACIÓN
FITEM,2,81	AL,P51X		ÁREAS INTERNAS VOLUMEN
FITEM,2,112	FLST,2,4,4		2
FITEM,2,113	FITEM,2,35		
FITEM,2,87	FITEM,2,126		FLST,2,10,5,ORDE,5 !INICIO
FITEM,2,101	FITEM,2,94		CREACIÓN VOLUMEN 2
FITEM,2,100	FITEM,2,127		FITEM,2,2
AL,P51X	AL,P51X		FITEM,2,22
FLST,2,5,4	FLST,2,4,4		FITEM,2,43
FITEM,2,84	FITEM,2,5		FITEM,2,46
FITEM,2,85	FITEM,2,127		FITEM,2,-52
FITEM,2,118	FITEM,2,64		VA,P51X !FINAL
FITEM,2,88	FITEM,2,123		CREACIÓN VOLUMEN 2

FLST,2,4,4	!!INICIO	FITEM,2,-60		VA,P51X	!!FINAL
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		VA,P51X	!!FINAL	CREACIÓN VOLUMEN 6	
VOLUMEN 3		CREACIÓN VOLUMEN 4			
FITEM,2,3		FLST,2,4,4	!!INICIO	FLST,2,4,4	!!INICIO
FITEM,2,155		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
FITEM,2,62		VOLUMEN 5		VOLUMEN 7	
FITEM,2,143		FITEM,2,96		FITEM,2,43	
AL,P51X		FITEM,2,129		FITEM,2,135	
FLST,2,4,4		FITEM,2,37		FITEM,2,102	
FITEM,2,155		FITEM,2,128		FITEM,2,136	
FITEM,2,116		AL,P51X		AL,P51X	
FITEM,2,156		FLST,2,4,4		FLST,2,4,4	
FITEM,2,57		FITEM,2,38		FITEM,2,11	
AL,P51X		FITEM,2,129		FITEM,2,136	
FLST,2,4,4		FITEM,2,97		FITEM,2,70	
FITEM,2,7		FITEM,2,130		FITEM,2,129	
FITEM,2,156		AL,P51X		AL,P51X	!!FINAL CREACIÓN
FITEM,2,66		FLST,2,4,4		ÁREAS INTERNAS VOLUMEN	
FITEM,2,152		FITEM,2,14		7	
AL,P51X		FITEM,2,130		FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO
FLST,2,4,4		FITEM,2,73		CREACIÓN VOLUMEN 7	
FITEM,2,6		FITEM,2,124		FITEM,2,7	
FITEM,2,152		AL,P51X	!!FINAL CREACIÓN	FITEM,2,27	
FITEM,2,65		ÁREAS INTERNAS VOLUMEN		FITEM,2,52	
FITEM,2,144		5		FITEM,2,61	
AL,P51X	!!FINAL	FLST,2,8,5,ORDE,7	!!INICIO	FITEM,2,68	
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		CREACIÓN VOLUMEN 5		FITEM,2,-69	
VOLUMEN 3		FITEM,2,5		VA,P51X	!!FINAL
FLST,2,7,5,ORDE,5	!!INICIO	FITEM,2,25		CREACIÓN VOLUMEN 7	
CREACIÓN VOLUMEN 3		FITEM,2,44		FLST,2,4,4	!!INICIO
FITEM,2,3		FITEM,2,46		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
FITEM,2,23		FITEM,2,57		VOLUMEN 8	
FITEM,2,48		FITEM,2,61		FITEM,2,45	
FITEM,2,53		FITEM,2,-63		FITEM,2,139	
FITEM,2,-56		VA,P51X	!!FINAL	FITEM,2,104	
VA,P51X	!!FINAL	CREACIÓN VOLUMEN 5		FITEM,2,140	
CREACIÓN VOLUMEN 3		FLST,2,4,4	!!INICIO CREACIÓN	AL,P51X	
FLST,2,4,4	!!INICIO CREACIÓN	ÁREAS INTERNAS VOLUMEN		FLST,2,4,4	
ÁREAS INTERNAS VOLUMEN		6		FLST,2,4,4	
4		FITEM,2,39		FITEM,2,12	
FITEM,2,33		FITEM,2,130		FITEM,2,140	
FITEM,2,124		FITEM,2,98		FITEM,2,71	
FITEM,2,92		FITEM,2,131		FITEM,2,136	
FITEM,2,123		AL,P51X		AL,P51X	!!FINAL
AL,P51X		FLST,2,4,4		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
FLST,2,4,4		FITEM,2,40		VOLUMEN 8	
FITEM,2,34		FITEM,2,131		FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO
FITEM,2,125		FITEM,2,99		CREACIÓN VOLUMEN 8	
FITEM,2,93		FITEM,2,132		FITEM,2,8	
FITEM,2,124		AL,P51X		FITEM,2,28	
AL,P51X		FLST,2,4,4		FITEM,2,51	
FLST,2,4,4		FITEM,2,41		FITEM,2,68	
FITEM,2,23		FITEM,2,132		FITEM,2,70	
FITEM,2,125		FITEM,2,100		FITEM,2,-71	
FITEM,2,82		FITEM,2,133		VA,P51X	!!FINAL
FITEM,2,121		AL,P51X		CREACIÓN VOLUMEN 8	
AL,P51X		FLST,2,4,4		FLST,2,4,4	!!INICIO
FLST,2,4,4		FITEM,2,24		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
FITEM,2,31		FITEM,2,133		VOLUMEN 9	
FITEM,2,120		FITEM,2,83		FITEM,2,49	
FITEM,2,90		FITEM,2,125		FITEM,2,145	
FITEM,2,121		AL,P51X	!!FINAL CREACIÓN	FITEM,2,108	
AL,P51X	!!FINAL CREACIÓN	ÁREAS INTERNAS VOLUMEN		FITEM,2,146	
ÁREAS INTERNAS VOLUMEN		6		AL,P51X	
4		FLST,2,8,5,ORDE,5	!!INICIO	FLST,2,4,4	
FLST,2,7,5,ORDE,5	!!INICIO	CREACIÓN VOLUMEN 6		FLST,2,4,4	
CREACIÓN VOLUMEN 4		FITEM,2,6		FITEM,2,13	
FITEM,2,4		FITEM,2,26		FITEM,2,146	
FITEM,2,24		FITEM,2,58		FITEM,2,72	
FITEM,2,45		FITEM,2,63		FITEM,2,140	
FITEM,2,57		FITEM,2,-67		AL,P51X	!!FINAL
				CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
				VOLUMEN 9	

FLST,2,6,5,ORDE,6 *!!INICIO*
CREACIÓN VOLUMEN 9
 FITEM,2,9
 FITEM,2,29
 FITEM,2,50
 FITEM,2,70
 FITEM,2,72
 FITEM,2,-73
 VA,P51X *!FINAL*
CREACIÓN VOLUMEN 9

 FLST,2,4,4 *!!INICIO*
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
VOLUMEN 10
 FITEM,2,50
 FITEM,2,146
 FITEM,2,109
 FITEM,2,147
 AL,P51X
 FLST,2,4,4
 FITEM,2,55
 FITEM,2,152
 FITEM,2,114
 FITEM,2,153
 AL,P51X
 FLST,2,4,4
 FITEM,2,16
 FITEM,2,153
 FITEM,2,75
 FITEM,2,147
 AL,P51X *!FINAL CREACIÓN*
ÁREAS INTERNAS VOLUMEN
10

 FLST,2,8,5,ORDE,7 *!!INICIO*
CREACIÓN VOLUMEN 10
 FITEM,2,10
 FITEM,2,30
 FITEM,2,49
 FITEM,2,56
 FITEM,2,72
 FITEM,2,74
 FITEM,2,-76
 VA,P51X *!FINAL*
CREACIÓN VOLUMEN 10

 FLST,2,4,4 *!!INICIO CREACIÓN*
ÁREAS INTERNAS VOLUMEN
11
 FITEM,2,53
 FITEM,2,149
 FITEM,2,112
 FITEM,2,150
 AL,P51X
 FLST,2,4,4
 FITEM,2,52
 FITEM,2,148
 FITEM,2,111
 FITEM,2,149
 AL,P51X
 FLST,2,4,4
 FITEM,2,51
 FITEM,2,147
 FITEM,2,110
 FITEM,2,148
 AL,P51X
 FLST,2,4,4
 FITEM,2,56
 FITEM,2,153
 FITEM,2,154
 FITEM,2,115
 AL,P51X
 FLST,2,4,4
 FITEM,2,25

 FITEM,2,154
 FITEM,2,84
 FITEM,2,150
 AL,P51X *!FINAL CREACIÓN*
ÁREAS INTERNAS VOLUMEN
11

 FLST,2,8,5,ORDE,4 *!!INICIO*
CREACIÓN VOLUMEN 11
 FITEM,2,11
 FITEM,2,31
 FITEM,2,76
 FITEM,2,-81
 VA,P51X *!FINAL*
CREACIÓN VOLUMEN 11

 FLST,2,4,4 *!!INICIO*
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
VOLUMEN 12
 FITEM,2,58
 FITEM,2,156
 FITEM,2,117
 FITEM,2,157
 AL,P51X
 FLST,2,4,4
 FITEM,2,26
 FITEM,2,157
 FITEM,2,85
 FITEM,2,154
 AL,P51X *!FINAL CREACIÓN*
ÁREAS INTERNAS VOLUMEN
12

 FLST,2,7,5,ORDE,7 *!!INICIO*
CREACIÓN VOLUMEN 12
 FITEM,2,12
 FITEM,2,32
 FITEM,2,55
 FITEM,2,75
 FITEM,2,80
 FITEM,2,82
 FITEM,2,-83
 VA,P51X *!FINAL*
CREACIÓN VOLUMEN 12

 FLST,2,4,4 *!!INICI CREACIÓN*
ÁREAS INTERNAS VOLUMEN
13
 FITEM,2,15
 FITEM,2,147
 FITEM,2,74
 FITEM,2,130
 AL,P51X *!FINAL CREACIÓN*
ÁREAS INTERNAS VOLUMEN
13

 FLST,2,8,5,ORDE,8 *!!INICIO*
CREACIÓN VOLUMEN 13
 FITEM,2,13
 FITEM,2,33
 FITEM,2,62
 FITEM,2,69
 FITEM,2,71
 FITEM,2,73
 FITEM,2,-74
 FITEM,2,84
 VA,P51X *!FINAL*
CREACIÓN VOLUMEN 13

 FLST,2,4,4 *!!INICIO*
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
VOLUMEN 14
 FITEM,2,19
 FITEM,2,148
 FITEM,2,78

 FITEM,2,141
 AL,P51X
 FLST,2,4,4
 FITEM,2,18
 FITEM,2,141
 FITEM,2,77
 FITEM,2,137
 AL,P51X
 FLST,2,4,4
 FITEM,2,17
 FITEM,2,137
 FITEM,2,76
 FITEM,2,131
 AL,P51X *!FINAL CREACIÓN*
ÁREAS INTERNAS VOLUMEN
14

 FLST,2,8,5,ORDE,6 *!!INICIO*
CREACIÓN VOLUMEN 14
 FITEM,2,14
 FITEM,2,34
 FITEM,2,64
 FITEM,2,79
 FITEM,2,84
 FITEM,2,-87
 VA,P51X *!FINAL*
CREACIÓN VOLUMEN 14

 FLST,2,4,4 *!!INICIO*
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
VOLUMEN 15
 FITEM,2,44
 FITEM,2,137
 FITEM,2,103
 FITEM,2,138
 AL,P51X
 FLST,2,4,4
 FITEM,2,20
 FITEM,2,138
 FITEM,2,79
 FITEM,2,132
 AL,P51X *!FINAL CREACIÓN*
ÁREAS INTERNAS VOLUMEN
15

 FLST,2,6,5,ORDE,5 *!!INICIO*
CREACIÓN VOLUMEN 15
 FITEM,2,15
 FITEM,2,35
 FITEM,2,65
 FITEM,2,87
 FITEM,2,-89
 VA,P51X *!FINAL*
CREACIÓN VOLUMEN 15

 FLST,2,4,4 *!!INICIO*
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
VOLUMEN 16
 FITEM,2,46
 FITEM,2,141
 FITEM,2,105
 FITEM,2,142
 AL,P51X
 FLST,2,4,4
 FITEM,2,21
 FITEM,2,142
 FITEM,2,80
 FITEM,2,138
 AL,P51X *!FINAL CREACIÓN*
ÁREAS INTERNAS VOLUMEN
16

 FLST,2,6,5,ORDE,6 *!!INICIO*
CREACIÓN VOLUMEN 16
 FITEM,2,16

FITEM,2,36
 FITEM,2,86
 FITEM,2,88
 FITEM,2,90
 FITEM,2,-91
 VA,P51X *!FINAL*
 CREACIÓN VOLUMEN 16

FLST,2,4,4 *!INICIO*
 CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
 VOLUMEN 17
 FITEM,2,22
 FITEM,2,149
 FITEM,2,81
 FITEM,2,142
 AL,P51X *!FINAL*
 CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
 VOLUMEN 17

FLST,2,6,5,ORDE,6 *!INICIO*
 CREACIÓN VOLUMEN 17
 FITEM,2,17
 FITEM,2,37
 FITEM,2,78
 FITEM,2,85
 FITEM,2,90
 FITEM,2,92
 VA,P51X *!FINAL*
 CREACIÓN VOLUMEN 17

FLST,2,4,4 *!INICIO*
 CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
 VOLUMEN 18
 FITEM,2,42
 FITEM,2,133
 FITEM,2,101
 FITEM,2,134
 AL,P51X
 FLST,2,4,4
 FITEM,2,27
 FITEM,2,134
 FITEM,2,86
 FITEM,2,122
 AL,P51X
 FLST,2,4,4
 FITEM,2,32
 FITEM,2,121
 FITEM,2,91
 FITEM,2,122
 AL,P51X *!FINAL*
 CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
 VOLUMEN 18

FLST,2,7,5,ORDE,6 *!INICIO*
 CREACIÓN VOLUMEN 18
 FITEM,2,18
 FITEM,2,38
 FITEM,2,59
 FITEM,2,67
 FITEM,2,93
 FITEM,2,-95
 VA,P51X *!FINAL*
 CREACIÓN VOLUMEN 18

FLST,2,4,4 *!INICIO*
 CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
 VOLUMEN 19
 FITEM,2,54
 FITEM,2,150
 FITEM,2,113
 FITEM,2,151
 AL,P51X
 FLST,2,4,4
 FITEM,2,28
 FITEM,2,151

FITEM,2,87
 FITEM,2,134
 AL,P51X *!FINAL*
 CREACIÓN
 ÁREAS INTERNAS
 VOLUMEN
 19

FLST,2,10,5,ORDE,9 *!INICIO*
 CREACIÓN VOLUMEN 19
 FITEM,2,19
 FITEM,2,39
 FITEM,2,66
 FITEM,2,77
 FITEM,2,89
 FITEM,2,91
 FITEM,2,-93
 FITEM,2,96
 FITEM,2,-97
 VA,P51X *!FINAL*
 CREACIÓN VOLUMEN 19

FLST,2,4,4 *!INICIO*
 CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
 VOLUMEN 20
 FITEM,2,59
 FITEM,2,157
 FITEM,2,118
 FITEM,2,158
 AL,P51X
 FLST,2,4,4
 FITEM,2,29
 FITEM,2,158
 FITEM,2,88
 FITEM,2,151
 AL,P51X *!FINAL*
 CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
 VOLUMEN 20

FLST,2,7,5,ORDE,7 *!INICIO*
 CREACIÓN VOLUMEN 20
 FITEM,2,20
 FITEM,2,40
 FITEM,2,81
 FITEM,2,83
 FITEM,2,96
 FITEM,2,98
 FITEM,2,-99
 VA,P51X *!FINAL*
 CREACIÓN VOLUMEN 20

**!DETERMINACIÓN ELEMENT
 TYPE PARA LA PLACA BASE**

!*
 ET,1,SOLID45
 !ELEMENT TYPE 1: SOLID 45
 (PARA LA PLACA BASE Y
 ANCLAJES)
 !*

**!DETERMINACIÓN MATERIAL
 MODEL PARA LA PLACA
 BASE**

MPTEMP,,,,,,,,,
 !MATERIAL MODEL 1: ACERO
 S235 (PARA LA PLACA BASE)
 MPTEMP,1,0
 !STRUCTURAL-NONLINEAR-
 INELASTIC-RATE
 INDEPENDENT-KINEMATIC
 HARDENING PLASTICITY-
 MISSES PLASTICITY-BILINEAR
 MPDATA,EX,1,,210000 *!Ex=*
 210000 N/mm2

MPDATA,PRXY,1,,0.3
 !PRXY= 0.3
 TB,BKIN,1,1,2,1
 TBTEMP,0
 TBDATA,,235,2100,,,, *!LÍMITE*
ELÁSTICO: 235 N/mm2 ;
MÓDULO TANGENTE= 2100

**!DEFINICIÓN OPCIONES DE
 MALLADO (MESHER
 OPTIONS)**

MOPT,AMESH,DEFA
 !MESHER OPTIONS; TIMP=5;
 MSHMID=NO MIDSIDE NODES)
 MOPT,QMESH,DEFA
 MOPT,VMESH,DEFA
 MOPT,TIMP,5
 MOPT,PYRA,ON
 MOPT,AORD,0
 MOPT,SPLIT,1
 MSHMID,2
 MSHPATTERN,0
 KEYW,ACCEPT,0
 !*

**!ASIGNACIÓN DE LAS ÁREAS
 Y VOLÚMENES DE LA PLACA
 BASE CON LOS TIPOS DE
 ELEMENTOS (ELEMENT
 TYPES) Y LOS MATERIALES**

FLST,5,99,5,ORDE,2 *!MESH*
 ATTRIBUTES ÁREAS DE LA
 PLACA BASE (ÁREAS 1 a 99) A
 E.TYPE1 i MATERIAL1
 FITEM,5,1
 FITEM,5,-99
 CM,_Y,AREA
 ASEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,AREA
 CMSEL,S,_Y
 !*
 CMSEL,S,_Y1
 AATT, , , 1, , 1, , 0,
 !ELEMENT TYPE 1 (SOLID 45)
 Y MATERIAL 1 (S235)
 CMSEL,S,_Y
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1

VPLOT

FLST,5,20,6,ORDE,2
 !MESH ATTRIBUTES
 VOLÚMENES PLACA BASE
 (VOLÚMENES 1 AL 20) A
 E.TYPE1 i MATERIAL1
 FITEM,5,1
 FITEM,5,-20
 CM,_Y,VOLU
 VSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,VOLU
 CMSEL,S,_Y
 !*
 CMSEL,S,_Y1
 VATT, , , 1, , 1, , 0
 !ELEMENT TYPE 1 (SOLID 45)
 Y MATERIAL 1 (S235)
 CMSEL,S,_Y
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 !*

```

!MALLADO DE LAS LÍNEAS Y
LOS VOLÚMENES QUE
FORMAN LA PLACA BASE

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 1
FITEM,5,1
!!LÍNEAS 1 i 60 (8 DIV)
FITEM,5,60
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,8, , , ,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,4
!!LÍNEAS 35,94,30,89 (3 DIV)
FITEM,5,30
FITEM,5,35
FITEM,5,89
FITEM,5,94
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,3, , , ,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,4
!!LÍNEAS 63,64,4,5 (4 DIV)
FITEM,5,4
FITEM,5,-5
FITEM,5,63
FITEM,5,-64
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,4
!!LÍNEAS 119,120,126,127 (4
DIV)
FITEM,5,119
FITEM,5,-120
FITEM,5,126
FITEM,5,-127
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*
!!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 1

CM,_Y,VOLU !!INICIO
MALLADO VOLUMEN 1
VSEL, , , , 1
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2

!*
MALLADO VOLUMEN 1
!!FINAL

FITEM,5,135
FITEM,5,139
FITEM,5,143
FITEM,5,-145
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*
!!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 2

CM,_Y,VOLU !!INICIO
MALLADO VOLUMEN 2
VSEL, , , , 2
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!!FINAL MALLADO
VOLUMEN 2

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 3
FITEM,5,3
!!LÍNEAS 3 i 62 (8 DIV)
FITEM,5,62
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,8, , , ,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,4
!!LÍNEAS 6,7,65,66 (4 DIV)
FITEM,5,6
FITEM,5,-7
FITEM,5,65
FITEM,5,-66
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!LÍNEAS 57,116 (3 DIV)
FITEM,5,57
FITEM,5,116
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,3, , , ,1
!*

FLST,5,3,4,ORDE,3
!!LÍNEAS 152,155,156 (4 DIV)
FITEM,5,152
FITEM,5,155
FITEM,5,-156
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X

FLST,5,2,4,ORDE,2
MALLADO VOLUMEN 1
!!FINAL
LÍNEAS
VOLUMEN 2
FITEM,5,2
!!LÍNEAS 2,61 (7 DIV)
FITEM,5,61
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,7, , , ,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,4
!!LÍNEAS 35,47,94,106 (3 DIV)
FITEM,5,35
FITEM,5,47
FITEM,5,94
FITEM,5,106
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,3, , , ,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,4
!!LÍNEAS 36,48,95,107 (2 DIV)
FITEM,5,36
FITEM,5,48
FITEM,5,95
FITEM,5,107
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,4
!!LÍNEAS 8,10,67,69 (3 DIV)
FITEM,5,8
FITEM,5,10
FITEM,5,67
FITEM,5,69
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,3, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!LÍNEAS 9,68 (1 DIV)
FITEM,5,9
FITEM,5,68
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,1, , , ,1
!*

FLST,5,6,4,ORDE,5
!!LÍNEAS 128,135,139,143 (4
DIV)
FITEM,5,128

```

```

CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 3

CM,_Y,VOLU          !!INICIO
MALLADO VOLUMEN 3
VSEL, , , , 3
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 3

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 4
FITEM,5,31
!LÍNEAS 31,90 (24 DIV)
FITEM,5,90
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,24, , , ,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,4
!LÍNEAS 33,34,92,93 (12 DIV)
FITEM,5,33
FITEM,5,-34
FITEM,5,92
FITEM,5,-93
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,12, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 23,82 (4 DIV)
FITEM,5,23
FITEM,5,82
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 121,125 (4 DIV)
FITEM,5,121
FITEM,5,125
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 4

CM,_Y,VOLU          !!INICIO
MALLADO VOLUMEN 4
VSEL, , , , 4
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 4

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 5
FITEM,5,14
!LÍNEAS 14,73 (4 DIV)
FITEM,5,73
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 38,97 (8 DIV)
FITEM,5,38
FITEM,5,97
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,8, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 36,95 (2 DIV)
FITEM,5,36
FITEM,5,95
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*

FLST,5,5,4,ORDE,5
!LÍNEAS 123,124,127,129,130
(4DIV)
FITEM,5,123
FITEM,5,-124
FITEM,5,127
FITEM,5,129
FITEM,5,-130
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 5

CM,_Y,VOLU          !!INICIO
MALLADO VOLUMEN 5
VSEL, , , , 5
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 6

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 6
FITEM,5,24
!LÍNEAS 24,83 (4 DIV)
FITEM,5,83
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,4
!LÍNEAS 40,41,99,100 (2 DIV)
FITEM,5,40
FITEM,5,-41
FITEM,5,99
FITEM,5,-100
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 39,98 (8 DIV)
FITEM,5,39
FITEM,5,98
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,8, , , ,1
!*

FLST,5,3,4,ORDE,2
!LÍNEAS 131,132,133 (4 DIV)
FITEM,5,131
FITEM,5,-133
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 6

CM,_Y,VOLU          !!INICIO
MALLADO VOLUMEN 6
VSEL, , , , 6
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 5

```

```

!*          !FINAL MALLADO
VOLUMEN 6

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 7
FITEM,5,11
!LÍNEAS 11,70 (3 DIV)
FITEM,5,70
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,3, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 43,102 (2 DIV)
FITEM,5,43
FITEM,5,102
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 136 (4 DIV)
FITEM,5,136
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 7

CM,_Y,VOLU          !!INICIO
MALLADO VOLUMEN 7
VSEL, , , , 7
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 7

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 8
FITEM,5,12
!LÍNEAS 12,71 (1 DIV)
FITEM,5,71
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,1, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 45,104 (2 DIV)
FITEM,5,45
FITEM,5,104
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 140 (4 DIV)
FITEM,5,140
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 8

CM,_Y,VOLU          !!INICIO
MALLADO VOLUMEN 8
VSEL, , , , 8
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 8

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 9
FITEM,5,13
!LÍNEAS 13,72 (3 DIV)
FITEM,5,72
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,3, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 49,108 (2 DIV)
FITEM,5,49
FITEM,5,108
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 146 (4 DIV)
FITEM,5,146
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 9

CM,_Y,VOLU          !!INICIO
MALLADO VOLUMEN 9
VSEL, , , , 9
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,8, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 16,75 (4 DIV)
FITEM,5,16
FITEM,5,75
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 55,114 (12 DIV)
FITEM,5,55
FITEM,5,114
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,12, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 147,153 (4 DIV)
FITEM,5,147
FITEM,5,153
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
10

CM,_Y,VOLU          !!INICIO
MALLADO VOLUMEN 10
VSEL, , , , 10
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y

```

CMDELE,_Y1
 CMDELE,_Y2
 !*
 MALLADO VOLUMEN 10
 !FINAL
 FLST,5,2,4,ORDE,2
 !INICIO MALLADO LÍNEAS
 VOLUMEN 11
 FITEM,5,51
 !LÍNEAS 51,110 (8 DIV)
 FITEM,5,110
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1, , ,8, , , , ,1
 !*
 FLST,5,4,4,ORDE,4
 !LÍNEAS 52,53,111,112 (2 DIV)
 FITEM,5,52
 FITEM,5,-53
 FITEM,5,111
 FITEM,5,-112
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1, , ,2, , , , ,1
 !*
 FLST,5,2,4,ORDE,2
 !LÍNEAS 25,84 (4 DIV)
 FITEM,5,25
 FITEM,5,84
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1, , ,4, , , , ,1
 !*
 FLST,5,2,4,ORDE,2
 !LÍNEAS 56,115 (12 DIV)
 FITEM,5,56
 FITEM,5,115
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1, , ,12, , , , ,1
 !*
 FLST,5,4,4,ORDE,3
 !LÍNEAS 148,149,150,154 (4 DIV)
 FITEM,5,148
 FITEM,5,-150
 FITEM,5,154
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1, , ,4, , , , ,1
 !*
 !FINAL
 MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 11
 CM,_Y,VOLU !INICIO
 MALLADO VOLUMEN 11

VSEL, , , , 11
 CM,_Y1,VOLU
 CHKMSH,'VOLU'
 CMSEL,S,_Y
 !*
 VSWEEP,_Y1
 !*
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 CMDELE,_Y2
 !*
 MALLADO VOLUMEN 11
 !FINAL
 FLST,5,2,4,ORDE,2
 !INICIO MALLADO LÍNEAS
 VOLUMEN 12
 FITEM,5,58
 !LÍNEAS 58,117 (24 DIV)
 FITEM,5,117
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1, , ,24, , , , ,1
 !*
 FLST,5,2,4,ORDE,2
 !LÍNEAS 26,85 (4 DIV)
 FITEM,5,26
 FITEM,5,85
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1, , ,4, , , , ,1
 !*
 FLST,5,1,4,ORDE,1
 !LÍNEAS 157 (4 DIV)
 FITEM,5,157
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1, , ,4, , , , ,1
 !*
 !FINAL
 MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 12
 CM,_Y,VOLU !INICIO
 MALLADO VOLUMEN 12
 VSEL, , , , 12
 CM,_Y1,VOLU
 CHKMSH,'VOLU'
 CMSEL,S,_Y
 !*
 VSWEEP,_Y1
 !*
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 CMDELE,_Y2
 !*
 !FINAL
 MALLADO VOLUMEN 12
 FLST,5,2,4,ORDE,2
 !INICIO MALLADO LÍNEAS
 VOLUMEN 13
 FITEM,5,15
 !LÍNEAS 15,74
 FITEM,5,74
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X

CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1, , ,7, , , , ,1
 !*
 !FINAL
 MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 13
 CM,_Y,VOLU !INICIO
 MALLADO VOLUMEN 13
 VSEL, , , , 13
 CM,_Y1,VOLU
 CHKMSH,'VOLU'
 CMSEL,S,_Y
 !*
 VSWEEP,_Y1
 !*
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 CMDELE,_Y2
 !*
 !FINAL
 MALLADO VOLUMEN 13
 FLST,5,4,4,ORDE,4
 !INICIO MALLADO LÍNEAS
 VOLUMEN 14
 FITEM,5,17
 !LÍNEAS 17,19,76,78 (3 DIV)
 FITEM,5,19
 FITEM,5,76
 FITEM,5,78
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1, , ,3, , , , ,1
 !*
 FLST,5,2,4,ORDE,2
 !LÍNEAS 18,77 (1 DIV)
 FITEM,5,18
 FITEM,5,77
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1, , ,1, , , , ,1
 !*
 FLST,5,2,4,ORDE,2
 !LÍNEAS 137,141 (4 DIV)
 FITEM,5,137
 FITEM,5,141
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1, , ,4, , , , ,1
 !*
 !FINAL
 MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 14
 CM,_Y,VOLU !INICIO
 MALLADO VOLUMEN 14
 VSEL, , , , 14
 CM,_Y1,VOLU
 CHKMSH,'VOLU'
 CMSEL,S,_Y
 !*
 VSWEEP,_Y1
 !*
 CMDELE,_Y

```

CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 14
!FINAL

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 15
FITEM,5,20
!LÍNEAS 20,79 (3 DIV)
FITEM,5,79
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,3, , , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 138 (4 DIV)
FITEM,5,138
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , , ,1
!*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
15
!FINAL

CM,_Y,VOLU !!INICIO
MALLADO VOLUMEN 15
VSEL,, , , 15
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEAP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 15
!FINAL

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 16
FITEM,5,21
!LÍNEAS 21,80 (1 DIV)
FITEM,5,80
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,1, , , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 46,105 (2 DIV)
FITEM,5,46
FITEM,5,105
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 142 (4 DIV)

FITEM,5,142
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , , ,1
!*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
16

CM,_Y,VOLU !!INICIO
MALLADO VOLUMEN 16
VSEL,, , , 16
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEAP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 16
!FINAL

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 17
FITEM,5,22
!LÍNEAS 22,81 (3 DIV)
FITEM,5,81
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,3, , , , ,1
!*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
17
!FINAL

CM,_Y,VOLU !!INICIO
MALLADO VOLUMEN 17
VSEL,, , , 17
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEAP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 17
!FINAL

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 18
FITEM,5,27
!LÍNEAS 27, 86 (8 DIV)
FITEM,5,86
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,8, , , , ,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,4
!LÍNEAS 32,42,91,101 (3 DIV)
FITEM,5,32
FITEM,5,42

FITEM,5,91
FITEM,5,101
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,3, , , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 122,134 (4 DIV)
FITEM,5,122
FITEM,5,134
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , , ,1
!*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
18
!FINAL

CM,_Y,VOLU !!INICIO
MALLADO VOLUMEN 18
VSEL,, , , 18
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEAP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 18
!FINAL

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 19
FITEM,5,28
!LÍNEAS 28,87 (7 DIV)
FITEM,5,87
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,7, , , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 54,113 (3 DIV)
FITEM,5,54
FITEM,5,113
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,3, , , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 151 (4 DIV)
FITEM,5,151
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , , ,1
!
```

```

!*                               !FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
18

CM,_Y,VOLU                       !INICIO
MALLADO VOLUMEN 19
VSEL,,,,, 19
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEAP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*                               !FINAL
MALLADO VOLUMEN 19

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 20
FITEM,5,29
!LÍNEAS 29,88 (8 DIV)
FITEM,5,88
CM,_Y,LINE
LSEL,,,,,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,,,,8,,,,,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 59,118 (3 DIV)
FITEM,5,59
FITEM,5,118
CM,_Y,LINE
LSEL,,,,,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,,,,3,,,,,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 158 (4 DIV)
FITEM,5,158
CM,_Y,LINE
LSEL,,,,,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,,,,4,,,,,1
!*                               !FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
20

CM,_Y,VOLU                       !INICIO
MALLADO VOLUMEN 20
VSEL,,,,, 20
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEAP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*                               !FINAL
MALLADO VOLUMEN 20

!ANCLAJES

!GEOMETRÍA

K,81,130.8571,48.33333,-250,
!INICIO CREACIÓN
KEYPOINTS ANCLAJE 1
K,82,149.1429,48.33333,-250,
K,83,130.8571,66.66666,-250,
K,84,149.1429,66.66666,-250,
!FINAL CREACIÓN KEYPOINTS
ANCLAJE 1

LSTR,      81,      82
!INICIO CREACIÓN LÍNEAS
ANCLAJE 1
LSTR, 83, 84
LSTR, 83, 81
LSTR, 84, 82
LSTR, 12, 81
LSTR, 13, 82
LSTR, 16, 83
LSTR, 17, 84 !FINAL
CREACIÓN LÍNEAS ANCLAJE 1

FLST,2,4,4 !INICIO ÁREAS
ANCLAJE 1
FITEM,2,159
FITEM,2,160
FITEM,2,161
FITEM,2,162
AL,P51X

FLST,2,4,4
FITEM,2,159
FITEM,2,9
FITEM,2,163
FITEM,2,164
AL,P51X

FLST,2,4,4
FITEM,2,162
FITEM,2,164
FITEM,2,45
FITEM,2,166
AL,P51X

FLST,2,4,4
FITEM,2,160
FITEM,2,166
FITEM,2,12
FITEM,2,165
AL,P51X

FLST,2,4,4
FITEM,2,161
FITEM,2,163
FITEM,2,43
FITEM,2,165
AL,P51X !FINAL ÁREAS
ANCLAJE 1

FLST,2,6,5,ORDE,3 !INICIO
CREACIÓN VOLUMEN 21
(ANCLAJE 1)
FITEM,2,8
FITEM,2,100
FITEM,2,-104
VA,P51X !FINAL
CREACIÓN VOLUMEN 21
(ANCLAJE 1)

K,85,130.8571,213.33333,-250,
!INICIO CREACIÓN
KEYPOINTS ANCLAJE 2
K,86,149.1429,213.33333,-250,
K,87,130.8571,231.66666,-250,
K,88,149.1429,231.66666,-250,
!FINAL CREACIÓN KEYPOINTS
ANCLAJE 2

LSTR, 85, 86 !INICIO
CREACIÓN LÍNEAS ANCLAJE 2
LSTR, 87, 88
LSTR, 85, 87
LSTR, 86, 88
LSTR, 24, 85
LSTR, 25, 86
LSTR, 28, 87
LSTR, 29, 88 !FINAL
CREACIÓN LÍNEAS ANCLAJE 2

FLST,2,4,4 !INICIO
CREACIÓN ÁREAS ANCLAJE 2
FITEM,2,167
FITEM,2,168
FITEM,2,169
FITEM,2,170
AL,P51X
FLST,2,4,4
FITEM,2,167
FITEM,2,171
FITEM,2,18
FITEM,2,172
AL,P51X
FLST,2,4,4
FITEM,2,168
FITEM,2,173
FITEM,2,21
FITEM,2,174
AL,P51X
FLST,2,4,4
FITEM,2,169
FITEM,2,173
FITEM,2,44
FITEM,2,171
AL,P51X
FLST,2,4,4
FITEM,2,170
FITEM,2,174
FITEM,2,46
FITEM,2,172
AL,P51X !FINAL
CREACIÓN ÁREAS ANCLAJE 2

FLST,2,6,5,ORDE,3 !INICIO
CREACIÓN VOLUMEN 22
FITEM,2,16
FITEM,2,105
FITEM,2,-109
VA,P51X !FINAL
CREACIÓN VOLUMEN 22

!DETERMINACIÓN MATERIAL
MODEL PARA LOS ANCLAJES

MPTEMP,,,,,,,,
!MATERIAL MODEL 2: ACERO
10.9 (PARA LOS ANCLAJES)
MPTEMP,1,0
!STRUCTURAL-NONLINEAR-
INELASTIC-RATE
INDEPENDENT-KINEMATIC
HARDENING PLASTICITY-
MISSES PLASTICITY-BILINEAR
MPDATA,EX,2,,210000
!Ex= 210000 N/mm2
MPDATA,PRXY,2,,0.3
!PRXY= 0.3
TB,BKIN,2,1,2,1
TBTEMP,0

```

TBDATA,,900,2100,,
!LÍMITE ELÁSTICO: 900 N/mm2
; MÓDULO TANGENTE= 2100

!ASIGNACIÓN DE LAS ÁREAS Y VOLÚMENES DE LOS ANCLAJES CON LOS TIPOS DE ELEMENTOS (ELEMENT TYPES) Y LOS MATERIALES

FLST,5,5,5,ORDE,2
!MESH ATTRIBUTES ÁREAS ANCLAJE 1
 FITEM,5,100
 FITEM,5,-104
 CM,_Y,AREA
 ASEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,AREA
 CMSEL,S,_Y
 !*
 CMSEL,S,_Y1
 AATT, 2, , 1, 0,
!MATERIAL 2 (ACERO 10.9); ELEMENT TYPE 1 (SOLID 45)
 CMSEL,S,_Y
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 !*

FLST,5,5,5,ORDE,2
!MESH ATTRIBUTES ÁREAS ANCLAJE 2
 FITEM,5,105
 FITEM,5,-109
 CM,_Y,AREA
 ASEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,AREA
 CMSEL,S,_Y
 !*
 CMSEL,S,_Y1
 AATT, 2, , 1, 0,
!MATERIAL 2 (ACERO 10.9); ELEMENT TYPE 1 (SOLID 45)
 CMSEL,S,_Y
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 !*

FLST,5,2,6,ORDE,2
!MESH ATTRIBUTES VOLÚMENES 21 i 22 (ANCLAJES 1 i 2)
 FITEM,5,21
 FITEM,5,-22
 CM,_Y,VOLU
 VSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,VOLU
 CMSEL,S,_Y
 !*
 CMSEL,S,_Y1
 VATT, 2, , 1, 0
!MATERIAL 2 (ACERO 10.9); ELEMENT TYPE 1 (SOLID 45)
 CMSEL,S,_Y
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 !*

!MALLADO DE LAS LÍNEAS Y VOLÚMENES DE LOS ANCLAJES

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS ANCLAJE 1

FITEM,5,161
!LÍNEAS 161,162 (2 DIV)
 FITEM,5,-162
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1,, ,2, , , ,1
 !*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 159,160 (1 DIV)
 FITEM,5,159
 FITEM,5,-160
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1,, ,1, , , ,1
 !*

FLST,5,4,4,ORDE,2
!LÍNEAS 163,164,165,166 (10 DIV)
 FITEM,5,163
 FITEM,5,-166
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1,, ,10, , , ,1
 !*
!FINAL
 MALLADO LÍNEAS ANCLAJE 1

CM,_Y,VOLU *!INICIO*
 MALLADO VOLUMEN 21
 (ANCLAJE 1)
 VSEL,, , , 21
 CM,_Y1,VOLU
 CHKMSH,'VOLU'
 CMSEL,S,_Y
 !*
 VSWEEP,_Y1
 !*
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 CMDELE,_Y2
 !*
!FINAL
 MALLADO VOLUMEN 21
 (ANCLAJE 1)

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS ANCLAJE 2
 FITEM,5,169
!LÍNEAS 169,170 (2 DIV)
 FITEM,5,-170
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1,, ,2, , , ,1
 !*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 167,168 (1 DIV)
 FITEM,5,167
 FITEM,5,-168
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE

CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1,, ,1, , , ,1
 !*
 FLST,5,4,4,ORDE,2
!LÍNEAS 171,172,173,174 (10 DIV)
 FITEM,5,171
 FITEM,5,-174
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1,, ,10, , , ,1
 !*
!FINAL
 MALLADO LÍNEAS ANCLAJE 2

CM,_Y,VOLU *!INICIO*
 MALLADO VOLUMEN 22
 (ANCLAJE 2)
 VSEL,, , , 22
 CM,_Y1,VOLU
 CHKMSH,'VOLU'
 CMSEL,S,_Y
 !*
 VSWEEP,_Y1
 !*
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 CMDELE,_Y2
 !*
!FINAL
 MALLADO VOLUMEN 22
 (ANCLAJE 2)

!BLOQUE DE HORMIGÓN

!GEOMETRÍA

K,89,-450,-150,0, *!INICIO*
 CREACIÓN KEYPOINTS
 BLOQUE DE HORMIGÓN
 (COTA Z=0)
 K,90,-40,-150,0,
 K,91,76,-150,0,
 K,92,204,-150,0,
 K,93,320,-150,0,
 K,94,730,-150,0,
 K,95,-450,-14,0,
 K,96,-40,-14,0,
 K,97,76,-14,0,
 K,98,204,-14,0,
 K,99,320,-14,0,
 K,100,730,-14,0,
 K,101,-450,48.33333,0,
 K,102,-40,48.33333,0,
 K,103,76,48.33333,0,
 K,104,130.8571,48.33333,0,
 K,105,149.1429,48.33333,0,
 K,106,204,48.33333,0,
 K,107,320,48.33333,0,
 K,108,730,48.33333,0,
 K,109,-450,66.66666,0,
 K,110,-40,66.66666,0,
 K,111,76,66.66666,0,
 K,112,130.8571,66.66666,0,
 K,113,149.1429,66.66666,0,
 K,114,204,66.66666,0,
 K,115,320,66.66666,0,
 K,116,730,66.66666,0,
 K,117,-450,213.33333,0,
 K,118,-40,213.33333,0,
 K,119,76,213.33333,0,
 K,120,130.8571,213.33333,0,

FITEM,2,253	FITEM,2,204	
FITEM,2,197	FITEM,2,255	
FITEM,2,246	FITEM,2,211	
AL,P51X	FITEM,2,248	
FLST,2,4,4	AL,P51X	
FITEM,2,191	FLST,2,4,4	
FITEM,2,260	FITEM,2,205	
FITEM,2,198	FITEM,2,262	
FITEM,2,253	FITEM,2,212	
AL,P51X	FITEM,2,255	
FLST,2,4,4	AL,P51X	
FITEM,2,192	FLST,2,4,4	
FITEM,2,233	FITEM,2,206	
FITEM,2,199	FITEM,2,235	
FITEM,2,226	FITEM,2,213	
AL,P51X	FITEM,2,228	
FLST,2,4,4	AL,P51X	
FITEM,2,193	FLST,2,4,4	
FITEM,2,240	FITEM,2,207	
FITEM,2,200	FITEM,2,242	
FITEM,2,233	FITEM,2,214	
AL,P51X	FITEM,2,235	
FLST,2,8,4	AL,P51X	
FITEM,2,194	FLST,2,6,4	
FITEM,2,195	FITEM,2,208	
FITEM,2,196	FITEM,2,209	
FITEM,2,247	FITEM,2,210	
FITEM,2,203	FITEM,2,249	
FITEM,2,202	FITEM,2,215	
FITEM,2,201	FITEM,2,242	
FITEM,2,240	AL,P51X	
AL,P51X	FLST,2,4,4	
FLST,2,4,4	FITEM,2,211	
FITEM,2,197	FITEM,2,256	
FITEM,2,254	FITEM,2,216	
FITEM,2,204	FITEM,2,249	
FITEM,2,247	AL,P51X	
AL,P51X	FLST,2,4,4	
FLST,2,4,4	FITEM,2,212	
FITEM,2,198	FITEM,2,263	
FITEM,2,261	FITEM,2,217	
FITEM,2,205	FITEM,2,256	
FITEM,2,254	AL,P51X	
AL,P51X	FLST,2,4,4	
FLST,2,4,4	FITEM,2,213	
FITEM,2,199	FITEM,2,236	
FITEM,2,234	FITEM,2,218	
FITEM,2,206	FITEM,2,229	
FITEM,2,227	AL,P51X	
AL,P51X	FLST,2,4,4	
FLST,2,4,4	FITEM,2,214	
FITEM,2,200	FITEM,2,243	
FITEM,2,241	FITEM,2,219	
FITEM,2,207	FITEM,2,236	
FITEM,2,234	AL,P51X	
AL,P51X	FLST,2,4,4	
FLST,2,4,4	FITEM,2,215	
FITEM,2,201	FITEM,2,250	
FITEM,2,267	FITEM,2,220	
FITEM,2,208	FITEM,2,243	
FITEM,2,241	AL,P51X	
AL,P51X	FLST,2,4,4	
FLST,2,4,4	FITEM,2,216	
FITEM,2,202	FITEM,2,257	
FITEM,2,268	FITEM,2,221	
FITEM,2,209	FITEM,2,250	
FITEM,2,267	AL,P51X	
AL,P51X	FLST,2,4,4	
FLST,2,4,4	FITEM,2,217	
FITEM,2,203	FITEM,2,264	
FITEM,2,248	FITEM,2,222	
FITEM,2,210	FITEM,2,257	
FITEM,2,268	AL,P51X	<i>!FINAL</i>
AL,P51X	<i>CREACIÓN ÁREAS BLOQUE</i>	
FLST,2,4,4	<i>DE HORMIGÓN (COTA Z=0)</i>	
		K,145,-450,-150,-250, <i>!INICIO</i>
		<i>CREACIÓN KEYPOINTS</i>
		<i>BLOQUE DE HORMIGÓN</i>
		<i>(COTA Z=-250)</i>
		K,146,-40,-150,-250,
		K,147,76,-150,-250,
		K,148,204,-150,-250,
		K,149,320,-150,-250,
		K,150,730,-150,-250,
		K,151,-450,-14,-250,
		K,152,-40,-14,-250,
		K,153,76,-14,-250,
		K,154,204,-14,-250,
		K,155,320,-14,-250,
		K,156,730,-14,-250,
		K,157,-450,48.33333,-250,
		K,158,-40,48.33333,-250,
		K,159,76,48.33333,-250,
		K,160,204,48.33333,-250,
		K,161,320,48.33333,-250,
		K,162,730,48.33333,-250,
		K,163,-450,66.66666,-250,
		K,164,-40,66.66666,-250,
		K,165,76,66.66666,-250,
		K,166,204,66.66666,-250,
		K,167,320,66.66666,-250,
		K,168,730,66.66666,-250,
		K,169,-450,213.33333,-250,
		K,170,-40,213.33333,-250,
		K,171,76,213.33333,-250,
		K,172,204,213.33333,-250,
		K,173,320,213.33333,-250,
		K,174,730,213.33333,-250,
		K,175,-450,231.33333,-250,
		K,176,-40,231.33333,-250,
		K,177,76,231.33333,-250,
		K,178,204,231.33333,-250,
		K,179,320,231.33333,-250,
		K,180,730,231.33333,-250,
		K,181,-450,294,-250,
		K,182,-40,294,-250,
		K,183,76,294,-250,
		K,184,204,294,-250,
		K,185,320,294,-250,
		K,186,730,294,-250,
		K,187,-450,430,-250,
		K,188,-40,430,-250,
		K,189,76,430,-250,
		K,190,204,430,-250,
		K,191,320,430,-250,
		K,192,730,430,-250, <i>!FINAL</i>
		<i>CREACIÓN KEYPOINTS</i>
		<i>BLOQUE DE HORMIGÓN</i>
		<i>(COTA Z=-250)</i>
		LSTR, 145, 146 <i>!INICIO</i>
		<i>CREACIÓN LÍNEAS BLOQUE</i>
		<i>DE HORMIGÓN (COTA Z=-250)</i>
		LSTR, 146, 147
		LSTR, 147, 148
		LSTR, 148, 149
		LSTR, 149, 150
		LSTR, 151, 152
		LSTR, 152, 153
		LSTR, 153, 154
		LSTR, 154, 155
		LSTR, 155, 156
		LSTR, 157, 158
		LSTR, 158, 159
		LSTR, 159, 81
		LSTR, 82, 160
		LSTR, 160, 161
		LSTR, 161, 162
		LSTR, 163, 164

LSTR, 164, 165	FITEM,2,269	FITEM,2,161
LSTR, 165, 83	FITEM,2,320	FITEM,2,287
LSTR, 84, 166	FITEM,2,274	FITEM,2,329
LSTR, 166, 167	FITEM,2,313	AL,P51X
LSTR, 167, 168	AL,P51X	FLST,2,4,4
LSTR, 169, 170	FLST,2,4,4	FITEM,2,282
LSTR, 170, 171	FITEM,2,270	FITEM,2,336
LSTR, 171, 85	FITEM,2,327	FITEM,2,288
LSTR, 86, 172	FITEM,2,275	FITEM,2,162
LSTR, 172, 173	FITEM,2,320	AL,P51X
LSTR, 173, 174	AL,P51X	FLST,2,4,4
LSTR, 175, 176	FLST,2,4,4	FITEM,2,283
LSTR, 176, 177	FITEM,2,271	FITEM,2,343
LSTR, 177, 87	FITEM,2,334	FITEM,2,289
LSTR, 88, 178	FITEM,2,276	FITEM,2,336
LSTR, 178, 179	FITEM,2,327	AL,P51X
LSTR, 179, 180	AL,P51X	FLST,2,4,4
LSTR, 181, 182	FLST,2,4,4	FITEM,2,284
LSTR, 182, 183	FITEM,2,272	FITEM,2,350
LSTR, 183, 184	FITEM,2,341	FITEM,2,290
LSTR, 184, 185	FITEM,2,277	FITEM,2,343
LSTR, 185, 186	FITEM,2,334	AL,P51X
LSTR, 187, 188	AL,P51X	FLST,2,4,4
LSTR, 188, 189	FLST,2,4,4	FITEM,2,285
LSTR, 189, 190	FITEM,2,273	FITEM,2,323
LSTR, 190, 191	FITEM,2,348	FITEM,2,291
LSTR, 191, 192	FITEM,2,278	FITEM,2,316
LSTR, 145, 151	FITEM,2,341	AL,P51X
LSTR, 151, 157	AL,P51X	FLST,2,4,4
LSTR, 157, 163	FLST,2,4,4	FITEM,2,286
LSTR, 163, 169	FITEM,2,274	FITEM,2,330
LSTR, 169, 175	FITEM,2,321	FITEM,2,292
LSTR, 175, 181	FITEM,2,279	FITEM,2,323
LSTR, 181, 187	FITEM,2,314	AL,P51X
LSTR, 146, 152	AL,P51X	FLST,2,8,4
LSTR, 152, 158	FLST,2,4,4	FITEM,2,287
LSTR, 158, 164	FITEM,2,275	FITEM,2,160
LSTR, 164, 170	FITEM,2,328	FITEM,2,288
LSTR, 170, 176	FITEM,2,280	FITEM,2,337
LSTR, 176, 182	FITEM,2,321	FITEM,2,294
LSTR, 182, 188	AL,P51X	FITEM,2,167
LSTR, 147, 153	FLST,2,6,4	FITEM,2,293
LSTR, 153, 159	FITEM,2,276	FITEM,2,330
LSTR, 159, 165	FITEM,2,335	AL,P51X
LSTR, 165, 171	FITEM,2,282	FLST,2,4,4
LSTR, 171, 177	FITEM,2,159	FITEM,2,289
LSTR, 177, 183	FITEM,2,281	FITEM,2,344
LSTR, 183, 189	FITEM,2,328	FITEM,2,295
LSTR, 148, 154	AL,P51X	FITEM,2,337
LSTR, 154, 160	FLST,2,4,4	AL,P51X
LSTR, 160, 166	FITEM,2,277	FLST,2,4,4
LSTR, 166, 172	FITEM,2,342	FITEM,2,290
LSTR, 172, 178	FITEM,2,283	FITEM,2,351
LSTR, 178, 184	FITEM,2,335	FITEM,2,296
LSTR, 184, 190	AL,P51X	FITEM,2,344
LSTR, 149, 155	FLST,2,4,4	AL,P51X
LSTR, 155, 161	FITEM,2,278	FLST,2,4,4
LSTR, 161, 167	FITEM,2,349	FITEM,2,291
LSTR, 167, 173	FITEM,2,284	FITEM,2,324
LSTR, 173, 179	FITEM,2,342	FITEM,2,297
LSTR, 179, 185	AL,P51X	FITEM,2,317
LSTR, 185, 191	FLST,2,4,4	AL,P51X
LSTR, 150, 156	FITEM,2,279	FLST,2,4,4
LSTR, 156, 162	FITEM,2,322	FITEM,2,292
LSTR, 162, 168	FITEM,2,285	FITEM,2,331
LSTR, 168, 174	FITEM,2,315	FITEM,2,298
LSTR, 174, 180	AL,P51X	FITEM,2,324
LSTR, 180, 186	FLST,2,4,4	AL,P51X
LSTR, 186, 192	FITEM,2,280	FLST,2,4,4
<i>CREACIÓN LÍNEAS BLOQUE</i>	FITEM,2,329	FITEM,2,293
<i>DE HORMIGÓN (COTA Z=-250)</i>	FITEM,2,286	FITEM,2,169
	FITEM,2,322	FITEM,2,299
FLST,2,4,4	AL,P51X	FITEM,2,331
<i>!!INICIO</i>	FLST,2,4,4	AL,P51X
<i>CREACIÓN ÁREAS BLOQUE</i>	FLST,2,4,4	FLST,2,4,4
<i>DE HORMIGÓN (COTA Z=-250)</i>	FITEM,2,281	

FITEM,2,294	FITEM,2,354	FLST,2,4,4	!!INICIO
FITEM,2,338	FITEM,2,312	CREACIÓN	ÁREAS
FITEM,2,300	FITEM,2,347	INTERIORES VOLUMEN 23	
FITEM,2,170	AL,P51X	FITEM,2,313	
AL,P51X	!!FINAL	FITEM,2,355	
FLST,2,4,4	CREACIÓN ÁREAS BLOQUE	FITEM,2,223	
FITEM,2,295	DE HORMIGÓN (COTA Z=-250)	FITEM,2,356	
FITEM,2,345	FLST,2,2,5,ORDE,2	AL,P51X	
FITEM,2,301	!!INICIO	FLST,2,4,4	
FITEM,2,338	BORRAR ÁREAS 123 i 135	FITEM,2,269	
AL,P51X	(POR DONDE PASAN LOS	FITEM,2,363	
FLST,2,4,4	ANCLAJES)	FITEM,2,175	
FITEM,2,296	FITEM,2,123	FITEM,2,355	
FITEM,2,352	FITEM,2,135	AL,P51X	
FITEM,2,302	ADELE,P51X	FLST,2,4,4	
FITEM,2,345	!!FINAL	FITEM,2,320	
AL,P51X	BORRAR ÁREAS 123 i 135	FITEM,2,363	
FLST,2,4,4	(POR DONDE PASAN LOS	FITEM,2,230	
FITEM,2,297	ANCLAJES)	FITEM,2,364	
FITEM,2,325	LSTR, 89, 145	AL,P51X	
FITEM,2,303	!!INICIO	FLST,2,4,4	
FITEM,2,318	CREACIÓN LÍNEAS	FITEM,2,274	
AL,P51X	INTERIORES BLOQUE1 DE	FITEM,2,364	
FLST,2,4,4	HORMIGÓN (DE Z=0 A Z=-250)	FITEM,2,180	
FITEM,2,298	LSTR, 95, 151	FITEM,2,356	
FITEM,2,332	LSTR, 101, 157	AL,P51X	!!FINAL
FITEM,2,304	LSTR, 109, 163	CREACIÓN	ÁREAS
FITEM,2,325	LSTR, 117, 169	INTERIORES VOLUMEN 23	
AL,P51X	LSTR, 125, 175	FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO
FLST,2,6,4	LSTR, 133, 181	CREACIÓN VOLUMEN 23	
FITEM,2,299	LSTR, 139, 187	FITEM,2,110	
FITEM,2,168	LSTR, 90, 146	FITEM,2,123	
FITEM,2,300	LSTR, 96, 152	FITEM,2,135	
FITEM,2,339	LSTR, 102, 158	FITEM,2,149	
FITEM,2,305	LSTR, 110, 164	FITEM,2,186	
FITEM,2,332	LSTR, 118, 170	FITEM,2,-187	
AL,P51X	LSTR, 126, 176	VA,P51X	!!FINAL
FLST,2,4,4	LSTR, 134, 182	CREACIÓN VOLUMEN 23	
FITEM,2,301	LSTR, 140, 188	FLST,2,4,4	!!INICIO
FITEM,2,346	LSTR, 91, 147	CREACIÓN	ÁREAS
FITEM,2,306	LSTR, 97, 153	INTERIORES VOLUMEN 24	
FITEM,2,339	LSTR, 103, 159	FITEM,2,270	
AL,P51X	LSTR, 111, 165	FITEM,2,371	
FLST,2,4,4	LSTR, 119, 171	FITEM,2,176	
FITEM,2,302	LSTR, 127, 177	FITEM,2,363	
FITEM,2,353	LSTR, 135, 183	AL,P51X	
FITEM,2,307	LSTR, 141, 189	FLST,2,4,4	
FITEM,2,346	LSTR, 92, 148	FITEM,2,327	
AL,P51X	LSTR, 98, 154	FITEM,2,371	
FLST,2,4,4	LSTR, 106, 160	FITEM,2,237	
FITEM,2,303	LSTR, 114, 166	FITEM,2,372	
FITEM,2,326	LSTR, 122, 172	AL,P51X	
FITEM,2,308	LSTR, 130, 178	FLST,2,4,4	
FITEM,2,319	LSTR, 136, 184	FITEM,2,275	
AL,P51X	LSTR, 142, 190	FITEM,2,372	
FLST,2,4,4	LSTR, 93, 149	FITEM,2,181	
FITEM,2,304	LSTR, 99, 155	FITEM,2,364	
FITEM,2,333	LSTR, 107, 161	AL,P51X	!!FINAL CREACIÓN
FITEM,2,309	LSTR, 115, 167	ÁREAS	INTERIORES
FITEM,2,326	LSTR, 123, 173	VOLUMEN 24	
AL,P51X	LSTR, 131, 179	FLST,2,6,5,ORDE,5	!!INICIO
FLST,2,4,4	LSTR, 137, 185	CREACIÓN VOLUMEN 24	
FITEM,2,305	LSTR, 143, 191	FITEM,2,111	
FITEM,2,340	LSTR, 94, 150	FITEM,2,150	
FITEM,2,310	LSTR, 100, 156	FITEM,2,186	
FITEM,2,333	LSTR, 108, 162	FITEM,2,188	
AL,P51X	LSTR, 116, 168	FITEM,2,-190	
FLST,2,4,4	LSTR, 124, 174	VA,P51X	!!FINAL
FITEM,2,306	LSTR, 132, 180	CREACIÓN VOLUMEN 24	
FITEM,2,347	LSTR, 138, 186	FLST,2,6,5,ORDE,5	!!INICIO
FITEM,2,311	LSTR, 144, 192	CREACIÓN VOLUMEN 24	
FITEM,2,340	!!FINAL	FITEM,2,111	
AL,P51X	CREACIÓN LÍNEAS	FITEM,2,150	
FLST,2,4,4	INTERIORES BLOQUE1 DE	FITEM,2,186	
FITEM,2,307	HORMIGÓN (DE Z=0 A Z=-250)	FITEM,2,188	

FLST,2,4,4 CREACIÓN INTERIORES VOLUMEN 25	!!INICIO ÁREAS	FITEM,2,348 FITEM,2,395 FITEM,2,258 FITEM,2,396 AL,P51X FLST,2,4,4 FITEM,2,278 FITEM,2,396 FITEM,2,184 FITEM,2,388 AL,P51X	FLST,2,6,5,ORDE,6 CREACIÓN VOLUMEN 29	!!INICIO
FITEM,2,271 FITEM,2,379 FITEM,2,177 FITEM,2,371 AL,P51X FLST,2,4,4 FITEM,2,334 FITEM,2,379 FITEM,2,244 FITEM,2,380 AL,P51X FLST,2,4,4 FITEM,2,276 FITEM,2,380 FITEM,2,182 FITEM,2,372 AL,P51X	!!FINAL CREACIÓN ÁREAS INTERIORES VOLUMEN 25	!!FINAL CREACIÓN ÁREAS INTERIORES VOLUMEN 27	FITEM,2,116 FITEM,2,155 FITEM,2,190 FITEM,2,201 FITEM,2,203 FITEM,2,-204 VA,P51X	!!FINAL CREACIÓN VOLUMEN 29
FLST,2,6,5,ORDE,5 CREACIÓN VOLUMEN 25	!!INICIO	FLST,2,6,5,ORDE,5 CREACIÓN VOLUMEN 27	FLST,2,4,4 CREACIÓN INTERIORES VOLUMEN 30	!!INICIO ÁREAS
FITEM,2,112 FITEM,2,151 FITEM,2,189 FITEM,2,191 FITEM,2,-193 VA,P51X	!!FINAL CREACIÓN VOLUMEN 25	FLST,2,4,4 CREACIÓN INTERIORES VOLUMEN 28	FITEM,2,335 FITEM,2,380 FITEM,2,245 FITEM,2,381 AL,P51X FLST,2,8,4 FITEM,2,281 FITEM,2,159 FITEM,2,282 FITEM,2,381 FITEM,2,189 FITEM,2,188 FITEM,2,187 FITEM,2,373 AL,P51X	!!FINAL CREACIÓN ÁREAS INTERIORES VOLUMEN 30
FLST,2,4,4 CREACIÓN INTERIORES VOLUMEN 26	!!INICIO ÁREAS	FLST,2,4,4 CREACIÓN INTERIORES VOLUMEN 28	FLST,2,6,5,ORDE,6 CREACIÓN VOLUMEN 30	!!INICIO
FITEM,2,178 FITEM,2,379 FITEM,2,272 FITEM,2,387 AL,P51X FLST,2,4,4 FITEM,2,251 FITEM,2,388 FITEM,2,341 FITEM,2,387 AL,P51X FLST,2,4,4 FITEM,2,277 FITEM,2,388 FITEM,2,183 FITEM,2,380 AL,P51X	!!FINAL CREACIÓN ÁREAS INTERIORES VOLUMEN 26	FLST,2,6,5,ORDE,5 CREACIÓN VOLUMEN 28	FITEM,2,117 FITEM,2,156 FITEM,2,193 FITEM,2,203 FITEM,2,205 FITEM,2,-206 VA,P51X	!!FINAL CREACIÓN VOLUMEN 30
FLST,2,6,5,ORDE,5 CREACIÓN VOLUMEN 26	!!INICIO	FLST,2,6,5,ORDE,5 CREACIÓN VOLUMEN 28	FLST,2,4,4 CREACIÓN INTERIORES VOLUMEN 31	!!INICIO ÁREAS
FITEM,2,113 FITEM,2,152 FITEM,2,192 FITEM,2,194 FITEM,2,-196 VA,P51X	!!FINAL CREACIÓN VOLUMEN 26	FLST,2,4,4 CREACIÓN INTERIORES VOLUMEN 28	FITEM,2,342 FITEM,2,388 FITEM,2,252 FITEM,2,389 AL,P51X FLST,2,4,4 FITEM,2,283 FITEM,2,389 FITEM,2,190 FITEM,2,381 AL,P51X	!!FINAL CREACIÓN ÁREAS INTERIORES VOLUMEN 31
FLST,2,4,4 CREACIÓN INTERIORES VOLUMEN 27	!!INICIO ÁREAS	FLST,2,4,4 CREACIÓN INTERIORES VOLUMEN 29	FLST,2,6,5,ORDE,6 CREACIÓN VOLUMEN 31	!!INICIO
FITEM,2,179 FITEM,2,387 FITEM,2,273 FITEM,2,395 AL,P51X FLST,2,4,4	!!FINAL CREACIÓN ÁREAS INTERIORES VOLUMEN 27	FLST,2,4,4 CREACIÓN INTERIORES VOLUMEN 29	FITEM,2,118 FITEM,2,157 FITEM,2,196 FITEM,2,205 FITEM,2,207 FITEM,2,-208 VA,P51X	!!FINAL CREACIÓN VOLUMEN 31
		FLST,2,4,4 CREACIÓN INTERIORES VOLUMEN 29	FLST,2,4,4 CREACIÓN INTERIORES VOLUMEN 32	!!INICIO ÁREAS
			FITEM,2,349	

FITEM,2,396		FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO	FITEM,2,405	
FITEM,2,259		CREACIÓN VOLUMEN 34		AL,P51X	
FITEM,2,397		FITEM,2,121		FLST,2,4,4	
AL,P51X		FITEM,2,160		FITEM,2,287	
FLST,2,4,4		FITEM,2,204		FITEM,2,405	
FITEM,2,284		FITEM,2,212		FITEM,2,194	
FITEM,2,397		FITEM,2,214		FITEM,2,374	
FITEM,2,191		FITEM,2,-215		AL,P51X	!FINAL
FITEM,2,389		VA,P51X	!FINAL	CREACIÓN	ÁREAS
AL,P51X	!FINAL	CREACIÓN VOLUMEN 34		INTERIORES VOLUMEN 35	
CREACIÓN	ÁREAS				
INTERIORES VOLUMEN 32		VDELE, 30	!BORRAR	FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO
		VOLUMEN 30		CREACIÓN VOLUMEN 35	
FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO	ADELE, 206	!BORRAR	FITEM,2,122	
CREACIÓN VOLUMEN 32		ÁREA		FITEM,2,161	
FITEM,2,119		206		FITEM,2,206	
FITEM,2,158				FITEM,2,214	
FITEM,2,199		LSTR, 81, 104	!!INICIO	FITEM,2,218	
FITEM,2,207		CREACIÓN	LÍNEAS	FITEM,2,-219	
FITEM,2,209		VERTICALES	HORMIGÓN	VA,P51X	!FINAL
FITEM,2,-210		LÍMITE CON LOS ANCLAJES		CREACIÓN VOLUMEN 35	
VA,P51X	!FINAL	LSTR, 82, 105			
CREACIÓN VOLUMEN 32		LSTR, 83, 112		FLST,2,4,4	!!INICIO
		LSTR, 84, 113		CREACIÓN	ÁREAS
FLST,2,4,4	!!INICIO	LSTR, 85, 120		INTERIORES VOLUMEN 36	
CREACIÓN	ÁREAS	LSTR, 86, 121		FITEM,2,406	
INTERIORES VOLUMEN 33		LSTR, 87, 128		FITEM,2,162	
FITEM,2,315		LSTR, 88, 129	!FINAL	FITEM,2,404	
FITEM,2,357		CREACIÓN	LÍNEAS	FITEM,2,266	
FITEM,2,225		VERTICALES	HORMIGÓN	AL,P51X	
FITEM,2,358		LÍMITE CON LOS ANCLAJES		FLST,2,4,4	
AL,P51X				FITEM,2,336	
FLST,2,4,4		FLST,2,4,4	!!INICIO	FITEM,2,381	
FITEM,2,322		CREACIÓN	ÁREAS	FITEM,2,246	
FITEM,2,365		INTERNAS		FITEM,2,382	
FITEM,2,232		VOLUMEN 30		AL,P51X	
FITEM,2,366		FITEM,2,281		FLST,2,4,4	
AL,P51X		FITEM,2,403		FITEM,2,288	
FLST,2,4,4		FITEM,2,187		FITEM,2,382	
FITEM,2,285		FITEM,2,373		FITEM,2,196	
FITEM,2,366		AL,P51X		FITEM,2,406	
FITEM,2,192		FLST,2,4,4		AL,P51X	!FINAL
FITEM,2,358		FITEM,2,159		CREACIÓN	ÁREAS
AL,P51X	!FINAL	FITEM,2,404		INTERIORES VOLUMEN 36	
CREACIÓN	ÁREAS	FITEM,2,188			
INTERIORES VOLUMEN 33		FITEM,2,403		FLST,2,6,5,ORDE,5	!!INICIO
		AL,P51X		CREACIÓN VOLUMEN 36	
FLST,2,6,5,ORDE,5	!!INICIO	FLST,2,4,4		FITEM,2,124	
CREACIÓN VOLUMEN 33		FITEM,2,282		FITEM,2,162	
FITEM,2,120		FITEM,2,381		FITEM,2,217	
FITEM,2,159		FITEM,2,189		FITEM,2,220	
FITEM,2,202		FITEM,2,404		FITEM,2,-222	
FITEM,2,211		AL,P51X	!FINAL	VA,P51X	!FINAL
FITEM,2,-213		CREACIÓN	ÁREAS	CREACIÓN VOLUMEN 36	
VA,P51X	!FINAL	INTERIORES VOLUMEN 30			
CREACIÓN VOLUMEN 33				FLST,2,4,4	!!INICIO
		FLST,2,8,5,ORDE,8	!!INICIO	CREACIÓN	ÁREAS
FLST,2,4,4	!!INICIO	CREACIÓN VOLUMEN 30		INTERIORES VOLUMEN 37	
CREACIÓN	ÁREAS	FITEM,2,117		FITEM,2,343	
INTERIORES VOLUMEN 34		FITEM,2,156		FITEM,2,389	
FITEM,2,329		FITEM,2,193		FITEM,2,253	
FITEM,2,374		FITEM,2,203		FITEM,2,390	
FITEM,2,239		FITEM,2,205		AL,P51X	
FITEM,2,373		FITEM,2,-206		FLST,2,4,4	
AL,P51X		FITEM,2,216		FITEM,2,289	
FLST,2,4,4		FITEM,2,-217		FITEM,2,390	
FITEM,2,286		VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,197	
FITEM,2,374		CREACIÓN VOLUMEN 30		FITEM,2,382	
FITEM,2,193				AL,P51X	!FINAL
FITEM,2,366		FLST,2,4,4	!!INICIO	CREACIÓN	ÁREAS
AL,P51X	!FINAL	CREACIÓN	LÍNEAS	INTERIORES VOLUMEN 37	
CREACIÓN	ÁREAS	INTERIORES VOLUMEN 35			
INTERIORES VOLUMEN 34		FITEM,2,161		FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO
		FITEM,2,403		CREACIÓN VOLUMEN 37	
		FITEM,2,265		FITEM,2,125	

FITEM,2,163		FITEM,2,375		FITEM,2,390	
FITEM,2,208		AL,P51X		AL,P51X	
FITEM,2,221		FLST,2,4,4		FLST,2,4,4	
FITEM,2,223		FITEM,2,292		FITEM,2,295	
FITEM,2,-224		FITEM,2,375		FITEM,2,383	
VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,200		FITEM,2,204	
CREACIÓN VOLUMEN 37		FITEM,2,367		FITEM,2,391	
		AL,P51X	!FINAL	AL,P51X	!FINAL
FLST,2,4,4	!INICIO	CREACIÓN	ÁREAS	CREACIÓN	ÁREAS
CREACIÓN	ÁREAS	INTERIORES VOLUMEN 40		INTERIORES VOLUMEN 42	
INTERIORES VOLUMEN 38					
FITEM,2,350		FLST,2,6,5,ORDE,6	!INICIO	FLST,2,6,5,ORDE,6	!INICIO
FITEM,2,397		CREACIÓN VOLUMEN 40		CREACIÓN VOLUMEN 42	
FITEM,2,260		FITEM,2,128		FITEM,2,130	
FITEM,2,398		FITEM,2,166		FITEM,2,168	
AL,P51X		FITEM,2,215		FITEM,2,224	
FLST,2,4,4		FITEM,2,228		FITEM,2,233	
FITEM,2,290		FITEM,2,230		FITEM,2,237	
FITEM,2,398		FITEM,2,-231		FITEM,2,-238	
FITEM,2,198		VA,P51X	!FINAL	VA,P51X	!FINAL
FITEM,2,390		CREACIÓN VOLUMEN 40		CREACIÓN VOLUMEN 42	
AL,P51X	!FINAL				
CREACIÓN	ÁREAS	FLST,2,4,4	!INICIO	FLST,2,4,4	!INICIO
INTERIORES VOLUMEN 38		CREACIÓN	ÁREAS	CREACIÓN	ÁREAS
		INTERIORES VOLUMEN 41		INTERIORES VOLUMEN 43	
FLST,2,6,5,ORDE,6	!INICIO	FITEM,2,405		FITEM,2,351	
CREACIÓN VOLUMEN 38		FITEM,2,195		FITEM,2,398	
FITEM,2,126		FITEM,2,406		FITEM,2,261	
FITEM,2,164		FITEM,2,160		FITEM,2,399	
FITEM,2,210		AL,P51X		AL,P51X	
FITEM,2,223		FLST,2,4,4		FLST,2,4,4	
FITEM,2,225		FITEM,2,337		FITEM,2,296	
FITEM,2,-226		FITEM,2,382		FITEM,2,399	
VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,247		FITEM,2,205	
CREACIÓN VOLUMEN 38		FITEM,2,383		FITEM,2,391	
		AL,P51X		AL,P51X	!FINAL
FLST,2,4,4	!INICIO	FLST,2,4,4	!INICIO	CREACIÓN	ÁREAS
CREACIÓN	ÁREAS	CREACIÓN	ÁREAS	INTERIORES	INTERIORES
INTERIORES VOLUMEN 39		INTERIORES VOLUMEN 41		VOLUMEN 43	
FITEM,2,316		FITEM,2,294			
FITEM,2,358		FITEM,2,383		FLST,2,6,5,ORDE,6	!INICIO
FITEM,2,226		FITEM,2,203		CREACIÓN VOLUMEN 43	
FITEM,2,359		FITEM,2,408		FITEM,2,131	
AL,P51X		AL,P51X		FITEM,2,169	
FLST,2,4,4		FLST,2,4,4		FITEM,2,226	
FITEM,2,323		FITEM,2,202		FITEM,2,237	
FITEM,2,366		FITEM,2,407		FITEM,2,239	
FITEM,2,233		FITEM,2,167		FITEM,2,-240	
FITEM,2,367		FITEM,2,408		VA,P51X	!FINAL
AL,P51X		AL,P51X		CREACIÓN VOLUMEN 43	
FLST,2,4,4		FLST,2,4,4			
FITEM,2,291		FITEM,2,293		FLST,2,4,4	!INICIO
FITEM,2,367		FITEM,2,407		CREACIÓN	ÁREAS
FITEM,2,199		FITEM,2,201		INTERIORES VOLUMEN 44	
FITEM,2,359		FITEM,2,375		FITEM,2,317	
AL,P51X	!FINAL	AL,P51X	!FINAL	FITEM,2,359	
CREACIÓN	ÁREAS	CREACIÓN	ÁREAS	FITEM,2,227	
INTERIORES VOLUMEN 39		INTERIORES VOLUMEN 41		FITEM,2,360	
				AL,P51X	
FLST,2,6,5,ORDE,5	!INICIO	FLST,2,10,5,ORDE,7	!INICIO	FLST,2,4,4	
CREACIÓN VOLUMEN 39		CREACIÓN VOLUMEN 41		FITEM,2,324	
FITEM,2,127		FITEM,2,129		FITEM,2,367	
FITEM,2,165		FITEM,2,167		FITEM,2,234	
FITEM,2,213		FITEM,2,219		FITEM,2,368	
FITEM,2,227		FITEM,2,222		AL,P51X	
FITEM,2,-229		FITEM,2,230		FLST,2,4,4	
VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,232		FITEM,2,297	
CREACIÓN VOLUMEN 39		FITEM,2,-236		FITEM,2,368	
		VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,206	
		CREACIÓN VOLUMEN 41		FITEM,2,360	
				AL,P51X	!FINAL
FLST,2,4,4	!INICIO	FLST,2,4,4	!INICIO	CREACIÓN	ÁREAS
CREACIÓN	ÁREAS	CREACIÓN	ÁREAS	INTERIORES VOLUMEN 44	
INTERIORES VOLUMEN 40		INTERIORES VOLUMEN 42			
FITEM,2,330		FITEM,2,344		FLST,2,6,5,ORDE,5	!INICIO
FITEM,2,374		FITEM,2,391		CREACIÓN VOLUMEN 44	
FITEM,2,240		FITEM,2,254			

FITEM,2,132		FITEM,2,248		VA,P51X	!FINAL
FITEM,2,170		FITEM,2,384		CREACIÓN VOLUMEN 49	
FITEM,2,229		AL,P51X			
FITEM,2,241		FLST,2,4,4		FLST,2,4,4	!!INICIO
FITEM,2,-243		FITEM,2,300		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,384		VOLUMEN 50	
CREACIÓN VOLUMEN 44		FITEM,2,210		FITEM,2,318	
		FITEM,2,410		FITEM,2,360	
FLST,2,4,4	!!INICIO	AL,P51X	!FINAL CREACIÓN	FITEM,2,228	
CREACIÓN	ÁREAS	ÁREAS	INTERIORES	FITEM,2,361	
INTERIORES VOLUMEN 45		VOLUMEN 47		AL,P51X	
FITEM,2,331				FLST,2,4,4	
FITEM,2,375		FLST,2,6,5,ORDE,5	!!INICIO	FITEM,2,325	
FITEM,2,241		CREACIÓN VOLUMEN 47		FITEM,2,369	
FITEM,2,376		FITEM,2,136		FITEM,2,235	
AL,P51X		FITEM,2,173		FITEM,2,368	
FLST,2,4,4		FITEM,2,234		AL,P51X	
FITEM,2,298		FITEM,2,248		FLST,2,4,4	
FITEM,2,376		FITEM,2,-250		FITEM,2,303	
FITEM,2,207		VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,361	
FITEM,2,368		CREACIÓN VOLUMEN 47		FITEM,2,213	
AL,P51X	!FINAL CREACIÓN			FITEM,2,369	
ÁREAS	INTERIORES	FLST,2,4,4	!!INICIO	AL,P51X	!FINAL
VOLUMEN 45		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
		VOLUMEN 48		VOLUMEN 50	
FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO	FITEM,2,345			
CREACIÓN VOLUMEN 45		FITEM,2,392		FLST,2,6,5,ORDE,5	!!INICIO
FITEM,2,133		FITEM,2,255		CREACIÓN VOLUMEN 50	
FITEM,2,171		FITEM,2,391		FITEM,2,139	
FITEM,2,231		AL,P51X		FITEM,2,176	
FITEM,2,242		FLST,2,4,4		FITEM,2,243	
FITEM,2,244		FITEM,2,301		FITEM,2,255	
FITEM,2,-245		FITEM,2,392		FITEM,2,-257	
VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,211		VA,P51X	!FINAL
CREACIÓN VOLUMEN 45		FITEM,2,384		CREACIÓN VOLUMEN 50	
		AL,P51X	!FINAL		
FLST,2,4,4	!!INICIO	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FLST,2,4,4	!!INICIO
CREACIÓN	ÁREAS	VOLUMEN 48		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
INTERIORES VOLUMEN 46				VOLUMEN 51	
FITEM,2,169		FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO	FITEM,2,332	
FITEM,2,407		CREACIÓN VOLUMEN 48		FITEM,2,377	
FITEM,2,267		FITEM,2,137		FITEM,2,242	
FITEM,2,409		FITEM,2,174		FITEM,2,376	
AL,P51X		FITEM,2,238		AL,P51X	
FLST,2,4,4		FITEM,2,249		FLST,2,4,4	
FITEM,2,299		FITEM,2,251		FITEM,2,304	
FITEM,2,409		FITEM,2,-252		FITEM,2,369	
FITEM,2,208		VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,214	
FITEM,2,376		CREACIÓN VOLUMEN 48		FITEM,2,377	
AL,P51X	!FINAL			AL,P51X	!FINAL
CREACIÓN	ÁREAS	FLST,2,4,4	!!INICIO	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
INTERIORES VOLUMEN 46		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		VOLUMEN 51	
		VOLUMEN 49			
FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO	FITEM,2,262		FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO
CREACIÓN VOLUMEN 46		FITEM,2,400		CREACIÓN VOLUMEN 51	
FITEM,2,134		FITEM,2,352		FITEM,2,140	
FITEM,2,172		FITEM,2,399		FITEM,2,177	
FITEM,2,236		AL,P51X		FITEM,2,245	
FITEM,2,244		FLST,2,4,4		FITEM,2,256	
FITEM,2,246		FITEM,2,212		FITEM,2,258	
FITEM,2,-247		FITEM,2,392		FITEM,2,-259	
VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,302		VA,P51X	!FINAL
CREACIÓN VOLUMEN 46		FITEM,2,400		CREACIÓN VOLUMEN 51	
		AL,P51X	!FINAL		
FLST,2,4,4	!!INICIO	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FLST,2,4,4	!!INICIO
CREACIÓN	ÁREAS	VOLUMEN 49		CREACIÓN	ÁREAS
INTERIORES VOLUMEN 47				INTERIORES VOLUMEN 52	
FITEM,2,268		FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO	FITEM,2,168	
FITEM,2,408		CREACIÓN VOLUMEN 49		FITEM,2,410	
FITEM,2,170		FITEM,2,138		FITEM,2,209	
FITEM,2,410		FITEM,2,175		FITEM,2,409	
AL,P51X		FITEM,2,240		AL,P51X	
FLST,2,4,4		FITEM,2,251		FLST,2,4,4	
FITEM,2,338		FITEM,2,253		FITEM,2,339	
FITEM,2,383		FITEM,2,-254		FITEM,2,384	

FITEM,2,249		FITEM,2,265		FITEM,2,310	
FITEM,2,385		FITEM,2,-266		FITEM,2,378	
AL,P51X		VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,220	
FLST,2,4,4		CREACIÓN VOLUMEN 54		FITEM,2,386	
FITEM,2,305				AL,P51X	!FINAL
FITEM,2,377		FLST,2,4,4	!!INICIO	CREACIÓN	ÁREAS
FITEM,2,215		CREACIÓN	ÁREAS	INTERIORES VOLUMEN 57	
FITEM,2,385		INTERIORES VOLUMEN 55			
AL,P51X	!FINAL	FITEM,2,319		FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO
CREACIÓN	ÁREAS	FITEM,2,362		CREACIÓN VOLUMEN 57	
INTERIORES VOLUMEN 52		FITEM,2,229		FITEM,2,146	
		FITEM,2,361		FITEM,2,183	
FLST,2,8,5,ORDE,7	!!INICIO	AL,P51X		FITEM,2,262	
CREACIÓN VOLUMEN 52		FLST,2,4,4		FITEM,2,270	
FITEM,2,141		FITEM,2,326		FITEM,2,272	
FITEM,2,178		FITEM,2,370		FITEM,2,-273	
FITEM,2,247		FITEM,2,236		VA,P51X	!FINAL
FITEM,2,250		FITEM,2,369		CREACIÓN VOLUMEN 57	
FITEM,2,258		AL,P51X			
FITEM,2,260		FLST,2,4,4		FLST,2,4,4	!!INICIO
FITEM,2,-262		FITEM,2,308		CREACIÓN	ÁREAS
VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,362		INTERIORES VOLUMEN 58	
CREACIÓN VOLUMEN 52		FITEM,2,218		FITEM,2,347	
		FITEM,2,370		FITEM,2,393	
FLST,2,4,4	!!INICIO	AL,P51X	!FINAL	FITEM,2,257	
CREACIÓN	ÁREAS	CREACIÓN	ÁREAS	FITEM,2,394	
INTERIORES VOLUMEN 53		INTERIORES VOLUMEN 55		AL,P51X	
FITEM,2,346				FLST,2,4,4	
FITEM,2,392		FLST,2,6,5,ORDE,5	!!INICIO	FITEM,2,311	
FITEM,2,256		CREACIÓN VOLUMEN 55		FITEM,2,394	
FITEM,2,393		FITEM,2,144		FITEM,2,221	
AL,P51X		FITEM,2,181		FITEM,2,386	
FLST,2,4,4		FITEM,2,257		AL,P51X	!FINAL
FITEM,2,306		FITEM,2,267		CREACIÓN	ÁREAS
FITEM,2,393		FITEM,2,-269		INTERIORES VOLUMEN 58	
FITEM,2,216		VA,P51X	!FINAL		
FITEM,2,385		CREACIÓN VOLUMEN 55		FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO
AL,P51X	!FINAL			CREACIÓN VOLUMEN 58	
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FLST,2,4,4	!!INICIO	FITEM,2,147	
VOLUMEN 53		CREACIÓN	ÁREAS	FITEM,2,184	
		INTERIORES VOLUMEN 56		FITEM,2,264	
FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO			FITEM,2,272	
CREACIÓN VOLUMEN 53		FITEM,2,333		FITEM,2,274	
FITEM,2,142		FITEM,2,378		FITEM,2,-275	
FITEM,2,179		FITEM,2,243		VA,P51X	!FINAL
FITEM,2,252		FITEM,2,377		CREACIÓN VOLUMEN 58	
FITEM,2,261		AL,P51X			
FITEM,2,263		FLST,2,4,4		FLST,2,4,4	!!INICIO
FITEM,2,-264		FITEM,2,309		CREACIÓN	ÁREAS
VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,378		INTERIORES VOLUMEN 59	
CREACIÓN VOLUMEN 53		FITEM,2,219		FITEM,2,354	
		FITEM,2,370		FITEM,2,402	
FLST,2,4,4	!!INICIO	AL,P51X	!FINAL	FITEM,2,264	
CREACIÓN	ÁREAS	CREACIÓN	ÁREAS	FITEM,2,401	
INTERIORES VOLUMEN 54		INTERIORES VOLUMEN 56		AL,P51X	
FITEM,2,353				FLST,2,4,4	
FITEM,2,401		FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO	FITEM,2,312	
FITEM,2,263		CREACIÓN VOLUMEN 56		FITEM,2,402	
FITEM,2,400		FITEM,2,145		FITEM,2,222	
AL,P51X		FITEM,2,182		FITEM,2,394	
FLST,2,4,4		FITEM,2,259		AL,P51X	!FINAL
FITEM,2,307		FITEM,2,268		CREACIÓN	ÁREAS
FITEM,2,401		FITEM,2,270		INTERIORES VOLUMEN 59	
FITEM,2,217		FITEM,2,-271			
FITEM,2,393		VA,P51X	!FINAL	FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO
AL,P51X	!FINAL	CREACIÓN VOLUMEN 56		CREACIÓN VOLUMEN 59	
CREACIÓN	ÁREAS			FITEM,2,148	
INTERIORES VOLUMEN 54		FLST,2,4,4	!!INICIO	FITEM,2,185	
		CREACIÓN	ÁREAS	FITEM,2,266	
FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO	INTERIORES VOLUMEN 57		FITEM,2,274	
CREACIÓN VOLUMEN 54		FITEM,2,340		FITEM,2,276	
FITEM,2,143		FITEM,2,386		FITEM,2,-277	
FITEM,2,180		FITEM,2,250		VA,P51X	!FINAL
FITEM,2,254		FITEM,2,385		CREACIÓN VOLUMEN 59	
FITEM,2,263		AL,P51X			
		FLST,2,4,4			

**!DETERMINACIÓN ELEMENT
TYPE PARA EL BLOQUE DE
HORMIGÓN**

!* *ELEMENT TYPE2*
2: SOLID 65 (para el hormigón)
ET,2,SOLID65
!*
R,1, , , , , , , , *!REAL*

CONSTANT 1 (PARA SOLID 65,
valores en blanco)
RMORE, , , , , , ,
RMORE, ,
!*
**!DETERMINACIÓN MATERIAL
MODEL PARA EL MACIZO DE
HORMIGÓN**

**!(CASO DRUCKER
PRAGUER)**

MPTEMP, , , , , , , ,
MPTEMP,1,0
MPDATA,EX,3,,26350 *!Ex=*
26350 N/mm2
MPDATA,PRXY,3,,0.2
!PRxy= 0,2
TB,DP,3,,
TBMODIF,1,1,6
!COHESIÓN 6N/mm2
TBMODIF,1,2,38
!ÁNGULO DE FRICCIÓN= 38º
TBMODIF,1,3,30
!ÁNGULO DE FLUENCIA=30º

**!ASIGNACIÓN DE LAS ÁREAS
Y VOLÚMENES DEL BLOQUE
DE HORMIGÓN CON LOS
TIPOS DE ELEMENTOS
(ELEMENT TYPES) Y LOS
MATERIALES**

FLST,5,6,5,ORDE,6 *!MESH*
ATTRIBUTES *ÁREAS*
VOLUMEN 23 (*Áreas*
110,123,135,149,186,187) a
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
FITEM,5,110
FITEM,5,123
FITEM,5,135
FITEM,5,149
FITEM,5,186
FITEM,5,-187
CM,_Y,AREA
ASEL, , , ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,5 *!MESH*
ATTRIBUTES *ÁREAS*
VOLUMEN 24 (*Áreas*
111,150,186,188,189,190) a
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
FITEM,5,111

FITEM,5,150
FITEM,5,186
FITEM,5,188
FITEM,5,-190
CM,_Y,AREA
ASEL, , , ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,5 *!MESH*
ATTRIBUTES *ÁREAS*
VOLUMEN 25 (*Áreas*
112,151,189,191,192,193) a
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
FITEM,5,112
FITEM,5,151
FITEM,5,189
FITEM,5,191
FITEM,5,-193
CM,_Y,AREA
ASEL, , , ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,5 *!MESH*
ATTRIBUTES *ÁREAS*
VOLUMEN 26 (*Áreas*
113,152,192,194,195,196) a
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
FITEM,5,113
FITEM,5,152
FITEM,5,192
FITEM,5,194
FITEM,5,-196
CM,_Y,AREA
ASEL, , , ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,5 *!MESH*
ATTRIBUTES *ÁREAS*
VOLUMEN 27 (*Áreas*
114,153,195,197,198,199) a
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
FITEM,5,114
FITEM,5,153
FITEM,5,195
FITEM,5,197
FITEM,5,-199
CM,_Y,AREA
ASEL, , , ,P51X

CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,5 *!MESH*
ATTRIBUTES *ÁREAS*
VOLUMEN 28 (*Áreas*
115,154,187,200,201,202) a
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
FITEM,5,115
FITEM,5,154
FITEM,5,187
FITEM,5,200
FITEM,5,-202
CM,_Y,AREA
ASEL, , , ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 *!MESH*
ATTRIBUTES *ÁREAS*
VOLUMEN 29 (*Áreas*
116,155,190,201,203,204) a
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
FITEM,5,116
FITEM,5,155
FITEM,5,190
FITEM,5,201
FITEM,5,203
FITEM,5,-204
CM,_Y,AREA
ASEL, , , ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,8,5,ORDE,8 *!MESH*
ATTRIBUTES *ÁREAS*
VOLUMEN 30 (*Áreas*
117,156,193,203,205,206,216,21
7) a MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
FITEM,5,117
FITEM,5,156
FITEM,5,193
FITEM,5,203
FITEM,5,205
FITEM,5,-206
FITEM,5,216
FITEM,5,-217
CM,_Y,AREA
ASEL, , , ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y

CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,5 *!MESH*
ATTRIBUTES *ÁREAS*
VOLUMEN 28 (*Áreas*
115,154,187,200,201,202) a
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
FITEM,5,115
FITEM,5,154
FITEM,5,187
FITEM,5,200
FITEM,5,-202
CM,_Y,AREA
ASEL, , , ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 *!MESH*
ATTRIBUTES *ÁREAS*
VOLUMEN 29 (*Áreas*
116,155,190,201,203,204) a
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
FITEM,5,116
FITEM,5,155
FITEM,5,190
FITEM,5,201
FITEM,5,203
FITEM,5,-204
CM,_Y,AREA
ASEL, , , ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,8,5,ORDE,8 *!MESH*
ATTRIBUTES *ÁREAS*
VOLUMEN 30 (*Áreas*
117,156,193,203,205,206,216,21
7) a MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
FITEM,5,117
FITEM,5,156
FITEM,5,193
FITEM,5,203
FITEM,5,205
FITEM,5,-206
FITEM,5,216
FITEM,5,-217
CM,_Y,AREA
ASEL, , , ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y

```

!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 31 (Áreas
118,157,196,205,207,208) a
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
FITEM,5,118
FITEM,5,157
FITEM,5,196
FITEM,5,205
FITEM,5,207
FITEM,5,-208
CM,_Y,AREA
ASEL, , , P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 32 (Áreas
119,158,199,207,209,210) a
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
FITEM,5,119
FITEM,5,158
FITEM,5,199
FITEM,5,207
FITEM,5,209
FITEM,5,-210
CM,_Y,AREA
ASEL, , , P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,5 !MESH
ATTRIBUTES AREAS VOLUM
33 (Áreas
120,159,202,211,212,213) a
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
FITEM,5,120
FITEM,5,159
FITEM,5,202
FITEM,5,211
FITEM,5,-213
CM,_Y,AREA
ASEL, , , P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 34 (Áreas
121,160,204,212,214,215) a
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
FITEM,5,121
FITEM,5,160
FITEM,5,204
FITEM,5,212
FITEM,5,214
FITEM,5,-215
CM,_Y,AREA
ASEL, , , P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 35 (Áreas
122,161,206,214,218,219) a
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
FITEM,5,122
FITEM,5,161
FITEM,5,206
FITEM,5,214
FITEM,5,218
FITEM,5,-219
CM,_Y,AREA
ASEL, , , P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,5 !MESH
ATTRIBUTES AREAS VOLUM
36 (Áreas
124,162,217,220,221,222) a
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
FITEM,5,124
FITEM,5,162
FITEM,5,217
FITEM,5,220
FITEM,5,-222
CM,_Y,AREA
ASEL, , , P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 37 (Áreas
125,163,208,221,223,224) a
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
FITEM,5,125
FITEM,5,163
FITEM,5,208
FITEM,5,221
FITEM,5,223
FITEM,5,-224
CM,_Y,AREA
ASEL, , , P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 38 (Áreas
126,164,210,223,225,226) a
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
FITEM,5,126
FITEM,5,164
FITEM,5,210
FITEM,5,223
FITEM,5,225
FITEM,5,-226
CM,_Y,AREA
ASEL, , , P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,5 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 39 (Áreas
127,165,213,227,228,229) a
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
FITEM,5,127
FITEM,5,165
FITEM,5,213
FITEM,5,227
FITEM,5,-229
CM,_Y,AREA
ASEL, , , P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES AREAS VOLUM
40 (Áreas
128,166,215,228,230,231) a

```

MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
FITEM,5,128
FITEM,5,166
FITEM,5,215
FITEM,5,228
FITEM,5,230
FITEM,5,-231
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,10,5,ORDE,7 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 41 (Áreas
129,167,219,222,230,232,233,23
4,235,236) a MATERIAL
MODEL3, R.CONSTANT1,
E.TYPE2
FITEM,5,129
FITEM,5,167
FITEM,5,219
FITEM,5,222
FITEM,5,230
FITEM,5,232
FITEM,5,-236
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 42 (Áreas
130,168,224,233,237,238) a
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
FITEM,5,130
FITEM,5,168
FITEM,5,224
FITEM,5,233
FITEM,5,237
FITEM,5,-238
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 43 (Áreas
131,169,226,237,239,240) a

MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
FITEM,5,131
FITEM,5,169
FITEM,5,226
FITEM,5,237
FITEM,5,239
FITEM,5,-240
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,6,5,ORDE,5 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 44 (Áreas
132,170,229,241,242,243) a
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
FITEM,5,132
FITEM,5,170
FITEM,5,229
FITEM,5,241
FITEM,5,-243
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 45 (Áreas
133,171,231,242,244,245) a
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
FITEM,5,133
FITEM,5,171
FITEM,5,231
FITEM,5,242
FITEM,5,244
FITEM,5,-245
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 46 (Áreas
134,172,236,244,246,247) a
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
FITEM,5,134
FITEM,5,172

FITEM,5,236
FITEM,5,244
FITEM,5,246
FITEM,5,-247
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,6,5,ORDE,5 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 47 (Áreas
136,173,234,248,249,250) a
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
FITEM,5,136
FITEM,5,173
FITEM,5,234
FITEM,5,248
FITEM,5,-250
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 48 (Áreas
137,174,238,249,251,252) a
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
FITEM,5,137
FITEM,5,174
FITEM,5,238
FITEM,5,249
FITEM,5,251
FITEM,5,-252
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 49 (Áreas
138,175,240,251,253,254) a
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
FITEM,5,138
FITEM,5,175
FITEM,5,240
FITEM,5,251
FITEM,5,253
FITEM,5,-254

```

CM,_Y,AREA
ASEL, , , P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,6,5,ORDE,5 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 50 (Áreas
139,176,243,255,256,257) a
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
FITEM,5,139
FITEM,5,176
FITEM,5,243
FITEM,5,255
FITEM,5,-257
CM,_Y,AREA
ASEL, , , P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 51 (Áreas
140,177,245,256,258,259) a
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
FITEM,5,140
FITEM,5,177
FITEM,5,245
FITEM,5,256
FITEM,5,258
FITEM,5,-259
CM,_Y,AREA
ASEL, , , P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,8,5,ORDE,7 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 52 (Áreas
141,178,247,250,258,260,261,26
2) a MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
FITEM,5,141
FITEM,5,178
FITEM,5,247
FITEM,5,250
FITEM,5,258
FITEM,5,260
FITEM,5,-262
CM,_Y,AREA
ASEL, , , P51X
CM,_Y1,AREA

CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 53 (Áreas
142,179,252,261,263,264) a
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
FITEM,5,142
FITEM,5,179
FITEM,5,252
FITEM,5,261
FITEM,5,263
FITEM,5,-264
CM,_Y,AREA
ASEL, , , P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 54 (Áreas
143,180,254,263,265,266) a
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
FITEM,5,143
FITEM,5,180
FITEM,5,254
FITEM,5,263
FITEM,5,265
FITEM,5,-266
CM,_Y,AREA
ASEL, , , P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,6,5,ORDE,5 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 55 (Áreas
144,181,257,267,268,269) a
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
FITEM,5,144
FITEM,5,181
FITEM,5,257
FITEM,5,267
FITEM,5,-269
CM,_Y,AREA
ASEL, , , P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,

CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 56 (Áreas
145,182,259,268,270,271) a
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
FITEM,5,145
FITEM,5,182
FITEM,5,259
FITEM,5,268
FITEM,5,270
FITEM,5,-271
CM,_Y,AREA
ASEL, , , P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 57 (Áreas
146,183,262,270,272,273) a
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
FITEM,5,146
FITEM,5,183
FITEM,5,262
FITEM,5,270
FITEM,5,272
FITEM,5,-273
CM,_Y,AREA
ASEL, , , P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 58 (Áreas
147,184,264,272,274,275) a
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
FITEM,5,147
FITEM,5,184
FITEM,5,264
FITEM,5,272
FITEM,5,274
FITEM,5,-275
CM,_Y,AREA
ASEL, , , P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

```

!* FLST,5,6,5,ORDE,6 ATTRIBUTES VOLUMEN 59 148,185,266,274,276,277) MATERIAL R.CONSTANT1, E.TYPE2 FITEM,5,148 FITEM,5,185 FITEM,5,266 FITEM,5,274 FITEM,5,276 FITEM,5,-277 CM,_Y,AREA ASEL,, ,P51X CM,_Y1,AREA CMSEL,S,_Y !* CMSEL,S,_Y1 AATT, 3, 1, 2, 0, CMSEL,S,_Y CMDELE,_Y CMDELE,_Y1 !* CM,_Y,VOLU !*MESH ATTRIBUTES VOLUMEN 23 A MATERIAL MODEL3, R.CONSTANT1, E.TYPE2 VSEL,, , , 23 CM,_Y1,VOLU CMSEL,S,_Y !* CMSEL,S,_Y1 VATT, 3, 1, 2, 0 CMSEL,S,_Y CMDELE,_Y CMDELE,_Y1 !* CM,_Y,VOLU !*MESH ATTRIBUTES VOLUMEN 24 A MATERIAL MODEL3, R.CONSTANT1, E.TYPE2 VSEL,, , , 24 CM,_Y1,VOLU CMSEL,S,_Y !* CMSEL,S,_Y1 VATT, 3, 1, 2, 0 CMSEL,S,_Y CMDELE,_Y CMDELE,_Y1 !* CM,_Y,VOLU !*MESH ATTRIBUTES VOLUMEN 25 A MATERIAL MODEL3, R.CONSTANT1, E.TYPE2 VSEL,, , , 25 CM,_Y1,VOLU CMSEL,S,_Y !* CMSEL,S,_Y1 VATT, 3, 1, 2, 0 CMSEL,S,_Y CMDELE,_Y CMDELE,_Y1 !* CM,_Y,VOLU !*MESH ATTRIBUTES VOLUMEN 26 A	MATERIAL MODEL3, R.CONSTANT1, E.TYPE2 VSEL,, , , 26 CM,_Y1,VOLU CMSEL,S,_Y !* CMSEL,S,_Y1 VATT, 3, 1, 2, 0 CMSEL,S,_Y CMDELE,_Y CMDELE,_Y1 !* CM,_Y,VOLU !*MESH ATTRIBUTES VOLUMEN 27 A MATERIAL MODEL3, R.CONSTANT1, E.TYPE2 VSEL,, , , 27 CM,_Y1,VOLU CMSEL,S,_Y !* CMSEL,S,_Y1 VATT, 3, 1, 2, 0 CMSEL,S,_Y CMDELE,_Y CMDELE,_Y1 !* CM,_Y,VOLU !*MESH ATTRIBUTES VOLUMEN 28 A MATERIAL MODEL3, R.CONSTANT1, E.TYPE2 VSEL,, , , 28 CM,_Y1,VOLU CMSEL,S,_Y !* CMSEL,S,_Y1 VATT, 3, 1, 2, 0 CMSEL,S,_Y CMDELE,_Y CMDELE,_Y1 !* CM,_Y,VOLU !*MESH ATTRIBUTES VOLUMEN 29 A MATERIAL MODEL3, R.CONSTANT1, E.TYPE2 VSEL,, , , 29 CM,_Y1,VOLU CMSEL,S,_Y !* CMSEL,S,_Y1 VATT, 3, 1, 2, 0 CMSEL,S,_Y CMDELE,_Y CMDELE,_Y1 !* CM,_Y,VOLU !*MESH ATTRIBUTES VOLUMEN 30 A MATERIAL MODEL3, R.CONSTANT1, E.TYPE2 VSEL,, , , 30 CM,_Y1,VOLU CMSEL,S,_Y !* CMSEL,S,_Y1 VATT, 3, 1, 2, 0 CMSEL,S,_Y CMDELE,_Y CMDELE,_Y1 !* CM,_Y,VOLU !*MESH ATTRIBUTES VOLUMEN 31 A	MATERIAL MODEL3, R.CONSTANT1, E.TYPE2 VSEL,, , , 31 CM,_Y1,VOLU CMSEL,S,_Y !* CMSEL,S,_Y1 VATT, 3, 1, 2, 0 CMSEL,S,_Y CMDELE,_Y CMDELE,_Y1 !* CM,_Y,VOLU !*MESH ATTRIBUTES VOLUMEN 32 A MATERIAL MODEL3, R.CONSTANT1, E.TYPE2 VSEL,, , , 32 CM,_Y1,VOLU CMSEL,S,_Y !* CMSEL,S,_Y1 VATT, 3, 1, 2, 0 CMSEL,S,_Y CMDELE,_Y CMDELE,_Y1 !* CM,_Y,VOLU !*MESH ATTRIBUTES VOLUMEN 33 A MATERIAL MODEL3, R.CONSTANT1, E.TYPE2 VSEL,, , , 33 CM,_Y1,VOLU CMSEL,S,_Y !* CMSEL,S,_Y1 VATT, 3, 1, 2, 0 CMSEL,S,_Y CMDELE,_Y CMDELE,_Y1 !* CM,_Y,VOLU !*MESH ATTRIBUTES VOLUMEN 34 A MATERIAL MODEL3, R.CONSTANT1, E.TYPE2 VSEL,, , , 34 CM,_Y1,VOLU CMSEL,S,_Y !* CMSEL,S,_Y1 VATT, 3, 1, 2, 0 CMSEL,S,_Y CMDELE,_Y CMDELE,_Y1 !* CM,_Y,VOLU !*MESH ATTRIBUTES VOLUMEN 35 A MATERIAL MODEL3, R.CONSTANT1, E.TYPE2 VSEL,, , , 35 CM,_Y1,VOLU CMSEL,S,_Y !* CMSEL,S,_Y1 VATT, 3, 1, 2, 0 CMSEL,S,_Y CMDELE,_Y CMDELE,_Y1 !* CM,_Y,VOLU !*MESH ATTRIBUTES VOLUMEN 36 A
---	---	---

MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
VSEL, , , , 36
CM, Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 37 A
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
VSEL, , , , 37
CM, Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 38 A
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
VSEL, , , , 38
CM, Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 39 A
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
VSEL, , , , 39
CM, Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 40 A
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
VSEL, , , , 40
CM, Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 41 A

MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
VSEL, , , , 41
CM, Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 42 A
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
VSEL, , , , 42
CM, Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 43 A
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
VSEL, , , , 43
CM, Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 44 A
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
VSEL, , , , 44
CM, Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 45 A
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
VSEL, , , , 45
CM, Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 46 A

MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
VSEL, , , , 46
CM, Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 47 A
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
VSEL, , , , 47
CM, Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 48 A
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
VSEL, , , , 48
CM, Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 49 A
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
VSEL, , , , 49
CM, Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 50 A
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
VSEL, , , , 50
CM, Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 51 A

MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
VSEL, , , , 51
CM, Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM, Y,VOLU IMESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 52 A
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
VSEL, , , , 52
CM, Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM, Y,VOLU IMESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 53 A
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
VSEL, , , , 53
CM, Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM, Y,VOLU IMESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 54 A
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
VSEL, , , , 54
CM, Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM, Y,VOLU IMESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 55 A
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
VSEL, , , , 55
CM, Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM, Y,VOLU IMESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 56 A

MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
VSEL, , , , 56
CM, Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM, Y,VOLU IMESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 57 A
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
VSEL, , , , 57
CM, Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM, Y,VOLU IMESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 58 A
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
VSEL, , , , 58
CM, Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM, Y,VOLU IMESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 59 A
MATERIAL MODEL3,
R.CONSTANT1, E.TYPE2
VSEL, , , , 59
CM, Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

**!MALLADO DE LAS LÍNEAS Y
LOS VOLÚMENES QUE
FORMAN EL MACIZO DE
HORMIGÓN**

FLST,5,8,4,ORDE,8
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 23
FITEM,5,175
!LÍNEAS
175,180,223,230,269,274,313,32
0 (4 DIV)
FITEM,5,180
FITEM,5,223
FITEM,5,230
FITEM,5,269
FITEM,5,274

FITEM,5,313
FITEM,5,320
CM, Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM, Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , , ,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,4
!LÍNEAS 355,356,363,364 (10
DIV)

FITEM,5,355
FITEM,5,-356
FITEM,5,363
FITEM,5,-364
CM, Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM, Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , , ,1 !FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
23
!*

CM, Y,VOLU !INICIO
MALLADO VOLUMEN 23
VSEL, , , , 23
CM, Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!* !FINAL
MALLADO VOLUMEN 23

FLST,5,4,4,ORDE,4
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 24
FITEM,5,176
!LÍNEAS 176,181,270,275 (10
DIV)
FITEM,5,181
FITEM,5,270
FITEM,5,275
CM, Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM, Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , , ,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,4
!LÍNEAS 230,237,320,327 (4
DIV)
FITEM,5,230
FITEM,5,237
FITEM,5,320
FITEM,5,327
CM, Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM, Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , , ,1
!*


```

CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,7, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 357, 365 (10 DIV)
FITEM,5,357
FITEM,5,365
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
28

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 28
VSEL, , , , 28
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEAP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 28

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 29
FITEM,5,186
!LÍNEAS 186,280 (10 DIV)
FITEM,5,280
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 238,328 (7 DIV)
FITEM,5,238
FITEM,5,328
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,7, , , ,1
!*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
29

CM,_Y,VOLU
!INICIO MALLADO VOLUMEN
29
VSEL, , , , 29
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEAP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 29

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 31
FITEM,5,190
!LÍNEAS 190,283 (10 DIV)
FITEM,5,283
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,Y
!*

CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 29

LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
28

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 28
VSEL, , , , 28
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEAP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 28

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 159,188 (1 DIV)
FITEM,5,159
FITEM,5,188
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,1, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 245,335 (7 DIV)
FITEM,5,245
FITEM,5,335
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,7, , , ,1
!*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
30

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 30
VSEL, , , , 30
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEAP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 30

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 31
FITEM,5,190
!LÍNEAS 190,283 (10 DIV)
FITEM,5,283
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,Y
!*

CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 30

LESIZE,_Y1, , ,3, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 187,281,189,282 (3
DIV)
FITEM,5,189
FITEM,5,281
FITEM,5,-282
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,1, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 252,342 (7 DIV)
FITEM,5,252
FITEM,5,342
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,7, , , ,1
!*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
31

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 31
VSEL, , , , 31
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEAP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO
VOLUMEN 31

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 32
FITEM,5,191
!LÍNEAS 191,284 (4 DIV)
FITEM,5,284
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 259,349 (7 DIV)
FITEM,5,259
FITEM,5,349
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,7, , , ,1
!*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
32

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 32
VSEL, , , , 32
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEAP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 32

```

```

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 33
FITEM,5,192
!LÍNEAS 192,285 (4 DIV)
FITEM,5,285
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,4
!LÍNEAS 225,315,232,322 (2
DIV)
FITEM,5,225
FITEM,5,232
FITEM,5,315
FITEM,5,322
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
33

CM,_Y,VOLU !!INICIO
MALLADO VOLUMEN 33
VSEL,, , , 33
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEAP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 33

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 34
FITEM,5,193
!LÍNEAS 193,286 (10 DIV)
FITEM,5,286
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 239,329 (2 DIV)
FITEM,5,239
FITEM,5,329
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
34

CM,_Y,VOLU !!INICIO
MALLADO VOLUMEN 34
VSEL,, , , 34
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEAP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL MALLADO
VOLUMEN 34

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 35
FITEM,5,161
FITEM,5,265
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
35

CM,_Y,VOLU !!INICIO
MALLADO VOLUMEN 35
VSEL,, , , 35
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEAP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL MALLADO
VOLUMEN 35

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 36
FITEM,5,196
!LÍNEAS 196,288 (3 DIV)
FITEM,5,288
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,3, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 246,336 (2 DIV)
FITEM,5,246

FITEM,5,336
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
36

CM,_Y,VOLU !!INICIO
MALLADO VOLUMEN 36
VSEL,, , , 36
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEAP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 36

FLST,5,2,4,ORDE,2 !!INICIO
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
37
FITEM,5,197
!LÍNEAS 197,289 (10 DIV)
FITEM,5,289
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 253, 343 (2 DIV)
FITEM,5,253
FITEM,5,343
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
37

CM,_Y,VOLU !!INICIO
MALLADO VOLUMEN 37
VSEL,, , , 37
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEAP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 37

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 38
FITEM,5,198
!LÍNEAS 198, 290 (4 DIV)
FITEM,5,290

```

```

CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 260,350 (2 DIV)
FITEM,5,260
FITEM,5,350
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
38

CM,_Y,VOLU
MALLADO VOLUMEN 38
VSEL, , , , 38
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEAP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL MALLADO
VOLUMEN 38

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 199,291 (4 DIV)
FITEM,5,199
FITEM,5,291
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,4
!LÍNEAS 226,316,233,323 (20
DIV)
FITEM,5,226
FITEM,5,233
FITEM,5,316
FITEM,5,323
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,20, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
39

CM,_Y,VOLU
MALLADO VOLUMEN 39
VSEL, , , , 39
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*

VSWEAP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 39

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 240,330 (20 DIV)
FITEM,5,240
FITEM,5,292
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 240,330 (20 DIV)
FITEM,5,240
FITEM,5,330
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,20, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
40

CM,_Y,VOLU
MALLADO VOLUMEN 40
VSEL, , , , 40
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEAP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL MALLADO
VOLUMEN 40

FLST,5,4,4,ORDE,4
!LÍNEAS 201,293,203,294 (3
DIV)
FITEM,5,203
FITEM,5,293
FITEM,5,-294
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,3, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 202,167 (1 DIV)
FITEM,5,167
FITEM,5,202
CM,_Y,LINE

LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,1, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 247,337 (20 DIV)
FITEM,5,247
FITEM,5,337
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,20, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
41

CM,_Y,VOLU
MALLADO VOLUMEN 41
VSEL, , , , 41
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEAP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL MALLADO
VOLUMEN 41

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 204,295 (10 DIV)
FITEM,5,295
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 254,344 (20 DIV)
FITEM,5,254
FITEM,5,344
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,20, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
42

CM,_Y,VOLU
MALLADO VOLUMEN 42
VSEL, , , , 42
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEAP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1

```

```

CMDELE,_Y2                                !*                                !*                                !FINAL
!*                                !FINAL                                CREACIÓN MALLADO LÍNEAS
MALLADO VOLUMEN 42                                VOLUMEN 45

FLST,5,2,4,ORDE,2                                FLST,5,4,4,ORDE,4                                CM,_Y,VOLU                                !INICIO
!!INICIO MALLADO LÍNEAS                                !LÍNEAS 359,360,367,368 (10                                CREACIÓN VOLUMEN 45
VOLUMEN 43                                DIV)                                VSEL, , , , 45
FITEM,5,205                                FITEM,5,359                                CM,_Y1,VOLU
!LÍNEAS 205,296 (4 DIV)                                FITEM,5,-360                                CHKMSH,'VOLU'
FITEM,5,296                                FITEM,5,367                                CMSEL,S,_Y
CM,_Y,LINE                                FITEM,5,-368                                !*
LSEL, , , ,P51X                                CM,_Y,LINE                                VSWEEP,_Y1
CM,_Y1,LINE                                LSEL, , , ,P51X                                !*
CMSEL,,_Y                                CM,_Y1,LINE                                CMDELE,_Y
!*                                CMSEL,,_Y                                CMDELE,_Y1
LESIZE,_Y1, , ,4, , , , ,1                                !*                                CMDELE,_Y2
!*                                LESIZE,_Y1, , ,10, , , , ,1                                !*                                !FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN                                !FINAL MALLADO                                CREACIÓN VOLUMEN 45
44                                VOLUMEN 44

FLST,5,2,4,ORDE,2                                CM,_Y,VOLU                                !INICIO                                FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 261,351 (20 DIV)                                MALLADO VOLUMEN 44                                !!INICIO CREACIÓN MALLADO
FITEM,5,261                                VSEL, , , , 44                                LÍNEAS VOLUMEN 46
FITEM,5,351                                CM,_Y1,VOLU                                FITEM,5,208
CM,_Y,LINE                                CHKMSH,'VOLU'                                !LÍNEAS 208,299 (3 DIV)
LSEL, , , ,P51X                                CMSEL,S,_Y                                FITEM,5,299
CM,_Y1,LINE                                !*                                CM,_Y,LINE
CMSEL,,_Y                                VSWEEP,_Y1                                LSEL, , , ,P51X
!*                                !*                                CM,_Y1,LINE
LESIZE,_Y1, , ,20, , , , ,1                                CMDELE,_Y                                CMSEL,,_Y
!*                                CMDELE,_Y1                                !*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN                                CMDELE,_Y2                                LESIZE,_Y1, , ,3, , , , ,1
43                                !*                                !FINAL
MALLADO                                !FINAL MALLADO                                CREACIÓN MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 43                                VOLUMEN 44                                VOLUMEN 46

CM,_Y,VOLU                                !INICIO                                FLST,5,2,4,ORDE,2
MALLADO VOLUMEN 43                                FLST,5,2,4,ORDE,2                                !LÍNEAS 267,169 (2 DIV)
VSEL, , , , 43                                !!INICIO CREACIÓN LÍNEAS                                FITEM,5,169
CM,_Y1,VOLU                                VOLUMEN 45                                FITEM,5,267
CHKMSH,'VOLU'                                FITEM,5,207                                CM,_Y,LINE
CMSEL,S,_Y                                !LÍNEAS 207,298 (10 DIV)                                LSEL, , , ,P51X
!*                                FITEM,5,298                                CM,_Y1,LINE
VSWEEP,_Y1                                CM,_Y,LINE                                CMSEL,,_Y
!*                                LSEL, , , ,P51X                                !*
CMDELE,_Y                                CM,_Y1,LINE                                LESIZE,_Y1, , ,2, , , , ,1
CMDELE,_Y1                                CMSEL,,_Y                                !*                                !FINAL
CMDELE,_Y2                                !*                                CREACIÓN MALLADO LÍNEAS
!*                                LESIZE,_Y1, , ,10, , , , ,1                                VOLUMEN 46
!FINAL MALLADO                                !*

FLST,5,2,4,ORDE,2                                FLST,5,2,4,ORDE,2                                CM,_Y,VOLU                                !INICIO
MALLADO VOLUMEN 43                                !LÍNEAS 241,331 (2 DIV)                                MALLADO VOLUMEN 46
VSEL, , , , 46
CM,_Y1,VOLU                                FITEM,5,241                                CM, , , , 46
CHKMSH,'VOLU'                                FITEM,5,331                                CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y                                CM,_Y,LINE                                CHKMSH,'VOLU'
!*                                LSEL, , , ,P51X                                CMSEL,S,_Y
VSWEEP,_Y1                                CM,_Y1,LINE                                !*
!*                                CMSEL,,_Y                                VSWEEP,_Y1
CMDELE,_Y                                !*                                !*
CMDELE,_Y1                                LESIZE,_Y1, , ,2, , , , ,1                                CMDELE,_Y
CMDELE,_Y2                                !*                                CMDELE,_Y1
!*                                FLST,5,4,4,ORDE,4                                CMDELE,_Y2
!FINAL MALLADO                                !LÍNEAS 367,368,375,376 (10                                !FINAL MALLADO
VOLUMEN 43                                DIV)                                VOLUMEN 46

FLST,5,2,4,ORDE,2                                FLST,5,2,4,ORDE,2                                FLST,5,2,4,ORDE,2
!!INICIO MALLADO LÍNEAS                                !LÍNEAS 227,317,234,324 (2                                !!INICIO CREACIÓN MALLADO
VOLUMEN 44                                DIV)                                LÍNEAS VOLUMEN 47
FITEM,5,206                                FITEM,5,367                                FITEM,5,210
!LÍNEAS 206,297 (4 DIV)                                FITEM,5,-368                                !LÍNEAS 210,300 (3 DIV)
FITEM,5,297                                FITEM,5,375                                FITEM,5,300
CM,_Y,LINE                                FITEM,5,-376                                CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X                                CM,_Y,LINE                                LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE                                LSEL, , , ,P51X                                CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y                                CMSEL,,_Y                                CMSEL,,_Y
!*                                !*                                !*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , , ,1                                LESIZE,_Y1, , ,10, , , , ,1                                LESIZE,_Y1, , ,3, , , , ,1
!*                                !*                                !*

FLST,5,4,4,ORDE,4                                FITEM,5,367                                FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 227,317,234,324 (2                                FITEM,5,375                                !!INICIO CREACIÓN MALLADO
DIV)                                FITEM,5,-376                                LÍNEAS VOLUMEN 47
FITEM,5,227                                CM,_Y,LINE                                FITEM,5,210
FITEM,5,234                                LSEL, , , ,P51X                                !LÍNEAS 210,300 (3 DIV)
FITEM,5,317                                CM,_Y1,LINE                                FITEM,5,300
FITEM,5,324                                CMSEL,,_Y                                CM,_Y,LINE
CM,_Y,LINE                                !*                                LSEL, , , ,P51X
LSEL, , , ,P51X                                CMSEL,,_Y                                CM,_Y1,LINE
CM,_Y1,LINE                                !*                                CMSEL,,_Y
CMSEL,,_Y                                LESIZE,_Y1, , ,10, , , , ,1                                !*
!*                                !*                                LESIZE,_Y1, , ,3, , , , ,1
LESIZE,_Y1, , ,2, , , , ,1                                !*                                !*

```

```

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 248,338 (2 DIV)
FITEM,5,248
FITEM,5,338
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 383,384 (10 DIV)
FITEM,5,383
FITEM,5,-384
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*
!FINAL
CREACIÓN MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 47

CM,_Y,VOLU           !INICIO
MALLADO VOLUMEN 47
VSEL,, , , 47
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 47

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO CREACIÓN MALLADO
LÍNEAS VOLUMEN 48
FITEM,5,211
!LÍNEAS 211,301 (10 DIV)
FITEM,5,301
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 255,345 (2 DIV)
FITEM,5,255
FITEM,5,345
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 391,392 (10 DIV)
FITEM,5,391
FITEM,5,-392
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE

CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*
!FINAL
CREACIÓN MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 48

CM,_Y,VOLU           !INICIO
MALLADO VOLUMEN 48
VSEL,, , , 48
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 48

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO CREACIÓN MALLADO
LÍNEAS VOLUMEN 49
FITEM,5,212
!LÍNEAS 212,302 (4 DIV)
FITEM,5,302
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 262,352 (2 DIV)
FITEM,5,262
FITEM,5,352
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 399,400 (10 DIV)
FITEM,5,399
FITEM,5,-400
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*
!FINAL
CREACIÓN MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 49

CM,_Y,VOLU           !INICIO
MALLADO VOLUMEN 49
VSEL,, , , 49
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 49

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 213,303 (4 DIV)
FITEM,5,213
!LÍNEAS 213,303 (4 DIV)
FITEM,5,303
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,4
!LÍNEAS 228,318,235,325 (7
DIV)
FITEM,5,228
FITEM,5,235
FITEM,5,318
FITEM,5,325
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,7, , , ,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,4
!LÍNEAS 360,361,368,369 (10
DIV)
FITEM,5,360
FITEM,5,-361
FITEM,5,368
FITEM,5,-369
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
50

CM,_Y,VOLU           !INICIO
MALLADO VOLUMEN 50
VSEL,, , , 50
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 50

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO CREACIÓN MALLADO
LÍNEAS VOLUMEN 51
FITEM,5,214
!LÍNEAS 214,304 (10 DIV)
FITEM,5,304
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*

```

```

LESIZE,_Y1,,,10,,,,,1
!*
FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 242,332 (7 DIV)
FITEM,5,242
FITEM,5,332
CM,_Y,LINE
LSEL,,,,,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,,7,,,,,1
!*
FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 376,377 (10 DIV)
FITEM,5,376
FITEM,5,-377
CM,_Y,LINE
LSEL,,,,,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,,10,,,,,1
!*
CREACIÓN MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 51
CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 51
VSEL,,,,, 51
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 51
FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO CREACIÓN MALLADO
LÍNEAS VOLUMEN 52
FITEM,5,215
!LÍNEAS 215, 305 (7 DIV)
FITEM,5,305
CM,_Y,LINE
LSEL,,,,,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,,7,,,,,1
!*
FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 249,339 (7 DIV)
FITEM,5,249
FITEM,5,339
CM,_Y,LINE
LSEL,,,,,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,,7,,,,,1
!*
FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 384,385 (10 DIV)
FITEM,5,384
FITEM,5,-385
CM,_Y,LINE
LSEL,,,,,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,,10,,,,,1
!*
CREACIÓN MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 52
CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 52
VSEL,,,,, 52
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 52
FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO CREACIÓN MALLADO
LÍNEAS VOLUMEN 53
FITEM,5,216
!LÍNEAS 216,306 (10 DIV)
FITEM,5,306
CM,_Y,LINE
LSEL,,,,,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,,10,,,,,1
!*
FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 346,256 (7 DIV)
FITEM,5,256
FITEM,5,346
CM,_Y,LINE
LSEL,,,,,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,,7,,,,,1
!*
FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 392,393 (10 DIV)
FITEM,5,392
FITEM,5,-393
CM,_Y,LINE
LSEL,,,,,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,,10,,,,,1
!*
CREACIÓN MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 53
CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN
53
VSEL,,,,, 53
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 54
FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 400,401 (10 DIV)
FITEM,5,400
FITEM,5,-401
CM,_Y,LINE
LSEL,,,,,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,,10,,,,,1
!*
CREACIÓN MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 54
CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 54
VSEL,,,,, 54
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 54
FLST,5,6,4,ORDE,6
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 55
FITEM,5,218
!LÍNEAS
218,308,229,319,236,326 (4
DIV)
FITEM,5,229
FITEM,5,236
FITEM,5,308
FITEM,5,319
FITEM,5,326
CM,_Y,LINE
LSEL,,,,,P51X
CM,_Y1,LINE

```

```

CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,4,,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 362,370 (10 DIV)
FITEM,5,362
FITEM,5,370
CM,_Y,LINE
LSEL,, ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,10,,1
!*
!*          !FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
55

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 55
VSEL,, , 55
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*          !FINAL MALLADO
VOLUMEN 55

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 56
FITEM,5,219
!LÍNEAS 219,309 (10 DIV)
FITEM,5,309
CM,_Y,LINE
LSEL,, ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,10,,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 243,333 (4 DIV)
FITEM,5,243
FITEM,5,333
CM,_Y,LINE
LSEL,, ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,4,,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 370,378 (10 DIV)
FITEM,5,370
FITEM,5,378
CM,_Y,LINE
LSEL,, ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,10,,1
!*
!*          !FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
56

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 56
VSEL,, , 56
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*          !FINAL
MALLADO VOLUMEN 56

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 57
FITEM,5,220
!LÍNEAS 220,310 (7 DIV)
FITEM,5,310
CM,_Y,LINE
LSEL,, ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,7,,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 250,340 (4 DIV)
FITEM,5,250
FITEM,5,340
CM,_Y,LINE
LSEL,, ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,4,,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 378,386 (10 DIV)
FITEM,5,378
FITEM,5,386
CM,_Y,LINE
LSEL,, ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,10,,1
!*
!*          !FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
57

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 57
VSEL,, , 57
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*          !FINAL
MALLADO VOLUMEN 57

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 58
FITEM,5,221
!LÍNEAS 221,311 (10 DIV)
FITEM,5,311
CM,_Y,LINE
LSEL,, ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,10,,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEAS 394 (10 DIV)
FITEM,5,394
CM,_Y,LINE
LSEL,, ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,10,,1
!*
!*          !FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
58

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 58
VSEL,, , 58
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*          !FINAL
MALLADO VOLUMEN 58

FLST,5,4,4,ORDE,4
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 59
FITEM,5,222
!LÍNEAS 222,312,264,354 (4
DIV)
FITEM,5,264
FITEM,5,312
FITEM,5,354
CM,_Y,LINE
LSEL,, ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,4,,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 402 (10 DIV)
FITEM,5,402
CM,_Y,LINE
LSEL,, ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,10,,1
!
```


!* MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 59	!FINAL	K,243,-450,430,-500, K,244,-40,430,-500, K,245,76,430,-500, K,246,204,430,-500, K,247,320,430,-500, K,248,730,430,-500,	LSTR, 201, 207 LSTR, 207, 215 LSTR, 215, 223 LSTR, 223, 231 LSTR, 231, 239 LSTR, 239, 245 LSTR, 208, 216 LSTR, 224, 232 LSTR, 209, 217 LSTR, 225, 233 LSTR, 196, 202 LSTR, 202, 210 LSTR, 210, 218 LSTR, 218, 226 LSTR, 226, 234 LSTR, 234, 240 LSTR, 240, 246 LSTR, 197, 203 LSTR, 203, 211 LSTR, 211, 219 LSTR, 219, 227 LSTR, 227, 235 LSTR, 235, 241 LSTR, 241, 247 LSTR, 198, 204 LSTR, 204, 212 LSTR, 212, 220 LSTR, 220, 228 LSTR, 228, 236 LSTR, 236, 242 LSTR, 242, 248	207 215 223 231 239 245 216 232 217 233 202 210 218 226 234 240 246 203 211 219 227 235 241 247 204 212 220 228 236 242
CM,_Y,VOLU MALLADO VOLUMEN 59 VSEL, , , 59 CM,_Y1,VOLU CHKMSH,'VOLU' CMSEL,S,_Y !* VSWEEP,_Y1 !* CMDELE,_Y CMDELE,_Y1 CMDELE,_Y2 !* MALLADO VOLUMEN 59	!INICIO	!FINAL CREACIÓN KEYPOINTS BLOQUE DE HORMIGÓN (Z=-500)	LSTR, 193, 194 CREACIÓN LÍNEAS BLOQUE DE HORMIGÓN (Z=-500) LSTR, 194, 195 LSTR, 195, 196 LSTR, 196, 197 LSTR, 197, 198 LSTR, 199, 200 LSTR, 200, 201 LSTR, 201, 202 LSTR, 202, 203 LSTR, 203, 204 LSTR, 205, 206 LSTR, 206, 207 LSTR, 207, 208 LSTR, 208, 209 LSTR, 209, 210 LSTR, 210, 211 LSTR, 211, 212 LSTR, 213, 214 LSTR, 214, 215 LSTR, 215, 216 LSTR, 216, 217 LSTR, 217, 218 LSTR, 218, 219 LSTR, 219, 220 LSTR, 221, 222 LSTR, 222, 223 LSTR, 223, 224 LSTR, 224, 225 LSTR, 225, 226 LSTR, 226, 227 LSTR, 227, 228 LSTR, 229, 230 LSTR, 230, 231 LSTR, 231, 232 LSTR, 232, 233 LSTR, 233, 234 LSTR, 234, 235 LSTR, 235, 236 LSTR, 237, 238 LSTR, 238, 239 LSTR, 239, 240 LSTR, 240, 241 LSTR, 241, 242 LSTR, 243, 244 LSTR, 244, 245 LSTR, 245, 246 LSTR, 246, 247 LSTR, 247, 248 LSTR, 193, 199 LSTR, 199, 205 LSTR, 205, 213 LSTR, 213, 221 LSTR, 221, 229 LSTR, 229, 237 LSTR, 237, 243 LSTR, 194, 200 LSTR, 200, 206 LSTR, 206, 214 LSTR, 214, 222 LSTR, 222, 230 LSTR, 230, 238 LSTR, 238, 244 LSTR, 195, 201	!INICIO CREACIÓN LÍNEAS BLOQUE DE HORMIGÓN (Z=-500) LSTR, 196, 202 LSTR, 210, 218 LSTR, 218, 226 LSTR, 226, 234 LSTR, 234, 240 LSTR, 240, 246 LSTR, 197, 203 LSTR, 203, 211 LSTR, 211, 219 LSTR, 219, 227 LSTR, 227, 235 LSTR, 235, 241 LSTR, 241, 247 LSTR, 198, 204 LSTR, 204, 212 LSTR, 212, 220 LSTR, 220, 228 LSTR, 228, 236 LSTR, 236, 242 LSTR, 242, 248
!GEOMETRÍA (BLOQUE DE HORMIGÓN COTA Z=-500)				
K,193,-450,-150,-500, !INICIO KEYPOINTS BLOQUE DE HORMIGÓN (Z=-500) K,194,-40,-150,-500, K,195,76,-150,-500, K,196,204,-150,-500, K,197,320,-150,-500, K,198,730,-150,-500, K,199,-450,-14,-500, K,200,-40,-14,-500, K,201,76,-14,-500, K,202,204,-14,-500, K,203,320,-14,-500, K,204,730,-14,-500, K,205,-450,48.33333,-500, K,206,-40,48.33333,-500, K,207,76,48.33333,-500, K,208,130.8571,48.33333,-500, K,209,149.1429,48.33333,-500, K,210,204,48.33333,-500, K,211,320,48.33333,-500, K,212,730,48.33333,-500, K,213,-450,66.66666,-500, K,214,-40,66.66666,-500, K,215,76,66.66666,-500, K,216,130.8571,66.66666,-500, K,217,149.1429,66.66666,-500, K,218,204,66.66666,-500, K,219,320,66.66666,-500, K,220,730,66.66666,-500, K,221,-450,213.33333,-500, K,222,-40,213.33333,-500, K,223,76,213.33333,-500, K,224,130.8571,213.33333,-500, K,225,149.1429,213.33333,-500, K,226,204,213.33333,-500, K,227,320,213.33333,-500, K,228,730,213.33333,-500, K,229,-450,231.66666,-500, K,230,-40,231.66666,-500, K,231,76,231.66666,-500, K,232,130.8571,231.66666,-500, K,233,149.1429,231.66666,-500, K,234,204,231.66666,-500, K,235,320,231.66666,-500, K,236,730,231.66666,-500, K,237,-450,294,-500, K,238,-40,294,-500, K,239,76,294,-500, K,240,204,294,-500, K,241,320,294,-500, K,242,730,294,-500,	CREACIÓN BLOQUE DE HORMIGÓN (Z=-500) CREACIÓN LÍNEAS BLOQUE DE HORMIGÓN (Z=-500)	FLST,2,4,4 CREACIÓN ÁREAS BLOQUE DE HORMIGÓN (Z=-500) FITEM,2,411 FITEM,2,466 FITEM,2,416 FITEM,2,459 AL,P51X FLST,2,4,4 FITEM,2,412 FITEM,2,473 FITEM,2,417 FITEM,2,466 AL,P51X FLST,2,4,4 FITEM,2,413 FITEM,2,484 FITEM,2,418 FITEM,2,473 AL,P51X FLST,2,4,4 FITEM,2,414 FITEM,2,491 FITEM,2,419 FITEM,2,484 AL,P51X FLST,2,4,4 FITEM,2,415 FITEM,2,498 FITEM,2,420 FITEM,2,491 AL,P51X FLST,2,4,4 FITEM,2,416 FITEM,2,467 FITEM,2,421 FITEM,2,460 AL,P51X FLST,2,4,4 FITEM,2,417 FITEM,2,474	207 215 223 231 239 245 216 232 217 233 202 210 218 226 234 240 246 203 211 219 227 235 241 247 204 212 220 228 236 242 248	

FITEM,2,422	FITEM,2,469	FITEM,2,450
FITEM,2,467	AL,P51X	FITEM,2,471
AL,P51X	FLST,2,8,4	AL,P51X
FLST,2,6,4	FITEM,2,430	FLST,2,6,4
FITEM,2,418	FITEM,2,431	FITEM,2,444
FITEM,2,485	FITEM,2,432	FITEM,2,445
FITEM,2,425	FITEM,2,487	FITEM,2,446
FITEM,2,424	FITEM,2,439	FITEM,2,489
FITEM,2,423	FITEM,2,438	FITEM,2,451
FITEM,2,474	FITEM,2,437	FITEM,2,478
AL,P51X	FITEM,2,476	AL,P51X
FLST,2,4,4	AL,P51X	FLST,2,4,4
FITEM,2,419	FLST,2,4,4	FITEM,2,447
FITEM,2,492	FITEM,2,433	FITEM,2,496
FITEM,2,426	FITEM,2,494	FITEM,2,452
FITEM,2,485	FITEM,2,440	FITEM,2,489
AL,P51X	FITEM,2,487	AL,P51X
FLST,2,4,4	AL,P51X	FLST,2,4,4
FITEM,2,420	FLST,2,4,4	FITEM,2,448
FITEM,2,499	FITEM,2,434	FITEM,2,503
FITEM,2,427	FITEM,2,501	FITEM,2,453
FITEM,2,492	FITEM,2,441	FITEM,2,496
AL,P51X	FITEM,2,494	AL,P51X
FLST,2,4,4	AL,P51X	FLST,2,4,4
FITEM,2,421	FLST,2,4,4	FITEM,2,449
FITEM,2,468	FITEM,2,435	FITEM,2,472
FITEM,2,428	FITEM,2,470	FITEM,2,454
FITEM,2,461	FITEM,2,442	FITEM,2,465
AL,P51X	FITEM,2,463	AL,P51X
FLST,2,4,4	AL,P51X	FLST,2,4,4
FITEM,2,422	FLST,2,4,4	FITEM,2,450
FITEM,2,475	FITEM,2,436	FITEM,2,479
FITEM,2,429	FITEM,2,477	FITEM,2,455
FITEM,2,468	FITEM,2,443	FITEM,2,472
AL,P51X	FITEM,2,470	AL,P51X
FLST,2,4,4	AL,P51X	FLST,2,4,4
FITEM,2,423	FLST,2,4,4	FITEM,2,451
FITEM,2,480	FITEM,2,437	FITEM,2,490
FITEM,2,430	FITEM,2,481	FITEM,2,456
FITEM,2,475	FITEM,2,444	FITEM,2,479
AL,P51X	FITEM,2,477	AL,P51X
FLST,2,4,4	AL,P51X	FLST,2,4,4
FITEM,2,424	FLST,2,4,4	FITEM,2,452
FITEM,2,482	FITEM,2,438	FITEM,2,497
FITEM,2,431	FITEM,2,483	FITEM,2,457
FITEM,2,480	FITEM,2,445	FITEM,2,490
AL,P51X	FITEM,2,481	AL,P51X
FLST,2,4,4	AL,P51X	FLST,2,4,4
FITEM,2,425	FLST,2,4,4	FITEM,2,453
FITEM,2,486	FITEM,2,439	FITEM,2,504
FITEM,2,432	FITEM,2,488	FITEM,2,458
FITEM,2,482	FITEM,2,446	FITEM,2,497
AL,P51X	FITEM,2,483	AL,P51X
FLST,2,4,4	AL,P51X	<i>!FINAL</i>
FITEM,2,426	FLST,2,4,4	<i>CREACIÓN ÁREAS BLOQUE</i>
FITEM,2,493	FITEM,2,440	<i>DE HORMIGÓN (Z=-500)</i>
FITEM,2,433	FITEM,2,495	LSTR, 145, 193 <i>!INICIO</i>
FITEM,2,486	FITEM,2,447	<i>CREACIÓN LÍNEAS</i>
AL,P51X	FITEM,2,488	<i>INTERIORES BLOQUE DE</i>
FLST,2,4,4	FITEM,2,448	<i>HORMIGÓN (Z=-250 a Z=-500)</i>
FITEM,2,427	AL,P51X	LSTR, 146, 194
FITEM,2,500	FLST,2,4,4	LSTR, 147, 195
FITEM,2,434	FITEM,2,441	LSTR, 148, 196
FITEM,2,493	FITEM,2,502	LSTR, 149, 197
AL,P51X	FITEM,2,448	LSTR, 150, 198
FLST,2,4,4	FITEM,2,495	LSTR, 151, 199
FITEM,2,428	AL,P51X	LSTR, 152, 200
FITEM,2,469	FLST,2,4,4	LSTR, 153, 201
FITEM,2,435	FITEM,2,442	LSTR, 154, 202
FITEM,2,462	FITEM,2,471	LSTR, 155, 203
AL,P51X	FITEM,2,449	LSTR, 156, 204
FLST,2,4,4	FITEM,2,464	LSTR, 157, 205
FITEM,2,429	AL,P51X	LSTR, 158, 206
FITEM,2,476	FLST,2,4,4	LSTR, 159, 207
FITEM,2,436	FITEM,2,443	LSTR, 159, 207
	FITEM,2,478	LSTR, 81, 208

LSTR, 82, 209	FITEM,2,149	FLST,2,4,4	!!INICIO
LSTR, 160, 210	FITEM,2,278	CREACIÓN	ÁREAS
LSTR, 161, 211	FITEM,2,317	INTERIORES VOLUMEN 63	
LSTR, 162, 212	FITEM,2,-320	FITEM,2,414	
LSTR, 163, 213	VA,P51X	FITEM,2,509	
LSTR, 164, 214	CREACIÓN	FITEM,2,272	
LSTR, 165, 215	CREACIÓN VOLUMEN 60	FITEM,2,508	
LSTR, 83, 216	FLST,2,4,4	AL,P51X	
LSTR, 84, 217	CREACIÓN	FLST,2,4,4	
LSTR, 166, 218	INTERIORES VOLUMEN 61	FITEM,2,491	
LSTR, 167, 219	FITEM,2,412	FITEM,2,509	
LSTR, 168, 220	FITEM,2,507	FITEM,2,341	
LSTR, 169, 221	FITEM,2,270	FITEM,2,515	
LSTR, 170, 222	FITEM,2,506	AL,P51X	
LSTR, 171, 223	AL,P51X	FLST,2,4,4	
LSTR, 85, 224	FLST,2,4,4	FITEM,2,419	
LSTR, 86, 225	FITEM,2,473	FITEM,2,515	
LSTR, 172, 226	FITEM,2,507	FITEM,2,277	
LSTR, 173, 227	FITEM,2,327	FITEM,2,514	
LSTR, 174, 228	FITEM,2,513	AL,P51X	!!FINAL CREACIÓN
LSTR, 175, 229	AL,P51X	ÁREAS	INTERIORES
LSTR, 176, 230	FLST,2,4,4	VOLUMEN 63	
LSTR, 177, 231	FITEM,2,417		
LSTR, 87, 232	FITEM,2,513	FLST,2,6,5,ORDE,5	!!INICIO
LSTR, 88, 233	FITEM,2,275	CREACIÓN VOLUMEN 63	
LSTR, 178, 234	FITEM,2,512	FITEM,2,152	
LSTR, 179, 235	AL,P51X	FITEM,2,281	
LSTR, 180, 236	CREACIÓN	FITEM,2,325	
LSTR, 181, 237	INTERIORES VOLUMEN 61	FITEM,2,327	
LSTR, 182, 238		FITEM,2,-329	
LSTR, 183, 239	FLST,2,6,5,ORDE,5	VA,P51X	!!FINAL
LSTR, 184, 240	CREACIÓN VOLUMEN 61	CREACIÓN VOLUMEN 63	
LSTR, 185, 241	FITEM,2,150		
LSTR, 186, 242	FITEM,2,279	FLST,2,4,4	!!INICIO
LSTR, 187, 243	FITEM,2,319	CREACIÓN	ÁREAS
LSTR, 188, 244	FITEM,2,321	INTERIORES VOLUMEN 64	
LSTR, 189, 245	FITEM,2,-323	FITEM,2,415	
LSTR, 190, 246	VA,P51X	FITEM,2,510	
LSTR, 191, 247	CREACIÓN VOLUMEN 61	FITEM,2,273	
LSTR, 192, 248	FLST,2,4,4	FITEM,2,509	
!!FINAL	FLST,2,4,4	AL,P51X	
CREACIÓN	CREACIÓN	FLST,2,4,4	
LÍNEAS	INTERIORES VOLUMEN 62	FITEM,2,498	
INTERIORES BLOQUE DE	FITEM,2,413	FITEM,2,510	
HORMIGÓN (Z=-250 a Z=-500)	FITEM,2,508	FITEM,2,348	
	FITEM,2,271	FITEM,2,516	
FLST,2,4,4	FITEM,2,507	AL,P51X	
!!INICIO	AL,P51X	FLST,2,4,4	
CREACIÓN	FLST,2,4,4	FITEM,2,420	
ÁREAS	FITEM,2,484	FITEM,2,516	
INTERIORES VOLUMEN 60	FITEM,2,508	FITEM,2,278	
FITEM,2,313	FITEM,2,334	FITEM,2,515	
FITEM,2,505	FITEM,2,514	AL,P51X	!!FINAL
FITEM,2,459	AL,P51X	CREACIÓN	ÁREAS
FITEM,2,511	FLST,2,4,4	INTERIORES VOLUMEN 64	
AL,P51X	FITEM,2,418		
FLST,2,4,4	FITEM,2,514	FLST,2,6,5,ORDE,5	!!INICIO
FITEM,2,320	FITEM,2,276	CREACIÓN VOLUMEN 64	
FITEM,2,506	FITEM,2,513	FITEM,2,153	
FITEM,2,466	AL,P51X	FITEM,2,282	
FITEM,2,512	FLST,2,4,4	FITEM,2,328	
AL,P51X	FITEM,2,418	FITEM,2,330	
FLST,2,4,4	FITEM,2,514	FITEM,2,-332	
FITEM,2,274	FITEM,2,276	VA,P51X	!!FINAL
FITEM,2,512	FITEM,2,513	CREACIÓN VOLUMEN 64	
FITEM,2,416	AL,P51X		
FITEM,2,511	FLST,2,4,4	FLST,2,4,4	!!INICIO
AL,P51X	FITEM,2,274	CREACIÓN	ÁREAS
!!FINAL	FITEM,2,512	INTERIORES VOLUMEN 65	
CREACIÓN	FITEM,2,416	FITEM,2,460	
ÁREAS	FITEM,2,511	FITEM,2,511	
INTERIORES VOLUMEN 60	VA,P51X	FITEM,2,314	
	CREACIÓN VOLUMEN 62	FITEM,2,517	
FLST,2,6,5,ORDE,4		AL,P51X	
!!INICIO		FLST,2,4,4	
CREACIÓN VOLUMEN 60			

FITEM,2,467		FITEM,2,281		FLST,2,4,4	!!INICIO
FITEM,2,512		FITEM,2,519		CREACIÓN	ÁREAS
FITEM,2,321		AL,P51X	!FINAL	INTERIORES VOLUMEN 70	
FITEM,2,518		CREACIÓN	ÁREAS	FITEM,2,461	
AL,P51X		INTERIORES VOLUMEN 67		FITEM,2,517	
FLST,2,4,4				FITEM,2,315	
FITEM,2,421		FLST,2,8,5,ORDE,6	!!INICIO	FITEM,2,525	
FITEM,2,518		CREACIÓN	VOLUMEN 67	AL,P51X	
FITEM,2,279		FITEM,2,156		FLST,2,4,4	
FITEM,2,517		FITEM,2,285		FITEM,2,468	
AL,P51X	!FINAL	FITEM,2,326		FITEM,2,518	
ÁREAS	INTERIORES	FITEM,2,336		FITEM,2,322	
VOLUMEN 65		FITEM,2,338		FITEM,2,526	
		FITEM,2,-341		AL,P51X	
FLST,2,6,5,ORDE,5	!!INICIO	VA,P51X	!FINAL	FLST,2,4,4	
CREACIÓN	VOLUMEN 65	CREACIÓN	VOLUMEN 67	FITEM,2,428	
FITEM,2,154				FITEM,2,526	
FITEM,2,283		FLST,2,4,4	!!INICIO	FITEM,2,285	
FITEM,2,320		CREACIÓN	ÁREAS	FITEM,2,525	
FITEM,2,333		INTERIORES VOLUMEN 68		AL,P51X	!FINAL
FITEM,2,-335		FITEM,2,492		CREACIÓN	ÁREAS
VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,515		INTERIORES VOLUMEN 70	
CREACIÓN	VOLUMEN 65	FITEM,2,342			
		FITEM,2,523		FLST,2,6,5,ORDE,5	!!INICIO
FLST,2,4,4	!!INICIO	AL,P51X		CREACIÓN	VOLUMEN 70
CREACIÓN	ÁREAS	FLST,2,4,4		FITEM,2,159	
INTERIORES VOLUMEN 66		FITEM,2,426		FITEM,2,288	
FITEM,2,474		FITEM,2,523		FITEM,2,335	
FITEM,2,513		FITEM,2,283		FITEM,2,346	
FITEM,2,328		FITEM,2,522		FITEM,2,-348	
FITEM,2,519		AL,P51X	!FINAL	VA,P51X	!FINAL
AL,P51X		CREACIÓN	ÁREAS	CREACIÓN	VOLUMEN 70
FLST,2,4,4		INTERIORES VOLUMEN 68		FLST,2,4,4	!!INICIO
FITEM,2,422				CREACIÓN	ÁREAS
FITEM,2,519		FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO	INTERIORES VOLUMEN 71	
FITEM,2,280		CREACIÓN	VOLUMEN 68	FITEM,2,475	
FITEM,2,518		FITEM,2,157		FITEM,2,519	
AL,P51X	!FINAL	FITEM,2,286		FITEM,2,329	
ÁREAS	INTERIORES	FITEM,2,329		FITEM,2,527	
VOLUMEN 66		FITEM,2,338		AL,P51X	
		FITEM,2,342		FLST,2,4,4	
FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO	FITEM,2,-343		FITEM,2,429	
CREACIÓN	VOLUMEN 66	VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,527	
FITEM,2,155		CREACIÓN	VOLUMEN 68	FITEM,2,286	
FITEM,2,284				FITEM,2,526	
FITEM,2,323		FLST,2,4,4	!!INICIO	AL,P51X	!FINAL
FITEM,2,334		CREACIÓN	ÁREAS	CREACIÓN	ÁREAS
FITEM,2,336		INTERIORES VOLUMEN 69		INTERIORES VOLUMEN 71	
FITEM,2,-337		FITEM,2,499			
VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,516		FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO
CREACIÓN	VOLUMEN 66	FITEM,2,349		CREACIÓN	VOLUMEN 71
		FITEM,2,524		FITEM,2,160	
FLST,2,4,4	!!INICIO	AL,P51X		FITEM,2,289	
CREACIÓN	ÁREAS	FLST,2,4,4		FITEM,2,337	
INTERIORES VOLUMEN 67		FITEM,2,427		FITEM,2,347	
FITEM,2,485		FITEM,2,524		FITEM,2,349	
FITEM,2,514		FITEM,2,284		FITEM,2,-350	
FITEM,2,335		FITEM,2,523		VA,P51X	!FINAL
FITEM,2,522		AL,P51X	!FINAL	CREACIÓN	VOLUMEN 71
AL,P51X		CREACIÓN	ÁREAS		
FLST,2,4,4		INTERIORES VOLUMEN 69		FLST,2,4,4	!!INICIO
FITEM,2,425				CREACIÓN	ÁREAS
FITEM,2,522		FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO	INTERIORES VOLUMEN 72	
FITEM,2,282		CREACIÓN	VOLUMEN 69	FITEM,2,480	
FITEM,2,521		FITEM,2,158		FITEM,2,520	
AL,P51X		FITEM,2,287		FITEM,2,161	
FLST,2,4,4		FITEM,2,332		FITEM,2,528	
FITEM,2,424		FITEM,2,342		AL,P51X	
FITEM,2,521		FITEM,2,344		FLST,2,4,4	
FITEM,2,159		FITEM,2,-345		FITEM,2,430	
FITEM,2,520		VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,528	
AL,P51X		CREACIÓN	VOLUMEN 69	FITEM,2,287	
FLST,2,4,4				FITEM,2,527	
FITEM,2,423					
FITEM,2,520					

AL,P51X	!FINAL	FITEM,2,523	FLST,2,6,5,ORDE,5	!INICIO
CREACIÓN	ÁREAS	FITEM,2,343	CREACIÓN VOLUMEN 77	
INTERIORES VOLUMEN 72		FITEM,2,531	FITEM,2,165	
		AL,P51X	FITEM,2,295	
FLST,2,6,5,ORDE,6	!INICIO	FLST,2,4,4	FITEM,2,348	
CREACIÓN VOLUMEN 72		FITEM,2,433	FITEM,2,361	
FITEM,2,161		FITEM,2,531	FITEM,2,-363	
FITEM,2,290		FITEM,2,289	VA,P51X	!FINAL
FITEM,2,341		FITEM,2,530	CREACIÓN VOLUMEN 77	
FITEM,2,349		AL,P51X		
FITEM,2,351		CREACIÓN	FLST,2,4,4	!INICIO
FITEM,2,-352		ÁREAS	CREACIÓN	ÁREAS
VA,P51X	!FINAL	INTERIORES VOLUMEN 75	INTERIORES VOLUMEN 78	
CREACIÓN VOLUMEN 72			FITEM,2,476	
		FLST,2,6,5,ORDE,6	FITEM,2,527	
		CREACIÓN VOLUMEN 75	FITEM,2,330	
FLST,2,4,4	!INICIO	FITEM,2,163	FITEM,2,535	
CREACIÓN	ÁREAS	FITEM,2,293	AL,P51X	
INTERIORES VOLUMEN 73		FITEM,2,343	FLST,2,4,4	
FITEM,2,482		FITEM,2,355	FITEM,2,436	
FITEM,2,521		FITEM,2,357	FITEM,2,535	
FITEM,2,162		FITEM,2,-358	FITEM,2,292	
FITEM,2,529		VA,P51X	FITEM,2,534	
AL,P51X		CREACIÓN VOLUMEN 75	AL,P51X	!FINAL CREACIÓN
FLST,2,4,4			ÁREAS	INTERIORES
FITEM,2,431		FLST,2,4,4	VOLUMEN 78	
FITEM,2,529		CREACIÓN		
FITEM,2,160		ÁREAS		
FITEM,2,528		INTERIORES VOLUMEN 76		
AL,P51X	!FINAL	FITEM,2,500	FLST,2,6,5,ORDE,6	!INICIO
CREACIÓN	ÁREAS	FITEM,2,524	CREACIÓN VOLUMEN 78	
INTERIORES VOLUMEN 73		FITEM,2,350	FITEM,2,166	
		FITEM,2,532	FITEM,2,296	
FLST,2,6,5,ORDE,6	!INICIO	AL,P51X	FITEM,2,350	
CREACIÓN VOLUMEN 73		FLST,2,4,4	FITEM,2,362	
FITEM,2,100		FITEM,2,434	FITEM,2,364	
FITEM,2,291		FITEM,2,532	FITEM,2,-365	
FITEM,2,340		FITEM,2,290	VA,P51X	!FINAL
FITEM,2,351		FITEM,2,531	CREACIÓN VOLUMEN 78	
FITEM,2,353		AL,P51X	FLST,2,4,4	!INICIO
FITEM,2,-354		CREACIÓN	CREACIÓN	ÁREAS
VA,P51X	!FINAL	ÁREAS	INTERIORES VOLUMEN 79	
CREACIÓN VOLUMEN 73		INTERIORES VOLUMEN 76	FITEM,2,487	
			FITEM,2,530	
FLST,2,4,4	!INICIO	FLST,2,6,5,ORDE,6	FITEM,2,337	
CREACIÓN	ÁREAS	CREACIÓN VOLUMEN 76	FITEM,2,538	
INTERIORES VOLUMEN 74		FITEM,2,164	AL,P51X	
FITEM,2,486		FITEM,2,294	FLST,2,4,4	
FITEM,2,522		FITEM,2,345	FITEM,2,439	
FITEM,2,336		FITEM,2,357	FITEM,2,538	
FITEM,2,530		FITEM,2,359	FITEM,2,294	
AL,P51X		FITEM,2,-360	FITEM,2,537	
FLST,2,4,4		VA,P51X	AL,P51X	
FITEM,2,432		CREACIÓN VOLUMEN 76	FLST,2,4,4	
FITEM,2,530			FITEM,2,438	
FITEM,2,288		FLST,2,4,4	FITEM,2,537	
FITEM,2,529		CREACIÓN	FITEM,2,167	
AL,P51X	!FINAL	ÁREAS	FITEM,2,536	
CREACIÓN	ÁREAS	INTERIORES VOLUMEN 77	AL,P51X	
INTERIORES VOLUMEN 74		FITEM,2,462	FLST,2,4,4	
		FITEM,2,525	FITEM,2,437	
FLST,2,6,5,ORDE,6	!INICIO	FITEM,2,316	FITEM,2,536	
CREACIÓN VOLUMEN 74		FITEM,2,533	FITEM,2,293	
FITEM,2,162		AL,P51X	FITEM,2,535	
FITEM,2,292		FLST,2,4,4	AL,P51X	!FINAL
FITEM,2,339		FITEM,2,469	CREACIÓN	ÁREAS
FITEM,2,353		FITEM,2,526	INTERIORES VOLUMEN 79	
FITEM,2,355		FITEM,2,323		
FITEM,2,-356		FITEM,2,534	FLST,2,10,5,ORDE,8	!INICIO
VA,P51X	!FINAL	AL,P51X	CREACIÓN VOLUMEN 79	
CREACIÓN VOLUMEN 74		FLST,2,4,4	FITEM,2,167	
		FITEM,2,435	FITEM,2,297	
FLST,2,4,4	!INICIO	FITEM,2,534	FITEM,2,352	
CREACIÓN	ÁREAS	FITEM,2,291	FITEM,2,354	
INTERIORES VOLUMEN 75		FITEM,2,533	FITEM,2,356	
FITEM,2,493		AL,P51X	FITEM,2,364	
		CREACIÓN	FITEM,2,366	
		ÁREAS		
		INTERIORES VOLUMEN 77		

FITEM,2,-369		FITEM,2,442		FLST,2,4,4	!!INICIO
VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,542		CREACIÓN	ÁREAS
CREACIÓN VOLUMEN 79		FITEM,2,297		INTERIORES VOLUMEN 85	
		FITEM,2,541		FITEM,2,483	
FLST,2,4,4	!!INICIO	AL,P51X	!FINAL	FITEM,2,537	
CREACIÓN	ÁREAS	CREACIÓN	ÁREAS	FITEM,2,170	
INTERIORES VOLUMEN 80		INTERIORES VOLUMEN 82		FITEM,2,545	
FITEM,2,494				AL,P51X	
FITEM,2,531		FLST,2,6,5,ORDE,5	!!INICIO	FLST,2,4,4	
FITEM,2,344		CREACIÓN VOLUMEN 82		FITEM,2,445	
FITEM,2,539		FITEM,2,170		FITEM,2,545	
AL,P51X		FITEM,2,300		FITEM,2,168	
FLST,2,4,4		FITEM,2,363		FITEM,2,544	
FITEM,2,440		FITEM,2,374		AL,P51X	!FINAL CREACIÓN
FITEM,2,539		FITEM,2,-376		ÁREAS	INTERIORES
FITEM,2,295		VA,P51X	!FINAL	VOLUMEN 85	
FITEM,2,538		CREACIÓN VOLUMEN 82			
AL,P51X	!FINAL CREACIÓN			FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO
ÁREAS	INTERIORES			CREACIÓN VOLUMEN 85	
VOLUMEN 80				FITEM,2,105	
		FLST,2,4,4	!!INICIO	FITEM,2,303	
FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO	CREACIÓN	ÁREAS	FITEM,2,368	
CREACIÓN VOLUMEN 80		INTERIORES VOLUMEN 83		FITEM,2,379	
FITEM,2,168		FITEM,2,477		FITEM,2,381	
FITEM,2,298		FITEM,2,535		FITEM,2,-382	
FITEM,2,358		FITEM,2,331		VA,P51X	!FINAL
FITEM,2,366		FITEM,2,543		CREACIÓN VOLUMEN 85	
FITEM,2,370		AL,P51X			
FITEM,2,-371		FLST,2,4,4		FLST,2,4,4	!!INICIO
VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,443		CREACIÓN	ÁREAS
CREACIÓN VOLUMEN 80		FITEM,2,543		INTERIORES VOLUMEN 86	
		FITEM,2,298		FITEM,2,488	
FLST,2,4,4	!!INICIO	FITEM,2,542		FITEM,2,538	
CREACIÓN	ÁREAS	AL,P51X	!FINAL	FITEM,2,338	
INTERIORES VOLUMEN 81		CREACIÓN	ÁREAS	FITEM,2,546	
FITEM,2,501		INTERIORES VOLUMEN 83		AL,P51X	
FITEM,2,532				FLST,2,4,4	
FITEM,2,351		FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO	FITEM,2,446	
FITEM,2,540		CREACIÓN VOLUMEN 83		FITEM,2,546	
AL,P51X		FITEM,2,171		FITEM,2,300	
FLST,2,4,4		FITEM,2,301		FITEM,2,545	
FITEM,2,441		FITEM,2,365		AL,P51X	!FINAL
FITEM,2,540		FITEM,2,375		CREACIÓN	ÁREAS
FITEM,2,296		FITEM,2,377		INTERIORES VOLUMEN 86	
FITEM,2,539		FITEM,2,-378			
AL,P51X	!FINAL CREACIÓN	VA,P51X	!FINAL	FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO
ÁREAS	INTERIORES	CREACIÓN VOLUMEN 83		CREACIÓN VOLUMEN 86	
VOLUMEN 81				FITEM,2,173	
		FLST,2,4,4	!!INICIO	FITEM,2,304	
FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO	CREACIÓN	ÁREAS	FITEM,2,367	
CREACIÓN VOLUMEN 81		INTERIORES VOLUMEN 84		FITEM,2,381	
FITEM,2,169		FITEM,2,481		FITEM,2,383	
FITEM,2,299		FITEM,2,536		FITEM,2,-384	
FITEM,2,360		FITEM,2,169		VA,P51X	!FINAL
FITEM,2,370		FITEM,2,544		CREACIÓN VOLUMEN 86	
FITEM,2,372		AL,P51X			
FITEM,2,-373		FLST,2,4,4		FLST,2,4,4	!!INICIO
VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,444		CREACIÓN	ÁREAS
CREACIÓN VOLUMEN 81		FITEM,2,544		INTERIORES VOLUMEN 87	
		FITEM,2,299		FITEM,2,495	
FLST,2,4,4	!!INICIO	FITEM,2,543		FITEM,2,539	
CREACIÓN	ÁREAS	AL,P51X	!FINAL CREACIÓN	FITEM,2,345	
INTERIORES VOLUMEN 82		ÁREAS	INTERIORES	FITEM,2,547	
FITEM,2,463		VOLUMEN 84		AL,P51X	
FITEM,2,533				FLST,2,4,4	
FITEM,2,317		FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO	FITEM,2,447	
FITEM,2,541		CREACIÓN VOLUMEN 84		FITEM,2,547	
AL,P51X		FITEM,2,172		FITEM,2,301	
FLST,2,4,4		FITEM,2,302		FITEM,2,546	
FITEM,2,470		FITEM,2,369		AL,P51X	!FINAL
FITEM,2,534		FITEM,2,377		CREACIÓN	ÁREAS
FITEM,2,324		FITEM,2,379		INTERIORES VOLUMEN 87	
FITEM,2,542		FITEM,2,-380			
AL,P51X		VA,P51X	!FINAL	FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO
FLST,2,4,4		CREACIÓN VOLUMEN 84		CREACIÓN VOLUMEN 87	

FITEM,2,174		FITEM,2,332		FITEM,2,394	
FITEM,2,305		FITEM,2,551		FITEM,2,396	
FITEM,2,371		AL,P51X		FITEM,2,-397	
FITEM,2,383		FLST,2,4,4		VA,P51X	!FINAL
FITEM,2,385		FITEM,2,450		CREACIÓN VOLUMEN 92	
FITEM,2,-386		FITEM,2,551			
VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,304		FLST,2,4,4	!INICIO
CREACIÓN VOLUMEN 87		FITEM,2,550		CREACIÓN	ÁREAS
		AL,P51X	!FINAL	INTERIORES VOLUMEN 93	
FLST,2,4,4	!INICIO	CREACIÓN	ÁREAS	FITEM,2,503	
CREACIÓN ÁREAS INTERIORES		INTERIORES VOLUMEN 90		FITEM,2,548	
VOLUMEN 88				FITEM,2,353	
FITEM,2,502		FLST,2,6,5,ORDE,6	!INICIO	FITEM,2,554	
FITEM,2,540		CREACIÓN VOLUMEN 90		AL,P51X	
FITEM,2,352		FITEM,2,177		FLST,2,4,4	
FITEM,2,548		FITEM,2,308		FITEM,2,453	
AL,P51X		FITEM,2,378		FITEM,2,554	
FLST,2,4,4		FITEM,2,390		FITEM,2,307	
FITEM,2,448		FITEM,2,392		FITEM,2,553	
FITEM,2,548		FITEM,2,-393		AL,P51X	!FINAL
FITEM,2,302		VA,P51X	!FINAL	CREACIÓN	ÁREAS
FITEM,2,547		CREACIÓN VOLUMEN 90		INTERIORES VOLUMEN 93	
AL,P51X	!FINAL				
CREACIÓN	ÁREAS	FLST,2,4,4	!INICIO	FLST,2,6,5,ORDE,6	!INICIO
INTERIORES VOLUMEN 88		CREACIÓN	ÁREAS	CREACIÓN VOLUMEN 93	
		INTERIORES VOLUMEN 91		FITEM,2,180	
FLST,2,6,5,ORDE,6	!INICIO	FITEM,2,489		FITEM,2,311	
CREACIÓN VOLUMEN 88		FITEM,2,546		FITEM,2,388	
FITEM,2,175		FITEM,2,339		FITEM,2,396	
FITEM,2,306		FITEM,2,552		FITEM,2,398	
FITEM,2,373		AL,P51X		FITEM,2,-399	
FITEM,2,385		FLST,2,4,4		VA,P51X	!FINAL
FITEM,2,387		FITEM,2,451		CREACIÓN VOLUMEN 93	
FITEM,2,-388		FITEM,2,552			
VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,305		FLST,2,4,4	!INICIO
CREACIÓN VOLUMEN 88		FITEM,2,551		CREACIÓN	ÁREAS
		AL,P51X	!FINAL	INTERIORES VOLUMEN 94	
FLST,2,4,4	!INICIO	CREACIÓN	ÁREAS	FITEM,2,465	
CREACIÓN	ÁREAS	INTERIORES VOLUMEN 91		FITEM,2,549	
INTERIORES VOLUMEN 89				FITEM,2,319	
FITEM,2,464		FLST,2,8,5,ORDE,8	!INICIO	FITEM,2,555	
FITEM,2,541		CREACIÓN VOLUMEN 91		AL,P51X	
FITEM,2,318		FITEM,2,178		FLST,2,4,4	
FITEM,2,549		FITEM,2,309		FITEM,2,472	
AL,P51X		FITEM,2,380		FITEM,2,550	
FLST,2,4,4		FITEM,2,382		FITEM,2,326	
FITEM,2,471		FITEM,2,384		FITEM,2,556	
FITEM,2,542		FITEM,2,392		AL,P51X	
FITEM,2,325		FITEM,2,394		FLST,2,4,4	
FITEM,2,550		FITEM,2,-395		FITEM,2,454	
AL,P51X		VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,556	
FLST,2,4,4		CREACIÓN VOLUMEN 91		FITEM,2,308	
FITEM,2,449				FITEM,2,555	
FITEM,2,550		FLST,2,4,4	!INICIO	AL,P51X	!FINAL
FITEM,2,303		CREACIÓN	ÁREAS	CREACIÓN	ÁREAS
FITEM,2,549		INTERIORES VOLUMEN 92		INTERIORES VOLUMEN 94	
AL,P51X	!FINAL	FITEM,2,496			
CREACIÓN	ÁREAS	FITEM,2,547		FLST,2,6,5,ORDE,5	!INICIO
INTERIORES VOLUMEN 89		FITEM,2,346		CREACIÓN VOLUMEN 94	
		FITEM,2,553		FITEM,2,181	
FLST,2,6,5,ORDE,5	!INICIO	AL,P51X		FITEM,2,312	
CREACIÓN VOLUMEN 89		FLST,2,4,4		FITEM,2,391	
FITEM,2,176		FITEM,2,452		FITEM,2,400	
FITEM,2,307		FITEM,2,553		FITEM,2,-402	
FITEM,2,376		FITEM,2,306		VA,P51X	!FINAL
FITEM,2,389		FITEM,2,552		CREACIÓN VOLUMEN 94	
FITEM,2,-391		AL,P51X	!FINAL		
VA,P51X	!FINAL	CREACIÓN	ÁREAS	FLST,2,4,4	!INICIO
CREACIÓN VOLUMEN 89		INTERIORES VOLUMEN 92		CREACIÓN	ÁREAS
				INTERIORES VOLUMEN 95	
FLST,2,4,4	!INICIO	FLST,2,6,5,ORDE,6	!INICIO	FITEM,2,479	
CREACIÓN	ÁREAS	CREACIÓN VOLUMEN 92		FITEM,2,551	
INTERIORES VOLUMEN 90				FITEM,2,333	
FITEM,2,478		FITEM,2,179		FITEM,2,557	
FITEM,2,543		FITEM,2,310		AL,P51X	
		FITEM,2,386			

```

FLST,2,4,4
FITEM,2,455
FITEM,2,557
FITEM,2,309
FITEM,2,556
AL,P51X                !FINAL
CREACIÓN                ÁREAS
INTERIORES VOLUMEN 95

FLST,2,6,5,ORDE,6      !INICIO
CREACIÓN VOLUMEN 95
FITEM,2,182
FITEM,2,313
FITEM,2,393
FITEM,2,401
FITEM,2,403
FITEM,2,-404
VA,P51X                !FINAL
CREACIÓ VOLUMEN 95

FLST,2,4,4              !INICIO
CREACIÓN                ÁREAS
INTERIORES VOLUMEN 96
FITEM,2,490
FITEM,2,552
FITEM,2,340
FITEM,2,558
AL,P51X                !FINAL
CREACIÓN                ÁREAS
INTERIORES VOLUMEN 96

FLST,2,6,5,ORDE,6      !INICIO
CREACIÓN VOLUMEN 96
FITEM,2,183
FITEM,2,314
FITEM,2,395
FITEM,2,403
FITEM,2,405
FITEM,2,-406
VA,P51X                !FINAL
CREACIÓN VOLUMEN 96

FLST,2,4,4              !INICIO
CREACIÓN                ÁREAS
INTERIORES VOLUMEN 97
FITEM,2,497
FITEM,2,553
FITEM,2,347
FITEM,2,559
AL,P51X
FLST,2,4,4
FITEM,2,457
FITEM,2,559
FITEM,2,311
FITEM,2,558
AL,P51X                !FINAL
CREACIÓN                ÁREAS
INTERIORES VOLUMEN 97

FLST,2,6,5,ORDE,6      !INICIO
CREACIÓN VOLUMEN 97
FITEM,2,184
FITEM,2,315
FITEM,2,397
FITEM,2,405
FITEM,2,407
FITEM,2,-408
VA,P51X                !FINAL
CREACIÓN VOLUMEN 97

FLST,2,4,4              !INICIO
CREACIÓN                ÁREAS
INTERIORES VOLUMEN 98
FITEM,2,504
FITEM,2,554
FITEM,2,354
FITEM,2,560
AL,P51X
FLST,2,4,4
FITEM,2,458
FITEM,2,560
FITEM,2,312
FITEM,2,559
AL,P51X                !FINAL
CREACIÓN                ÁREAS
INTERIORES VOLUMEN 98

FLST,2,6,5,ORDE,6      !INICIO
CREACIÓN VOLUMEN 98
FITEM,2,185
FITEM,2,316
FITEM,2,399
FITEM,2,407
FITEM,2,409
FITEM,2,-410
VA,P51X                !FINAL
CREACIÓN VOLUMEN 98

IASIGNACIÓN DE LAS ÁREAS
Y VOLÚMENES DEL MACIZO
DE HORMIGÓN CON LOS
TIPOS DE ELEMENTOS
(ELEMENT TYPES) Y LOS
MATERIALES

FLST,5,6,5,ORDE,4      !MESH
ATTRIBUTES            ÁREAS
VOLUMEN 60 a MATERIAL
MODEL3,                R.CONSTANT1,
E.TYPE2
FITEM,5,149
FITEM,5,278
FITEM,5,317
FITEM,5,-320
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,6,5,ORDE,5      !MESH
ATTRIBUTES            ÁREAS
VOLUMEN 61 a MATERIAL
MODEL3,                R.CONSTANT1,
E.TYPE2
FITEM,5,150
FITEM,5,279
FITEM,5,319
FITEM,5,321
FITEM,5,-323
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y

FLST,2,4,4              !INICIO
CREACIÓN                ÁREAS
INTERIORES VOLUMEN 95
FITEM,2,504
FITEM,2,554
FITEM,2,354
FITEM,2,560
AL,P51X
FLST,2,4,4
FITEM,5,151
FITEM,5,280
FITEM,5,322
FITEM,5,324
FITEM,5,-326
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,6,5,ORDE,5      !MESH
ATTRIBUTES            ÁREAS
VOLUMEN 62 a MATERIAL
MODEL3,                R.CONSTANT1,
E.TYPE2
FITEM,5,152
FITEM,5,281
FITEM,5,325
FITEM,5,327
FITEM,5,-329
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,6,5,ORDE,5      !MESH
ATTRIBUTES            ÁREAS
VOLUMEN 63 a MATERIAL
MODEL3,                R.CONSTANT1,
E.TYPE2
FITEM,5,152
FITEM,5,281
FITEM,5,325
FITEM,5,327
FITEM,5,-329
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,6,5,ORDE,5      !MESH
ATTRIBUTES            ÁREAS
VOLUMEN 64 a MATERIAL
MODEL3,                R.CONSTANT1,
E.TYPE2
FITEM,5,153
FITEM,5,282
FITEM,5,328
FITEM,5,330
FITEM,5,-332
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,6,5,ORDE,5      !MESH
ATTRIBUTES            ÁREAS
VOLUMEN 65 a MATERIAL
MODEL3,                R.CONSTANT1,
E.TYPE2

```



```

FITEM,5,154
FITEM,5,283
FITEM,5,320
FITEM,5,333
FITEM,5,-335
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 66 a MATERIAL
MODEL3, R.CONSTANT1,
E.TYPE2
FITEM,5,155
FITEM,5,284
FITEM,5,323
FITEM,5,334
FITEM,5,336
FITEM,5,-337
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,8,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 67 a MATERIAL
MODEL3, R.CONSTANT1,
E.TYPE2
FITEM,5,156
FITEM,5,285
FITEM,5,326
FITEM,5,336
FITEM,5,338
FITEM,5,-341
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 68 a MATERIAL
MODEL3, R.CONSTANT1,
E.TYPE2
FITEM,5,157
FITEM,5,286
FITEM,5,329
FITEM,5,338
FITEM,5,342
FITEM,5,-343
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 69 a MATERIAL
MODEL3, R.CONSTANT1,
E.TYPE2
FITEM,5,158
FITEM,5,287
FITEM,5,332
FITEM,5,342
FITEM,5,344
FITEM,5,-345
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,5 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 70 a MATERIAL
MODEL3, R.CONSTANT1,
E.TYPE2
FITEM,5,159
FITEM,5,288
FITEM,5,335
FITEM,5,346
FITEM,5,-348
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 71 a MATERIAL
MODEL3, R.CONSTANT1,
E.TYPE2
FITEM,5,160
FITEM,5,289
FITEM,5,337
FITEM,5,347
FITEM,5,349
FITEM,5,-350
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 72 a MATERIAL
MODEL3, R.CONSTANT1,
E.TYPE2
FITEM,5,161
FITEM,5,290
FITEM,5,341
FITEM,5,349
FITEM,5,351
FITEM,5,-352
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 73 a MATERIAL
MODEL3, R.CONSTANT1,
E.TYPE2
FITEM,5,100
FITEM,5,291
FITEM,5,340
FITEM,5,351
FITEM,5,353
FITEM,5,-354
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 74 a MATERIAL
MODEL3, R.CONSTANT1,
E.TYPE2
FITEM,5,162
FITEM,5,292
FITEM,5,339
FITEM,5,353
FITEM,5,355
FITEM,5,-356
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES AREAS

```

VOLUMEN 75 a MATERIAL
 MODEL3, R.CONSTANT1,
 E.TYPE2
 FITEM,5,163
 FITEM,5,293
 FITEM,5,343
 FITEM,5,355
 FITEM,5,357
 FITEM,5,-358
 CM,_Y,AREA
 ASEL,, ,P51X
 CM,_Y1,AREA
 CMSEL,S,_Y
 !*
 CMSEL,S,_Y1
 AATT, 3, 1, 2, 0,
 CMSEL,S,_Y
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 !*
 FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
 ATTRIBUTES ÁREAS
 VOLUMEN 76 a MATERIAL
 MODEL3, R.CONSTANT1,
 E.TYPE2
 FITEM,5,164
 FITEM,5,294
 FITEM,5,345
 FITEM,5,357
 FITEM,5,359
 FITEM,5,-360
 CM,_Y,AREA
 ASEL,, ,P51X
 CM,_Y1,AREA
 CMSEL,S,_Y
 !*
 CMSEL,S,_Y1
 AATT, 3, 1, 2, 0,
 CMSEL,S,_Y
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 !*
 FLST,5,6,5,ORDE,5 !MESH
 ATTRIBUTES ÁREAS
 VOLUMEN 77 a MATERIAL
 MODEL3, R.CONSTANT1,
 E.TYPE2
 FITEM,5,165
 FITEM,5,295
 FITEM,5,348
 FITEM,5,361
 FITEM,5,-363
 CM,_Y,AREA
 ASEL,, ,P51X
 CM,_Y1,AREA
 CMSEL,S,_Y
 !*
 CMSEL,S,_Y1
 AATT, 3, 1, 2, 0,
 CMSEL,S,_Y
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 !*
 FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
 ATTRIBUTES ÁREAS
 VOLUMEN 78 a MATERIAL
 MODEL3, R.CONSTANT1,
 E.TYPE2
 FITEM,5,166
 FITEM,5,296
 FITEM,5,350
 FITEM,5,362

FITEM,5,364
 FITEM,5,-365
 CM,_Y,AREA
 ASEL,, ,P51X
 CM,_Y1,AREA
 CMSEL,S,_Y
 !*
 CMSEL,S,_Y1
 AATT, 3, 1, 2, 0,
 CMSEL,S,_Y
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 !*
 FLST,5,10,5,ORDE,8 !MESH
 ATTRIBUTES ÁREAS
 VOLUMEN 79 a MATERIAL
 MODEL3, R.CONSTANT1,
 E.TYPE2
 FITEM,5,167
 FITEM,5,297
 FITEM,5,352
 FITEM,5,354
 FITEM,5,356
 FITEM,5,364
 FITEM,5,366
 FITEM,5,-369
 CM,_Y,AREA
 ASEL,, ,P51X
 CM,_Y1,AREA
 CMSEL,S,_Y
 !*
 CMSEL,S,_Y1
 AATT, 3, 1, 2, 0,
 CMSEL,S,_Y
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 !*
 FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
 ATTRIBUTES ÁREAS
 VOLUMEN 80 a MATERIAL
 MODEL3, R.CONSTANT1,
 E.TYPE2
 FITEM,5,168
 FITEM,5,298
 FITEM,5,358
 FITEM,5,366
 FITEM,5,370
 FITEM,5,-371
 CM,_Y,AREA
 ASEL,, ,P51X
 CM,_Y1,AREA
 CMSEL,S,_Y
 !*
 CMSEL,S,_Y1
 AATT, 3, 1, 2, 0,
 CMSEL,S,_Y
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 !*
 FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
 ATTRIBUTES ÁREAS
 VOLUMEN 81 a MATERIAL
 MODEL3, R.CONSTANT1,
 E.TYPE2
 FITEM,5,169
 FITEM,5,299
 FITEM,5,360
 FITEM,5,370
 FITEM,5,372
 FITEM,5,-373
 CM,_Y,AREA
 ASEL,, ,P51X

CM,_Y1,AREA
 CMSEL,S,_Y
 !*
 CMSEL,S,_Y1
 AATT, 3, 1, 2, 0,
 CMSEL,S,_Y
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 !*
 FLST,5,6,5,ORDE,5 !MESH
 ATTRIBUTES ÁREAS
 VOLUMEN 82 a MATERIAL
 MODEL3, R.CONSTANT1,
 E.TYPE2
 FITEM,5,170
 FITEM,5,300
 FITEM,5,363
 FITEM,5,374
 FITEM,5,-376
 CM,_Y,AREA
 ASEL,, ,P51X
 CM,_Y1,AREA
 CMSEL,S,_Y
 !*
 CMSEL,S,_Y1
 AATT, 3, 1, 2, 0,
 CMSEL,S,_Y
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 !*
 FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
 ATTRIBUTES ÁREAS
 VOLUMEN 83 a MATERIAL
 MODEL3, R.CONSTANT1,
 E.TYPE2
 FITEM,5,171
 FITEM,5,301
 FITEM,5,365
 FITEM,5,375
 FITEM,5,377
 FITEM,5,-378
 CM,_Y,AREA
 ASEL,, ,P51X
 CM,_Y1,AREA
 CMSEL,S,_Y
 !*
 CMSEL,S,_Y1
 AATT, 3, 1, 2, 0,
 CMSEL,S,_Y
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 !*
 FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
 ATTRIBUTES ÁREAS
 VOLUMEN 84 a MATERIAL
 MODEL3, R.CONSTANT1,
 E.TYPE2
 FITEM,5,172
 FITEM,5,302
 FITEM,5,369
 FITEM,5,377
 FITEM,5,379
 FITEM,5,-380
 CM,_Y,AREA
 ASEL,, ,P51X
 CM,_Y1,AREA
 CMSEL,S,_Y
 !*
 CMSEL,S,_Y1
 AATT, 3, 1, 2, 0,
 CMSEL,S,_Y
 CMDELE,_Y

```

CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 85 a MATERIAL
MODEL3, R.CONSTANT1,
E.TYPE2
FITEM,5,105
FITEM,5,303
FITEM,5,368
FITEM,5,379
FITEM,5,381
FITEM,5,-382
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 86 a MATERIAL
MODEL3, R.CONSTANT1,
E.TYPE2
FITEM,5,173
FITEM,5,304
FITEM,5,367
FITEM,5,381
FITEM,5,383
FITEM,5,-384
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 87 a MATERIAL
MODEL3, R.CONSTANT1,
E.TYPE2
FITEM,5,174
FITEM,5,305
FITEM,5,371
FITEM,5,383
FITEM,5,385
FITEM,5,-386
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 88 a MATERIAL
MODEL3, R.CONSTANT1,
E.TYPE2
FITEM,5,175
FITEM,5,306
FITEM,5,373
FITEM,5,385
FITEM,5,387
FITEM,5,-388
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,5 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 89 a MATERIAL
MODEL3, R.CONSTANT1,
E.TYPE2
FITEM,5,176
FITEM,5,307
FITEM,5,376
FITEM,5,389
FITEM,5,-391
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 90 a MATERIAL
MODEL3, R.CONSTANT1,
E.TYPE2
FITEM,5,177
FITEM,5,308
FITEM,5,378
FITEM,5,390
FITEM,5,392
FITEM,5,-393
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,8,5,ORDE,8 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 91 a MATERIAL
MODEL3, R.CONSTANT1,
E.TYPE2
FITEM,5,178
FITEM,5,309
FITEM,5,380
FITEM,5,382
FITEM,5,384
FITEM,5,392
FITEM,5,394
FITEM,5,395
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 92 a MATERIAL
MODEL3, R.CONSTANT1,
E.TYPE2
FITEM,5,179
FITEM,5,310
FITEM,5,386
FITEM,5,394
FITEM,5,396
FITEM,5,-397
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 93 a MATERIAL
MODEL3, R.CONSTANT1,
E.TYPE2
FITEM,5,180
FITEM,5,311
FITEM,5,388
FITEM,5,396
FITEM,5,398
FITEM,5,-399
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,5 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 94 a MATERIAL
MODEL3, R.CONSTANT1,
E.TYPE2
FITEM,5,181
FITEM,5,312
FITEM,5,391
FITEM,5,400
FITEM,5,-402
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y

```

```

!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 95 a MATERIAL
MODEL3, R.CONSTANT1,
E.TYPE2
FITEM,5,182
FITEM,5,313
FITEM,5,393
FITEM,5,401
FITEM,5,403
FITEM,5,-404
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 96 a MATERIAL
MODEL3, R.CONSTANT1,
E.TYPE2
FITEM,5,183
FITEM,5,314
FITEM,5,395
FITEM,5,403
FITEM,5,405
FITEM,5,-406
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 97 a MATERIAL
MODEL3, R.CONSTANT1,
E.TYPE2
FITEM,5,184
FITEM,5,315
FITEM,5,397
FITEM,5,405
FITEM,5,407
FITEM,5,-408
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1

```

```

!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 98 a MATERIAL
MODEL3, R.CONSTANT1,
E.TYPE2
FITEM,5,185
FITEM,5,316
FITEM,5,399
FITEM,5,407
FITEM,5,409
FITEM,5,-410
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 60 a MATERIAL 3,
R.CONSTANT 1, E TYPE2
VSEL,, , , 60
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 61 a MATERIAL 3,
R.CONSTANT 1, E TYPE2
VSEL,, , , 61
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 62 a MATERIAL 3,
R.CONSTANT 1, E TYPE2
VSEL,, , , 62
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 63 a MATERIAL 3,
R.CONSTANT 1, E TYPE2
VSEL,, , , 63

```

```

CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 64 a MATERIAL 3,
R.CONSTANT 1, E TYPE2
VSEL,, , , 64
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 65 a
MATERIAL 3, R.CONSTANT 1,
E TYPE2
VSEL,, , , 65
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 66 a
MATERIAL 3, R.CONSTANT 1,
E TYPE2
VSEL,, , , 66
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 67 a
MATERIAL 3, R.CONSTANT 1,
E TYPE2
VSEL,, , , 67
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 68 a
MATERIAL 3, R.CONSTANT 1,
E TYPE2
VSEL,, , , 68

```

```

CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
    
```

```

CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
    
```

```

CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
    
```

```

CM,_Y,VOLU          !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 69 a
MATERIAL 3, R.CONSTANT 1,
E TYPE2
VSEL, , , , 69
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
    
```

```

CM,_Y,VOLU          !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 74 a
MATERIAL 3, R.CONSTANT 1,
E TYPE2
VSEL, , , , 74
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
    
```

```

CM,_Y,VOLU          !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 79 a
MATERIAL 3, R.CONSTANT 1,
E TYPE2
VSEL, , , , 79
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
    
```

```

CM,_Y,VOLU          !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 70 a
MATERIAL 3, R.CONSTANT 1,
E TYPE2
VSEL, , , , 70
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
    
```

```

CM,_Y,VOLU          !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 75 a
MATERIAL 3, R.CONSTANT 1,
E TYPE2
VSEL, , , , 75
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
    
```

```

CM,_Y,VOLU          !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 80 a
MATERIAL 3, R.CONSTANT 1,
E TYPE2
VSEL, , , , 80
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
    
```

```

CM,_Y,VOLU          !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 71 a
MATERIAL 3, R.CONSTANT 1,
E TYPE2
VSEL, , , , 71
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
    
```

```

CM,_Y,VOLU          !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 76 a
MATERIAL 3, R.CONSTANT 1,
E TYPE2
VSEL, , , , 76
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
    
```

```

CM,_Y,VOLU          !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 81 a
MATERIAL 3, R.CONSTANT 1,
E TYPE2
VSEL, , , , 81
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
    
```

```

CM,_Y,VOLU          !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 72 a
MATERIAL 3, R.CONSTANT 1,
E TYPE2
VSEL, , , , 72
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
    
```

```

CM,_Y,VOLU          !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 77 a
MATERIAL 3, R.CONSTANT 1,
E TYPE2
VSEL, , , , 77
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
    
```

```

CM,_Y,VOLU          !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 82 a
MATERIAL 3, R.CONSTANT 1,
E TYPE2
VSEL, , , , 82
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
    
```

```

CM,_Y,VOLU          !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 73 a
MATERIAL 3, R.CONSTANT 1,
E TYPE2
VSEL, , , , 73
    
```

```

CM,_Y,VOLU          !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 78 a
MATERIAL 3, R.CONSTANT 1,
E TYPE2
VSEL, , , , 78
    
```

```

CM,_Y,VOLU          !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 83 a
MATERIAL 3, R.CONSTANT 1,
E TYPE2
VSEL, , , , 83
    
```

```

CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
    
```

```

CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
    
```

```

CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
    
```

```

CM,_Y,VOLU          !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 84 a
MATERIAL 3, R.CONSTANT 1,
E TYPE2
VSEL, , , , 84
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
    
```

```

CM,_Y,VOLU          !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 89 a
MATERIAL 3, R.CONSTANT 1,
E TYPE2
VSEL, , , , 89
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
    
```

```

CM,_Y,VOLU          !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 94 a
MATERIAL 3, R.CONSTANT 1,
E TYPE2
VSEL, , , , 94
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
    
```

```

CM,_Y,VOLU          !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 85 a
MATERIAL 3, R.CONSTANT 1,
E TYPE2
VSEL, , , , 85
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
    
```

```

CM,_Y,VOLU          !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 90 a
MATERIAL 3, R.CONSTANT 1,
E TYPE2
VSEL, , , , 90
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
    
```

```

CM,_Y,VOLU          !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 95 a
MATERIAL 3, R.CONSTANT 1,
E TYPE2
VSEL, , , , 95
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
    
```

```

CM,_Y,VOLU          !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 86 a
MATERIAL 3, R.CONSTANT 1,
E TYPE2
VSEL, , , , 86
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
    
```

```

CM,_Y,VOLU          !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 91 a
MATERIAL 3, R.CONSTANT 1,
E TYPE2
VSEL, , , , 91
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
    
```

```

CM,_Y,VOLU          !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 96 a
MATERIAL 3, R.CONSTANT 1,
E TYPE2
VSEL, , , , 96
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
    
```

```

CM,_Y,VOLU          !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 87 a
MATERIAL 3, R.CONSTANT 1,
E TYPE2
VSEL, , , , 87
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
    
```

```

CM,_Y,VOLU          !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 92 a
MATERIAL 3, R.CONSTANT 1,
E TYPE2
VSEL, , , , 92
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
    
```

```

CM,_Y,VOLU          !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 97 a
MATERIAL 3, R.CONSTANT 1,
E TYPE2
VSEL, , , , 97
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
    
```

```

CM,_Y,VOLU          !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 88 a
MATERIAL 3, R.CONSTANT 1,
E TYPE2
VSEL, , , , 88
    
```

```

CM,_Y,VOLU          !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 93 a
MATERIAL 3, R.CONSTANT 1,
E TYPE2
VSEL, , , , 93
    
```

```

CM,_Y,VOLU          !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN 98 a
MATERIAL 3, R.CONSTANT 1,
E TYPE2
VSEL, , , , 98
    
```

```

CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

!MALLADO DE LAS LÍNEAS Y
LOS VOLUMENES QUE
FORMAN EL BLOQUE DE
HORMIGÓN (Z=-500)

FLST,5,4,4,ORDE,4
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 60
FITEM,5,411
!LÍNEAS 411,416,459,466 (4
DIV)
FITEM,5,416
FITEM,5,459
FITEM,5,466
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,4
!LÍNEAS 505,506,511,512 (10
DIV)
FITEM,5,505
FITEM,5,-506
FITEM,5,511
FITEM,5,-512
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*
FINAL
MALLADA LÍNEAS VOLUM 60

CM,_Y,VOLU
!INICIO MALLADO VOLUMEN
60
VSEL, , , , 60
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
FINAL
MALLADO VOLUMEN 60

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 61
FITEM,5,412
!LÍNEAS 412,417 (10 DIV)
FITEM,5,417
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,_Y
!*

LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 508, 514 (10 DIV)
FITEM,5,508
FITEM,5,514
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X

LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 466,473 (4 DIV)
FITEM,5,466
FITEM,5,473
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 507, 513 (10 DIV)
FITEM,5,507
FITEM,5,513
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*
FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
61

CM,_Y,VOLU
!INICIO
MALLADO VOLUMEN 61
VSEL, , , , 61
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
FINAL
MALLADO VOLUMEN 61

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 62
FITEM,5,413
!LÍNEAS 418, 413 (7 DIV)
FITEM,5,418
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,7, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 484 (4 DIV)
FITEM,5,484
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 508, 514 (10 DIV)
FITEM,5,508
FITEM,5,514
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X

CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*
FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUM 63

CM,_Y,VOLU
!INICIO MALLADO VOLUMEN
63
VSEL, , , , 63
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2

CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*
FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
62
VSEL, , , , 62
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
FINAL
MALLADO VOLUMEN 62

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 63
FITEM,5,414
!LÍNEAS 414, 419 (10 DIV)
FITEM,5,419
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 64
FITEM,5,415
!LÍNEAS 415, 420 (10 DIV)
FITEM,5,420
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*

```

```

!*                               !FINAL
MALLADO VOLUMEN 63

FLST,5,4,4,ORDE,4
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 64
FITEM,5,415
!LÍNEAS 415,420, 491, 498N(4
DIV)
FITEM,5,420
FITEM,5,491
FITEM,5,498
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,4, , , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 510, 516 (10 DIV)
FITEM,5,510
FITEM,5,516
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,10, , , , ,1
!*                               !FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
64

CM,_Y,VOLU                               !INICIO
MALLADO VOLUMEN 64
VSEL,, , , 64
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*                               !FINAL
MALLADO VOLUMEN 64

FLST,5,1,4,ORDE,1
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 65
FITEM,5,421
!LÍNEA 421 (4 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,4, , , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEA 460, 467 (7 DIV)
FITEM,5,460
FITEM,5,467
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,7, , , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 517, 518 (10 DIV)
FITEM,5,517
FITEM,5,-518
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,10, , , , ,1
!*                               !FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
65

CM,_Y,VOLU                               !INICIO
MALLADO VOLUMEN 65
VSEL,, , , 65
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*                               !FINAL
MALLADO VOLUMEN 65

FLST,5,1,4,ORDE,1
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 66
FITEM,5,422
!LÍNEA 422 (10 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,10, , , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEA 467, 474 (7 DIV)
FITEM,5,467
FITEM,5,474
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,7, , , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 513, 519 (10 DIV)
FITEM,5,513
FITEM,5,519
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,10, , , , ,1
!*                               !FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
66

CM,_Y,VOLU                               !INICIO
MALLADO VOLUMEN
66
VSEL,, , , 66
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y

!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*                               !FINAL
MALLADO VOLUMEN 66

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!INICIO CREACIÓN MALLADO
LÍNEAS VOLUMEN 67
FITEM,5,474
!LÍNEAS 474, 485 (7 DIV)
FITEM,5,485
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,7, , , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEAS 418 (7 DIV)
FITEM,5,418
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,7, , , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 423,425 (3 DIV)
FITEM,5,423
FITEM,5,425
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,3, , , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 424 (1 DIV)
FITEM,5,424
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,1, , , , ,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,2
!LÍNEAS 519,520, 521, 522 (10
DIV)
FITEM,5,519
FITEM,5,-522
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,10, , , , ,1
!*                               !FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
67

CM,_Y,VOLU                               !INICIO
MALLADO VOLUMEN 67
VSEL,, , , 67

```



```

CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 67
FINAL

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!INICIO CREACIÓN MALLADO
LÍNEAS VOLUMEN 68
FITEM,5,485
!!LÍNEAS 485, 492 (7 DIV)
FITEM,5,492
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,7, , , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!!LÍNEA 426 (10 DIV)
FITEM,5,426
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!LÍNEAS 522, 523 (10 DIV)
FITEM,5,522
FITEM,5,-523
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , , ,1
!*
FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
68

CM,_Y,VOLU
!!INICIO MALLADO VOLUMEN
68
VSEL, , , , 68
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 68
FINAL

FLST,5,1,4,ORDE,1
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 69
FITEM,5,427
!!LÍNEA 427 (4 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE

CMSEL, ,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!LÍNEAS 525, 526 (10 DIV)
FITEM,5,525
FITEM,5,-526
CM,_Y,LINE

CMSEL, ,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , , ,1
!*
FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
70

FLST,5,1,4,ORDE,1
!!LÍNEA 499 (7 DIV)
FITEM,5,499
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,7, , , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!!LÍNEA 524 (10 DIV)
FITEM,5,524
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , , ,1
!*
FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
69

CM,_Y,VOLU
!!INICIO
MALLADO VOLUMEN 69
VSEL, , , , 69
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 69
FINAL

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 70
FITEM,5,461
!!LÍNEAS 461,468 (2 DIV)
FITEM,5,468
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!!LÍNEA 428 (4 DIV)
FITEM,5,428
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!LÍNEAS 525, 526 (10 DIV)
FITEM,5,525
FITEM,5,-526
CM,_Y,LINE

CMSEL, ,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , , ,1
!*
FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
70

FLST,5,1,4,ORDE,1
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 71
FITEM,5,475
!!LÍNEA 475 (2 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!LÍNEAS 429,527 (10 DIV)
FITEM,5,429
FITEM,5,527
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , , ,1
!*
FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
71

CM,_Y,VOLU
!!INICIO
MALLADO VOLUMEN 71
VSEL, , , , 71
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 71
FINAL

FLST,5,1,4,ORDE,1
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 72
FITEM,5,480
!!LÍNEA 480 (2 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE

```

```

CMSEL,_,Y
!*
LESIZE,_Y1,.,,2,.,.,,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 430 (3 DIV)
FITEM,5,430
CM,_,Y,LINE
LSEL,.,.,,P51X
CM,_,Y1,LINE
CMSEL,_,Y
!*
LESIZE,_Y1,.,,3,.,.,,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 528 (10 DIV)
FITEM,5,528
CM,_,Y,LINE
LSEL,.,.,,P51X
CM,_,Y1,LINE
CMSEL,_,Y
!*
LESIZE,_Y1,.,,10,.,.,,1
!*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
72

CM,_,Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 72
VSEL,.,.,,72
CM,_,Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 72
FINAL

FLST,5,1,4,ORDE,1
!INICIO MALLADO LÍNEAS
INTERIORES VOLUM 73
FITEM,5,482
!LÍNEA 482 (2 DIV)
CM,_,Y,LINE
LSEL,.,.,,P51X
CM,_,Y1,LINE
CMSEL,_,Y
!*
LESIZE,_Y1,.,,2,.,.,,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 431 (1 DIV)
FITEM,5,431
CM,_,Y,LINE
LSEL,.,.,,P51X
CM,_,Y1,LINE
CMSEL,_,Y
!*
LESIZE,_Y1,.,,1,.,.,,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 529 (10 DIV)
FITEM,5,529
CM,_,Y,LINE
LSEL,.,.,,P51X
CM,_,Y1,LINE
CMSEL,_,Y
!*

!*
LESIZE,_Y1,.,,10,.,.,,1
!*
MALLADO LÍNEAS
INTERIORES VOLUMEN 73

CM,_,Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 73
VSEL,.,.,,73
CM,_,Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 73
FINAL

FLST,5,1,4,ORDE,1
!INICIO MALLADO LÍNEAS
INTERIORES VOLUMEN 74
FITEM,5,432
!LÍNEA 432 (3 DIV)
CM,_,Y,LINE
LSEL,.,.,,P51X
CM,_,Y1,LINE
CMSEL,_,Y
!*
LESIZE,_Y1,.,,3,.,.,,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 486 (2 DIV)
FITEM,5,486
CM,_,Y,LINE
LSEL,.,.,,P51X
CM,_,Y1,LINE
CMSEL,_,Y
!*
LESIZE,_Y1,.,,2,.,.,,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 530 (10 DIV)
FITEM,5,530
CM,_,Y,LINE
LSEL,.,.,,P51X
CM,_,Y1,LINE
CMSEL,_,Y
!*
LESIZE,_Y1,.,,10,.,.,,1
!*
MALLADO LÍNEAS
INTERIORES VOLUMEN 74

CM,_,Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 74
VSEL,.,.,,74
CM,_,Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 74
FINAL

FLST,5,1,4,ORDE,1
!INICIO MALLADO LÍNEAS
INTERIORES VOLUMEN 75
FITEM,5,433
!LÍNEA 433 (10 DIV)
CM,_,Y,LINE
LSEL,.,.,,P51X
CM,_,Y1,LINE
CMSEL,_,Y
!*
LESIZE,_Y1,.,,10,.,.,,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 493 (2 DIV)
FITEM,5,493
CM,_,Y,LINE
LSEL,.,.,,P51X
CM,_,Y1,LINE
CMSEL,_,Y
!*
LESIZE,_Y1,.,,2,.,.,,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 531 (10 DIV)
FITEM,5,531
CM,_,Y,LINE
LSEL,.,.,,P51X
CM,_,Y1,LINE
CMSEL,_,Y
!*
LESIZE,_Y1,.,,10,.,.,,1
!*
MALLADO LÍNEAS
INTERIORES VOLUMEN 75

CM,_,Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 75
VSEL,.,.,,75
CM,_,Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 75
FINAL

FLST,5,1,4,ORDE,1
!INICIO MALLADO LÍNEAS
INTERIORES VOLUMEN 76
FITEM,5,434
!LÍNEA 434 (4 DIV)
CM,_,Y,LINE
LSEL,.,.,,P51X
CM,_,Y1,LINE
CMSEL,_,Y
!*
LESIZE,_Y1,.,,4,.,.,,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 500 (2 DIV)
FITEM,5,500
CM,_,Y,LINE
LSEL,.,.,,P51X
CM,_,Y1,LINE
CMSEL,_,Y
!*
LESIZE,_Y1,.,,2,.,.,,1
!*

```

```

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 532 (10 DIV)
FITEM,5,532
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS
INTERIORES VOLUMEN 76

CM,_Y,VOLU !INICIO
MALLADO VOLUMEN 76
VSEL, , , , 76
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 76

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
INTERIORES VOLUMEN 77 (20
DIV)
FITEM,5,462
!LÍNEAS 462, 469 (20 DIV)
FITEM,5,469
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,20, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 435 (4 DIV)
FITEM,5,435
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 533, 534 (10 DIV)
FITEM,5,533
FITEM,5,-534
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS
INTERIORES VOLUMEN 77

CM,_Y,VOLU !INICIO
MALLADO VOLUMEN 77
VSEL, , , , 77
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 77

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 436 (10 DIV)
FITEM,5,436
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 535 (10 DIV)
FITEM,5,535
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS
INTERIORES VOLUMEN 78

CM,_Y,VOLU
!INICIO MALLADO VOLUMEN
78
VSEL, , , , 78
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 78

FLST,5,1,4,ORDE,1
!INICIO MALLADO LÍNEAS
INTERIORES VOLUMEN 79
FITEM,5,487
!LÍNEA 487 (20 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,20, , , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 437, 439 (3 DIV)
FITEM,5,437
FITEM,5,439
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,3, , , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 438 (1 DIV)
FITEM,5,438
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,1, , , , ,1
!*

FLST,5,3,4,ORDE,2
!LÍNEAS 536, 537 i 538 (10 DIV)
FITEM,5,536
FITEM,5,-538
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS
INTERIORES VOLUMEN 79

CM,_Y,VOLU !INICIO
MALLADO VOLUMEN 79
VSEL, , , , 79
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 79

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
INTERIORES VOLUMEN 80
FITEM,5,433
!LÍNEAS 433,440 (10 DIV)
FITEM,5,440
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 494 (20 DIV)
FITEM,5,494
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*

```

```

LESIZE,_Y1,, ,20, , , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 539 (10 DIV)
FITEM,5,539
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,10, , , , ,1
!*
MALLADO LÍNEAS
INTERIORES VOLUMEN 80

CM,_Y,VOLU !INICIO
MALLADO VOLUMEN 80
VSEL, , , , 80
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 80
!FINAL

FLST,5,1,4,ORDE,1
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 81
FITEM,5,441
!LÍNEA 441 (4 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,4, , , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 501 (20 DIV)
FITEM,5,501
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,20, , , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 540 (10 DIV)
FITEM,5,540
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,10, , , , ,1
!*
MALLADO LÍNEAS
INTERIORES VOLUMEN 81

CM,_Y,VOLU !INICIO
MALLADO VOLUMEN 81
VSEL, , , , 81
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*

VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 82
!FINAL

FLST,5,1,4,ORDE,1
!INICIO MALLADO LÍNEAS
INTERIORES VOLUMEN 83
FITEM,5,443
!LÍNEA 443 (10 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,10, , , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 477 (2 DIV)
FITEM,5,477
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,2, , , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 543 (10 DIV)
FITEM,5,543
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,10, , , , ,1
!*
MALLADO LÍNEAS
INTERIORES VOLUMEN 83

CM,_Y,VOLU !INICIO
MALLADO VOLUMEN 83
VSEL, , , , 83
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 83
!FINAL

FLST,5,1,4,ORDE,1
!INICIO MALLADO LÍNEAS
INTERIORES VOLUMEN 84
FITEM,5,481
!LÍNEA 481 (2 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,2, , , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 444 (3 DIV)
FITEM,5,444
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,3, , , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 544 (10 DIV)
FITEM,5,544
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,10, , , , ,1
!*
MALLADO LÍNEAS
INTERIORES VOLUMEN 84

```

```

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 84
VSEL, , , , 84
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*          !FINAL
MALLADO VOLUMEN 84

FLST,5,1,4,ORDE,1
!INICIO MALLADO LÍNEAS
INTERIORES VOLUMEN 85
FITEM,5,483
!LÍNEA 483 (2 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 445 (1 DIV)
FITEM,5,445
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,1, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 545 (10 DIV)
FITEM,5,545
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*          !FINAL
MALLADO LÍNEAS
INTERIORES VOLUMEN 85

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 85
VSEL, , , , 85
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*          !FINAL
MALLADO VOLUMEN 85

FLST,5,1,4,ORDE,1
!INICIO MALLADO LÍNEAS
INTERIORES VOLUMEN 86
FITEM,5,488
!LÍNEA 488 (2 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X

CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 446 (3 DIV)
FITEM,5,446
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,3, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 546 (10 DIV)
FITEM,5,546
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*          !FINAL
MALLADO LÍNEAS
INTERIORES VOLUMEN 86

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 86
VSEL, , , , 86
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*          !FINAL
MALLADO VOLUMEN 86

FLST,5,1,4,ORDE,1
!INICIO MALLADO LÍNEAS
INTERIORES VOLUMEN 87
FITEM,5,447
!LÍNEA 447 (10 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 495 (2 DIV)
FITEM,5,495
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 547 (10 DIV)
FITEM,5,547
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE

CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*

CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*          !FINAL
MALLADO LÍNEAS
INTERIORES VOLUMEN 87

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 87
VSEL, , , , 87
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*          !FINAL
MALLADO VOLUMEN 87

FLST,5,1,4,ORDE,1
!INICIO MALLADO LÍNEAS
INTERIORES VOLUMEN 88
FITEM,5,448
!LÍNEA 448 (4 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 502 (2 DIV)
FITEM,5,502
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 548 (10 DIV)
FITEM,5,548
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*          !FINAL
MALLADO LÍNEAS
INTERIORES VOLUMEN 88

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 88
VSEL, , , , 88
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*          !FINAL
MALLADO VOLUMEN 88

```

FLST,5,2,4,ORDE,2
 !!INICIO MALLADO LÍNEAS
 INTERIORES VOLUMEN 89
 FITEM,5,464
 !LÍNEA 464, 471 (7 DIV)
 FITEM,5,471
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1, , ,7, , , , ,1
 !*

FLST,5,1,4,ORDE,1
 !LÍNEA 449 (4 DIV)
 FITEM,5,449
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1, , ,4, , , , ,1
 !*

FLST,5,2,4,ORDE,2
 !LÍNEAS 549, 550 (10 DIV)
 FITEM,5,549
 FITEM,5,-550
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1, , ,10, , , , ,1
 !*
 !!FINAL
 MALLADO LÍNEAS
 INTERIORES VOLUMEN 89

CM,_Y,VOLU !!INICIO
 MALLADO VOLUMEN 89
 VSEL, , , , 89
 CM,_Y1,VOLU
 CHKMSH,'VOLU'
 CMSEL,S,_Y
 !*
 VSWEAP,_Y1
 !*
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 CMDELE,_Y2
 !*
 !!FINAL
 MALLADO VOLUMEN 89

FLST,5,1,4,ORDE,1
 !!INICIO MALLADO LÍNEAS
 INTERIORES VOLUMEN 90
 FITEM,5,450
 !LÍNEA 450 (10 DIV)
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1, , ,10, , , , ,1
 !*

FLST,5,1,4,ORDE,1
 !LÍNEA 478 (7 DIV)
 FITEM,5,478
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*

LESIZE,_Y1, , ,7, , , , ,1
 !*
 FLST,5,1,4,ORDE,1
 !LÍNEA 551 (10 DIV)
 FITEM,5,551
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1, , ,10, , , , ,1
 !*

!!FINAL
 MALLADO LÍNEAS
 INTERIORES VOLUMEN 90

CM,_Y,VOLU !!INICIO
 MALLADO VOLUMEN 90
 VSEL, , , , 90
 CM,_Y1,VOLU
 CHKMSH,'VOLU'
 CMSEL,S,_Y
 !*
 VSWEAP,_Y1
 !*
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 CMDELE,_Y2
 !*
 !!FINAL
 MALLADO VOLUMEN 90

FLST,5,2,4,ORDE,2
 !!INICIO MALLADO LÍNEAS
 INTERIORES VOLUMEN 91
 FITEM,5,451
 !LÍNEAS 451,489 (7 DIV)
 FITEM,5,489
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1, , ,7, , , , ,1
 !*

FLST,5,1,4,ORDE,1
 !LÍNEA 552 (10 DIV)
 FITEM,5,552
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1, , ,10, , , , ,1
 !*

!!FINAL
 MALLADO LÍNEAS
 INTERIORES VOLUMEN 91

CM,_Y,VOLU !!INICIO
 MALLADO VOLUMEN 91
 VSEL, , , , 91
 CM,_Y1,VOLU
 CHKMSH,'VOLU'
 CMSEL,S,_Y
 !*
 VSWEAP,_Y1
 !*
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 CMDELE,_Y2
 !*
 !!FINAL
 MALLADO VOLUMEN 91

FLST,5,1,4,ORDE,1
 !!INICIO MALLADO LÍNEAS
 INTERIORES VOLUMEN 92
 FITEM,5,452
 !LÍNEA 452 (10 DIV)
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1, , ,10, , , , ,1
 !*

FLST,5,1,4,ORDE,1
 !LÍNEA 496 (7 DIV)
 FITEM,5,496
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1, , ,7, , , , ,1
 !*

FLST,5,1,4,ORDE,1
 !LÍNEA 553 (10 DIV)
 FITEM,5,553
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1, , ,10, , , , ,1
 !*
 !!FINAL
 MALLADO LÍNEAS
 INTERIORES VOLUMEN 92

CM,_Y,VOLU !!INICIO
 MALLADO VOLUMEN 92
 VSEL, , , , 92
 CM,_Y1,VOLU
 CHKMSH,'VOLU'
 CMSEL,S,_Y
 !*
 VSWEAP,_Y1
 !*
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 CMDELE,_Y2
 !*
 !!FINAL
 MALLADO VOLUMEN 92

FLST,5,1,4,ORDE,1
 !!INICIO MALLADO LÍNEAS
 INTERIORES VOLUMEN 93
 FITEM,5,453
 !LÍNEA 453 (4 DIV)
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1, , ,4, , , , ,1
 !*

FLST,5,1,4,ORDE,1
 !LÍNEA 503 (7 DIV)
 FITEM,5,503
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1, , ,7, , , , ,1
 !*

```

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 554 (10 DIV)
FITEM,5,554
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO           LÍNEAS
INTERIORES VOLUMEN 93

CM,_Y,VOLU           !INICIO
MALLADO VOLUMEN 93
VSEL, , , , 93
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 93

FLST,5,3,4,ORDE,3
!INICIO MALLADO LÍNEAS
INTERIORES VOLUMEN 94
FITEM,5,454
!LÍNEAS 454,465,472 (4 DIV)
FITEM,5,465
FITEM,5,472
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 555,556 (10 DIV)
FITEM,5,555
FITEM,5,-556
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO           LÍNEAS
INTERIORES VOLUMEN 94

CM,_Y,VOLU           !INICIO
MALLADO VOLUMEN 94
VSEL, , , , 94
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 94

FLST,5,1,4,ORDE,1
!INICIO MALLADO LÍNEAS
INTERIORES VOLUMEN 95
FITEM,5,455
!LÍNEA 455 (10 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 479 (4 DIV)
FITEM,5,479
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 557 (10 DIV)
FITEM,5,557
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO           LÍNEAS
INTERIORES VOLUMEN 95

CM,_Y,VOLU           !INICIO
MALLADO VOLUMEN 95
VSEL, , , , 95
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 95

FLST,5,1,4,ORDE,1
!INICIO MALLADO LÍNEAS
INTERIORES VOLUMEN 96
FITEM,5,456
!LÍNEA 456 (7 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,7, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 490 (4 DIV)
FITEM,5,490
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 558 (10 DIV)
FITEM,5,558
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO           LÍNEAS
INTERIORES VOLUMEN 96

CM,_Y,VOLU           !INICIO
MALLADO VOLUMEN 96
VSEL, , , , 96
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 96

FLST,5,1,4,ORDE,1
!INICIO MALLADO LÍNEAS
INTERIORES VOLUMEN 97
FITEM,5,457
!LÍNEA 457 (10 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 497 (4 DIV)
FITEM,5,497
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 559 (10 DIV)
FITEM,5,559
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO           LÍNEAS
INTERIORES VOLUMEN 97

CM,_Y,VOLU           !INICIO
MALLADO VOLUMEN 97
VSEL, , , , 97
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*

```

```

CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 97
                                !FINAL

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
INTERIORES VOLUMEN 98
FITEM,5,458
!LÍNEAS 458, 504 (4 DIV)
FITEM,5,504
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 560 (10 DIV)
FITEM,5,560
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , , ,1
!*
MALLADO LÍNEAS
INTERIORES VOLUMEN 98

CM,_Y,VOLU !!INICIO
MALLADO VOLUMEN 98
VSEL,, , , 98
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 98
                                !FINAL

!PILAR HEB

!GEOMETRÍA

K,249,38,30,270, !!INICIO
CREACIÓN KEYPOINTS PILAR
HEB (Z=270)
K,250,242,30,270,
K,251,38,140,270,
K,252,76,140,270,
K,253,204,140,270,
K,254,242,140,270,
K,255,38,250,270,
K,256,242,250,270, !FINAL
CREACIÓN KEYPOINTS PILAR
HEB (Z=270)

LSTR, 249, 251 !!INICIO
CREACIÓN LÍNEAS PILAR
(Z=270)
LSTR, 251, 255
LSTR, 251, 252
LSTR, 252, 253
LSTR, 253, 254
LSTR, 250, 254

LSTR, 254, 256 !FINAL
CREACIÓN LÍNEAS PILAR
(Z=270)
LSTR, 46, 249 !!INICIO
CREACIÓN LÍNEAS PILAR (DE
2=20 a Z=270)
LSTR, 59, 251
LSTR, 72, 255
LSTR, 60, 252
LSTR, 61, 253
LSTR, 49, 250
LSTR, 62, 254
LSTR, 75, 256 !FINAL
CREACIÓN LÍNEAS PILAR (DE
Z=20 a Z=270)

FLST,2,4,4 !!INICIO
CREACIÓN ÁREAS PILAR HEB
FITEM,2,92
FITEM,2,568
FITEM,2,561
FITEM,2,569
AL,P51X
FLST,2,4,4
FITEM,2,93
FITEM,2,569
FITEM,2,562
FITEM,2,570
AL,P51X
FLST,2,4,4
FITEM,2,73
FITEM,2,571
FITEM,2,563
FITEM,2,569
AL,P51X
FLST,2,4,4
FITEM,2,74
FITEM,2,572
FITEM,2,564
FITEM,2,571
AL,P51X
FLST,2,4,4
FITEM,2,75
FITEM,2,574
FITEM,2,565
FITEM,2,572
AL,P51X
FLST,2,4,4
FITEM,2,114
FITEM,2,573
FITEM,2,566
FITEM,2,574
AL,P51X
FLST,2,4,4
FITEM,2,115
FITEM,2,574
FITEM,2,567
FITEM,2,575
AL,P51X !!FINAL
CREACIÓN ÁREAS PILAR HEB

!DETERMINACIÓN ELEMENT
TYPE PARA EL PILAR HEB

!*
ET,3,SHELL181 !ELEMENT
TYPE 3: SHELL 181 (PARA EL
PILAR HEB)
!*

!DETERMINACIÓN REAL
CONSTANTS PARA SHELL
181 (PILAR HEB)

!*
R,2,9,5,9,5,9,5,9,5,0,0, !REAL
CONSTANT 2: ESPESOR ALMA
PILAR 9,5mm
RMORE,0,0,0,0,0,0,0,
!*

R,3,16,16,16,16, , , , !REAL
CONSTANT 3: ESPESOR ALAS
PILAR 16mm
RMORE, , , , , , , ,
!*

!DETERMINACIÓN DEL
MATERIAL MODEL PARA EL
PILAR HEB

!*
MPTEMP, , , , , , , , ,
!MATERIAL MODEL 4: ACERO
S355 (PARA EL PILAR HEB)
MPTEMP,1,0
MPDATA,EX,4, ,210000
!EX=210000 N/mm2
MPDATA,PRXY,4, , ,0,3
!PRXY=0.3
TB,BKIN,4,1,2,1
TBTEMP,0
TBDATA, , ,355,2100, , ,
!LÍMITE ELÁSTICO=355 N/mm2;
MÓDULO TANGENTE=2100

!ASIGNACIÓN DE LAS ÁREAS
DEL PILAR HEB CON LOS
TIPOS DE ELEMENTOS
(ELEMENT TYPES) Y LOS
MATERIALES

FLST,5,3,5,ORDE,2
!MESH ATTRIBUTES ÁREA
413, 414 i 415 (ALMA PILAR) A
MATERIAL4 (S355),
R.CNSTANT2 (9.5mm ALMA) i
E.TYPE3 (SHELL 181)
FITEM,5,413
FITEM,5,-415
CM,_Y,AREA
ASEL, , , ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 4, 2, 3, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,4,5,ORDE,4
!MESH ATTRIBUTES ÁREA
411, 412, 416 i 417 (ALAS
PILAR) A MATERIAL4 (S355),
R.CNSTANT3 (16mm ALAS) i
E.TYPE3 (SHELL 181)
FITEM,5,411
FITEM,5,-412
FITEM,5,416
FITEM,5,-417
CM,_Y,AREA
ASEL, , , ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 4, 3, 3, 0,

```



```

CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

!MALLADO DE LAS LÍNEAS Y LAS ÁREAS QUE FORMAN EL PILAR HEB

FLST,5,8,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS PILAR HEB
FITEM,5,568
!LÍNEAS
568,569,570,571,572,573,574,575 (5 DIV)
FITEM,5,-575
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,5, , , ,1
!*

FLST,5,8,4,ORDE,8
!LÍNEAS 92, 93, 114, 115, 561, 562, 566, 567 (12 DIV)
FITEM,5,92
FITEM,5,-93
FITEM,5,114
FITEM,5,-115
FITEM,5,561
FITEM,5,-562
FITEM,5,566
FITEM,5,-567
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,12, , , ,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,4
!LÍNEAS 73, 75, 563, 565 (4 DIV)
FITEM,5,73
FITEM,5,75
FITEM,5,563
FITEM,5,565
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 74, 564 (7 DIV)
FITEM,5,74
FITEM,5,564
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,7, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS PILAR HEB

CM,_Y,AREA !INICIO
MALLADO ÁREAS PILAR HEB

ASEL, , , ,
!ÁREA 411
CM,_Y1,AREA
CHKMSH,'AREA'
CMSEL,S,_Y
!*
!*
ACLEAR,_Y1
AMESH,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*

CM,_Y,AREA
!ÁREA 412
ASEL, , , , 412
CM,_Y1,AREA
CHKMSH,'AREA'
CMSEL,S,_Y
!*
AMESH,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*

CM,_Y,AREA
!ÁREA 416
ASEL, , , , 416
CM,_Y1,AREA
CHKMSH,'AREA'
CMSEL,S,_Y
!*
AMESH,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*

CM,_Y,AREA
!ÁREA 417
ASEL, , , , 417
CM,_Y1,AREA
CHKMSH,'AREA'
CMSEL,S,_Y
!*
AMESH,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*

CM,_Y,AREA
!ÁREA 413
ASEL, , , , 413
CM,_Y1,AREA
CHKMSH,'AREA'
CMSEL,S,_Y
!*
AMESH,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*

CM,_Y,AREA
!ÁREA 414
ASEL, , , , 414
CM,_Y1,AREA

411

CHKMSH,'AREA'
CMSEL,S,_Y
!*
AMESH,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*

CM,_Y,AREA
!ÁREA 415
ASEL, , , , 415
CM,_Y1,AREA
CHKMSH,'AREA'
CMSEL,S,_Y
!*
AMESH,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO ÁREAS PILAR HEB

!CREACIÓN MATERIAL 5 (COEFICIENTE FRICCIÓN)

!* !CREACIÓN
MATERIAL 5 (CON UN
COEFICIENTE DE
FRICCIÓN=0,2)
MPTEMP,,,,,,,,
MPTEMP,1,0
MPDATA,MU,5,,0.2

!GENERACIÓN CONTACTO HORMIGÓN-PLACA BASE

!*
/COM, CONTACT PAIR
CREATION - START
!INICIO CONTACTO ENTRE HORMIGÓN (TARGET) I PLACA BASE (CONTACT)
CM,_NODECM,NODE
CM,_ELEMCM,ELEM
CM,_KPCM,KP
CM,_LINECM,LINE
CM,_AREACM,AREA
CM,_VOLUCM,VOLU
/GSAV,cwz,gsav,,temp
MP,MU,5,0.2
MAT,5
MP,EMIS,5,7.88860905221e-031
R,4
REAL,4
ET,4,170
ET,5,174
R,4,,1,0,0,1,0,
RMORE,,1,0E20,0,0,1,0,
RMORE,0,0,0,1,0,,1,0,0,5
RMORE,0,1,0,1,0,0,0,,1,0
KEYOPT,5,4,0
KEYOPT,5,5,0
NROPT,UNSYM
KEYOPT,5,7,0
KEYOPT,5,8,0
KEYOPT,5,9,1
KEYOPT,5,10,2
KEYOPT,5,11,0
KEYOPT,5,12,0
KEYOPT,5,2,0
KEYOPT,4,5,0

```

```

! Generate the target surface
!Target=HORMIGÓN=ÁREAS
116,117,118,121,122,124,125,12
8,129,130,133,134,136,137,140,
141,142
ASEL,S,,,116
ASEL,A,,,117
ASEL,A,,,118
ASEL,A,,,121
ASEL,A,,,122
ASEL,A,,,124
ASEL,A,,,125
ASEL,A,,,128
ASEL,A,,,129
ASEL,A,,,130
ASEL,A,,,133
ASEL,A,,,134
ASEL,A,,,136
ASEL,A,,,137
ASEL,A,,,140
ASEL,A,,,141
ASEL,A,,,142
CM,_TARGET,AREA
TYPE,4
NSLA,S,1
ESLN,S,0
ESLL,U
ESEL,U,ENAME,,188,189
ESURF
CMSEL,S,_ELEMCM
! Generate the contact surface
!Contact=ACERO PLACA
BASE= ÁREAS
1,2,3,4,5,6,7,9,10,11,12,13,14,15
,17,18,19,20
ASEL,S,,,1
ASEL,A,,,2
ASEL,A,,,3
ASEL,A,,,4
ASEL,A,,,5
ASEL,A,,,6
ASEL,A,,,7
ASEL,A,,,9
ASEL,A,,,10
ASEL,A,,,11
ASEL,A,,,12
ASEL,A,,,13
ASEL,A,,,14
ASEL,A,,,15
ASEL,A,,,17
ASEL,A,,,18
ASEL,A,,,19
ASEL,A,,,20
CM,_CONTACT,AREA
TYPE,5
NSLA,S,1
ESLN,S,0
ESURF
ALLSEL
ESEL,ALL
ESEL,S,TYPE,,4
ESEL,A,TYPE,,5
ESEL,R,REAL,,4
/PSYMB,ESYS,1
/PNUM,TYPE,1
/NUM,1
EPLOT
ESEL,ALL
ESEL,S,TYPE,,4
ESEL,A,TYPE,,5
ESEL,R,REAL,,4
CMSEL,A,_NODECM
CMDEL,_NODECM
CMSEL,A,_ELEMCM
CMDEL,_ELEMCM

CMSEL,S,_KPCM
CMDEL,_KPCM
CMSEL,S,_LINECM
CMDEL,_LINECM
CMSEL,S,_AREACM
CMDEL,_AREACM
CMSEL,S,_VOLUCM
CMDEL,_VOLUCM
/GRES,cwz,gsav
CMDEL,_TARGET
CMDEL,_CONTACT
/COM,_CONTACT PAIR
CREATION - END
/MREP,EPLLOT
/IFINAL CONTACTO ENTRE
HORMIGÓN (TARGET) I PLACA
BASE (CONTACT)

ILIMITACIÓN DE
MOVIMIENTOS

FLST,2,4,1,ORDE,4
/INICIO EMPOTRAR BASE
ANCLAJES (ALL DOF)
FITEM,2,3791
FITEM,2,3801
FITEM,2,3811
FITEM,2,3821
!*
/GO
D,P51X, , , , ,ALL, , , ,

FLST,2,4,1,ORDE,4
FITEM,2,3721
FITEM,2,3731
FITEM,2,3751
FITEM,2,3761
!*
/GO
D,P51X, , , , ,ALL, , , , /IFINAL
EMPOTRAR BASE ANCLAJES
(ALL DOF)

FLST,2,18,1,ORDE,4
/INICIO IMPEDIR UX i UY
NODOS PIEL ANCLAJES
FITEM,2,3792
FITEM,2,-3800
FITEM,2,3802
FITEM,2,-3810
!*
/GO
D,P51X, , , , ,UX,UY, , , ,
FLST,2,18,1,ORDE,4
FITEM,2,3812
FITEM,2,-3820
FITEM,2,3822
FITEM,2,-3830
!*
/GO
D,P51X, , , , ,UX,UY, , , ,

FLST,2,18,1,ORDE,4
FITEM,2,3732
FITEM,2,-3740
FITEM,2,3752
FITEM,2,-3760
!*
/GO
D,P51X, , , , ,UX,UY, , , ,

FLST,2,1692,1,ORDE,100
/INICIO EMPOTRAR BASE
HORMIGÓN (ALL DOF)
FITEM,2,22441
FITEM,2,-22449
FITEM,2,22477
FITEM,2,-22480
FITEM,2,22490
FITEM,2,22527
FITEM,2,-22530
FITEM,2,22567
FITEM,2,-22570
FITEM,2,22607
FITEM,2,-22609
FITEM,2,22808
FITEM,2,-22857
FITEM,2,23281
FITEM,2,-23315
FITEM,2,23658
FITEM,2,-23707
FITEM,2,24104
FITEM,2,-24123
FITEM,2,24241
FITEM,2,-24258
FITEM,2,24286
FITEM,2,-24289
FITEM,2,24299
FITEM,2,24363
FITEM,2,-24368
FITEM,2,24423
FITEM,2,-24428
FITEM,2,24735
FITEM,2,-24804
FITEM,2,25363
FITEM,2,-25365
FITEM,2,25375
FITEM,2,25412
FITEM,2,-25456
FITEM,2,25925
FITEM,2,-25994
FITEM,2,26571
FITEM,2,-26598
FITEM,2,26806
FITEM,2,-26815
FITEM,2,26960
FITEM,2,-26979
FITEM,2,27097
FITEM,2,-27102
FITEM,2,27139
FITEM,2,-27140
FITEM,2,27177
FITEM,2,-27182
FITEM,2,27300
FITEM,2,-27319
FITEM,2,27446
FITEM,2,-27453
FITEM,2,27688
FITEM,2,-27787
FITEM,2,28742
FITEM,2,-28941
FITEM,2,30670
FITEM,2,-30672
FITEM,2,30682
FITEM,2,30719
FITEM,2,-30854
FITEM,2,32142
FITEM,2,-32341
FITEM,2,34088

```

FITEM,2,-34167
 FITEM,2,34726
 FITEM,2,-34735
 FITEM,2,34880
 FITEM,2,-34899
 FITEM,2,35017
 FITEM,2,-35022
 FITEM,2,35059
 FITEM,2,-35060
 FITEM,2,35097
 FITEM,2,-35102
 FITEM,2,35220
 FITEM,2,-35239
 FITEM,2,35366
 FITEM,2,-35373
 FITEM,2,35491
 FITEM,2,-35525
 FITEM,2,35895
 FITEM,2,-35964
 FITEM,2,36568
 FITEM,2,-36616
 FITEM,2,37085
 FITEM,2,-37154
 FITEM,2,37731
 FITEM,2,-37758
 FITEM,2,37984
 FITEM,2,-38003
 FITEM,2,38238
 FITEM,2,-38277
 FITEM,2,38611
 FITEM,2,-38638
 FITEM,2,38918
 FITEM,2,-38957
 FITEM,2,39264
 FITEM,2,-39279
 !*
 /GO
 D,P51X, , , , , ,ALL, , , , ,
 !FINAL EMPOTRAR BASE
 HORMIGÓN (ALL DOF)

!PLOTCONTROLS (OPCIONES DE VISIONADO)

!*
 !PLOTCONTROLS SYMBOLS
 (PRESSURES-ARROWS Y
 ARROWS)
 /PSF,PRES,NORM,2,0,1
 /PBF,DEFA, ,1
 /PIC,DEFA, ,1
 /PSYMB,CS,0
 /PSYMB,NDIR,0
 /PSYMB,ESYS,0
 /PSYMB,LDIR,0
 /PSYMB,LDIR,0
 /PSYMB,ADIR,0
 /PSYMB,ECON,0
 /PSYMB,XNODE,0
 /PSYMB,DOT,1
 /PSYMB,PCONV,
 /PSYMB,LAYR,0
 /PSYMB,FBCS,0
 !*
 /PBC,ALL, ,1
 /REP
 !*

!APLICACIÓN DEL AXIL (CASO AXIL 10T=1000kN)

FLST,2,7,4,ORDE,2
 !APLICO CARGA AXIL AL
 PILAR (PRESIÓN LINEAL
 SOBRE LAS LÍNEAS DE LA

CABEZA DE LA HEB
 (L561,567). VALOR PRESIÓN
 LINEAL= 155,28 N/mmL.
 (EQUIVALENTE A AXIL
 VERTICAL DE 100kN)
 FITEM,2,561
 FITEM,2,-567
 /GO
 !*
 SFL,P51X,PRES,155.28,

!TIPO DE ANÁLISIS (ANALYSIS TYPE)

NSUBST,10,0,10
 !ANALYSIS TYPE-SOLUTION
 CONTROLS (LARGE
 DISPLACEMENT STATIC
 (activado el "calculate prestress
 effects"); N°SUBSTEPS=10,
 MAX N°SUBSTEPS:0, MIN
 N°SUBSTEPS:10;
 FREQUENCY: WRITE EVERY
 SUBSTEP)
 OUTRES,ERASE
 OUTRES,ALL,ALL

!APLICACIÓN DE UX=50 EN EL NODO CENTRAL DEL ALMA DEL PILAR HEB (MOMENTO FLECTOR)

FLST,2,1,1,ORDE,1 !!INICIO
 APLICACIÓN UX=50 EN EL
 NODO CENTRAL DEL ALMA
 DEL PILAR HEB
 FITEM,2,39639
 !*
 /GO
 D,P51X, ,50, , , ,UX, , , , ,
 !FINAL APLICACIÓN UX=50 EN
 EL NODO CENTRAL DEL ALMA
 DEL PILAR HEB

!TIPO DE ANÁLISIS (ANALYSIS TYPE)

NSUBST,200,0,200 !200
 SUBSTEPS EN EL CÁLCULO
 DEL SEGUNDO STEP DE
 CARGA (APLICACIÓN UX=50)

DOCUMENTO ANEXO 5.2:

Código completo del ejemplo de trabajo del programa informático ANSYS. El código se ha limpiado de manera que pueda seguirse fácilmente todo el proceso de modelado.

También se han introducido títulos que introduzcan en qué fase del modelado se está (en negrita) y, con el mismo objetivo de poder facilitar la lectura del código al lector, se ha explicado detenidamente cada instrucción, comentando a qué se refiere y a qué elementos (en letra cursiva).

/PREP7	LSTR,	3,	4	LSTR,	32,	37
	LSTR,	4,	5	LSTR,	37,	43
!PLACA BASE	LSTR,	5,	6	LSTR,	43,	51
	LSTR,	7,	8	LSTR,	51,	59
!GEOMETRÍA	LSTR,	8,	9	LSTR,	12,	20
	LSTR,	9,	10	LSTR,	44,	52
K,1,0,0,0, <i>!INICI</i>	LSTR,	11,	12	LSTR,	13,	21
<i>CREACIÓ KEYPOINTS PLACA</i>	LSTR,	12,	13	LSTR,	45,	53
<i>BASE (COTA Z=0)</i>	LSTR,	13,	14	LSTR,	6,	14
K,2,73,0,0,	LSTR,	15,	16	LSTR,	14,	22
K,3,118.625,0,0,	LSTR,	16,	17	LSTR,	22,	28
K,4,231.375,0,0,	LSTR,	17,	18	LSTR,	28,	38
K,5,277,0,0,	LSTR,	19,	20	LSTR,	38,	46
K,6,350,0,0,	LSTR,	20,	21	LSTR,	46,	54
K,7,0,32.50,0,	LSTR,	21,	22	LSTR,	54,	60
K,8,36.50,32.5,0,	LSTR,	23,	24			
K,9,54.75,32.5,0,	LSTR,	24,	25	<i>!FINAL LÍNEAS PLACA BASE</i>		
K,10,73,32.5,0,	LSTR,	26,	27	<i>(COTA Z=0)</i>		
K,11,277,32.5,0,	LSTR,	27,	28	FLST,2,6,4 <i>!INICIO</i>		
K,12,295.25,32.5,0,	LSTR,	29,	30	<i>CREACIÓ ÁREAS PLACA</i>		
K,13,313.50,32.5,0,	LSTR,	30,	31	<i>BASE (COTA Z=0)</i>		
K,14,350,32.5,0,	LSTR,	31,	32	FITEM,2,1		
K,15,0,48.75,0,	LSTR,	33,	34	FITEM,2,57		
K,16,36.5,48.75,0,	LSTR,	34,	35	FITEM,2,8		
K,17,54.75,48.75,0,	LSTR,	36,	37	FITEM,2,7		
K,18,73,48.75,0,	LSTR,	37,	38	FITEM,2,6		
K,19,277,48.75,0,	LSTR,	39,	40	FITEM,2,46		
K,20,295.25,48.75,0,	LSTR,	40,	41	AL,P51X		
K,21,313.5,48.75,0,	LSTR,	41,	42	FLST,2,6,4		
K,22,350,48.75,0,	LSTR,	43,	44	FITEM,2,2		
K,23,0,65,0,	LSTR,	44,	45	FITEM,2,65		
K,24,73,65,0,	LSTR,	45,	46	FITEM,2,19		
K,25,118.625,65,0,	LSTR,	47,	48	FITEM,2,59		
K,26,231.375,65,0,	LSTR,	48,	49	FITEM,2,58		
K,27,277,65,0,	LSTR,	49,	50	FITEM,2,57		
K,28,350,65,0,	LSTR,	51,	52	AL,P51X		
K,29,73,175,0,	LSTR,	52,	53	FLST,2,6,4		
K,30,118.625,175,0,	LSTR,	53,	54	FITEM,2,3		
K,31,231.375,175,0,	LSTR,	55,	56	FITEM,2,69		
K,32,277,175,0,	LSTR,	56,	57	FITEM,2,70		
K,33,0,285,0,	LSTR,	57,	58	FITEM,2,23		
K,34,73,285,0,	LSTR,	58,	59	FITEM,2,66		
K,35,118.625,285,0,	LSTR,	59,	60	FITEM,2,65		
K,36,231.375,285,0,				AL,P51X		
K,37,277,285,0,	LSTR,	1,	7	FLST,2,6,4		
K,38,350,285,0,	LSTR,	7,	15	FITEM,2,69		
K,39,0,301.25,0,	LSTR,	15,	23	FITEM,2,4		
K,40,36.50,301.25,0,	LSTR,	23,	33	FITEM,2,73		
K,41,54.75,301.25,0,	LSTR,	33,	39	FITEM,2,74		
K,42,73,301.25,0,	LSTR,	39,	47	FITEM,2,75		
K,43,277,301.25,0,	LSTR,	47,	55	FITEM,2,20		
K,44,295.25,301.25,0,	LSTR,	8,	16	AL,P51X		
K,45,313.50,301.25,0,	LSTR,	40,	48	FLST,2,6,4		
K,46,350,301.25,0,	LSTR,	9,	17	FITEM,2,5		
K,47,0,317.50,0,	LSTR,	41,	49	FITEM,2,85		
K,48,36.50,317.5,0,	LSTR,	2,	10	FITEM,2,11		
K,49,54.75,317.5,0,	LSTR,	10,	18	FITEM,2,10		
K,50,73,317.5,0,	LSTR,	18,	24	FITEM,2,9		
K,51,277,317.5,0,	LSTR,	24,	29	FITEM,2,73		
K,52,295.25,317.5,0,	LSTR,	29,	34	AL,P51X		
K,53,313.50,317.5,0,	LSTR,	34,	42	FLST,2,4,4		
K,54,350,317.5,0,	LSTR,	42,	50	FITEM,2,6		
K,55,0,350,0,	LSTR,	50,	56	FITEM,2,53		
K,56,73,350,0,	LSTR,	3,	25	FITEM,2,12		
K,57,118.625,350,0,	LSTR,	25,	30	FITEM,2,47		
K,58,231.375,350,0,	LSTR,	30,	35	AL,P51X		
K,59,277,350,0,	LSTR,	35,	57	FLST,2,4,4		
K,60,350,350,0, <i>!FINAL</i>	LSTR,	4,	26	FITEM,2,7		
<i>CREACIÓ KEYPOINTS</i>	LSTR,	26,	31	FITEM,2,55		
<i>PLACA BASE (COTA Z=0)</i>	LSTR,	31,	36	FITEM,2,13		
	LSTR,	36,	58	FITEM,2,53		
LSTR, 1, 2 <i>!INICIO</i>	LSTR,	5,	11	AL,P51X		
<i>CREACIÓ LÍNEAS PLACA</i>	LSTR,	11,	19	FLST,2,4,4		
<i>BASE (COTA Z=0)</i>	LSTR,	19,	27	FITEM,2,8		
LSTR, 2, 3	LSTR,	27,	32	FITEM,2,58		

K,113,313.50,317.5,20,	LSTR, 102, 110	FITEM,2,97
K,114,350,317.5,20,	LSTR, 110, 116	FITEM,2,144
K,115,0,350,20,	LSTR, 63, 85	FITEM,2,103
K,116,73,350,20,	LSTR, 85, 90	FITEM,2,138
K,117,118.625,350,20,	LSTR, 90, 95	AL,P51X
K,118,231.375,350,20,	LSTR, 95, 117	FLST,2,4,4
K,119,277,350,20,	LSTR, 64, 86	FITEM,2,98
K,120,350,350,20,	LSTR, 86, 91	FITEM,2,146
!FINAL CREACIÓN KEYPOINTS	LSTR, 91, 96	FITEM,2,104
PLACA BASE (COTA Z=20)	LSTR, 96, 118	FITEM,2,144
LSTR, 61, 62 !!INICIO	LSTR, 65, 71	AL,P51X
CREACIÓN LÍNEAS PLACA	LSTR, 71, 79	FLST,2,4,4
BASE (Z=20)	LSTR, 79, 87	FITEM,2,99
LSTR, 62, 63	LSTR, 87, 92	FITEM,2,149
LSTR, 63, 64	LSTR, 92, 97	FITEM,2,105
LSTR, 64, 65	LSTR, 97, 103	FITEM,2,146
LSTR, 65, 66	LSTR, 103, 111	AL,P51X
LSTR, 67, 68	LSTR, 111, 119	FLST,2,4,4
LSTR, 68, 69	LSTR, 72, 80	FITEM,2,100
LSTR, 69, 70	LSTR, 104, 112	FITEM,2,172
LSTR, 71, 72	LSTR, 73, 81	FITEM,2,106
LSTR, 72, 73	LSTR, 105, 113	FITEM,2,165
LSTR, 73, 74	LSTR, 66, 74	AL,P51X
LSTR, 75, 76	LSTR, 74, 82	FLST,2,4,4
LSTR, 76, 77	LSTR, 82, 88	FITEM,2,101
LSTR, 77, 78	LSTR, 88, 98	FITEM,2,174
LSTR, 79, 80	LSTR, 98, 106	FITEM,2,107
LSTR, 80, 81	LSTR, 106, 114	FITEM,2,172
LSTR, 81, 82	LSTR, 114, 120	AL,P51X
LSTR, 83, 84	CREACIÓN LÍNEAS	FLST,2,4,4
LSTR, 84, 85	BASE (Z=20)	FITEM,2,102
LSTR, 86, 87	FLST,2,6,4	FITEM,2,177
LSTR, 87, 88	CREACIÓN ÁREAS	FITEM,2,108
LSTR, 89, 90	BASE (Z=20)	FITEM,2,174
LSTR, 90, 91	FITEM,2,92	AL,P51X
LSTR, 91, 92	FITEM,2,148	FLST,2,6,4
LSTR, 93, 94	FITEM,2,99	FITEM,2,103
LSTR, 94, 95	FITEM,2,98	FITEM,2,104
LSTR, 96, 97	FITEM,2,97	FITEM,2,105
LSTR, 97, 98	FITEM,2,137	FITEM,2,150
LSTR, 99, 100	AL,P51X	FITEM,2,109
LSTR, 100, 101	FLST,2,6,4	FITEM,2,139
LSTR, 101, 102	FITEM,2,93	AL,P51X
LSTR, 103, 104	FITEM,2,156	FLST,2,6,4
LSTR, 104, 105	FITEM,2,110	FITEM,2,106
LSTR, 105, 106	FITEM,2,150	FITEM,2,107
LSTR, 107, 108	FITEM,2,149	FITEM,2,108
LSTR, 108, 109	FITEM,2,148	FITEM,2,178
LSTR, 109, 110	AL,P51X	FITEM,2,112
LSTR, 111, 112	FLST,2,6,4	FITEM,2,166
LSTR, 112, 113	FITEM,2,94	AL,P51X
LSTR, 113, 114	FITEM,2,160	FLST,2,5,4
LSTR, 115, 116	FITEM,2,161	FITEM,2,109
LSTR, 116, 117	FITEM,2,114	FITEM,2,151
LSTR, 117, 118	FITEM,2,157	FITEM,2,152
LSTR, 118, 119	FITEM,2,156	FITEM,2,116
LSTR, 119, 120	AL,P51X	FITEM,2,140
LSTR, 61, 67	FLST,2,6,4	AL,P51X
LSTR, 67, 75	FITEM,2,95	FLST,2,4,4
LSTR, 75, 83	FITEM,2,164	FITEM,2,151
LSTR, 83, 93	FITEM,2,165	FITEM,2,110
LSTR, 93, 99	FITEM,2,166	FITEM,2,157
LSTR, 99, 107	FITEM,2,111	FITEM,2,113
LSTR, 107, 115	FITEM,2,160	AL,P51X
LSTR, 68, 76	AL,P51X	FLST,2,4,4
LSTR, 100, 108	FLST,2,6,4	FITEM,2,111
LSTR, 69, 77	FITEM,2,96	FITEM,2,167
LSTR, 101, 109	FITEM,2,176	FITEM,2,115
LSTR, 62, 70	FITEM,2,102	FITEM,2,161
LSTR, 70, 78	FITEM,2,101	AL,P51X
LSTR, 78, 84	FITEM,2,100	FLST,2,5,4
LSTR, 84, 89	FITEM,2,164	FITEM,2,112
LSTR, 89, 94	AL,P51X	FITEM,2,179
LSTR, 94, 102	FLST,2,4,4	FITEM,2,119
		FITEM,2,168

FITEM,2,167	FITEM,2,129	LSTR, 40, 100
AL,P51X	FITEM,2,170	LSTR, 41, 101
FLST,2,4,4	AL,P51X	LSTR, 42, 102
FITEM,2,117	FLST,2,4,4	LSTR, 43, 103
FITEM,2,152	FITEM,2,124	LSTR, 44, 104
FITEM,2,113	FITEM,2,175	LSTR, 45, 105
FITEM,2,158	FITEM,2,130	LSTR, 46, 106
AL,P51X	FITEM,2,173	LSTR, 47, 107
FLST,2,6,4	AL,P51X	LSTR, 48, 108
FITEM,2,114	FLST,2,4,4	LSTR, 49, 109
FITEM,2,162	FITEM,2,125	LSTR, 50, 110
FITEM,2,163	FITEM,2,181	LSTR, 51, 111
FITEM,2,134	FITEM,2,131	LSTR, 52, 112
FITEM,2,159	FITEM,2,175	LSTR, 53, 113
FITEM,2,158	AL,P51X	LSTR, 54, 114
AL,P51X	FLST,2,6,4	LSTR, 55, 115
FLST,2,4,4	FITEM,2,126	LSTR, 56, 116
FITEM,2,115	FITEM,2,127	LSTR, 57, 117
FITEM,2,168	FITEM,2,128	LSTR, 58, 118
FITEM,2,118	FITEM,2,155	LSTR, 59, 119
FITEM,2,162	FITEM,2,132	LSTR, 60, 120 <i>!FINAL</i>
AL,P51X	FITEM,2,143	<i>CREACIÓN LÍNEAS PLACA</i>
FLST,2,6,4	AL,P51X	<i>BASE (ENTRE Z=0 I Z=20)</i>
FITEM,2,116	FLST,2,6,4	
FITEM,2,153	FITEM,2,129	FLST,2,4,4 <i>!INICIO</i>
FITEM,2,122	FITEM,2,130	<i>CREACIÓN ÁREAS INTERNAS</i>
FITEM,2,121	FITEM,2,131	<i>VOLUMEN 1</i>
FITEM,2,120	FITEM,2,182	FITEM,2,46
FITEM,2,141	FITEM,2,136	FITEM,2,183
AL,P51X	FITEM,2,171	FITEM,2,137
FLST,2,6,4	AL,P51X	FITEM,2,189
FITEM,2,117	<i>CREACIÓN ÁREAS PLACA</i>	AL,P51X
FITEM,2,159	<i>BASE (Z=20)</i>	FLST,2,4,4
FITEM,2,133		FITEM,2,1
FITEM,2,155	LSTR, 1, 61 <i>!INICIO</i>	FITEM,2,184
FITEM,2,154	<i>CREACIÓN LÍNEAS PLACA</i>	FITEM,2,92
FITEM,2,153	<i>BASE (ENTRE Z=0 I Z=20)</i>	FITEM,2,183
AL,P51X	LSTR, 2, 62	AL,P51X
FLST,2,6,4	LSTR, 3, 63	FLST,2,4,4
FITEM,2,118	LSTR, 4, 64	FITEM,2,57
FITEM,2,169	LSTR, 5, 65	FITEM,2,184
FITEM,2,170	LSTR, 6, 66	FITEM,2,148
FITEM,2,171	LSTR, 7, 67	FITEM,2,192
FITEM,2,135	LSTR, 8, 68	AL,P51X
FITEM,2,163	LSTR, 9, 69	FLST,2,4,4
AL,P51X	LSTR, 10, 70	FITEM,2,8
FLST,2,6,4	LSTR, 11, 71	FITEM,2,192
FITEM,2,119	LSTR, 12, 72	FITEM,2,99
FITEM,2,180	LSTR, 13, 73	FITEM,2,191
FITEM,2,125	LSTR, 14, 74	AL,P51X
FITEM,2,124	LSTR, 15, 75	FLST,2,4,4
FITEM,2,123	LSTR, 16, 76	FITEM,2,7
FITEM,2,169	LSTR, 17, 77	FITEM,2,191
AL,P51X	LSTR, 18, 78	FITEM,2,98
FLST,2,4,4	LSTR, 19, 79	FITEM,2,190
FITEM,2,120	LSTR, 20, 80	AL,P51X
FITEM,2,145	LSTR, 21, 81	FLST,2,4,4
FITEM,2,126	LSTR, 22, 82	FITEM,2,6
FITEM,2,142	LSTR, 23, 83	FITEM,2,190
AL,P51X	LSTR, 24, 84	FITEM,2,97
FLST,2,4,4	LSTR, 25, 85	FITEM,2,189
FITEM,2,121	LSTR, 26, 86	AL,P51X <i>!FINAL</i>
FITEM,2,147	LSTR, 27, 87	<i>CREACIÓN ÁREAS INTERNAS</i>
FITEM,2,127	LSTR, 28, 88	<i>VOLUMEN 1</i>
FITEM,2,145	LSTR, 29, 89	
AL,P51X	LSTR, 30, 90	FLST,2,8,5,ORDE,4 <i>!INICIO</i>
FLST,2,4,4	LSTR, 31, 91	<i>CREACIÓN VOLUMEN 1</i>
FITEM,2,122	LSTR, 32, 92	FITEM,2,1
FITEM,2,154	LSTR, 33, 93	FITEM,2,33
FITEM,2,128	LSTR, 34, 94	FITEM,2,65
FITEM,2,147	LSTR, 35, 95	FITEM,2,-70
AL,P51X	LSTR, 36, 96	VA,P51X <i>!FINAL</i>
FLST,2,4,4	LSTR, 37, 97	<i>CREACIÓN VOLUMEN 1</i>
FITEM,2,123	LSTR, 38, 98	
FITEM,2,173	LSTR, 39, 99	

FLST,2,4,4	<i>!!INICIO</i>	FITEM,2,212		FITEM,2,11
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		AL,P51X	<i>!FINAL</i>	FITEM,2,196
VOLUMEN 2		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,102
FITEM,2,2		VOLUMEN 3		FITEM,2,195
FITEM,2,185				AL,P51X
FITEM,2,93		FLST,2,8,5,ORDE,5	<i>!!INICIO</i>	FLST,2,4,4
FITEM,2,184		CREACIÓN VOLUMEN 3		FITEM,2,10
AL,P51X				FITEM,2,195
FLST,2,4,4		FITEM,2,3		FITEM,2,101
FITEM,2,65		FITEM,2,35		FITEM,2,194
FITEM,2,185		FITEM,2,72		AL,P51X
FITEM,2,156		FITEM,2,76		FLST,2,4,4
FITEM,2,207		FITEM,2,-80		FITEM,2,9
AL,P51X		VA,P51X	<i>!FINAL</i>	FITEM,2,194
FLST,2,4,4		CREACIÓN VOLUMEN 3		FITEM,2,100
FITEM,2,19				FITEM,2,193
FITEM,2,207		FLST,2,4,4	<i>!!INICIO</i>	AL,P51X
FITEM,2,110		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
FITEM,2,206		VOLUMEN 4		VOLUMEN 5
AL,P51X		FITEM,2,4		
FLST,2,4,4		FITEM,2,187		FLST,2,8,5,ORDE,5
FITEM,2,59		FITEM,2,95		CREACIÓN VOLUMEN 5
FITEM,2,200		FITEM,2,186		FITEM,2,5
FITEM,2,150		AL,P51X		FITEM,2,37
FITEM,2,206		FLST,2,4,4		FITEM,2,82
AL,P51X		FITEM,2,73		FITEM,2,86
FLST,2,4,4		FITEM,2,187		FITEM,2,-90
FITEM,2,58		FITEM,2,164		VA,P51X
FITEM,2,192		FITEM,2,193		CREACIÓN VOLUMEN 5
FITEM,2,149		AL,P51X		
FITEM,2,200		FLST,2,4,4		FLST,2,4,4
AL,P51X	<i>!FINAL</i>	FITEM,2,74		CREACIÓN ÁREAS VOLUMEN
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,193		6
VOLUMEN 2		FITEM,2,165		FITEM,2,47
		FITEM,2,201		FITEM,2,189
FLST,2,8,5,ORDE,5	<i>!!INICIO</i>	AL,P51X		FITEM,2,138
CREACIÓN VOLUMEN 2		FLST,2,4,4		FITEM,2,197
FITEM,2,2		FLST,2,4,4		AL,P51X
FITEM,2,34		FITEM,2,75		FLST,2,4,4
FITEM,2,67		FITEM,2,201		FITEM,2,53
FITEM,2,71		FITEM,2,166		FITEM,2,190
FITEM,2,-75		FITEM,2,209		FITEM,2,144
VA,P51X	<i>!FINAL</i>	AL,P51X		FITEM,2,198
CREACIÓN VOLUMEN 2		FLST,2,4,4		AL,P51X
		FITEM,2,20		FLST,2,4,4
FLST,2,4,4	<i>!!INICIO</i>	FITEM,2,209		FITEM,2,12
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,111		FITEM,2,198
VOLUMEN 3		FITEM,2,208		FITEM,2,103
FITEM,2,3		AL,P51X	<i>!FINAL</i>	FITEM,2,197
FITEM,2,186		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		AL,P51X
FITEM,2,94		VOLUMEN 4		CREACIÓN ÁREAS VOLUMEN
FITEM,2,185				6
AL,P51X		FLST,2,8,5,ORDE,5	<i>!!INICIO</i>	
FLST,2,4,4		CREACIÓN VOLUMEN 4		FLST,2,6,5,ORDE,5
FITEM,2,69		FITEM,2,4		CREACIÓN VOLUMEN 6
FITEM,2,186		FITEM,2,36		FITEM,2,6
FITEM,2,160		FITEM,2,77		FITEM,2,38
FITEM,2,208		FITEM,2,81		FITEM,2,70
AL,P51X		FITEM,2,-85		FITEM,2,91
FLST,2,4,4		VA,P51X	<i>!FINAL</i>	FITEM,2,-93
FITEM,2,70		CREACIÓN VOLUMEN 4		VA,P51X
FITEM,2,208				CREACIÓN VOLUMEN 6
FITEM,2,161		FLST,2,4,4	<i>!!INICIO</i>	
FITEM,2,213		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FLST,2,4,4
AL,P51X		VOLUMEN 5		CREACIÓN ÁREAS INTENAS
FLST,2,4,4		FITEM,2,5		VOLUMEN 7
FITEM,2,23		FITEM,2,188		FITEM,2,55
FITEM,2,213		FITEM,2,96		FITEM,2,191
FITEM,2,114		FITEM,2,187		FITEM,2,146
FITEM,2,212		AL,P51X		FITEM,2,199
AL,P51X		FLST,2,4,4		AL,P51X
FLST,2,4,4		FITEM,2,85		FLST,2,4,4
FITEM,2,66		FITEM,2,188		FITEM,2,13
FITEM,2,207		FITEM,2,176		FITEM,2,199
FITEM,2,157		FITEM,2,196		FITEM,2,104
		AL,P51X		
		FLST,2,4,4		

FITEM,2,198		FITEM,2,16		VA,P51X	!FINAL
AL,P51X	!FINAL	FITEM,2,203		CREACIÓN VOLUMEN 12	
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,107			
VOLUMEN 7		FITEM,2,202		FLST,2,4,4	!!INICIO
		AL,P51X	!FINAL	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		VOLUMEN 13	
CREACIÓN VOLUMEN 7		VOLUMEN 10		FITEM,2,87	
FITEM,2,7				FITEM,2,204	
FITEM,2,39		FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO	FITEM,2,178	
FITEM,2,69		CREACIÓN VOLUMEN 10		FITEM,2,210	
FITEM,2,92		FITEM,2,10		AL,P51X	
FITEM,2,94		FITEM,2,42		FLST,2,4,4	
FITEM,2,-95		FITEM,2,89		FITEM,2,21	
VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,97		FITEM,2,210	
CREACIÓN VOLUMEN 7		FITEM,2,99		FITEM,2,112	
		FITEM,2,-100		FITEM,2,209	
FLST,2,4,4	!!INICIO	VA,P51X	!FINAL	AL,P51X	!FINAL
CREACIÓN ÁREAS VOLUMEN		CREACIÓN VOLUMEN 10		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
8				VOLUMEN 13	
FITEM,2,14		FLST,2,4,4	!!INICIO		
FITEM,2,200		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FLST,2,8,5,ORDE,8	!!INICIO
FITEM,2,105		VOLUMEN 11		CREACIÓN VOLUMEN 13	
FITEM,2,199		FITEM,2,86		FITEM,2,13	
AL,P51X	!FINAL	FITEM,2,196		FITEM,2,45	
CREACIÓN ÁREAS VOLUMEN		FITEM,2,177		FITEM,2,84	
8		FITEM,2,204		FITEM,2,98	
		AL,P51X		FITEM,2,100	
FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO	FLST,2,4,4		FITEM,2,102	
CREACIÓN VOLUMEN 8		FITEM,2,17		FITEM,2,105	
FITEM,2,8		FITEM,2,204		FITEM,2,-106	
FITEM,2,40		FITEM,2,108		VA,P51X	!FINAL
FITEM,2,68		FITEM,2,203		CREACIÓN VOLUMEN 13	
FITEM,2,75		AL,P51X	!FINAL		
FITEM,2,94		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FLST,2,4,4	!!INICIO
FITEM,2,96		VOLUMEN 11		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
VA,P51X	!FINAL			VOLUMEN 14	
CREACIÓN VOLUMEN 8		FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO	FITEM,2,49	
		CREACIÓN VOLUMEN 11		FITEM,2,205	
FLST,2,4,4	!!INICIO	FITEM,2,11		FITEM,2,140	
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,43		FITEM,2,215	
VOLUMEN 9		FITEM,2,88		AL,P51X	
FITEM,2,81		FITEM,2,99		FLST,2,4,4	
FITEM,2,194		FITEM,2,101		FITEM,2,60	
FITEM,2,172		FITEM,2,-102		FITEM,2,206	
FITEM,2,202		VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,151	
AL,P51X		CREACIÓN VOLUMEN 11		FITEM,2,211	
FLST,2,4,4				AL,P51X	
FITEM,2,15		FLST,2,4,4	!!INICIO	FLST,2,4,4	
FITEM,2,202		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,61	
FITEM,2,106		VOLUMEN 12		FITEM,2,211	
FITEM,2,201		FITEM,2,48		FITEM,2,152	
AL,P51X	!FINAL	FITEM,2,197		FITEM,2,216	
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,139		AL,P51X	
VOLUMEN 9		FITEM,2,205		FLST,2,4,4	
		AL,P51X		FITEM,2,25	
FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO	FLST,2,4,4		FITEM,2,216	
CREACIÓN VOLUMEN 9		FITEM,2,18		FITEM,2,116	
FITEM,2,9		FITEM,2,206		FITEM,2,215	
FITEM,2,41		FITEM,2,109		AL,P51X	!FINAL CREACIÓN
FITEM,2,83		FITEM,2,205		ÁREAS INTERNAS VOLUMEN	
FITEM,2,90		AL,P51X	!FINAL	14	
FITEM,2,97		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS			
FITEM,2,-98		VOLUMEN 12		FLST,2,7,5,ORDE,5	!!INICIO
VA,P51X	!FINAL			CREACIÓN VOLUMEN 14	
CREACIÓN VOLUMEN 9		FLST,2,8,5,ORDE,8	!!INICIO	FITEM,2,14	
		CREACIÓN VOLUMEN 12		FITEM,2,46	
FLST,2,4,4	!!INICIO	FITEM,2,12		FITEM,2,104	
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,44		FITEM,2,107	
VOLUMEN 10		FITEM,2,74		FITEM,2,-110	
FITEM,2,83		FITEM,2,93		VA,P51X	!FINAL
FITEM,2,195		FITEM,2,95		CREACIÓ VOLUM 14	
FITEM,2,174		FITEM,2,-96			
FITEM,2,203		FITEM,2,103		FLST,2,4,4	!!INICI CREACIÓ
AL,P51X		FITEM,2,-104		ÁREES INTERNES VOLUM 15	
FLST,2,4,4				FITEM,2,22	

FITEM,2,212	FITEM,2,114	FLST,2,4,4	!!INICIO
FITEM,2,113	FITEM,2,-116	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
FITEM,2,211	VA,P51X	VOLUMEN 20	
AL,P51X	CREACIÓN VOLUMEN 17	FITEM,2,27	
ÁREAS INTERNAS VOLUMEN		FITEM,2,219	
15		FITEM,2,118	
	FLST,2,4,4	FITEM,2,218	
FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO	AL,P51X	!!FINAL
CREACIÓN VOLUMEN 15	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
FITEM,2,15	VOLUMEN 18	VOLUMEN 20	
FITEM,2,47	FITEM,2,67		
FITEM,2,73	FITEM,2,212		
FITEM,2,80	FITEM,2,158		
FITEM,2,108	FITEM,2,217		
FITEM,2,111	AL,P51X		
VA,P51X	FLST,2,4,4	FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO
CREACIÓN VOLUMEN 15	FITEM,2,26	CREACIÓN VOLUMEN 20	
	FITEM,2,217	FITEM,2,20	
	FITEM,2,117	FITEM,2,52	
	FITEM,2,216	FITEM,2,113	
	AL,P51X	FITEM,2,-114	
FLST,2,4,4	!!FINAL	FITEM,2,120	
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	FITEM,2,123	
VOLUMEN 16	VOLUMEN 18	VA,P51X	!!FINAL
FITEM,2,76		CREACIÓN VOLUMEN 20	
FITEM,2,209	FLST,2,6,5,ORDE,6		
FITEM,2,167	!!INICIO	FLST,2,4,4	!!INICIO
FITEM,2,214	CREACIÓN VOLUMEN 18	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
AL,P51X	FITEM,2,18	VOLUMEN 21	
FLST,2,4,4	FITEM,2,50	FITEM,2,50	
FITEM,2,24	FITEM,2,109	FITEM,2,215	
FITEM,2,214	FITEM,2,111	FITEM,2,141	
FITEM,2,115	FITEM,2,117	FITEM,2,221	
FITEM,2,213	FITEM,2,-118	AL,P51X	
AL,P51X	VA,P51X	FLST,2,4,4	
!!FINAL	!!FINAL	FITEM,2,62	
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	CREACIÓN VOLUMEN 18	FITEM,2,216	
VOLUMEN 16		FITEM,2,153	
	FLST,2,4,4	FITEM,2,224	
FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO	AL,P51X	
CREACIÓN VOLUMEN 16	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	FLST,2,4,4	
FITEM,2,16	VOLUMEN 19	FITEM,2,221	
FITEM,2,48	FITEM,2,68	FITEM,2,29	
FITEM,2,78	FITEM,2,217	FITEM,2,222	
FITEM,2,85	FITEM,2,159	FITEM,2,120	
FITEM,2,112	FITEM,2,239	AL,P51X	
FITEM,2,-113	AL,P51X	FLST,2,4,4	
VA,P51X	FLST,2,4,4	FITEM,2,30	
!!FINAL	FITEM,2,71	FITEM,2,223	
CREACIÓN VOLUMEN 16	FITEM,2,213	FITEM,2,121	
	FITEM,2,162	FITEM,2,222	
	FITEM,2,218	AL,P51X	
FLST,2,4,4	AL,P51X	FLST,2,4,4	
!!INICIO	FLST,2,4,4	FITEM,2,31	
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	FITEM,2,72	FITEM,2,224	
VOLUMEN 17	FITEM,2,218	FITEM,2,122	
FITEM,2,77	FITEM,2,163	FITEM,2,223	
FITEM,2,214	FITEM,2,240	AL,P51X	
FITEM,2,168	AL,P51X	FLST,2,4,4	
FITEM,2,219	FLST,2,4,4	FITEM,2,31	
AL,P51X	FITEM,2,43	FITEM,2,224	
FLST,2,4,4	FITEM,2,240	FITEM,2,122	
FITEM,2,88	FITEM,2,134	FITEM,2,223	
FITEM,2,210	FITEM,2,239	AL,P51X	!!FINAL
FITEM,2,179	AL,P51X	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
FITEM,2,220	!!FINAL	VOLUMEN 21	
AL,P51X	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		
FLST,2,4,4	VOLUMEN 19	FLST,2,8,5,ORDE,5	!!INICIO
FITEM,2,28		CREACIÓN VOLUMEN 21	
FITEM,2,220	FLST,2,8,5,ORDE,6	FITEM,2,21	
FITEM,2,119	!!INICIO	FITEM,2,53	
FITEM,2,219	CREACIÓN VOLUMEN 19	FITEM,2,110	
AL,P51X	FITEM,2,19	FITEM,2,124	
!!FINAL	FITEM,2,51	FITEM,2,-128	
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	FITEM,2,79	VA,P51X	!!FINAL
VOLUMEN 17	FITEM,2,117	CREACIÓN VOLUMEN 21	
	FITEM,2,119		
FLST,2,7,5,ORDE,6	FITEM,2,-122	FLST,2,4,4	!!INICIO
!!INICIO	VA,P51X	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
CREACIÓN VOLUMEN 17	!!FINAL	VOLUMEN 22	
FITEM,2,17	CREACIÓN VOLUMEN 19	FITEM,2,63	
FITEM,2,49		FITEM,2,224	
FITEM,2,106		FITEM,2,154	
FITEM,2,112		FITEM,2,232	
		AL,P51X	

FLST,2,4,4
 FITEM,2,64
 FITEM,2,232
 FITEM,2,155
 FITEM,2,238
 AL,P51X
 FLST,2,4,4
 FITEM,2,133
 FITEM,2,238
 FITEM,2,42
 FITEM,2,239
 AL,P51X *!FINAL*
CREACIÓN ÁREAS INTERNES
VOLUM 22

FLST,2,8,5,ORDE,7 *!INICIO*
CREACIÓN VOLUMEN 22
 FITEM,2,22
 FITEM,2,54
 FITEM,2,118
 FITEM,2,-119
 FITEM,2,125
 FITEM,2,129
 FITEM,2,-131
 VA,P51X *!FINAL*
CREACIÓN VOLUMEN 22

FLST,2,4,4 *!INICIO*
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
VOLUMEN 23
 FITEM,2,78
 FITEM,2,219
 FITEM,2,169
 FITEM,2,225
 AL,P51X
 FLST,2,4,4
 FITEM,2,79
 FITEM,2,225
 FITEM,2,170
 FITEM,2,233
 AL,P51X
 FLST,2,4,4
 FITEM,2,80
 FITEM,2,233
 FITEM,2,171
 FITEM,2,241
 AL,P51X
 FLST,2,4,4
 FITEM,2,44
 FITEM,2,241
 FITEM,2,135
 FITEM,2,240
 AL,P51X *!FINAL*
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
VOLUMEN 23

FLST,2,8,5,ORDE,6 *!INICIO*
CREACIÓN VOLUMEN 23
 FITEM,2,23
 FITEM,2,55
 FITEM,2,121
 FITEM,2,123
 FITEM,2,132
 FITEM,2,-135
 VA,P51X *!FINAL*
CREACIÓN VOLUMEN 23

FLST,2,4,4 *!INICIO*
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
VOLUMEN 24
 FITEM,2,89
 FITEM,2,220
 FITEM,2,180
 FITEM,2,228
 AL,P51X

FLST,2,4,4
 FITEM,2,34
 FITEM,2,228
 FITEM,2,125
 FITEM,2,227
 AL,P51X
 FLST,2,4,4
 FITEM,2,33
 FITEM,2,227
 FITEM,2,124
 FITEM,2,226
 AL,P51X
 FLST,2,4,4
 FITEM,2,32
 FITEM,2,226
 FITEM,2,123
 FITEM,2,225
 AL,P51X *!FINAL*
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
VOLUMEN 24

FLST,2,8,5,ORDE,6 *!INICIO*
CREACIÓN VOLUMEN 24
 FITEM,2,24
 FITEM,2,56
 FITEM,2,116
 FITEM,2,132
 FITEM,2,136
 FITEM,2,-139
 VA,P51X *!FINAL*
CREACIÓN VOLUMEN 24

FLST,2,4,4 *!INICIO*
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
VOLUMEN 25
 FITEM,2,51
 FITEM,2,221
 FITEM,2,142
 FITEM,2,229
 AL,P51X
 FLST,2,4,4
 FITEM,2,54
 FITEM,2,222
 FITEM,2,145
 FITEM,2,230
 AL,P51X
 FLST,2,4,4
 FITEM,2,35
 FITEM,2,230
 FITEM,2,126
 FITEM,2,229
 AL,P51X *!FINAL*
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
VOLUMEN 25

FLST,2,6,5,ORDE,5 *!INICIO*
CREACIÓN VOLUMEN 25
 FITEM,2,25
 FITEM,2,57
 FITEM,2,126
 FITEM,2,140
 FITEM,2,-142
 VA,P51X *!FINAL*
CREACIÓN VOLUMEN 25

FLST,2,4,4 *!INICIO*
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
VOLUMEN 26
 FITEM,2,56
 FITEM,2,223
 FITEM,2,147
 FITEM,2,231
 AL,P51X
 FLST,2,4,4
 FITEM,2,36

FITEM,2,231
 FITEM,2,127
 FITEM,2,230
 AL,P51X *!FINAL*
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
VOLUMEN 26

FLST,2,6,5,ORDE,6 *!INICIO*
CREACIÓN VOLUMEN 26
 FITEM,2,26
 FITEM,2,58
 FITEM,2,127
 FITEM,2,141
 FITEM,2,143
 FITEM,2,-144
 VA,P51X *!FINAL*
CREACIÓN VOLUMEN 26

FLST,2,4,4 *!INICIO*
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
VOLUMEN 27
 FITEM,2,37
 FITEM,2,232
 FITEM,2,128
 FITEM,2,231
 AL,P51X *!FINAL*
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
VOLUMEN 27

FLST,2,6,5,ORDE,6 *!INICIO*
CREACIÓN VOLUMEN 27
 FITEM,2,27
 FITEM,2,59
 FITEM,2,128
 FITEM,2,-129
 FITEM,2,143
 FITEM,2,145
 VA,P51X *!FINAL*
CREACIÓN VOLUMEN 27

FLST,2,4,4 *!INICIO*
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
VOLUMEN 28
 FITEM,2,82
 FITEM,2,226
 FITEM,2,173
 FITEM,2,234
 AL,P51X
 FLST,2,4,4
 FITEM,2,38
 FITEM,2,234
 FITEM,2,129
 FITEM,2,233
 AL,P51X *!FINAL*
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
VOLUMEN 28

FLST,2,6,5,ORDE,6 *!INICIO*
CREACIÓN VOLUMEN 28
 FITEM,2,28
 FITEM,2,60
 FITEM,2,133
 FITEM,2,139
 FITEM,2,146
 FITEM,2,-147
 VA,P51X *!FINAL*
CREACIÓN VOLUMEN 28

FLST,2,4,4 *!INICIO*
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
VOLUMEN 29
 FITEM,2,84
 FITEM,2,227
 FITEM,2,175
 FITEM,2,235

AL,P51X
 FLST,2,4,4
 FITEM,2,39
 FITEM,2,235
 FITEM,2,130
 FITEM,2,234
 AL,P51X !FINAL
 CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
 VOLUMEN 29

FLST,2,6,5,ORDE,6 !!INICIO
 CREACIÓN VOLUMEN 29
 FITEM,2,29
 FITEM,2,61
 FITEM,2,138
 FITEM,2,146
 FITEM,2,148
 FITEM,2,-149
 VA,P51X !FINAL
 CREACIÓN VOLUMEN 29

FLST,2,4,4 !!INICIO
 CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
 VOLUMEN 30
 FITEM,2,90
 FITEM,2,228
 FITEM,2,181
 FITEM,2,236
 AL,P51X
 FLST,2,4,4
 FITEM,2,40
 FITEM,2,236
 FITEM,2,131
 FITEM,2,235
 AL,P51X !FINAL
 CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
 VOLUMEN 30

FLST,2,6,5,ORDE,6 !!INICIO
 CREACIÓN VOLUMEN 30
 FITEM,2,30
 FITEM,2,62
 FITEM,2,137
 FITEM,2,148
 FITEM,2,150
 FITEM,2,-151
 VA,P51X !FINAL
 CREACIÓN VOLUMEN 30

FLST,2,4,4 !!INICIO
 CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
 VOLUMEN 31
 FITEM,2,41
 FITEM,2,238
 FITEM,2,132
 FITEM,2,237
 AL,P51X
 FLST,2,4,4
 FITEM,2,52
 FITEM,2,229
 FITEM,2,143
 FITEM,2,237
 AL,P51X !FINAL
 CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
 VOLUMEN 31

FLST,2,8,5,ORDE,8 !!INICIO
 CREACIÓN VOLUMEN 31
 FITEM,2,31
 FITEM,2,63
 FITEM,2,130
 FITEM,2,142
 FITEM,2,144
 FITEM,2,-145
 FITEM,2,152

FITEM,2,-153
 VA,P51X !FINAL
 CREACIÓN VOLUMEN 31

FLST,2,4,4 !!INICIO
 CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
 VOLUMEN 32
 FITEM,2,91
 FITEM,2,236
 FITEM,2,182
 FITEM,2,242
 AL,P51X
 FLST,2,4,4
 FITEM,2,45
 FITEM,2,242
 FITEM,2,136
 FITEM,2,241
 AL,P51X !FINAL
 CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
 VOLUMEN 32

FLST,2,8,5,ORDE,8 !!INICIO
 CREACIÓN VOLUMEN 32
 FITEM,2,32
 FITEM,2,64
 FITEM,2,134
 FITEM,2,147
 FITEM,2,149
 FITEM,2,151
 FITEM,2,154
 FITEM,2,-155
 VA,P51X !FINAL
 CREACIÓN VOLUMEN 32

**!DETERMINACIÓN ELEMENT
 TYPE PARA LA PLACA BASE**

!*
 ET,1,SOLID45
 !ELEMENT TYPE 1: SOLID 45
 (PARA LA PLACA BASE Y
 ANCLAJES)
 !*

**!DETERMINACIÓN MATERIAL
 MODEL PARA LA PLACA
 BASE**

MPTMP,,,,,,,,, !MATERIAL
 MODEL 1: ACERO S275 (PARA
 LA PLACA BASE)
 MPTMP,1,0
 !STRUCTURAL-NONLINEAR-
 INELASTIC-RATE
 INDEPENDENT-KINEMATIC
 HARDENING PLASTICITY-
 MISSES PLASTICITY-BILINEAR
 MPDATA,EX,1,,210000 !Ex=
 210000 N/mm2
 MPDATA,PRXY,1,,0,3
 !PRXY= 0,3
 TB,BKIN,1,1,2,1
 TBTEMP,0
 TBDATA,,275,2100,,,, !LÍMITE
 ELÁSTICO: 275 N/mm2 ;
 MÓDULO TANGENTE= 2100

**!DEFINICIÓN OPCIONES DE
 MALLADO (MESHER
 OPTIONS)**

MOPT,AMESH,DEFA
 !MESHER OPTIONS; TIMP=5;
 MSHMID=NO MIDSIDE NODES)
 MOPT,QMESH,DEFA

MOPT,VMESH,DEFA
 MOPT,TIMP,5
 MOPT,PYRA,ON
 MOPT,AORD,0
 MOPT,SPLIT,1
 MSHMID,2
 MSHPATTERN,0
 KEYW,ACCEPT,0
 !*

**!ASIGNACIÓN DE LAS ÁREAS
 Y VOLÚMENES DE LA PLACA
 BASE CON LOS TIPOS DE
 ELEMENTOS (ELEMENT
 TYPES) Y LOS MATERIALES**

FLST,5,155,5,ORDE,2
 !MESH ATTRIBUTES ÁREAS
 DE LA PLACA BASE (ÁREAS 1
 A 155) A E.TYPE1 i MATERIAL1
 FITEM,5,1
 FITEM,5,-155
 CM,_Y,AREA
 ASEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,AREA
 CMSEL,S,_Y
 !*
 CMSEL,S,_Y1
 AATT, 1, , 1, 0, !E.
 TYPE 1 (SOLID 45) I MATERIAL
 1 (S275)
 CMSEL,S,_Y
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1

FLST,5,32,6,ORDE,2
 !MESH ATTRIBUTES
 VOLÚMENES PLACA BASE
 (VOLUMEN 1 AL 32) A E.TYPE1
 Y MATERIAL1
 FITEM,5,1
 FITEM,5,-32
 CM,_Y,VOLU
 VSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,VOLU
 CMSEL,S,_Y
 !*
 CMSEL,S,_Y1
 VATT, 1, , 1, 0, !E.
 TYPE 1 (SOLID 45) Y
 MATERIAL 1 (S275)
 CMSEL,S,_Y
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 !*

**!MALLADO DE LAS LÍNEAS Y
 LOS VOLÚMENES QUE
 FORMAN LA PLACA BASE**

FLST,5,2,4,ORDE,2
 !!INICIO MALLADO LÍNEAS
 VOLUMEN 1
 FITEM,5,1
 !LÍNEAS 1 Y 62 (8 DIV)
 FITEM,5,92
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1, , ,8, , , ,1
 !*

FLST,5,9,4,ORDE,7 !LÍNEAS 6, 46,57,183,184,189,190,191,192 (4 DIV) FITEM,5,6 FITEM,5,46 FITEM,5,57 FITEM,5,183 FITEM,5,-184 FITEM,5,189 FITEM,5,-192 CM,_Y,LINE LSEL,, , ,P51X CM,_Y1,LINE CMSEL,,_Y !* LESIZE,_Y1, , ,4, , , , ,1 !* FLST,5,3,4,ORDE,3 FITEM,5,97 !LÍNEAS 97, 137, 148 (4 DIV) FITEM,5,137 FITEM,5,148 CM,_Y,LINE LSEL,, , ,P51X CM,_Y1,LINE CMSEL,,_Y !* LESIZE,_Y1, , ,4, , , , ,1 !* FLST,5,4,4,ORDE,4 !LÍNEAS 7, 8, 98, 99 (2 DIV) FITEM,5,7 FITEM,5,-8 FITEM,5,98 FITEM,5,-99 CM,_Y,LINE LSEL,, , ,P51X CM,_Y1,LINE CMSEL,,_Y !* LESIZE,_Y1, , ,2, , , , ,1 !* !FINAL MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 1 CM,_Y,VOLU !INICIO MALLADO VOLUMEN 1 VSEL, , , , 1 CM,_Y1,VOLU CHKMSH,'VOLU' CMSEL,S,_Y !* VSWEEP,_Y1 !* CMDELE,_Y CMDELE,_Y1 CMDELE,_Y2 !* !FINAL MALLADO VOLUMEN 1	!* FLST,5,4,4,ORDE,4 FITEM,5,185 !LÍNEAS 185, 200, 206, 207 (4 DIV) FITEM,5,200 FITEM,5,206 FITEM,5,-207 CM,_Y,LINE LSEL,, , ,P51X CM,_Y1,LINE CMSEL,,_Y !* LESIZE,_Y1, , ,4, , , , ,1 !* FLST,5,4,4,ORDE,4 FITEM,5,2 !LÍNEAS 2, 19, 93 i 110 (5 DIV) FITEM,5,19 FITEM,5,93 FITEM,5,110 CM,_Y,LINE LSEL,, , ,P51X CM,_Y1,LINE CMSEL,,_Y !* LESIZE,_Y1, , ,5, , , , ,1 !* FLST,5,2,4,ORDE,2 FITEM,5,58 !LÍNEAS 58,149 (2 DIV) FITEM,5,149 CM,_Y,LINE LSEL,, , ,P51X CM,_Y1,LINE CMSEL,,_Y !* LESIZE,_Y1, , ,2, , , , ,1 !* !FINAL MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 2 CM,_Y,VOLU !INICIO MALLADO VOLUMEN 2 VSEL, , , , 2 CM,_Y1,VOLU CHKMSH,'VOLU' CMSEL,S,_Y !* VSWEEP,_Y1 !* CMDELE,_Y CMDELE,_Y1 CMDELE,_Y2 !* !FINAL MALLADO VOLUMEN 2	!* FLST,5,2,4,ORDE,2 FITEM,5,69 !LÍNEAS 69,160 (8 DIV) FITEM,5,160 CM,_Y,LINE LSEL,, , ,P51X CM,_Y1,LINE CMSEL,,_Y !* LESIZE,_Y1, , ,8, , , , ,1 !* FLST,5,4,4,ORDE,4 FITEM,5,3 !LÍNEAS 3, 23, 94, 114 (6 DIV) FITEM,5,23 FITEM,5,94 FITEM,5,114 CM,_Y,LINE LSEL,, , ,P51X CM,_Y1,LINE CMSEL,,_Y !* LESIZE,_Y1, , ,6, , , , ,1 !* FLST,5,4,4,ORDE,4 FITEM,5,186 !LÍNEAS 186,208,212,213 (4 DIV) FITEM,5,208 FITEM,5,212 FITEM,5,-213 CM,_Y,LINE LSEL,, , ,P51X CM,_Y1,LINE CMSEL,,_Y !* LESIZE,_Y1, , ,4, , , , ,1 !* !FINAL MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 3 CM,_Y,VOLU !INICIO MALLADO VOLUMEN 3 VSEL, , , , 3 CM,_Y1,VOLU CHKMSH,'VOLU' CMSEL,S,_Y !* VSWEEP,_Y1 !* CMDELE,_Y CMDELE,_Y1 CMDELE,_Y2 !* !FINAL MALLADO VOLUMEN 3
FLST,5,2,4,ORDE,2 !INICIO MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 2 FITEM,5,65 !LÍNEAS 65,156 (8 DIV) FITEM,5,156 CM,_Y,LINE LSEL,, , ,P51X CM,_Y1,LINE CMSEL,,_Y !* LESIZE,_Y1, , ,8, , , , ,1	FLST,5,4,4,ORDE,4 !INICIO MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 3 FITEM,5,66 !LÍNEAS 66, 70, 157, 161 (12 DIV) FITEM,5,70 FITEM,5,157 FITEM,5,161 CM,_Y,LINE LSEL,, , ,P51X CM,_Y1,LINE CMSEL,,_Y !* LESIZE,_Y1, , ,12, , , , ,1	FLST,5,4,4,ORDE,4 !INICIO MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 4 FITEM,5,4 !LÍNEAS 4,20,95,111 (5 DIV) FITEM,5,20 FITEM,5,95 FITEM,5,111 CM,_Y,LINE LSEL,, , ,P51X CM,_Y1,LINE CMSEL,,_Y !* LESIZE,_Y1, , ,5, , , , ,1 !* FLST,5,4,4,ORDE,4 FITEM,5,3 !LÍNEAS 3, 23, 94, 114 (6 DIV) FITEM,5,23 FITEM,5,94 FITEM,5,114 CM,_Y,LINE LSEL,, , ,P51X CM,_Y1,LINE CMSEL,,_Y !* LESIZE,_Y1, , ,6, , , , ,1 !* FLST,5,4,4,ORDE,4 FITEM,5,186 !LÍNEAS 186,208,212,213 (4 DIV) FITEM,5,208 FITEM,5,212 FITEM,5,-213 CM,_Y,LINE LSEL,, , ,P51X CM,_Y1,LINE CMSEL,,_Y !* LESIZE,_Y1, , ,4, , , , ,1 !* !FINAL MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 3 CM,_Y,VOLU !INICIO MALLADO VOLUMEN 3 VSEL, , , , 3 CM,_Y1,VOLU CHKMSH,'VOLU' CMSEL,S,_Y !* VSWEEP,_Y1 !* CMDELE,_Y CMDELE,_Y1 CMDELE,_Y2 !* !FINAL MALLADO VOLUMEN 3

```

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,73
!LÍNEAS 73,164 (4 DIV)
FITEM,5,164
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,4
FITEM,5,74
!LÍNEAS 74,75,165,164 (2 DIV)
FITEM,5,-75
FITEM,5,165
FITEM,5,-166
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,4
FITEM,5,187
!LÍNEAS 187,193,201,209 (4
DIV)
FITEM,5,193
FITEM,5,201
FITEM,5,209
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 4

CM,_Y,VOLU      !INICIO
MALLADO VOLUMEN 4
VSEL, , , , 4
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 4

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 5
FITEM,5,5
!LÍNEAS 5,96 (8 DIV)
FITEM,5,96
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,8, , , ,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,4
FITEM,5,9
!LÍNEAS 9,10,100,101 (2 DIV)
FITEM,5,-10
FITEM,5,100
FITEM,5,-101
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,4
FITEM,5,11
!LÍNEAS 11,85,102,176 (4 DIV)
FITEM,5,85
FITEM,5,102
FITEM,5,176
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,188
!LÍNEAS 188,196 (4 DIV)
FITEM,5,196
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,194
!LÍNEAS 194, 195 (4 DIV)
FITEM,5,-195
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 5

CM,_Y,VOLU      !INICIO
MALLADO VOLUMEN 5
VSEL, , , , 5
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 5

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 6
FITEM,5,12
!LÍNEAS 12, 103 (4 DIV)
FITEM,5,103
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,4
FITEM,5,47
!LÍNEAS 47,53,138,144 (2 DIV)
FITEM,5,53
FITEM,5,138
FITEM,5,144
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,197
!LÍNEAS 197,198 (4 DIV)
FITEM,5,-198
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 6

CM,_Y,VOLU      !INICIO
MALLADO VOLUMEN 6
VSEL, , , , 6
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 6

FLST,5,4,4,ORDE,4
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 7
FITEM,5,13
!LÍNEAS 13,55,104,146 (2 DIV)
FITEM,5,55
FITEM,5,104
FITEM,5,146
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 199 (4 DIV)
FITEM,5,199
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!
```

```

!*                               !FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 7

CM,_Y,VOLU                       !INICIO
MALLADO VOLUMEN 7
VSEL, , , , 7
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*                               !FINAL
MALLADO VOLUMEN 7

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 8
FITEM,5,14
!LÍNEAS 14 Y 105 (2 DIV)
FITEM,5,105
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*                               !FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 8

CM,_Y,VOLU                       !INICIO
MALLADO VOLUMEN 8
VSEL, , , , 8
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*                               !FINAL MALLADO
VOLUMEN 8

FLST,5,4,4,ORDE,4
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 9
FITEM,5,15
!LÍNEAS 15,81,106,172 (2 DIV)
FITEM,5,81
FITEM,5,106
FITEM,5,172
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,202
!LÍNEA 202 (4 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1

```

```

!*                               !FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 9

CM,_Y,VOLU                       !INICIO
MALLADO VOLUMEN 9
VSEL, , , , 9
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*                               !FINAL
MALLADO VOLUMEN 9

FLST,5,4,4,ORDE,4
!INICI MALLAT LÍNIES VOLUM
10
FITEM,5,16
!LÍNIES 16,83,107,174 (2 DIV)
FITEM,5,83
FITEM,5,107
FITEM,5,174
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,203
!LÍNEA 203 (4 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*                               !FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
10

CM,_Y,VOLU                       !INICIO
MALLADO VOLUMEN 10
VSEL, , , , 10
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*                               !FINAL
MALLADO VOLUMEN 10

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 11
FITEM,5,17
!LÍNEAS 17,108 (4 DIV)
FITEM,5,108
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1

```

```

!*
FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,204
!LÍNEA 204 (4 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,86
!LÍNEAS 86,177 (2 DIV)
FITEM,5,177
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*                               !FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
11

CM,_Y,VOLU                       !INICIO
MALLADO VOLUMEN 11
VSEL, , , , 11
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*                               !FINAL MALLADO
VOLUMEN 11

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICI MALLAT LÍNIES VOLUM
12
FITEM,5,18
!LÍNEAS 18 Y 109 (8 DIV)
FITEM,5,109
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,8, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,48
!LÍNEAS 48 Y 139 (2 DIV)
FITEM,5,139
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,205
!LÍNEA 205 (4 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y

```



```

!*
LESIZE,_Y1,,4,,1
!*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
12

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 12
VSEL,, , , 12
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 12

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 13
FITEM,5,21
!LÍNEAS 21,112 (8 DIV)
FITEM,5,112
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,8,, ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,210
!LÍNEA 210 (4 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,4,, ,1
!*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
13

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 13
VSEL,, , , 13
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 13

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 14
FITEM,5,49
!LÍNEAS 49, 140 (24 DIV)
FITEM,5,140
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,24,, ,1

```

```

!*
FLST,5,4,4,ORDE,4
FITEM,5,60
!LÍNEAS 60,61,151,152 (12 DIV)
FITEM,5,-61
FITEM,5,151
FITEM,5,-152
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,12,, ,1
!*

FLST,5,3,4,ORDE,3
FITEM,5,211
!LÍNEAS 211,215,216 (4 DIV)
FITEM,5,215
FITEM,5,-216
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,4,, ,1
!*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
14

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 14
VSEL,, , , 14
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 14

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 15
FITEM,5,22
!LÍNEAS 22 i 113 (5 DIV)
FITEM,5,113
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,5,, ,1
!*

CM,_Y,VOLU
VSEL,, , , 15
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
15

LESIZE,_Y1,, ,24,, ,1

```

```

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 15
VSEL,, , , 15
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 15

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 16
FITEM,5,76
!LÍNEAS 76,167 (12 DIV)
FITEM,5,167
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,12,, ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,24
!LÍNEAS 24,115 (5 DIV)
FITEM,5,115
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,5,, ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,214
!LÍNEA 214 (4 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,4,, ,1
!*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
16

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 16
VSEL,, , , 16
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 16

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 17
FITEM,5,88
!LÍNEAS 88,179 (24 DIV)

```

```

FITEM,5,179
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,24, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,77
!LÍNEAS 77,168 (12 DIV)
FITEM,5,168
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,12, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,28
!LÍNEAS 28,119 (8 DIV)
FITEM,5,119
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,8, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,219
!LÍNEAS 219,220 (4 DIV)
FITEM,5,-220
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
17

CM,_Y,VOLU //INICIO
MALLADO VOLUMEN 17
VSEL,, , , 17
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 17

FLST,5,2,4,ORDE,2
//INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 18
FITEM,5,26
!LÍNEAS 26,117 (5 DIV)
FITEM,5,117
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,5, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,67
!LÍNEAS 67,158 (12 DIV)
FITEM,5,158
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,12, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,217
!LÍNEA 217 (4 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
18

CM,_Y,VOLU //INICIO
MALLADO VOLUMEN 18
VSEL,, , , 18
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 18

FLST,5,2,4,ORDE,2
//INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 19
FITEM,5,68
!LÍNEAS 68,159 (8 DIV)
FITEM,5,159
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,8, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,43
!LÍNEAS 43,134 (6 DIV)
FITEM,5,134
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,6, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,72
!LÍNEAS 72,163 (8 DIV)
FITEM,5,163
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*

!*
LESIZE,_Y1, , ,8, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,218
!LÍNEAS 218,239,240 (4 DIV)
FITEM,5,239
FITEM,5,-240
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,71
!LÍNEAS 71,162 (12 DIV)
FITEM,5,162
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,12, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
19

CM,_Y,VOLU //INICIO
MALLADO VOLUMEN 19
VSEL,, , , 19
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 19

FLST,5,2,4,ORDE,2
//INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 20
FITEM,5,27
!LÍNEAS 27,118 (5 DIV)
FITEM,5,118
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,5, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
20

CM,_Y,VOLU //INICIO
MALLADO VOLUMEN 20
VSEL,, , , 20
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2

```

```

!*                               !FINAL
MALLADO VOLUMEN 20

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 21
FITEM,5,63
!!LÍNEAS 63,154 (2 DIV)
FITEM,5,154
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,4
FITEM,5,30
!!LÍNEAS 30,31,121,122 (2 DIV)
FITEM,5,-31
FITEM,5,121
FITEM,5,-122
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,4
FITEM,5,50
!!LÍNEAS 50,62,141,153 (2 DIV)
FITEM,5,62
FITEM,5,141
FITEM,5,153
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,2
FITEM,5,221
!!LÍNEAS 221,222,223,224 (4
DIV)
FITEM,5,-224
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*
!*                               !FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
21

CM,_Y,VOLU                               !!INICIO
MALLADO VOLUMEN 21
VSEL, , , , 21
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!*                               !FINAL
MALLADO VOLUMEN 21

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 22
FITEM,5,63
!!LÍNEAS 63,154 (2 DIV)
FITEM,5,154
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,64
!!LÍNEAS 64,155 (4 DIV)
FITEM,5,155
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,42
!!LÍNEAS 42,133 (5 DIV)
FITEM,5,133
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,5, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,232
!!LÍNEAS 232,238 (4 DIV)
FITEM,5,238
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*
!*                               !FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
22

CM,_Y,VOLU                               !!INICIO
MALLADO VOLUMEN 22
VSEL, , , , 22
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!*                               !FINAL
MALLADO VOLUMEN 22

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 23
FITEM,5,44
!!LÍNEAS 44,135 (5 DIV)
FITEM,5,135
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X

CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,_Y
!*

CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,5, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,80
!!LÍNEAS 80,171 (4 DIV)
FITEM,5,171
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

FLST,5,3,4,ORDE,3
FITEM,5,225
!!LÍNEAS 225,233,241 (4 DIV)
FITEM,5,233
FITEM,5,241
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,4
FITEM,5,78
!!LÍNEAS 78,79,169,170 (2 DIV)
FITEM,5,-79
FITEM,5,169
FITEM,5,-170
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*
!*                               !FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
23

CM,_Y,VOLU                               !!INICIO
MALLADO VOLUMEN 23
VSEL, , , , 23
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!*                               !FINAL
MALLADO VOLUMEN 23

FLST,5,4,4,ORDE,4
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 24
FITEM,5,32
!!LÍNEAS 32,33,123,124 (2 DIV)
FITEM,5,-33
FITEM,5,123
FITEM,5,-124
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,_Y
!*

```

```

LESIZE,_Y1,,2,,,,,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,34
//LÍNEAS 34, 125 (4 DIV)
FITEM,5,125
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,4,,,,,1
!*

FLST,5,3,4,ORDE,2
FITEM,5,226
//LÍNEAS 226,227,228 (4 DIV)
FITEM,5,-228
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,4,,,,,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,89
//LÍNEAS 89, 180 (2 DIV)
FITEM,5,180
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,2,,,,,1
!*
//FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
24

CM,_Y,VOLU //INICIO
MALLADO VOLUMEN 24
VSEL,, , , 24
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
//FINAL
MALLADO VOLUMEN 24

FLST,5,2,4,ORDE,2
//INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 25
FITEM,5,35
//LÍNEAS 35, 126 (4 DIV)
FITEM,5,126
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,4,,,,,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,4
FITEM,5,51
//LÍNEAS 51,54, 142, 145 (2 DIV)
FITEM,5,54
FITEM,5,142

FITEM,5,145
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,2,,,,,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,229
//LÍNEAS 229,230 (4 DIV)
FITEM,5,-230
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,4,,,,,1
!*
//FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
25

CM,_Y,VOLU //INICIO
MALLADO VOLUMEN 25
VSEL,, , , 25
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
//FINAL
MALLADO VOLUMEN 25

FLST,5,2,4,ORDE,2
//INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 26
FITEM,5,36
//LÍNEAS 36, 127 (2 DIV)
FITEM,5,127
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,2,,,,,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,56
//LÍNEAS 56, 147 (2 DIV)
FITEM,5,147
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,2,,,,,1
!*
//FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
26

CM,_Y,VOLU //INICIO
MALLADO VOLUMEN 26
VSEL,, , , 26
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*

CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
//FINAL
MALLADO VOLUMEN 27

FLST,5,2,4,ORDE,2
//INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 28
FITEM,5,38
//LÍNEAS 38, 129 (2 DIV)
FITEM,5,129
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,2,,,,,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
//LÍNEAS 82, 173 (2 DIV)
FITEM,5,82
FITEM,5,173
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,2,,,,,1
!*
//FINAL
MALLADO LÍNEAS 28

CM,_Y,VOLU //INICIO
MALLADO VOLUMEN 28
VSEL,, , , 28
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1

```

```

CMDELE,_Y2
!*          !FINAL MALLADO
VOLUMEN 28

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 29
FITEM,5,39
!LÍNEAS 39,130 (2 DIV)
FITEM,5,130
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 84,175 (2 DIV)
FITEM,5,84
FITEM,5,175
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*          !FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
29

CM,_Y,VOLU          !!INICIO
MALLADO VOLUMEN 29
VSEL, , , , 29
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*          !FINAL
MALLADO VOLUMEN 29

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 30
FITEM,5,40
!LÍNEAS 40, 131 (4 DIV)
FITEM,5,131
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,90
!LÍNEAS 90, 181 (2 DIV)
FITEM,5,181
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*          !FINAL
MALLADO VOLUMEN 30

CM,_Y,VOLU          !!INICIO
MALLADO VOLUMEN 30
VSEL, , , , 30
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*          !FINAL MALLADO
VOLUMEN 30

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 31
FITEM,5,41
!LÍNEAS 41,132 (8 DIV)
FITEM,5,132
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,8, , , ,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,4
FITEM,5,52
!LÍNEAS 52,64,143,155 (4 DIV)
FITEM,5,64
FITEM,5,143
FITEM,5,155
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*          !FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
31

CM,_Y,VOLU          !!INICIO
MALLADO VOLUMEN 31
VSEL, , , , 31
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*          !FINAL MALLADO
VOLUMEN 31

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 32
FITEM,5,45
!LÍNEAS 45,136 (8 DIV)
FITEM,5,136
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,8, , , ,1
!*

FLST,5,3,4,ORDE,3
!LÍNEAS 91,182,242 (4 DIV)
FITEM,5,91
FITEM,5,182
FITEM,5,242
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*          !FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
32

CM,_Y,VOLU          !!INICIO
MALLADO VOLUMEN 32
VSEL, , , , 32
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*          !FINAL
MALLADO VOLUMEN 32

!ANCLAJES

!GEOMETRÍA

K,121,36.5,301.25,-250,
!!INICIO CREACIÓN
KEYPOINTS ANCLAJE 1
K,122,54.75,301.25,-250,
K,123,36.5,317.5,-250,
K,124,54.75,317.5,-250,
!FINAL CREACIÓN KEYPOINTS
ANCLAJE 1

LSTR, 40, 121 !!INICIO
CREACIÓN LÍNEAS ANCLAJE 1
LSTR, 41, 122
LSTR, 48, 123
LSTR, 49, 124
LSTR, 121, 122
LSTR, 122, 124
LSTR, 124, 123
LSTR, 123, 121 !FINAL
CREACIÓN LÍNEAS ANCLAJE 1

FLST,2,4,4          !!INICIO
CREACIÓN ÁREAS ANCLAJE 1
FITEM,2,247
FITEM,2,244
FITEM,2,30
FITEM,2,243
AL,P51X
FLST,2,4,4
FITEM,2,248
FITEM,2,244
FITEM,2,56
FITEM,2,246
AL,P51X
FLST,2,4,4
FITEM,2,249
FITEM,2,246
FITEM,2,36
FITEM,2,245
AL,P51X
FLST,2,4,4
FITEM,2,250

```

FITEM,2,243
FITEM,2,54
FITEM,2,245
AL,P51X
FLST,2,4,4
FITEM,2,247
FITEM,2,248
FITEM,2,249
FITEM,2,250
AL,P51X *!FINAL*
CREACIÓN ÁREAS ANCLAJE 1

FLST,2,6,5,ORDE,3 *!INICIO*
CREACIÓN VOLUMEN 33
(ANCLAJE 1)
FITEM,2,26
FITEM,2,156
FITEM,2,-160
VA,P51X *!FINAL*
CREACIÓN VOLUMEN 33
(ANCLAJE 1)

K,125,295.25,301.25,-250,
!INICIO CREACIÓN
KEYPOINTS ANCLAJE 2
K,126,313.50,301.25,-250,
K,127,295.25,317.50,-250,
K,128,313.50,317.5,-250,
!FINAL CREACIÓN KEYPOINTS
ANCLAJE 2

LSTR, 44, 125 *!INICIO*
CREACIÓN LÍNEAS ANCLAJE 2
LSTR, 45, 126
LSTR, 52, 127
LSTR, 53, 128
LSTR, 125, 126
LSTR, 126, 128
LSTR, 128, 127
LSTR, 127, 125 *!FINAL*
CREACIÓN LÍNEAS ANCLAJE 2

FLST,2,4,4 *!INICIO*
CREACIÓN ÁREAS ANCLAJE 2
FITEM,2,255
FITEM,2,252
FITEM,2,33
FITEM,2,251
AL,P51X
FLST,2,4,4
FITEM,2,256
FITEM,2,252
FITEM,2,84
FITEM,2,254
AL,P51X
FLST,2,4,4
FITEM,2,257
FITEM,2,254
FITEM,2,39
FITEM,2,253
AL,P51X
FLST,2,4,4
FITEM,2,258
FITEM,2,251
FITEM,2,82
FITEM,2,253
AL,P51X
FLST,2,4,4
FITEM,2,255
FITEM,2,256
FITEM,2,257
FITEM,2,258
AL,P51X *!FINAL* CREACIÓN
AREAS ANCLAJE 2

FLST,2,6,5,ORDE,3 *!INICIO*
CREACIÓN VOLUMEN 34
(ANCLAJE 2)
FITEM,2,29
FITEM,2,161
FITEM,2,-165
VA,P51X *!FINAL*
CREACIÓN VOLUMEN 34
(ANCLAJE 2)

K,129,36.5,32.5,-250,
!INICIO CREACIÓN
KEYPOINTS ANCLAJE 3
K,130,54.75,32.5,-250,
K,131,36.50,48.75,-250,
K,132,54.75,48.75,-250,
!FINAL CREACIÓN KEYPOINTS
ANCLAJE 3

LSTR, 8, 129 *!INICIO*
CREACIÓN LÍNEAS ANCLAJE 3
LSTR, 9, 130
LSTR, 16, 131
LSTR, 17, 132
LSTR, 129, 130
LSTR, 130, 132
LSTR, 132, 131
LSTR, 131, 129 *!FINAL*
CREACIÓN LÍNEAS ANCLAJE 3

FLST,2,4,4 *!INICIO*
CREACIÓN ÁREAS ANCLAJE 3
FITEM,2,263
FITEM,2,260
FITEM,2,7
FITEM,2,259
AL,P51X
FLST,2,4,4
FITEM,2,264
FITEM,2,260
FITEM,2,55
FITEM,2,262
AL,P51X
FLST,2,4,4
FITEM,2,265
FITEM,2,262
FITEM,2,13
FITEM,2,261
AL,P51X
FLST,2,4,4
FITEM,2,266
FITEM,2,259
FITEM,2,53
FITEM,2,261
AL,P51X
FLST,2,4,4
FITEM,2,266
FITEM,2,263
FITEM,2,264
FITEM,2,265
AL,P51X *!FINAL*
CREACIÓN ÁREAS ANCLAJE 3

FLST,2,6,5,ORDE,3 *!INICIO*
CREACIÓN VOLUMEN 35
(ANCLAJE 3)
FITEM,2,7
FITEM,2,166
FITEM,2,-170
VA,P51X *!FINAL*
CREACIÓN VOLUMEN 35
(ANCLAJE 3)

K,133,295.25,32.5,-250,
!INICIO CREACIÓN
KEYPOINTS ANCLAJE 4
K,134,313.50,32.5,-250,
K,135,295.25,48.75,-250,
K,136,313.50,48.75,-250,
!FINAL CREACIÓN KEYPOINTS
ANCLAJE 4

LSTR, 12, 133 *!INICIO*
CREACIÓN LÍNEAS ANCLAJE 4
LSTR, 13, 134
LSTR, 20, 135
LSTR, 21, 136
LSTR, 133, 134
LSTR, 134, 136
LSTR, 136, 135
LSTR, 135, 133 *!FINAL*
CREACIÓN LÍNEAS ANCLAJE 4

FLST,2,4,4 *!INICIO*
CREACIÓN ÁREAS ANCLAJE 4
FITEM,2,271
FITEM,2,268
FITEM,2,10
FITEM,2,267
AL,P51X
FLST,2,4,4
FITEM,2,272
FITEM,2,268
FITEM,2,83
FITEM,2,270
AL,P51X
FLST,2,4,4
FITEM,2,273
FITEM,2,270
FITEM,2,16
FITEM,2,269
AL,P51X
FLST,2,4,4
FITEM,2,274
FITEM,2,267
FITEM,2,81
FITEM,2,269
AL,P51X
FLST,2,4,4
FITEM,2,271
FITEM,2,272
FITEM,2,273
FITEM,2,274
AL,P51X *!FINAL* CREACIÓN
ÁREAS ANCLAJE 4

FLST,2,6,5,ORDE,3 *!INICIO*
CREACIÓN VOLUMEN 36
(ANCLAJE 4)
FITEM,2,10
FITEM,2,171
FITEM,2,-175
VA,P51X *!FINAL*
CREACIÓN VOLUMEN 36
(ANCLAJE 4)

**IDETERMINACIÓN MATERIAL
MODEL PARA LOS ANCLAJES**

MPTMP,.....
*!MATERIAL MODEL 2: ACERO
10.9 (PARA LOS ANCLAJES)*
MPTMP,1,0
*!STRUCTURAL-NONLINEAR-
INELASTIC-RATE
INDEPENDENT-KINEMATIC*

HARDENING PLASTICITY-
MISSES PLASTICITY-BILINEAR
MPDATA,EX,2,,210000
!Ex= 210000 N/mm2
MPDATA,PRXY,2,,0.3
!PRXY= 0.3
TB,BKIN,2,1,2,1
TBTEMP,0
TBDATA,,900,2100,,
!LÍMITE ELÁSTICO: 900 N/mm2
; MÓDULO TANGENTE= 2100

**!ASIGNACIÓN DE LAS ÁREAS
Y VOLÚMENES DE LOS
ANCLAJES CON LOS TIPOS
DE ELEMENTOS (ELEMENT
TYPES) Y LOS MATERIALES**

FLST,5,5,5,ORDE,2
!MESH ATTRIBUTES ÁREAS
ANCLAJE 1
FITEM,5,156
FITEM,5,-160
CM,_Y,AREA
ASEL,,,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 2, , 1, 0,
!MATERIAL 2 (ACERO 10.9);
E.TYPE 1 (SOLID 45)
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,5,5,ORDE,2
!MESH ATTRIBUTES ÁREAS
ANCLAJE 2
FITEM,5,161
FITEM,5,-165
CM,_Y,AREA
ASEL,,,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 2, , 1, 0,
!MATERIAL 2 (ACERO 10.9);
E.TYPE 1 (SOLID 45)
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

!*
FLST,5,5,5,ORDE,2
!MESH ATTRIBUTES ÁREAS
ANCLAJE 1
FITEM,5,156
FITEM,5,-160
CM,_Y,AREA
ASEL,,,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 2, , 1, 0,
!MATERIAL 2 (ACERO 10.9);
E.TYPE 1 (SOLID 45)
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,5,5,ORDE,2
!MESH ATTRIBUTES ÁREAS
ANCLAJE 2
FITEM,5,161
FITEM,5,-165
CM,_Y,AREA
ASEL,,,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 2, , 1, 0,
!MATERIAL 2 (ACERO 10.9);
E.TYPE 1 (SOLID 45)
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,5,5,ORDE,2
!MESH ATTRIBUTES ÁREAS
ANCLAJE 3
FITEM,5,166
FITEM,5,-170
CM,_Y,AREA
ASEL,,,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 2, , 1, 0,
!MATERIAL 2 (ACERO 10.9);
E.TYPE 1 (SOLID 45)
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,5,5,ORDE,2
!MESH ATTRIBUTES ÁREAS
ANCLAJE 4
FITEM,5,171
FITEM,5,-175
CM,_Y,AREA
ASEL,,,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 2, , 1, 0,
!MATERIAL 2 (ACERO 10.9);
E.TYPE 1 (SOLID 45)
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,2,6,ORDE,2
!MESH ATTRIBUTES
VOLÚMENES 33,34
(ANCLAJES 1, 2)
FITEM,5,33
FITEM,5,-34
CM,_Y,VOLU
VSEL,,,P51X
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 2, , 1, 0
!MATERIAL 2 (ACERO 10.9);
E.TYPE 1 (SOLID 45)
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y

CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,2,6,ORDE,2
!MESH ATTRIBUTES
VOLÚMENES 35,36
(ANCLAJES 3,4)
FITEM,5,35
FITEM,5,-36
CM,_Y,VOLU
VSEL,,,P51X
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 2, , 1, 0
!MATERIAL 2 (ACERO 10.9);
E.TYPE 1 (SOLID 45)
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

**!MALLADO DE LAS LÍNEAS Y
VOLÚMENES DE LOS
ANCLAJES**

FLST,5,4,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
ANCLAJE 1
FITEM,5,247
!LÍNEAS 247,248,249,250 (2
DIV)
FITEM,5,-250
CM,_Y,LINE
LSEL,,,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,2, , , ,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,2
FITEM,5,243
!LÍNEAS 243,244,245,246 (10
DIV)
FITEM,5,-246
CM,_Y,LINE
LSEL,,,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,10, , , ,1
!*

!*
IFINAL MALLAT LÍNIAS
ANCORATGE 1
FLST,5,4,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
ANCLAJE 2
FITEM,5,255
!LÍNEAS 255,256,257,258 (2
DIV)
FITEM,5,-258
CM,_Y,LINE
LSEL,,,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,2, , , ,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,2

FITEM,5,251	CM,_Y,VOLU	!!INICIO	K,138,-91.25,-1225,0,
!LÍNEAS 251,252,253,254 (10	MALLADO VOLUMEN 33		K,139,91.25,-1225,0,
DIV)	(ANCLAJE 1)		K,140,258.75,-1225,0,
FITEM,5,-254	VSEL,, , , 33		K,141,441.25,-1225,0,
CM,_Y,LINE	CM,_Y1,VOLU		K,142,1575,-1225,0,
LSEL,, , ,P51X	CHKMSH,'VOLU'		K,143,-1225,-130,0,
CM,_Y1,LINE	CMSEL,S,_Y		K,144,-91.25,-130,0,
CMSEL,,_Y	!*		K,145,91.25,-130,0,
!*	VSWEEP,_Y1		K,146,258.75,-130,0,
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1	!*		K,147,441.25,-130,0,
!*	CMDELE,_Y		K,148,1575,-130,0,
!FINAL MALLADO LÍNEAS	CMDELE,_Y1		K,149,-1225,32.5,0,
ANCLAJE 2	CMDELE,_Y2		K,150,-91.25,32.5,0,
	!*	!FINAL	K,151,36.5,32.5,0,
FLST,5,4,4,ORDE,2	MALLADO VOLUMEN 33		K,152,54.75,32.5,0,
!!INICIO MALLADO LÍNEAS	(ANCLAJE 1)		K,153,91.25,32.5,0,
ANCLAJE 3			K,154,258.75,32.5,0,
FITEM,5,263	CM,_Y,VOLU	!!INICIO	K,155,295.25,32.5,0,
!LÍNEAS 263,264,265,266 (2	MALLADO VOLUMEN 34		K,156,313.5,32.5,0,
DIV)	(ANCLAJE 2)		K,157,441.25,32.5,0,
FITEM,5,-266	VSEL,, , , 34		K,158,1575,32.5,0,
CM,_Y,LINE	CM,_Y1,VOLU		K,159,-1225,48.75,0,
LSEL,, , ,P51X	CHKMSH,'VOLU'		K,160,-91.25,48.75,0,
CM,_Y1,LINE	CMSEL,S,_Y		K,161,36.5,48.75,0,
CMSEL,,_Y	!*		K,162,54.75,48.75,0,
!*	VSWEEP,_Y1		K,163,91.25,48.75,0,
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1	!*		K,164,258.75,48.75,0,
!*	CMDELE,_Y		K,165,295.25,48.75,0,
FLST,5,4,4,ORDE,2	CMDELE,_Y1		K,166,313.5,48.75,0,
FITEM,5,259	CMDELE,_Y2		K,167,441.25,48.75,0,
!LÍNEAS 259,260,261,262 (10	!*	!FINAL	K,168,1575,48.75,0,
DIV)	MALLADO VOLUMEN 34		K,169,-1225,301.25,0,
FITEM,5,-262	(ANCLAJE 2)		K,170,-91.25,301.25,0,
CM,_Y,LINE			K,171,36.5,301.25,0,
LSEL,, , ,P51X	CM,_Y,VOLU	!!INICIO	K,172,54.75,301.25,0,
CM,_Y1,LINE	MALLADO VOLUMEN 35		K,173,91.25,301.25,0,
CMSEL,,_Y	(ANCLAJE 3)		K,174,258.75,301.25,0,
!*	VSEL,, , , 35		K,175,295.25,301.25,0,
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1	CM,_Y1,VOLU		K,176,313.5,301.25,0,
!*	CHKMSH,'VOLU'		K,177,441.25,301.25,0,
!*	CMSEL,S,_Y		K,178,1575,301.25,0,
!FINAL MALLADO LÍNEAS	!*		K,179,-1225,317.5,0,
ANCLAJE 3	VSWEEP,_Y1		K,180,-91.25,317.5,0,
	!*		K,181,36.5,317.5,0,
FLST,5,4,4,ORDE,2	CMDELE,_Y		K,182,54.75,317.5,0,
!!INICIO MALLADO LÍNEAS	CMDELE,_Y1		K,183,91.25,317.5,0,
ANCLAJE 4	CMDELE,_Y2		K,184,258.75,317.5,0,
FITEM,5,271	!*	!FINAL	K,185,295.25,317.5,0,
!LÍNEAS 271, 272, 274, 274 (2	MALLADO VOLUMEN 35		K,186,313.5,317.5,0,
DIV)	(ANCLAJE 3)		K,187,441.25,317.5,0,
FITEM,5,-274			K,188,1575,317.5,0,
CM,_Y,LINE	CM,_Y,VOLU	!!INICIO	K,189,-1225,480,0,
LSEL,, , ,P51X	MALLADO VOLUMEN 36		K,190,-91.25,480,0,
CM,_Y1,LINE	(ANCLAJE 4)		K,191,91.25,480,0,
CMSEL,,_Y	VSEL,, , , 36		K,192,258.75,480,0,
!*	CM,_Y1,VOLU		K,193,441.25,480,0,
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1	CHKMSH,'VOLU'		K,194,1575,480,0,
!*	CMSEL,S,_Y		K,195,-1225,1575,0,
!*	!*		K,196,-91.25,1575,0,
FLST,5,4,4,ORDE,2	VSWEEP,_Y1		K,197,91.25,1575,0,
FITEM,5,267	!*		K,198,258.75,1575,0,
!LÍNEAS 267,268,269,270 (10	CMDELE,_Y		K,199,441.25,1575,0,
DIV)	CMDELE,_Y1		K,200,1575,1575,0,
FITEM,5,-270	CMDELE,_Y2		!FINAL
CM,_Y,LINE	!*	!FINAL MALLADO	CREACIÓN KEYPOINTS
LSEL,, , ,P51X	VOLUMEN 36 (ANCLAJE 4)		BLOQUE DE HORMIGÓN (Z=0)
CM,_Y1,LINE			
CMSEL,,_Y			
!*			
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1			
!*			
!FINAL MALLADO LÍNEAS			
ANCLAJE 4			
	<u>BLOQUE DE HORMIGÓN</u>		
	IGOMETRÍA		
	K,137,-1225,-1225,0,		
	!!INICIO CREACIÓN		
	KEYPOINTS BLOQUE DE		
	HORMIGÓN (Z=0)		
		LSTR, 137, 138	!!INICIO
		CREACIÓN LÍNEAS BLOQUE	
		DE HORMIGÓN (Z=0)	
		LSTR, 138, 139	
		LSTR, 139, 140	
		LSTR, 140, 141	
		LSTR, 141, 142	
		LSTR, 143, 144	
		LSTR, 144, 145	

LSTR, 128, 235	FITEM,2,443	FITEM,2,402
LSTR, 235, 236	AL,P51X	FITEM,2,452
LSTR, 237, 238	FLST,2,4,4	AL,P51X
LSTR, 238, 239	FITEM,2,384	FLST,2,4,4
LSTR, 239, 240	FITEM,2,457	FITEM,2,396
LSTR, 240, 241	FITEM,2,389	FITEM,2,459
LSTR, 241, 242	FITEM,2,450	FITEM,2,403
LSTR, 243, 244	AL,P51X	FITEM,2,272
LSTR, 244, 245	FLST,2,4,4	AL,P51X
LSTR, 245, 246	FITEM,2,385	FLST,2,4,4
LSTR, 246, 247	FITEM,2,464	FITEM,2,397
LSTR, 247, 248	FITEM,2,390	FITEM,2,466
LSTR, 201, 207	FITEM,2,457	FITEM,2,404
LSTR, 207, 213	AL,P51X	FITEM,2,459
LSTR, 213, 219	FLST,2,4,4	AL,P51X
LSTR, 219, 225	FITEM,2,386	FLST,2,4,4
LSTR, 225, 231	FITEM,2,437	FITEM,2,398
LSTR, 231, 237	FITEM,2,391	FITEM,2,439
LSTR, 237, 243	FITEM,2,430	FITEM,2,405
LSTR, 202, 208	AL,P51X	FITEM,2,432
LSTR, 208, 214	FLST,2,6,4	AL,P51X
LSTR, 214, 220	FITEM,2,387	FLST,2,8,4
LSTR, 220, 226	FITEM,2,444	FITEM,2,399
LSTR, 226, 232	FITEM,2,393	FITEM,2,265
LSTR, 232, 238	FITEM,2,263	FITEM,2,400
LSTR, 238, 244	FITEM,2,392	FITEM,2,446
LSTR, 203, 209	FITEM,2,437	FITEM,2,407
LSTR, 209, 215	AL,P51X	FITEM,2,247
LSTR, 215, 221	FLST,2,4,4	FITEM,2,406
LSTR, 221, 227	FITEM,2,388	FITEM,2,439
LSTR, 227, 233	FITEM,2,451	AL,P51X
LSTR, 233, 239	FITEM,2,394	FLST,2,4,4
LSTR, 239, 245	FITEM,2,444	FITEM,2,401
LSTR, 204, 210	AL,P51X	FITEM,2,453
LSTR, 210, 216	FLST,2,6,4	FITEM,2,408
LSTR, 216, 222	FITEM,2,389	FITEM,2,446
LSTR, 222, 228	FITEM,2,458	AL,P51X
LSTR, 228, 234	FITEM,2,396	FLST,2,8,4
LSTR, 234, 240	FITEM,2,271	FITEM,2,402
LSTR, 240, 246	FITEM,2,395	FITEM,2,273
LSTR, 205, 211	FITEM,2,451	FITEM,2,403
LSTR, 211, 217	AL,P51X	FITEM,2,460
LSTR, 217, 223	FLST,2,4,4	FITEM,2,410
LSTR, 223, 229	FITEM,2,390	FITEM,2,255
LSTR, 229, 235	FITEM,2,465	FITEM,2,409
LSTR, 235, 241	FITEM,2,397	FITEM,2,453
LSTR, 241, 247	FITEM,2,458	AL,P51X
LSTR, 206, 212	AL,P51X	FLST,2,4,4
LSTR, 212, 218	FLST,2,4,4	FITEM,2,404
LSTR, 218, 224	FITEM,2,391	FITEM,2,467
LSTR, 224, 230	FITEM,2,438	FITEM,2,411
LSTR, 230, 236	FITEM,2,398	FITEM,2,460
LSTR, 236, 242	FITEM,2,431	AL,P51X
LSTR, 242, 248	AL,P51X	FLST,2,4,4
LÍNEAS BLOQUE DE	FLST,2,4,4	FITEM,2,405
HORMIGÓN (Z=-250)	FITEM,2,392	FITEM,2,440
	FITEM,2,266	FITEM,2,412
FLST,2,4,4	FITEM,2,399	FITEM,2,433
!!INICIO ÁREAS	FITEM,2,438	AL,P51X
BLOQUE DE HORMIGÓN (Z=-	AL,P51X	FLST,2,4,4
250)	FLST,2,4,4	FITEM,2,406
FITEM,2,381	FITEM,2,393	FITEM,2,250
FITEM,2,436	FITEM,2,445	FITEM,2,413
FITEM,2,386	FITEM,2,400	FITEM,2,440
FITEM,2,429	FITEM,2,264	AL,P51X
AL,P51X	AL,P51X	FLST,2,4,4
FLST,2,4,4	FLST,2,4,4	FITEM,2,407
FITEM,2,382	FITEM,2,394	FITEM,2,447
FITEM,2,443	FITEM,2,452	FITEM,2,414
FITEM,2,387	FITEM,2,401	FITEM,2,248
FITEM,2,436	FITEM,2,445	AL,P51X
AL,P51X	AL,P51X	FLST,2,4,4
FLST,2,4,4	FLST,2,4,4	FITEM,2,408
FITEM,2,383	FITEM,2,395	FITEM,2,454
FITEM,2,450	FITEM,2,274	FITEM,2,415
FITEM,2,388		

FITEM,2,447	FITEM,2,427	LSTR, 197, 245
AL,P51X	FITEM,2,456	LSTR, 198, 246
FLST,2,4,4	AL,P51X	LSTR, 199, 247
FITEM,2,409	FLST,2,4,4	LSTR, 200, 248 <i>!FINAL</i>
FITEM,2,258	FITEM,2,423	<i>CREACIÓN LÍNEAS INTERNAS</i>
FITEM,2,416	FITEM,2,470	<i>BLOQUE DE HORMIGÓN (DE</i>
FITEM,2,454	FITEM,2,428	<i>Z=0 A Z=-250)</i>
AL,P51X	FITEM,2,463	
FLST,2,4,4	AL,P51X <i>!FINAL ÁREAS</i>	FLST,2,4,4 <i>!INICIO</i>
FITEM,2,410	<i>BLOQUE DE HORMIGÓN (Z=-</i>	<i>CREACIÓN ÁREAS INTERNAS</i>
FITEM,2,461	<i>250)</i>	<i>VOLUMEN 37</i>
FITEM,2,417		FITEM,2,429
FITEM,2,256	LSTR, 201, 137 <i>!INICIO</i>	FITEM,2,471
AL,P51X	<i>CREACIÓN LÍNEAS INTERNAS</i>	FITEM,2,331
FLST,2,4,4	<i>BLOQUE DE HORMIGÓN (DE</i>	FITEM,2,477
FITEM,2,411	<i>Z=0 A Z=-250)</i>	AL,P51X
FITEM,2,468	LSTR, 202, 138	FLST,2,4,4
FITEM,2,418	LSTR, 203, 139	FITEM,2,381
FITEM,2,461	LSTR, 204, 140	FITEM,2,472
AL,P51X	LSTR, 205, 141	FITEM,2,275
FLST,2,4,4	LSTR, 206, 142	FITEM,2,471
FITEM,2,412	LSTR, 143, 207	AL,P51X
FITEM,2,441	LSTR, 144, 208	FLST,2,4,4
FITEM,2,419	LSTR, 145, 209	FITEM,2,436
FITEM,2,434	LSTR, 146, 210	FITEM,2,472
AL,P51X	LSTR, 147, 211	FITEM,2,338
FLST,2,6,4	LSTR, 148, 212	FITEM,2,478
FITEM,2,413	LSTR, 149, 213	AL,P51X
FITEM,2,249	LSTR, 150, 214	FLST,2,4,4
FITEM,2,414	LSTR, 151, 129	FITEM,2,386
FITEM,2,448	LSTR, 152, 130	FITEM,2,478
FITEM,2,420	LSTR, 153, 215	FITEM,2,280
FITEM,2,441	LSTR, 154, 216	FITEM,2,477
AL,P51X	LSTR, 155, 133	AL,P51X <i>!FINAL</i>
FLST,2,4,4	LSTR, 156, 134	<i>CREACIÓN ÁREAS INTERNAS</i>
FITEM,2,415	LSTR, 157, 217	<i>VOLUMEN 37</i>
FITEM,2,455	LSTR, 158, 218	
FITEM,2,421	LSTR, 159, 219	FLST,2,6,5,ORDE,4 <i>!INICIO</i>
FITEM,2,448	LSTR, 160, 220	<i>CREACIÓN VOLUMEN 37</i>
AL,P51X	LSTR, 161, 131	FITEM,2,176
FLST,2,6,4	LSTR, 162, 132	FITEM,2,215
FITEM,2,416	LSTR, 163, 221	FITEM,2,254
FITEM,2,257	LSTR, 164, 222	FITEM,2,-257
FITEM,2,417	LSTR, 165, 135	VA,P51X <i>!FINAL</i>
FITEM,2,462	LSTR, 166, 136	<i>CREACIÓN VOLUMEN 37</i>
FITEM,2,422	LSTR, 167, 223	
FITEM,2,455	LSTR, 168, 224	FLST,2,4,4 <i>!INICIO</i>
AL,P51X	LSTR, 169, 225	<i>CREACIÓN ÁREAS INTERNAS</i>
FLST,2,4,4	LSTR, 170, 226	<i>VOLUMEN 38</i>
FITEM,2,418	LSTR, 171, 121	FITEM,2,472
FITEM,2,469	LSTR, 172, 122	FITEM,2,382
FITEM,2,423	LSTR, 173, 227	FITEM,2,473
FITEM,2,462	LSTR, 174, 228	FITEM,2,276
AL,P51X	LSTR, 175, 125	AL,P51X
FLST,2,4,4	LSTR, 176, 126	FLST,2,4,4
FITEM,2,419	LSTR, 177, 229	FITEM,2,443
FITEM,2,442	LSTR, 178, 230	FITEM,2,479
FITEM,2,424	LSTR, 231, 179	FITEM,2,349
FITEM,2,435	LSTR, 180, 232	FITEM,2,473
AL,P51X	LSTR, 181, 123	AL,P51X
FLST,2,4,4	LSTR, 182, 124	FLST,2,4,4
FITEM,2,420	LSTR, 183, 233	FITEM,2,387
FITEM,2,449	LSTR, 184, 234	FITEM,2,479
FITEM,2,425	LSTR, 185, 127	FITEM,2,281
FITEM,2,442	LSTR, 186, 128	FITEM,2,478
AL,P51X	LSTR, 187, 235	AL,P51X <i>!FINAL</i>
FLST,2,4,4	LSTR, 188, 236	<i>CREACIÓN ÁREAS INTERNAS</i>
FITEM,2,421	LSTR, 189, 237	<i>VOLUMEN 38</i>
FITEM,2,456	LSTR, 190, 238	
FITEM,2,426	LSTR, 191, 239	FLST,2,6,5,ORDE,5 <i>!INICIO</i>
FITEM,2,449	LSTR, 192, 240	<i>CREACIÓN VOLUMEN 38</i>
AL,P51X	LSTR, 193, 241	FITEM,2,177
FLST,2,4,4	LSTR, 194, 242	FITEM,2,216
FITEM,2,422	LSTR, 195, 243	FITEM,2,256
FITEM,2,463	LSTR, 196, 244	FITEM,2,258

FITEM,2,395		FITEM,2,285		FITEM,2,401	
FITEM,2,489		FITEM,2,-287		FITEM,2,498	
FITEM,2,290		VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,298	
FITEM,2,488		CREACIÓN VOLUMEN 47		FITEM,2,497	
AL,P51X	!FINAL			AL,P51X	!FINAL
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FLST,2,4,4	!INICIO	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
VOLUMEN 45		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		VOLUMEN 50	
		VOLUMEN 48			
FLST,2,8,5,ORDE,6	!INICIO	FITEM,2,266		FLST,2,6,5,ORDE,6	!INICIO
CREACIÓN VOLUMEN 45		FITEM,2,485		CREACIÓN VOLUMEN 50	
FITEM,2,184		FITEM,2,345		FITEM,2,189	
FITEM,2,223		FITEM,2,495		FITEM,2,228	
FITEM,2,266		AL,P51X		FITEM,2,278	
FITEM,2,277		FLST,2,4,4		FITEM,2,291	
FITEM,2,279		FITEM,2,399		FITEM,2,293	
FITEM,2,-282		FITEM,2,495		FITEM,2,-294	
VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,295		VA,P51X	!FINAL
CREACIÓN VOLUMEN 45		FITEM,2,494		CREACIÓN VOLUMEN 50	
		AL,P51X	!FINAL		
FLST,2,4,4	!INICIO	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FLST,2,4,4	!INICIO
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		VOLUMEN 48		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
VOLUMEN 46				VOLUMEN 51	
FITEM,2,465		FLST,2,6,5,ORDE,6	!INICIO	FITEM,2,274	
FITEM,2,482		CREACIÓN VOLUMEN 48		FITEM,2,489	
FITEM,2,375		FITEM,2,187		FITEM,2,363	
FITEM,2,492		FITEM,2,226		FITEM,2,499	
AL,P51X		FITEM,2,276		AL,P51X	
FLST,2,4,4		FITEM,2,286		FLST,2,4,4	
FITEM,2,397		FITEM,2,288		FITEM,2,402	
FITEM,2,492		FITEM,2,-289		FITEM,2,499	
FITEM,2,293		VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,299	
FITEM,2,491		CREACIÓN VOLUMEN 48		FITEM,2,498	
AL,P51X	!FINAL			AL,P51X	!FINAL
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FLST,2,4,4	!INICIO	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
VOLUMEN 46		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		VOLUMEN 51	
		VOLUMEN 49			
FLST,2,6,5,ORDE,6	!INICIO	FITEM,2,264		FLST,2,6,5,ORDE,6	!INICIO
CREACIÓN VOLUMEN 46		FITEM,2,486		CREACIÓN VOLUMEN 51	
FITEM,2,185		FITEM,2,347		FITEM,2,190	
FITEM,2,224		FITEM,2,496		FITEM,2,229	
FITEM,2,269		AL,P51X		FITEM,2,282	
FITEM,2,279		FLST,2,4,4		FITEM,2,293	
FITEM,2,283		FITEM,2,445		FITEM,2,295	
FITEM,2,-284		FITEM,2,487		FITEM,2,-296	
VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,351		VA,P51X	!FINAL
CREACIÓN VOLUMEN 46		FITEM,2,497		CREACIÓN VOLUMEN 51	
		AL,P51X			
FLST,2,4,4	!INICIO	FLST,2,4,4		FLST,2,4,4	!INICIO
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,400		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
VOLUMEN 47		FITEM,2,497		VOLUMEN 52	
FITEM,2,431		FITEM,2,297		FITEM,2,272	
FITEM,2,483		FITEM,2,496		FITEM,2,490	
FITEM,2,333		AL,P51X	!FINAL	FITEM,2,365	
FITEM,2,493		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,500	
AL,P51X		VOLUMEN 49		AL,P51X	
FLST,2,4,4				FLST,2,4,4	
FITEM,2,438		FLST,2,6,5,ORDE,5	!INICIO	FITEM,2,459	
FITEM,2,484		CREACIÓN VOLUMEN 49		FITEM,2,491	
FITEM,2,340		FITEM,2,188		FITEM,2,369	
FITEM,2,494		FITEM,2,227		FITEM,2,501	
AL,P51X		FITEM,2,274		AL,P51X	
FLST,2,4,4		FITEM,2,290		FLST,2,4,4	
FITEM,2,398		FITEM,2,-292		FITEM,2,403	
FITEM,2,494		VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,501	
FITEM,2,294		CREACIÓN VOLUMEN 49		FITEM,2,301	
FITEM,2,493				FITEM,2,500	
AL,P51X	!FINAL	FLST,2,4,4	!INICIO	AL,P51X	!FINAL
CREACIÓN ÀREAS INTERNAS		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
VOLUMEN 47		VOLUMEN 50		VOLUMEN 52	
		FITEM,2,452			
FLST,2,6,5,ORDE,5	!INICIO	FITEM,2,488		FLST,2,6,5,ORDE,5	!INICIO
CREACIÓN VOLUMEN 47		FITEM,2,358		CREACIÓN VOLUMEN 52	
FITEM,2,186		FITEM,2,498		FITEM,2,191	
FITEM,2,225		AL,P51X		FITEM,2,230	
FITEM,2,272		FLST,2,4,4		FITEM,2,280	

FITEM,2,297		FITEM,2,407		FITEM,2,501	
FITEM,2,-299		FITEM,2,507		FITEM,2,370	
VA,P51X	<i>!FINAL</i>	FITEM,2,306		FITEM,2,511	
CREACIÓN VOLUMEN 52		FITEM,2,506		AL,P51X	
FLST,2,4,4	<i>!INICIO</i>	AL,P51X		FLST,2,4,4	
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FLST,2,4,4		FITEM,2,409	
VOLUMEN 53		FITEM,2,247		FITEM,2,509	
FITEM,2,466		FITEM,2,506		FITEM,2,308	
FITEM,2,492		FITEM,2,305		FITEM,2,508	
FITEM,2,376		FITEM,2,505		AL,P51X	
FITEM,2,502		AL,P51X		FLST,2,4,4	
AL,P51X		FLST,2,4,4		FITEM,2,255	
FLST,2,4,4		FITEM,2,406		FITEM,2,510	
FITEM,2,404		FITEM,2,505		FITEM,2,309	
FITEM,2,502		FITEM,2,304		FITEM,2,509	
FITEM,2,302		FITEM,2,504		AL,P51X	
FITEM,2,501		AL,P51X		FLST,2,4,4	
AL,P51X	<i>!FINAL</i>	FLST,2,4,4		FITEM,2,410	
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,446		FITEM,2,511	
VOLUMEN 53		FITEM,2,497		FITEM,2,310	
FLST,2,6,5,ORDE,6	<i>!INICIO</i>	FITEM,2,352		FITEM,2,510	
CREACIÓN VOLUMEN 53		FITEM,2,507		AL,P51X	<i>!FINAL</i>
FITEM,2,192		AL,P51X	<i>!FINAL</i>	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
FITEM,2,231		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		VOLUMEN 57	
FITEM,2,284		VOLUMEN 55		FLST,2,10,5,ORDE,7	<i>!INICIO</i>
FITEM,2,298		FLST,2,10,5,ORDE,7	<i>!INICIO</i>	CREACIÓN VOLUMEN 57	
FITEM,2,300		CREACIÓN VOLUMEN 55		FITEM,2,196	
FITEM,2,-301		FITEM,2,194		FITEM,2,235	
VA,P51X	<i>!FINAL</i>	FITEM,2,233		FITEM,2,296	
CREACIÓN VOLUMEN 53		FITEM,2,289		FITEM,2,299	
FLST,2,4,4	<i>!INICIO</i>	FITEM,2,292		FITEM,2,310	
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,303		FITEM,2,312	
VOLUMEN 54		FITEM,2,305		FITEM,2,-316	
FITEM,2,432		FITEM,2,-309		VA,P51X	<i>!FINAL</i>
FITEM,2,493		VA,P51X	<i>!FINAL</i>	CREACIÓN VOLUMEN 57	
FITEM,2,334		CREACIÓN VOLUMEN 55		FLST,2,4,4	<i>!INICIO</i>
FITEM,2,503		FLST,2,4,4	<i>!INICIO</i>	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
AL,P51X		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		VOLUMEN 58	
FLST,2,4,4		VOLUMEN 56		FITEM,2,467	
FITEM,2,439		FITEM,2,453		FITEM,2,502	
FITEM,2,494		FITEM,2,498		FITEM,2,377	
FITEM,2,341		FITEM,2,359		FITEM,2,512	
FITEM,2,504		FITEM,2,508		AL,P51X	
AL,P51X		AL,P51X		FLST,2,4,4	
FLST,2,4,4		FLST,2,4,4		FITEM,2,411	
FITEM,2,405		FITEM,2,408		FITEM,2,512	
FITEM,2,504		FITEM,2,508		FITEM,2,311	
FITEM,2,303		FITEM,2,307		FITEM,2,511	
FITEM,2,503		FITEM,2,507		AL,P51X	<i>!FINAL</i>
AL,P51X	<i>!FINAL</i>	AL,P51X	<i>!FINAL</i>	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		VOLUMEN 58	
VOLUMEN 54		VOLUMEN 56		FLST,2,6,5,ORDE,6	<i>!INICIO</i>
FLST,2,6,5,ORDE,5	<i>!INICIO</i>	FLST,2,6,5,ORDE,5	<i>!INICIO</i>	CREACIÓN VOLUMEN 58	
CREACIÓN VOLUMEN 54		CREACIÓN VOLUMEN 56		FITEM,2,197	
FITEM,2,193		FITEM,2,195		FITEM,2,236	
FITEM,2,232		FITEM,2,234		FITEM,2,301	
FITEM,2,287		FITEM,2,294		FITEM,2,313	
FITEM,2,302		FITEM,2,309		FITEM,2,317	
FITEM,2,-304		FITEM,2,-311		FITEM,2,-318	
VA,P51X	<i>!FINAL</i>	VA,P51X	<i>!FINAL</i>	VA,P51X	<i>!FINAL</i>
CREACIÓN VOLUMEN 54		CREACIÓN VOLUMEN 56		CREACIÓN VOLUMEN 58	
FLST,2,4,4	<i>!INICIO</i>	FLST,2,4,4	<i>!INICIO</i>	FLST,2,4,4	<i>!INICIO</i>
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
VOLUMEN 55		VOLUMEN 57		VOLUMEN 59	
FITEM,2,265		FITEM,2,273		FITEM,2,433	
FITEM,2,496		FITEM,2,500		FITEM,2,503	
FITEM,2,296		FITEM,2,300		FITEM,2,335	
FITEM,2,495		FITEM,2,499		FITEM,2,513	
AL,P51X		AL,P51X		AL,P51X	
FLST,2,4,4		FLST,2,4,4		FLST,2,4,4	
FLST,2,4,4		FITEM,2,460		FITEM,2,440	

FITEM,2,504	FLST,2,6,5,ORDE,5	!!INICIO	FITEM,2,461
FITEM,2,342	CREACIÓN VOLUMEN 61		FITEM,2,511
FITEM,2,514	FITEM,2,200		FITEM,2,371
AL,P51X	FITEM,2,239		FITEM,2,521
FLST,2,4,4	FITEM,2,306		AL,P51X
FITEM,2,412	FITEM,2,324		FLST,2,4,4
FITEM,2,514	FITEM,2,-326		FITEM,2,520
FITEM,2,312	VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,417
FITEM,2,513	CREACIÓN VOLUMEN 61		FITEM,2,521
AL,P51X			FITEM,2,319
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	FLST,2,4,4	!!INICIO	AL,P51X
VOLUMEN 59	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
	VOLUMEN 62		VOLUMEN 64
FLST,2,6,5,ORDE,5	FITEM,2,454	!!INICIO	FLST,2,6,5,ORDE,5
CREACIÓN VOLUMEN 59	FITEM,2,508		CREACIÓN VOLUMEN 64
FITEM,2,198	FITEM,2,360		FITEM,2,203
FITEM,2,237	FITEM,2,518		FITEM,2,242
FITEM,2,304	AL,P51X		FITEM,2,316
FITEM,2,319	FLST,2,4,4		FITEM,2,331
FITEM,2,-321	FITEM,2,415		FITEM,2,-333
VA,P51X	FITEM,2,518		VA,P51X
CREACIÓN VOLUMEN 59	FITEM,2,316		CREACIÓN VOLUMEN 64
	FITEM,2,517		
FLST,2,4,4	AL,P51X	!FINAL	FLST,2,4,4
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
VOLUMEN 60	VOLUMEN 62		VOLUMEN 65
FITEM,2,346	FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO	FITEM,2,468
FITEM,2,515	CREACIÓN VOLUMEN 62		FITEM,2,512
FITEM,2,250	FITEM,2,201		FITEM,2,378
FITEM,2,505	FITEM,2,240		FITEM,2,522
AL,P51X	FITEM,2,311		AL,P51X
FLST,2,4,4	FITEM,2,325		FLST,2,4,4
FITEM,2,313	FITEM,2,327		FITEM,2,418
FITEM,2,514	FITEM,2,-328		FITEM,2,522
FITEM,2,413	VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,320
FITEM,2,515	CREACIÓN VOLUMEN 62		FITEM,2,521
AL,P51X			AL,P51X
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	FLST,2,4,4	!!INICIO	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
VOLUMEN 60	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		VOLUMEN 65
	VOLUMEN 63		
FLST,2,6,5,ORDE,6	FITEM,2,258	!!INICIO	FLST,2,6,5,ORDE,6
CREACIÓN VOLUMEN 60	FITEM,2,509		CREACIÓN VOLUMEN 65
FITEM,2,199	FITEM,2,364		FITEM,2,204
FITEM,2,238	FITEM,2,519		FITEM,2,243
FITEM,2,308	AL,P51X		FITEM,2,318
FITEM,2,320	FLST,2,4,4		FITEM,2,332
FITEM,2,322	FITEM,2,416		FITEM,2,334
FITEM,2,-323	FITEM,2,519		FITEM,2,-335
VA,P51X	FITEM,2,317		VA,P51X
CREACIÓN VOLUMEN 60	FITEM,2,518		CREACIÓN VOLUMEN 65
	AL,P51X	!FINAL	
FLST,2,4,4	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FLST,2,4,4
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	VOLUMEN 63		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
VOLUMEN 61			VOLUMEN 66
FITEM,2,248	FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO	FITEM,2,336
FITEM,2,506	CREACIÓN VOLUMEN 63		FITEM,2,523
FITEM,2,348	FITEM,2,202		FITEM,2,434
FITEM,2,516	FITEM,2,241		FITEM,2,513
AL,P51X	FITEM,2,314		AL,P51X
FLST,2,4,4	FITEM,2,327		FLST,2,4,4
FITEM,2,447	FITEM,2,329		FITEM,2,343
FITEM,2,507	FITEM,2,-330		FITEM,2,524
FITEM,2,353	VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,441
FITEM,2,517	CREACIÓN VOLUMEN 63		FITEM,2,514
AL,P51X			AL,P51X
FLST,2,4,4	FLST,2,4,4	!!INICIO	FLST,2,4,4
FITEM,2,414	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,419
FITEM,2,517	VOLUMEN 64		FITEM,2,524
FITEM,2,315	FITEM,2,256		FITEM,2,321
FITEM,2,516	FITEM,2,510		FITEM,2,523
AL,P51X	FITEM,2,366		AL,P51X
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	FITEM,2,520		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
VOLUMEN 61	AL,P51X		VOLUMEN 66
	FLST,2,4,4		

FLST,2,6,5,ORDE,5 <i>!!INICIO</i> CREACIÓN VOLUMEN 66 FITEM,2,205 FITEM,2,244 FITEM,2,321 FITEM,2,336 FITEM,2,-338 VA,P51X <i>!FINAL</i> CREACIÓN VOLUMEN 66	FLST,2,4,4 <i>!!INICIO</i> CREACIÓN ÁREAS INTERNAS VOLUMEN 69 FITEM,2,257 FITEM,2,520 FITEM,2,318 FITEM,2,519 AL,P51X FLST,2,4,4 FITEM,2,462 FITEM,2,521 FITEM,2,372 FITEM,2,527 AL,P51X FLST,2,4,4 FITEM,2,422 FITEM,2,527 FITEM,2,324 FITEM,2,526 AL,P51X <i>!FINAL</i> CREACIÓN ÁREAS INTERNAS VOLUMEN 69	FITEM,2,442 FITEM,2,524 FITEM,2,344 FITEM,2,530 AL,P51X FLST,2,4,4 FITEM,2,424 FITEM,2,530 FITEM,2,326 FITEM,2,529 AL,P51X <i>!FINAL</i> CREACIÓN ÁREAS INTERNAS VOLUMEN 71
FLST,2,4,4 <i>!!INICIO</i> CREACIÓN ÁREAS INTERNAS VOLUMEN 67 FITEM,2,249 FITEM,2,516 FITEM,2,314 FITEM,2,515 AL,P51X FLST,2,4,4 FITEM,2,448 FITEM,2,517 FITEM,2,354 FITEM,2,525 AL,P51X FLST,2,4,4 FITEM,2,420 FITEM,2,525 FITEM,2,322 FITEM,2,524 AL,P51X <i>!FINAL</i> CREACIÓN ÁREAS INTERNAS VOLUMEN 67	FLST,2,8,5,ORDE,7 <i>!!INICIO</i> CREACIÓN VOLUMEN 69 FITEM,2,208 FITEM,2,247 FITEM,2,330 FITEM,2,333 FITEM,2,342 FITEM,2,344 FITEM,2,-346 VA,P51X <i>!FINAL</i> CREACIÓN VOLUMEN 69	FLST,2,6,5,ORDE,5 <i>!!INICIO</i> CREACIÓN VOLUMEN 71 FITEM,2,210 FITEM,2,249 FITEM,2,338 FITEM,2,349 FITEM,2,-351 VA,P51X <i>!FINAL</i> CREACIÓN VOLUMEN 71
FLST,2,8,5,ORDE,7 <i>!!INICIO</i> CREACIÓN VOLUMEN 67 FITEM,2,206 FITEM,2,245 FITEM,2,323 FITEM,2,326 FITEM,2,337 FITEM,2,339 FITEM,2,-341 VA,P51X <i>!FINAL</i> CREACIÓN VOLUMEN 67	FLST,2,4,4 <i>!!INICIO</i> CREACIÓN ÁREAS INTERNAS VOLUMEN 70 FITEM,2,469 FITEM,2,522 FITEM,2,379 FITEM,2,528 AL,P51X FLST,2,4,4 FITEM,2,423 FITEM,2,528 FITEM,2,325 FITEM,2,527 AL,P51X <i>!FINAL</i> CREACIÓN ÁREAS INTERNAS VOLUMEN 70	FLST,2,4,4 <i>!!INICIO</i> CREACIÓN ÁREAS INTERNAS VOLUMEN 72 FITEM,2,449 FITEM,2,525 FITEM,2,355 FITEM,2,531 AL,P51X FLST,2,4,4 FITEM,2,425 FITEM,2,531 FITEM,2,327 FITEM,2,530 AL,P51X <i>!FINAL</i> CREACIÓN ÁREAS INTERNAS VOLUMEN 72
FLST,2,4,4 <i>!!INICIO</i> CREACIÓN ÁREAS INTERNAS VOLUMEN 68 FITEM,2,455 FITEM,2,518 FITEM,2,361 FITEM,2,526 AL,P51X FLST,2,4,4 FITEM,2,421 FITEM,2,526 FITEM,2,323 FITEM,2,525 AL,P51X <i>!FINAL</i> CREACIÓN ÁREAS INTERNAS VOLUMEN 68	FLST,2,6,5,ORDE,6 <i>!!INICIO</i> CREACIÓN VOLUMEN 70 FITEM,2,209 FITEM,2,248 FITEM,2,335 FITEM,2,345 FITEM,2,347 FITEM,2,-348 VA,P51X <i>!FINAL</i> CREACIÓN VOLUMEN 70	FLST,2,6,5,ORDE,6 <i>!!INICIO</i> CREACIÓN VOLUMEN 72 FITEM,2,211 FITEM,2,250 FITEM,2,341 FITEM,2,350 FITEM,2,352 FITEM,2,-353 VA,P51X <i>!FINAL</i> CREACIÓN VOLUMEN 72
FLST,2,6,5,ORDE,6 <i>!!INICIO</i> CREACIÓN VOLUMEN 68 FITEM,2,207 FITEM,2,246 FITEM,2,328 FITEM,2,340 FITEM,2,342 FITEM,2,-343 VA,P51X <i>!FINAL</i> CREACIÓN VOLUMEN 68	FLST,2,4,4 <i>!!INICIO</i> CREACIÓN ÁREAS INTERNAS VOLUMEN 71 FITEM,2,435 FITEM,2,523 FITEM,2,337 FITEM,2,529 AL,P51X FLST,2,4,4	FLST,2,4,4 <i>!!INICIO</i> CREACIÓN ÁREAS INTERNAS VOLUMEN 73 FITEM,2,456 FITEM,2,526 FITEM,2,362 FITEM,2,532 AL,P51X FLST,2,4,4 FITEM,2,426 FITEM,2,532 FITEM,2,328 FITEM,2,531 AL,P51X <i>!FINAL</i> CREACIÓN ÁREAS INTERNAS VOLUMEN 73
	FLST,2,6,5,ORDE,6 <i>!!INICIO</i> CREACIÓN VOLUMEN 71 FITEM,2,212 FITEM,2,251 FITEM,2,343 FITEM,2,352	FLST,2,6,5,ORDE,6 <i>!!INICIO</i> CREACIÓN VOLUMEN 73 FITEM,2,212 FITEM,2,251 FITEM,2,343 FITEM,2,352

FITEM,2,354
 FITEM,2,-355
 VA,P51X !FINAL
 CREACIÓN VOLUMEN 73

FLST,2,4,4 !INICIO
 CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
 VOLUMEN 74
 FITEM,2,463
 FITEM,2,527
 FITEM,2,373
 FITEM,2,533
 AL,P51X
 FLST,2,4,4
 FITEM,2,427
 FITEM,2,533
 FITEM,2,329
 FITEM,2,532
 AL,P51X !FINAL
 CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
 VOLUMEN 74

FLST,2,6,5,ORDE,6 !INICIO
 CREACIÓN VOLUMEN 74
 FITEM,2,213
 FITEM,2,252
 FITEM,2,346
 FITEM,2,354
 FITEM,2,356
 FITEM,2,-357
 VA,P51X !FINAL
 CREACIÓN VOLUMEN 74

FLST,2,4,4 !INICIO
 CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
 VOLUMEN 75
 FITEM,2,470
 FITEM,2,528
 FITEM,2,380
 FITEM,2,534
 AL,P51X
 FLST,2,4,4
 FITEM,2,428
 FITEM,2,534
 FITEM,2,330
 FITEM,2,533
 AL,P51X !FINAL
 CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
 VOLUMEN 75

FLST,2,6,5,ORDE,6 !INICIO
 CREACIÓN VOLUMEN 75
 FITEM,2,214
 FITEM,2,253
 FITEM,2,348
 FITEM,2,356
 FITEM,2,358
 FITEM,2,-359
 VA,P51X !FINAL
 CREACIÓN VOLUMEN 75

**!DETERMINACIÓN ELEMENT
 TYPE PARA EL BLOQUE DE
 HORMIGÓN**

!* !ELEMENT TYP2
 2: SOLID 65 (PARA EL
 HORMIGÓN)
 ET,2,SOLID65
 !*

R,1, , , , , , , !REAL
 CONSTANT 1 (PARA EL SOLID
 65, VALORES EN BLANCO)

RMORE, , , , , , ,
 RMORE, ,
 !*

**!DETERMINACIÓN MATERIAL
 MODEL PARA EL MACIZO DE
 HORMIGÓN**

MPTMP, , , , , , , !MATERIAL
 MODEL 3: DRUCKER
 PRAGUER PARA HORMIGÓN
 250 (PARA EL BLOQUE DE
 HORMIGÓN)
 MPTMP,1,0
 MPDATA,EX,3,,27655
 !MÓDULO DE YOUNG= 27655
 N/mm2
 MPDATA,PRXY,3,,0.2
 !COEFICIENTE DE POISSON=
 0,2
 TB,DP,3,,
 TBMODIF,1,1,6
 !COHESIÓN=6N/mm2
 TBMODIF,1,2,38 !ÁNGULO DE
 ROZAMIENTO=38º
 TBMODIF,1,3,30 !ÁNGULO DE
 FLUÉNCIA=30º

**!ASIGNACIÓN DE LAS ÁREAS
 Y VOLUMENES DEL BLOQUE
 DE HORMIGÓN CON LOS
 TIPOS DE ELEMENTOS
 (ELEMENT TYPES) Y LOS
 MATERIALES**

FLST,5,6,5,ORDE,4
 !MESH ATTRIBUTES ÁREAS
 VOLUMEN 37 (ÁREAS
 176,215,254,255,256,257) a
 MATERIAL MODEL3, REAL
 CONSTANT1 Y E.TYPE2
 FITEM,5,176
 FITEM,5,215
 FITEM,5,254
 FITEM,5,-257
 CM,_Y,AREA
 ASEL, , , , P51X
 CM,_Y1,AREA
 CMSEL,S,_Y
 !*

CMSEL,S,_Y1
 AATT, 3, 1, 2, 0,
 CMSEL,S,_Y
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 !*

FLST,5,6,5,ORDE,5 !MESH
 ATTRIBUTES ÁREAS
 VOLUMEN 38 (ÁREAS
 177,216,256,258,259,260) a
 MATERIAL MODEL3, REAL
 CONSTANT1 Y E.TYPE2
 FITEM,5,177
 FITEM,5,216
 FITEM,5,256
 FITEM,5,258
 FITEM,5,-260
 CM,_Y,AREA
 ASEL, , , , P51X
 CM,_Y1,AREA
 CMSEL,S,_Y
 !*

CMSEL,S,_Y1

AATT, 3, 1, 2, 0,
 CMSEL,S,_Y
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 !*

FLST,5,6,5,ORDE,5 !MESH
 ATTRIBUTES ÁREAS
 VOLUMEN 39 (ÁREAS
 178,217,259,261,262,263) a
 MATERIAL MODEL3, REAL
 CONSTANT1 Y E.TYPE2
 FITEM,5,178
 FITEM,5,217
 FITEM,5,259
 FITEM,5,261
 FITEM,5,-263
 CM,_Y,AREA
 ASEL, , , , P51X
 CM,_Y1,AREA
 CMSEL,S,_Y
 !*

CMSEL,S,_Y1
 AATT, 3, 1, 2, 0,
 CMSEL,S,_Y
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 !*

FLST,5,6,5,ORDE,5 !MESH
 ATTRIBUTES ÁREAS
 VOLUMEN 40 (ÁREAS
 179,218,262,264,265,266) a
 MATERIAL MODEL3, REAL
 CONSTANT1 Y E.TYPE2
 FITEM,5,179
 FITEM,5,218
 FITEM,5,262
 FITEM,5,264
 FITEM,5,-266
 CM,_Y,AREA
 ASEL, , , , P51X
 CM,_Y1,AREA
 CMSEL,S,_Y
 !*

CMSEL,S,_Y1
 AATT, 3, 1, 2, 0,
 CMSEL,S,_Y
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 !*

FLST,5,6,5,ORDE,5 !MESH
 ATTRIBUTES ÁREAS
 VOLUMEN 41 (ÁREAS
 180,219,265,267,268,269) a
 MATERIAL MODEL3, REAL
 CONSTANT1 Y E.TYPE2
 FITEM,5,180
 FITEM,5,219
 FITEM,5,265
 FITEM,5,267
 FITEM,5,-269
 CM,_Y,AREA
 ASEL, , , , P51X
 CM,_Y1,AREA
 CMSEL,S,_Y
 !*

CMSEL,S,_Y1
 AATT, 3, 1, 2, 0,
 CMSEL,S,_Y
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 !*

```

FLST,5,6,5,ORDE,5 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 42 (ÁREAS
181,220,257,270,271,272) a
MATERIAL MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
FITEM,5,181
FITEM,5,220
FITEM,5,257
FITEM,5,270
FITEM,5,-272
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,8,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 43 (ÁREAS
182,221,260,271,273,274,275,27
6) a MATERIAL MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
FITEM,5,182
FITEM,5,221
FITEM,5,260
FITEM,5,271
FITEM,5,273
FITEM,5,-276
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 44 (ÁREAS
183,222,263,273,277,278) a
MATERIAL MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
FITEM,5,183
FITEM,5,222
FITEM,5,263
FITEM,5,273
FITEM,5,277
FITEM,5,-278
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,8,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 45 (ÁREAS
184,223,266,277,279,280,281,28

```

```

2) a MATERIAL MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
FITEM,5,184
FITEM,5,223
FITEM,5,266
FITEM,5,277
FITEM,5,279
FITEM,5,-282
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 46 (ÁREAS
185,224,269,279,283,284) a
MATERIAL MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
FITEM,5,185
FITEM,5,224
FITEM,5,269
FITEM,5,279
FITEM,5,283
FITEM,5,-284
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,6,5,ORDE,5 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 47 (ÁREAS
186,225,272,285,286,287) a
MATERIAL MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
FITEM,5,186
FITEM,5,225
FITEM,5,272
FITEM,5,285
FITEM,5,-287
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 48 (ÁREAS
187,226,276,286,288,289) a
MATERIAL MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
FITEM,5,187
FITEM,5,226

```

```

FITEM,5,276
FITEM,5,286
FITEM,5,288
FITEM,5,-289
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,6,5,ORDE,5 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 49 (ÁREAS
188,227,274,290,291,292) a
MATERIAL MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
FITEM,5,188
FITEM,5,227
FITEM,5,274
FITEM,5,290
FITEM,5,-292
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 50 (ÁREAS
189,228,278,291,293,294) a
MATERIAL MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
FITEM,5,189
FITEM,5,228
FITEM,5,278
FITEM,5,291
FITEM,5,293
FITEM,5,-294
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 51 (ÁREAS
190,229,282,293,295,296) a
MATERIAL MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
FITEM,5,190
FITEM,5,229
FITEM,5,282
FITEM,5,293
FITEM,5,295
FITEM,5,-296

```

```

CM,_Y,AREA
ASEL, , , P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,5 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 52 (ÁREAS
191,230,280,297,298,299) a
MATERIAL MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
FITEM,5,191
FITEM,5,230
FITEM,5,280
FITEM,5,297
FITEM,5,-299
CM,_Y,AREA
ASEL, , , P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 53 (ÁREAS
192,231,284,298,300,301) a
MATERIAL MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
FITEM,5,192
FITEM,5,231
FITEM,5,284
FITEM,5,298
FITEM,5,300
FITEM,5,-301
CM,_Y,AREA
ASEL, , , P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,5 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 54 (ÁREAS
193,232,287,302,303,304) a
MATERIAL MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
FITEM,5,193
FITEM,5,232
FITEM,5,287
FITEM,5,302
FITEM,5,-304
CM,_Y,AREA
ASEL, , , P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*

```

```

CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,10,5,ORDE,7 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 55 (ÁREAS
194,233,289,292,303,305,306,30
7,308,309) a MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
FITEM,5,194
FITEM,5,233
FITEM,5,289
FITEM,5,292
FITEM,5,303
FITEM,5,305
FITEM,5,-309
CM,_Y,AREA
ASEL, , , P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,5 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 56 (ÁREAS
195,234,294,309,310,311) a
MATERIAL MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
FITEM,5,195
FITEM,5,234
FITEM,5,294
FITEM,5,309
FITEM,5,-311
CM,_Y,AREA
ASEL, , , P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,10,5,ORDE,7 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 57 (ÁREAS
196,235,296,299,310,312,313,31
4,315,316) a MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
FITEM,5,196
FITEM,5,235
FITEM,5,296
FITEM,5,299
FITEM,5,310
FITEM,5,312
FITEM,5,-316
CM,_Y,AREA
ASEL, , , P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*

```

```

CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 58 (ÁREAS
197,236,301,313,317,318) a
MATERIAL MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
FITEM,5,197
FITEM,5,236
FITEM,5,301
FITEM,5,313
FITEM,5,317
FITEM,5,-318
CM,_Y,AREA
ASEL, , , P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,5 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 59 (ÁREAS
198,237,304,319,320,321)
MATERIAL MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
FITEM,5,198
FITEM,5,237
FITEM,5,304
FITEM,5,319
FITEM,5,-321
CM,_Y,AREA
ASEL, , , P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 60 (ÁREAS
199,238,308,320,322,323)
MATERIAL MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
FITEM,5,199
FITEM,5,238
FITEM,5,308
FITEM,5,320
FITEM,5,322
FITEM,5,-323
CM,_Y,AREA
ASEL, , , P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y

```

```

CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,5 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 61 (ÁREAS
200,239,306,324,325,326)
MATERIAL MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
FITEM,5,200
FITEM,5,239
FITEM,5,306
FITEM,5,324
FITEM,5,-326
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 62 (ÁREAS
201,240,311,325,327,328)
MATERIAL MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
FITEM,5,201
FITEM,5,240
FITEM,5,311
FITEM,5,325
FITEM,5,327
FITEM,5,-328
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 63 (ÁREAS
202,241,314,327,329,330)
MATERIAL MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
FITEM,5,202
FITEM,5,241
FITEM,5,314
FITEM,5,327
FITEM,5,329
FITEM,5,-330
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,5 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 64 (ÁREAS
203,242,316,331,332,333)
MATERIAL MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
FITEM,5,203
FITEM,5,242
FITEM,5,316
FITEM,5,331
FITEM,5,-333
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 65 (ÁREAS
204,243,318,332,334,335)
MATERIAL MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
FITEM,5,204
FITEM,5,243
FITEM,5,318
FITEM,5,332
FITEM,5,334
FITEM,5,-335
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,5 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 66 (ÁREAS
205,244,321,336,337,338)
MATERIAL MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
FITEM,5,205
FITEM,5,244
FITEM,5,321
FITEM,5,336
FITEM,5,-338
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,8,5,ORDE,7 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 69 (ÁREAS
208,247,330,333,342,344,345,346)
MATERIAL MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
FITEM,5,208
FITEM,5,247
FITEM,5,330
FITEM,5,333
FITEM,5,342
FITEM,5,344
FITEM,5,-346
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 70 (ÁREAS
209,248,335,345,347,348)
1) MATERIAL MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
FITEM,5,206
FITEM,5,245
FITEM,5,323
FITEM,5,326
FITEM,5,337
FITEM,5,339
FITEM,5,-341
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

```

```

MATERIAL MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
FITEM,5,209
FITEM,5,248
FITEM,5,335
FITEM,5,345
FITEM,5,347
FITEM,5,-348
CM,_Y,AREA
ASEL, , , P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,5 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 71 (ÁREAS
210,249,338,349,350,351)
MATERIAL MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
FITEM,5,210
FITEM,5,249
FITEM,5,338
FITEM,5,349
FITEM,5,-351
CM,_Y,AREA
ASEL, , , P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 72 (ÁREAS
211,250,341,350,352,353)
MATERIAL MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
FITEM,5,211
FITEM,5,250
FITEM,5,341
FITEM,5,350
FITEM,5,352
FITEM,5,-353
CM,_Y,AREA
ASEL, , , P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 73 (ÁREAS
212,251,343,352,354,355)
MATERIAL MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
FITEM,5,212
FITEM,5,251
FITEM,5,343
FITEM,5,352
FITEM,5,-355
CM,_Y,AREA
ASEL, , , P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 74 (ÁREAS
354,252,346,356,213,357)
MATERIAL MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
FITEM,5,213
FITEM,5,252
FITEM,5,346
FITEM,5,354
FITEM,5,356
FITEM,5,-357
CM,_Y,AREA
ASEL, , , P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 75 (ÁREAS
214,253,348,356,358,359)
MATERIAL MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
FITEM,5,214
FITEM,5,253
FITEM,5,348
FITEM,5,356
FITEM,5,358
FITEM,5,-359
CM,_Y,AREA
ASEL, , , P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN
37:MATERIAL MODEL3, REAL
CONSTANT1, E.TYPE2
VSEL, , , 37
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN
38:MATERIAL MODEL3, REAL
CONSTANT1, E.TYPE2
VSEL, , , 38
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN
39:MATERIAL MODEL3, REAL
CONSTANT1, E.TYPE2
VSEL, , , 39
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN
40:MATERIAL MODEL3, REAL
CONSTANT1, E.TYPE2
VSEL, , , 40
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN
41:MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1,
E.TYPE2
VSEL, , , 41
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU !MESH
ATTRIBUTES VOLUMEN
42:MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1,
E.TYPE2
VSEL, , , 42
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*

```

```

CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 43:MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1,
E.TYPE2
VSEL, , , , 43
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*

CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 44:MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1,
E.TYPE2
VSEL, , , , 44
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*

CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 45:MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1,
E.TYPE2
VSEL, , , , 45
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*

CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 46:MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1,
E.TYPE2
VSEL, , , , 46
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*

CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 47:MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1,
E.TYPE2
VSEL, , , , 47
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 48:MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1,
E.TYPE2
VSEL, , , , 48
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 49:MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1,
E.TYPE2
VSEL, , , , 49
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 50:MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1,
E.TYPE2
VSEL, , , , 50
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 51:MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1,
E.TYPE2
VSEL, , , , 51
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 52:MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1,
E.TYPE2
VSEL, , , , 52
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 53:MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1,
E.TYPE2
VSEL, , , , 53
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 54:MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1,
E.TYPE2
VSEL, , , , 54
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 55:MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1,
E.TYPE2
VSEL, , , , 55
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 56:MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1,
E.TYPE2
VSEL, , , , 56
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

```

```

CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 57:MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1,
E.TYPE2
VSEL, , , , 57
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 58:MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1,
E.TYPE2
VSEL, , , , 58
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 59:MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1,
E.TYPE2
VSEL, , , , 59
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES VOLUM
60:MATERIAL MODEL3, REAL
CONSTANT1, E.TYPE2
VSEL, , , , 60
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_
Y1
!*

CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 61:MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1,
E.TYPE2
VSEL, , , , 61
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 62:MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1,
E.TYPE2
VSEL, , , , 62
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 63:MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1,
E.TYPE2
VSEL, , , , 63
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 64:MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1,
E.TYPE2
VSEL, , , , 64
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 65:MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1,
E.TYPE2
VSEL, , , , 65
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 66:MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1,
E.TYPE2
VSEL, , , , 66
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 67:MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1,
E.TYPE2
VSEL, , , , 67
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 68:MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1,
E.TYPE2
VSEL, , , , 68
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 69:MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1,
E.TYPE2
VSEL, , , , 69
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 70:MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1,
E.TYPE2
VSEL, , , , 70
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*

```



```

CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 71:MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1,
E.TYPE2
VSEL, , , , 71
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*

CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 72:MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1,
E.TYPE2
VSEL, , , , 72
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*

CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 73:MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1,
E.TYPE2
VSEL, , , , 73
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*

CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 74:MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1,
E.TYPE2
VSEL, , , , 74
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*

CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 75:MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1,
E.TYPE2
VSEL, , , , 75
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*

!MALLADO DE LAS LÍNEAS Y
LOS VOLÚMENES QUE
FORMAN EL MACIZO DE
HORMIGÓN

FLST,5,12,4,ORDE,12
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 37
FITEM,5,275
!LÍNEAS 275, 280, 331, 338,
381, 386, 429, 439, 471, 472,
477, 478 (10 DIV)
FITEM,5,280
FITEM,5,331
FITEM,5,338
FITEM,5,381
FITEM,5,386
FITEM,5,429
FITEM,5,436
FITEM,5,471
FITEM,5,-472
FITEM,5,477
FITEM,5,-478
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
37

CM,_Y,VOLU !INICIO
MALLADO VOLUMEN 37
VSEL, , , , 37
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 37

FLST,5,4,4,ORDE,4
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 38
FITEM,5,275
!LÍNEAS 275, 280, 331, 338,
381, 386, 429, 439, 471, 472,
477, 478 (10 DIV)
FITEM,5,280
FITEM,5,331
FITEM,5,338
FITEM,5,381
FITEM,5,386
FITEM,5,429
FITEM,5,436
FITEM,5,471
FITEM,5,-472
FITEM,5,477
FITEM,5,-478
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
38

CM,_Y,VOLU !INICIO
MALLADO VOLUMEN 38
VSEL, , , , 38
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 38

FLST,5,4,4,ORDE,4
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 39
FITEM,5,356
!LÍNEAS 356, 450, 474, 480 (10
DIV)
FITEM,5,450
FITEM,5,474
FITEM,5,480
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*
FLST,5,4,4,ORDE,4
!LÍNEAS 277, 282, 383, 388 (6
DIV)
FITEM,5,277
FITEM,5,282
FITEM,5,383
FITEM,5,388
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,6, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
39

CM,_Y,VOLU !INICIO
MALLADO VOLUMEN 39
VSEL, , , , 39
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y

```

```

!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 39
!*
FLST,5,4,4,ORDE,4
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 40
FITEM,5,278
!LÍNEAS 278,283,384,389 (20
DIV)
FITEM,5,283
FITEM,5,384
FITEM,5,389
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,20, , , ,1
!*
FLST,5,4,4,ORDE,4
FITEM,5,367
!LÍNEAS 367,457,475,481 (10
DIV)
FITEM,5,457
FITEM,5,475
FITEM,5,481
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
40
CM,_Y,VOLU
MALLADO VOLUMEN 40
VSEL, , , , 40
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 40
!*
FLST,5,8,4,ORDE,8
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 41
FITEM,5,279
!LÍNEAS
279,284,374,385,390,464,476,48
2 (10 DIV)
FITEM,5,284
FITEM,5,374
FITEM,5,385
FITEM,5,390
FITEM,5,464
FITEM,5,476
FITEM,5,482
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
41
CM,_Y,VOLU
MALLADO VOLUMEN 41
VSEL, , , , 41
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 41
!*
FLST,5,6,4,ORDE,6
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 42
FITEM,5,285
!LÍNEAS
285,332,339,391,430,437 (10
DIV)
FITEM,5,332
FITEM,5,339
FITEM,5,391
FITEM,5,430
FITEM,5,437
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*
FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 483,484 (10 DIV)
FITEM,5,483
FITEM,5,484
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
42
CM,_Y,VOLU
MALLADO VOLUMEN 42
VSEL, , , , 42
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 42
!*
FLST,5,2,4,ORDE,2
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 43
FITEM,5,286
!LÍNEAS 286, 392 (14 DIV)
FITEM,5,392
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,14, , , ,1
!*
FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,263
!LÍNEAS 263,287 (2 DIV)
FITEM,5,287
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*
FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,288
!LÍNEAS 288,393 (4 DIV)
FITEM,5,393
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*
FLST,5,6,4,ORDE,5
FITEM,5,350
!LÍNEAS
350,444,479,485,486,487 (10
DIV)
FITEM,5,444
FITEM,5,479
FITEM,5,485
FITEM,5,487
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
43
CM,_Y,VOLU
MALLADO VOLUMEN 43
VSEL, , , , 43
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 43
!*
FLST,5,4,4,ORDE,4
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 44
FITEM,5,282
!LÍNEAS
282,289,388,394 (6 DIV)
FITEM,5,289

```

```

FITEM,5,388
FITEM,5,394
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,6, , , ,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,4
FITEM,5,357          !LÍNEAS
357,451,480,488 (10 DIV)
FITEM,5,451
FITEM,5,480
FITEM,5,488
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,10, , , ,1
!*          !FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
44

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 44
VSEL,, , , 44
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*          !FINAL
MALLADO VOLUMEN 44

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 45
FITEM,5,292
!LÍNEAS 292,396 (14 DIV)
FITEM,5,396
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,14, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,271
!LÍNEAS 271,291 (2 DIV)
FITEM,5,291
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,2, , , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,290
!LÍNEAS 290,395 (4 DIV)
FITEM,5,395
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,2, , , , ,1
!*

FITEM,5,294
!LÍNEAS
294,398,483,484,493,494 (10
DIV)
FITEM,5,398
FITEM,5,483
FITEM,5,-484
FITEM,5,493
FITEM,5,-494
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,10, , , , ,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,4
FITEM,5,333
!LÍNEAS 333,340,431,438 (2
DIV)
FITEM,5,340
FITEM,5,431
FITEM,5,438
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,2, , , , ,1
!*          !FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
47

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 47
VSEL,, , , 47
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*          !FINAL
MALLADO VOLUMEN 47

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 48
FITEM,5,295
!LÍNEAS 295,399 (14 DIV)
FITEM,5,399
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,14, , , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,266
!LÍNEAS 266,345 (2 DIV)
FITEM,5,345
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,2, , , , ,1
!*

LESIZE,_Y1,, ,4, , , , ,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,4
FITEM,5,368
!LÍNEAS 368,458,481,491 (10
DIV)
FITEM,5,458
FITEM,5,481
FITEM,5,491
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,10, , , , ,1
!*          !FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
45

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 45
VSEL,, , , 45
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*          !FINAL
MALLADO VOLUMEN 45

FLST,5,5,4,ORDE,5
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 46
FITEM,5,293
!LÍNEAS 293,375,397,465,492
(10 DIV)
FITEM,5,375
FITEM,5,397
FITEM,5,465
FITEM,5,492
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,10, , , , ,1
!*          !FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
46

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 46
VSEL,, , , 46
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*          !FINAL
MALLADO VOLUMEN 46

FLST,5,6,4,ORDE,6
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 47

```

```

!*                               !FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
48

CM,_Y,VOLU                       !INICIO
MALLADO VOLUMEN 48
VSEL, , , , 48
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*

CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*                               !FINAL
MALLADO VOLUMEN 48

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 49
FITEM,5,297
!LÍNEAS 297, 400 (4 DIV)
FITEM,5,400
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,351
!LÍNEAS 351,445 (2 DIV)
FITEM,5,445
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*                               !FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
49

CM,_Y,VOLU                       !INICIO
MALLADO VOLUMEN 49
VSEL, , , , 49
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*

CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*                               !FINAL
MALLADO VOLUMEN 49
FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 50
FITEM,5,298
!LÍNEAS 298,401 (6 DIV)
FITEM,5,401
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,6, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,358
!LÍNEAS 358,452 (2 DIV)
FITEM,5,452
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*                               !FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
50

CM,_Y,VOLU                       !INICIO
MALLADO VOLUMEN
50
VSEL, , , , 50
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*

CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*                               !FINAL
MALLADO VOLUMEN 50

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 51
FITEM,5,299
!LÍNEAS 299, 402 (4 DIV)
FITEM,5,402
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,274
!LÍNEAS 274,363 (2 DIV)
FITEM,5,363
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*                               !FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
51

CM,_Y,VOLU                       !INICIO
MALLADO VOLUMEN 51
VSEL, , , , 51
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*

CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*                               !FINAL
MALLADO VOLUMEN 51

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,376
!LÍNEAS 376,466 (2 DIV)
FITEM,5,466
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*                               !FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
53

CM,_Y,VOLU                       !INICIO
MALLADO VOLUMEN 53
VSEL, , , , 53
CM,_Y1,VOLU

```

```

CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
                                !FINAL
MALLADO VOLUMEN 53

FLST,5,4,4,ORDE,4
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 54
FITEM,5,334
!LÍNEAS 334,341,432,439 (15
DIV)
FITEM,5,341
FITEM,5,432
FITEM,5,439
CM,_Y,LINE
LSEL,,,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,,15,,,,,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,303
!LÍNEAS 303,405 (10 DIV)
FITEM,5,405
CM,_Y,LINE
LSEL,,,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,,10,,,,,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,503
!LÍNEAS 503,504 (10 DIV)
FITEM,5,-504
CM,_Y,LINE
LSEL,,,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,,10,,,,,1
!*
                                !FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
54

CM,_Y,VOLU                                !INICIO
MALLADO VOLUMEN 54
VSEL,,,, 54
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
                                !FINAL
MALLADO VOLUMEN 54

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 55
FITEM,5,304
!LÍNEAS 304,406 (14 DIV)
FITEM,5,406

CM,_Y,LINE
LSEL,,,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,,14,,,,,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,247
!LÍNEAS 247,305 (2 DIV)
FITEM,5,305
CM,_Y,LINE
LSEL,,,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,,2,,,,,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,306
!LÍNEAS 306, 407 (4 DIV)
FITEM,5,407
CM,_Y,LINE
LSEL,,,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,,4,,,,,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,352
!LÍNEAS 352,446 (15 DIV)
FITEM,5,446
CM,_Y,LINE
LSEL,,,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,,15,,,,,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,2
FITEM,5,504
!LÍNEAS 504,505,506,507 (10
DIV)
FITEM,5,-507
CM,_Y,LINE
LSEL,,,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,,10,,,,,1
!*
                                !FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
55

CM,_Y,VOLU                                !INICIO
MALLADO VOLUMEN 55
VSEL,,,, 55
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
                                !FINAL
MALLADO VOLUMEN 55

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 56
FITEM,5,307
!LÍNEAS 307,408 (6 DIV)
FITEM,5,408
CM,_Y,LINE
LSEL,,,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,,6,,,,,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,359
!LÍNEAS 359,453 (15 DIV)
FITEM,5,453
CM,_Y,LINE
LSEL,,,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,,15,,,,,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,508
!LÍNEAS 508 (10 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL,,,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,,10,,,,,1
!*
                                !FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
56

CM,_Y,VOLU                                !INICIO
MALLADO VOLUMEN 56
VSEL,,,, 56
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
                                !FINAL
MALLADO VOLUMEN 56

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 57
FITEM,5,308
!LÍNEAS 308,409 (4 DIV)
FITEM,5,409
CM,_Y,LINE
LSEL,,,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,,4,,,,,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,255
!LÍNEAS 255,309 (2 DIV)
FITEM,5,309
CM,_Y,LINE
LSEL,,,P51X
CM,_Y1,LINE

```

```

CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,2,,,,,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,310
!LÍNEAS 310,410 (14 DIV)
FITEM,5,410
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,14,,,,,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,370
!LÍNEAS 370,460 (15 DIV)
FITEM,5,460
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,15,,,,,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,2
FITEM,5,508
!LÍNEAS 508,509,510,511 (10 DIV)
FITEM,5,-511
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,10,,,,,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 57

CM,_Y,VOLU           !INICIO
MALLADO VOLUMEN 57
VSEL,, , , 57
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 57

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 58
FITEM,5,311
!LÍNEAS 311,411 (10 DIV)
FITEM,5,411
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,10,,,,,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,512
!LÍNEA 512 (10 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,10,,,,,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,377
!LÍNEAS 377,467 (15 DIV)
FITEM,5,467
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,15,,,,,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 57

CM,_Y,VOLU           !INICIO
MALLADO VOLUMEN 58
VSEL,, , , 58
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 58

FLST,5,4,4,ORDE,4
!INICIO MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 59
FITEM,5,335
!LÍNES 335,342,433,440 (2 DIV)
FITEM,5,342
FITEM,5,433
FITEM,5,440
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,2,,,,,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,4
FITEM,5,312
!LÍNEAS 312,412,513,514 (10 DIV)
FITEM,5,412
FITEM,5,513
FITEM,5,-514
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,10,,,,,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 59

CM,_Y,VOLU           !INICIO
MALLADO VOLUMEN 59
VSEL,, , , 59

CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 60

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 61
FITEM,5,315
!LÍNEAS 315,414 (4 DIV)
FITEM,5,414
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE

```

```

CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,4, , , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,517
!LÍNEA 517 (10 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,10, , , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,353
!LÍNEA 353,447 (2 DIV)
FITEM,5,447
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,2, , , , ,1
!*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
61

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 61
VSEL, , , , 61
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 61

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 62
FITEM,5,316
!LÍNEAS 316,415 (6 DIV)
FITEM,5,415
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,6, , , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,518
!LÍNEAS 518 (10 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,10, , , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,360
!LÍNEAS 360,454 (2 DIV)
FITEM,5,454
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,2, , , , ,1
!*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
62

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 62
VSEL, , , , 62
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 62

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 63
FITEM,5,317
!LÍNEAS 317,416 (4 DIV)
FITEM,5,416
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,4, , , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,519
!LÍNEA 519 (10 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,10, , , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,258
!LÍNEAS 258,364 (2 DIV)
FITEM,5,364
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,2, , , , ,1
!*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
63

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 63
VSEL, , , , 63
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 63

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 64
FITEM,5,371
!LÍNEAS 371,461 (2 DIV)
FITEM,5,461
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,2, , , , ,1
!*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
64

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 64
VSEL, , , , 64
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 64

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 65
FITEM,5,320
!LÍNEAS 320,418 (10 DIV)
FITEM,5,418
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,, ,10, , , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,522
!LÍNEA 522 (10 DIV)
CM,_Y,LINE

```

```

LSEL, , , , P51X
CM, _Y1, LINE
CMSEL, , _Y
!*
LESIZE, _Y1, , , 10, , , , 1
!*

FLST, 5, 2, 4, ORDE, 2
FITEM, 5, 378
!LÍNEAS 378, 468 (2 DIV)
FITEM, 5, 468
CM, _Y, LINE
LSEL, , , , P51X
CM, _Y1, LINE
CMSEL, , _Y
!*
LESIZE, _Y1, , , 2, , , , 1
!*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
65

CM, _Y, VOLU           !INICIO
MALLADO VOLUMEN 65
VSEL, , , , 65
CM, _Y1, VOLU
CHKMSH, 'VOLU'
CMSEL, S, _Y
!*
VSWEAP, _Y1
!*
CMDELE, _Y
CMDELE, _Y1
CMDELE, _Y2
!*
!FINAL MALLADO
VOLUMEN 65

FLST, 5, 5, 4, ORDE, 5
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 66
FITEM, 5, 321
!LÍNEAS 321, 343, 419, 441, 524
(10 DIV)
FITEM, 5, 343
FITEM, 5, 419
FITEM, 5, 441
FITEM, 5, 524
CM, _Y, LINE
LSEL, , , , P51X
CM, _Y1, LINE
CMSEL, , _Y
!*
LESIZE, _Y1, , , 10, , , , 1
!*

FLST, 5, 3, 4, ORDE, 3
FITEM, 5, 336
!LÍNEAS 336, 434, 523 (10 DIV)
FITEM, 5, 434
FITEM, 5, 523
CM, _Y, LINE
LSEL, , , , P51X
CM, _Y1, LINE
CMSEL, , _Y
!*
LESIZE, _Y1, , , 10, , , , 1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
66

CM, _Y, VOLU           !INICIO
MALLADO VOLUMEN 66
VSEL, , , , 66
CM, _Y1, VOLU
CHKMSH, 'VOLU'
CMSEL, S, _Y

```

```

!*
VSWEAP, _Y1
!*
CMDELE, _Y
CMDELE, _Y1
CMDELE, _Y2
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
66

FLST, 5, 2, 4, ORDE, 2
MALLADO VOLUMEN 66

FLST, 5, 2, 4, ORDE, 2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 67
FITEM, 5, 322
!LÍNEAS 322, 420 (20 DIV)
FITEM, 5, 420
CM, _Y, LINE
LSEL, , , , P51X
CM, _Y1, LINE
CMSEL, , _Y
!*
LESIZE, _Y1, , , 20, , , , 1
!*

FLST, 5, 3, 4, ORDE, 3
FITEM, 5, 354
!LÍNEAS 354, 448, 525 (10 DIV)
FITEM, 5, 448
FITEM, 5, 525
CM, _Y, LINE
LSEL, , , , P51X
CM, _Y1, LINE
CMSEL, , _Y
!*
LESIZE, _Y1, , , 10, , , , 1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
67

CM, _Y, VOLU           !INICIO
MALLADO VOLUMEN
67
VSEL, , , , 67
CM, _Y1, VOLU
CHKMSH, 'VOLU'
CMSEL, S, _Y
!*
VSWEAP, _Y1
!*
CMDELE, _Y
CMDELE, _Y1
CMDELE, _Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 67

FLST, 5, 2, 4, ORDE, 2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 68
FITEM, 5, 327
!LÍNEAS 327, 421 (6 DIV)
FITEM, 5, 421
CM, _Y, LINE
LSEL, , , , P51X
CM, _Y1, LINE
CMSEL, , _Y
!*
LESIZE, _Y1, , , 6, , , , 1
!*

FLST, 5, 3, 4, ORDE, 3
FITEM, 5, 361
!LÍNEAS 361, 455, 526 (10 DIV)
FITEM, 5, 455
FITEM, 5, 526
CM, _Y, LINE
LSEL, , , , P51X

```

```

CM, _Y1, LINE
CMSEL, , _Y
!*
LESIZE, _Y1, , , 10, , , , 1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
68

CM, _Y, VOLU           !INICIO
MALLADO VOLUMEN 68
VSEL, , , , 68
CM, _Y1, VOLU
CHKMSH, 'VOLU'
CMSEL, S, _Y
!*
VSWEAP, _Y1
!*
CMDELE, _Y
CMDELE, _Y1
CMDELE, _Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 68

FLST, 5, 2, 4, ORDE, 2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 69
FITEM, 5, 324
!LÍNEAS 324, 422 (20 DIV)
FITEM, 5, 422
CM, _Y, LINE
LSEL, , , , P51X
CM, _Y1, LINE
CMSEL, , _Y
!*
LESIZE, _Y1, , , 20, , , , 1
!*

FLST, 5, 3, 4, ORDE, 3
FITEM, 5, 372
!LÍNEAS 372, 462, 527 (10 DIV)
FITEM, 5, 462
FITEM, 5, 527
CM, _Y, LINE
LSEL, , , , P51X
CM, _Y1, LINE
CMSEL, , _Y
!*
LESIZE, _Y1, , , 10, , , , 1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
69

CM, _Y, VOLU           !INICIO
MALLADO VOLUMEN 69
VSEL, , , , 69
CM, _Y1, VOLU
CHKMSH, 'VOLU'
CMSEL, S, _Y
!*
VSWEAP, _Y1
!*
CMDELE, _Y
CMDELE, _Y1
CMDELE, _Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 69

FLST, 5, 5, 4, ORDE, 5
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 70
FITEM, 5, 325
!LÍNEAS 325, 379, 423, 469, 528
(10 DIV)
FITEM, 5, 379
FITEM, 5, 423

```



```

FITEM,5,469
FITEM,5,528
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
70

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 70
VSEL, , , , 70
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEAP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL MALLADO
VOLUMEN 70

FLST,5,8,4,ORDE,8
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 71
FITEM,5,326
!LÍNEAS
326,337,344,424,435,442,529,53
0 (10 DIV)
FITEM,5,337
FITEM,5,344
FITEM,5,424
FITEM,5,435
FITEM,5,442
FITEM,5,529
FITEM,5,-530
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
71

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 71
VSEL, , , , 71
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEAP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 71

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 72
FITEM,5,327
!LÍNEAS 327,425 (20 DIV)
FITEM,5,425
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,,_Y
!*
CMSEL, ,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,20, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
72

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 72
VSEL, , , , 72
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEAP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 72

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 73
FITEM,5,328
!LÍNEAS 328,426 (6 DIV)
FITEM,5,426
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,6, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
73

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 73
VSEL, , , , 73
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEAP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
74

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 74
VSEL, , , , 74
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEAP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
74

FLST,5,5,4,ORDE,5
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 75
FITEM,5,330
!LÍNEAS 330,380,428,470,534
(10 DIV)
FITEM,5,380
FITEM,5,428
FITEM,5,470
FITEM,5,534
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, ,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
75

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 75
VSEL, , , , 75
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y

```

!* VSWEEP,_Y1	K,309,91.25,1575,-900, K,310,258.75,1575,-900,	LSTR, 256, 262 LSTR, 262, 272
!* CMDELE,_Y CMDELE,_Y1 CMDELE,_Y2	K,311,441.25,1575,-900, K,312,1575,1575,-900, <i>!FINAL CREACIÓN KEYPOINTS BLOQUE DE HORMIGÓN (Z=- 900)</i>	LSTR, 272, 282 LSTR, 282, 292 LSTR, 292, 302 LSTR, 302, 308 LSTR, 263, 273 LSTR, 283, 293 LSTR, 264, 274 LSTR, 284, 294 LSTR, 251, 257 LSTR, 257, 265 LSTR, 265, 275 LSTR, 275, 285 LSTR, 285, 295 LSTR, 295, 303 LSTR, 303, 309 LSTR, 252, 258 LSTR, 258, 266 LSTR, 266, 276 LSTR, 276, 286 LSTR, 286, 296 LSTR, 296, 304 LSTR, 304, 310 LSTR, 267, 277 LSTR, 287, 297 LSTR, 268, 278 LSTR, 288, 298 LSTR, 253, 259 LSTR, 259, 269 LSTR, 269, 279 LSTR, 279, 289 LSTR, 289, 299 LSTR, 299, 305 LSTR, 305, 311 LSTR, 254, 260 LSTR, 260, 270 LSTR, 270, 280 LSTR, 280, 290 LSTR, 290, 300 LSTR, 300, 306 LSTR, 306, 312
!* MALLADO VOLUMEN 75	<i>!FINAL</i>	
!GEOMETRÍA (BLOQUE DE HORMIGÓN COTA Z=-900)	LSTR, 249, 250 <i>!INICIO CREACIÓN LÍNEAS BLOQUE DE HORMIGÓN (Z=-900)</i>	
K,249,-1225,-1225,-900,, <i>!INICIO CREACIÓN KEYPOINTS BLOQUE HORMIGÓN (Z=-900)</i>	LSTR, 250, 251 LSTR, 251, 252 LSTR, 252, 253 LSTR, 253, 254 LSTR, 255, 256 LSTR, 256, 257 LSTR, 257, 258 LSTR, 258, 259 LSTR, 259, 260 LSTR, 261, 262 LSTR, 262, 263 LSTR, 263, 264 LSTR, 264, 265 LSTR, 265, 266 LSTR, 266, 267 LSTR, 267, 268 LSTR, 268, 269 LSTR, 269, 270 LSTR, 271, 272 LSTR, 272, 273 LSTR, 273, 274 LSTR, 274, 275 LSTR, 275, 276 LSTR, 276, 277 LSTR, 277, 278 LSTR, 278, 279 LSTR, 279, 280 LSTR, 281, 282 LSTR, 282, 283 LSTR, 283, 284 LSTR, 284, 285 LSTR, 285, 286 LSTR, 286, 287 LSTR, 287, 288 LSTR, 288, 289 LSTR, 289, 290 LSTR, 291, 292 LSTR, 292, 293 LSTR, 293, 294 LSTR, 294, 295 LSTR, 295, 296 LSTR, 296, 297 LSTR, 297, 298 LSTR, 298, 299 LSTR, 299, 300 LSTR, 301, 302 LSTR, 302, 303 LSTR, 303, 304 LSTR, 304, 305 LSTR, 305, 306 LSTR, 307, 308 LSTR, 308, 309 LSTR, 309, 310 LSTR, 310, 311 LSTR, 311, 312	
K,250,-91.25,-1225,-900, K,251,91.25,-1225,-900, K,252,258.75,-1225,-900, K,253,441.25,-1225,-900, K,254,1575,-1225,-900, K,255,-1225,-130,-900, K,256,-91.25,-130,-900, K,257,91.25,-130,-900, K,258,258.75,-130,-900, K,259,441.25,-130,-900, K,260,1575,-130,-900, K,261,-1225,32.5,-900, K,262,-91.25,32.5,-900, K,263,36.5,32.5,-900, K,264,54.75,32.5,-900, K,265,91.25,32.5,-900, K,266,258.75,32.5,-900, K,267,295.25,32.5,-900, K,268,313.5,32.5,-900, K,269,441.25,32.5,-900, K,270,1575,32.5,-900, K,271,-1225,48.75,-900, K,272,-91.25,48.75,-900, K,273,36.5,48.75,-900, K,274,54.75,48.75,-900, K,275,91.25,48.75,-900, K,276,258.75,48.75,-900, K,277,295.25,48.75,-900, K,278,313.5,48.75,-900, K,279,441.25,48.75,-900, K,280,1575,48.75,-900, K,281,-1225,301.25,-900, K,282,-91.25,301.25,-900, K,283,36.5,301.25,-900, K,284,54.75,301.25,-900, K,285,91.25,301.25,-900, K,286,258.75,301.25,-900, K,287,295.25,301.25,-900, K,288,313.5,301.25,-900, K,289,441.25,301.25,-900, K,290,1575,301.25,-900, K,291,-1225,317.5,-900, K,292,-91.25,317.5,-900, K,293,36.5,317.5,-900, K,294,54.75,317.5,-900, K,295,91.25,317.5,-900, K,296,258.75,317.5,-900, K,297,295.25,317.5,-900, K,298,313.5,317.5,-900, K,299,441.25,317.5,-900, K,300,1575,317.5,-900, K,301,-1225,480,-900, K,302,-91.25,480,-900, K,303,91.25,480,-900, K,304,258.75,480,-900, K,305,441.25,480,-900, K,306,1575,480,-900, K,307,-1225,1575,-900, K,308,-91.25,1575,-900,		
		<i>!FINAL CREACIÓN LÍNEAS BLOQUE HORMIGÓN (Z=-900)</i>
		<i>!INICIO CREACIÓN ÁREAS BLOQUE HORMIGÓN (Z=-900)</i>
		FLST,2,4,4 FITEM,2,535 FITEM,2,598 FITEM,2,540 FITEM,2,591 AL,P51X FLST,2,4,4 FITEM,2,536 FITEM,2,609 FITEM,2,541 FITEM,2,598 AL,P51X FLST,2,4,4 FITEM,2,537 FITEM,2,616 FITEM,2,542 FITEM,2,609 AL,P51X FLST,2,4,4 FITEM,2,538 FITEM,2,627 FITEM,2,543 FITEM,2,616 AL,P51X FLST,2,4,4 FITEM,2,539 FITEM,2,634 FITEM,2,544

FITEM,2,627	FITEM,2,560	FITEM,2,608
AL,P51X	FITEM,2,623	AL,P51X
FLST,2,4,4	AL,P51X	FLST,2,4,4
FITEM,2,540	FLST,2,4,4	FITEM,2,567
FITEM,2,599	FITEM,2,552	FITEM,2,620
FITEM,2,545	FITEM,2,629	FITEM,2,576
FITEM,2,592	FITEM,2,561	FITEM,2,613
AL,P51X	FITEM,2,625	AL,P51X
FLST,2,6,4	AL,P51X	FLST,2,4,4
FITEM,2,541	FLST,2,4,4	FITEM,2,568
FITEM,2,610	FITEM,2,553	FITEM,2,624
FITEM,2,548	FITEM,2,636	FITEM,2,577
FITEM,2,547	FITEM,2,562	FITEM,2,620
FITEM,2,546	FITEM,2,629	AL,P51X
FITEM,2,599	AL,P51X	FLST,2,4,4
AL,P51X	FLST,2,4,4	FITEM,2,569
FLST,2,4,4	FITEM,2,554	FITEM,2,626
FITEM,2,542	FITEM,2,601	FITEM,2,578
FITEM,2,617	FITEM,2,563	FITEM,2,624
FITEM,2,549	FITEM,2,594	AL,P51X
FITEM,2,610	AL,P51X	FLST,2,4,4
AL,P51X	FLST,2,8,4	FITEM,2,570
FLST,2,6,4	FITEM,2,555	FITEM,2,631
FITEM,2,543	FITEM,2,556	FITEM,2,579
FITEM,2,628	FITEM,2,557	FITEM,2,626
FITEM,2,552	FITEM,2,612	AL,P51X
FITEM,2,551	FITEM,2,566	FLST,2,4,4
FITEM,2,550	FITEM,2,565	FITEM,2,571
FITEM,2,617	FITEM,2,564	FITEM,2,638
AL,P51X	FITEM,2,601	FITEM,2,580
FLST,2,4,4	AL,P51X	FITEM,2,631
FITEM,2,544	FLST,2,4,4	AL,P51X
FITEM,2,635	FITEM,2,558	FLST,2,4,4
FITEM,2,553	FITEM,2,619	FITEM,2,572
FITEM,2,628	FITEM,2,567	FITEM,2,603
AL,P51X	FITEM,2,612	FITEM,2,581
FLST,2,4,4	AL,P51X	FITEM,2,596
FITEM,2,545	FLST,2,8,4	AL,P51X
FITEM,2,600	FITEM,2,559	FLST,2,6,4
FITEM,2,554	FITEM,2,560	FITEM,2,573
FITEM,2,593	FITEM,2,561	FITEM,2,574
AL,P51X	FITEM,2,630	FITEM,2,575
FLST,2,4,4	FITEM,2,570	FITEM,2,614
FITEM,2,546	FITEM,2,569	FITEM,2,582
FITEM,2,605	FITEM,2,568	FITEM,2,603
FITEM,2,555	FITEM,2,619	AL,P51X
FITEM,2,600	AL,P51X	FLST,2,4,4
AL,P51X	FLST,2,4,4	FITEM,2,576
FLST,2,4,4	FITEM,2,562	FITEM,2,621
FITEM,2,547	FITEM,2,637	FITEM,2,583
FITEM,2,607	FITEM,2,571	FITEM,2,614
FITEM,2,556	FITEM,2,630	AL,P51X
FITEM,2,605	AL,P51X	FLST,2,6,4
AL,P51X	FLST,2,4,4	FITEM,2,577
FLST,2,4,4	FITEM,2,563	FITEM,2,578
FITEM,2,548	FITEM,2,602	FITEM,2,579
FITEM,2,611	FITEM,2,572	FITEM,2,632
FITEM,2,557	FITEM,2,595	FITEM,2,584
FITEM,2,607	AL,P51X	FITEM,2,621
AL,P51X	FLST,2,4,4	AL,P51X
FLST,2,4,4	FITEM,2,564	FLST,2,4,4
FITEM,2,549	FITEM,2,606	FITEM,2,580
FITEM,2,618	FITEM,2,573	FITEM,2,639
FITEM,2,558	FITEM,2,602	FITEM,2,585
FITEM,2,611	AL,P51X	FITEM,2,632
AL,P51X	FLST,2,4,4	AL,P51X
FLST,2,4,4	FITEM,2,565	FLST,2,4,4
FITEM,2,550	FITEM,2,608	FITEM,2,581
FITEM,2,623	FITEM,2,574	FITEM,2,604
FITEM,2,559	FITEM,2,606	FITEM,2,586
FITEM,2,618	AL,P51X	FITEM,2,597
AL,P51X	FLST,2,4,4	AL,P51X
FLST,2,4,4	FITEM,2,566	FLST,2,4,4
FITEM,2,551	FITEM,2,613	FITEM,2,582
FITEM,2,625	FITEM,2,575	FITEM,2,615

FITEM,2,587		LSTR, 297, 127		FITEM,2,387	
FITEM,2,604		LSTR, 298, 128		FITEM,2,648	
AL,P51X		LSTR, 299, 235		AL,P51X	!FINAL
FLST,2,4,4		LSTR, 300, 236		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
FITEM,2,583		LSTR, 301, 237		VOLUMEN 77	
FITEM,2,622		LSTR, 302, 238			
FITEM,2,588		LSTR, 303, 239		FLST,2,6,5,ORDE,5	!!INICIO
FITEM,2,615		LSTR, 304, 240		CREACIÓN VOLUMEN 77	
AL,P51X		LSTR, 305, 241		FITEM,2,216	
FLST,2,4,4		LSTR, 306, 242		FITEM,2,361	
FITEM,2,584		LSTR, 307, 243		FITEM,2,404	
FITEM,2,633		LSTR, 308, 244		FITEM,2,407	
FITEM,2,589		LSTR, 309, 245		FITEM,2,-409	
FITEM,2,622		LSTR, 310, 246		VA,P51X	!FINAL
AL,P51X		LSTR, 311, 247		CREACIÓN VOLUMEN 77	
FLST,2,4,4		LSTR, 312, 248	!FINAL		
FITEM,2,585		CREACIÓN LÍNEAS INTERNAS		FLST,2,4,4	!!INICIO
FITEM,2,640		BLOQUE HORMIGÓN (Z=-250 a		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
FITEM,2,590		Z=-900)		VOLUMEN 78	
FITEM,2,633				FITEM,2,537	
AL,P51X	!FINAL	FLST,2,4,4	!!INICIO	FITEM,2,644	
CREACIÓN ÁREAS BLOQUE		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,383	
HORMIGÓN (Z=-900)		VOLUMEN 76		FITEM,2,643	
		FITEM,2,535		AL,P51X	
LSTR, 249, 201	!!INICIO	FITEM,2,642		FLST,2,4,4	
CREACIÓN LÍNEAS INTERNAS		FITEM,2,381		FITEM,2,616	
BLOQUE HORMIGÓN (Z=-250,		FITEM,2,641		FITEM,2,644	
Z=-900)		AL,P51X		FITEM,2,450	
LSTR, 250, 202		FLST,2,4,4		FITEM,2,650	
LSTR, 251, 203		FITEM,2,598		AL,P51X	
LSTR, 252, 204		FITEM,2,642		FLST,2,4,4	
LSTR, 253, 205		FITEM,2,436		FITEM,2,542	
LSTR, 254, 206		FITEM,2,648		FITEM,2,650	
LSTR, 255, 207		AL,P51X		FITEM,2,388	
LSTR, 256, 208		FLST,2,4,4		FITEM,2,649	
LSTR, 257, 209		FITEM,2,540		AL,P51X	!FINAL
LSTR, 258, 210		FITEM,2,648		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
LSTR, 259, 211		FITEM,2,386		VOLUMEN 78	
LSTR, 260, 212		FITEM,2,647			
LSTR, 261, 213		AL,P51X		FLST,2,6,5,ORDE,5	!!INICIO
LSTR, 262, 214		FLST,2,4,4		CREACIÓN VOLUMEN 78	
LSTR, 263, 129		FITEM,2,591		FITEM,2,217	
LSTR, 264, 130		FITEM,2,641		FITEM,2,362	
LSTR, 265, 215		FITEM,2,429		FITEM,2,408	
LSTR, 266, 216		FITEM,2,647		FITEM,2,410	
LSTR, 267, 133		AL,P51X	!FINAL	FITEM,2,-412	
LSTR, 268, 134		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		VA,P51X	!FINAL
LSTR, 269, 217		VOLUMEN 76		CREACIÓN VOLUMEN 78	
LSTR, 270, 218					
LSTR, 271, 219		FLST,2,6,5,ORDE,4	!!INICIO	FLST,2,4,4	!!INICIO
LSTR, 272, 220		CREACIÓN VOLUMEN 76		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
LSTR, 273, 131		FITEM,2,215		VOLUMEN 79	
LSTR, 274, 132		FITEM,2,360		FITEM,2,538	
LSTR, 275, 221		FITEM,2,403		FITEM,2,645	
LSTR, 276, 222		FITEM,2,-406		FITEM,2,384	
LSTR, 277, 135		VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,644	
LSTR, 278, 136		CREACIÓN VOLUMEN 76		AL,P51X	
LSTR, 279, 223				FLST,2,4,4	
LSTR, 280, 224		FLST,2,4,4	!!INICIO	FITEM,2,627	
LSTR, 281, 225		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,645	
LSTR, 282, 226		VOLUMEN 77		FITEM,2,457	
LSTR, 283, 121		FITEM,2,536		FITEM,2,651	
LSTR, 284, 122		FITEM,2,643		AL,P51X	
LSTR, 285, 227		FITEM,2,382		FLST,2,4,4	
LSTR, 286, 228		FITEM,2,642		FITEM,2,543	
LSTR, 287, 125		AL,P51X		FITEM,2,651	
LSTR, 288, 126		FLST,2,4,4		FITEM,2,389	
LSTR, 289, 229		FITEM,2,609		FITEM,2,650	
LSTR, 290, 230		FITEM,2,643		AL,P51X	!FINAL
LSTR, 291, 231		FITEM,2,443		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
LSTR, 292, 232		FITEM,2,649		VOLUMEN 79	
LSTR, 293, 123		AL,P51X			
LSTR, 294, 124		FLST,2,4,4		FLST,2,6,5,ORDE,5	!!INICIO
LSTR, 295, 233		FITEM,2,541		CREACIÓN VOLUMEN 79	
LSTR, 296, 234		FITEM,2,649		FITEM,2,218	

FITEM,2,363		FLST,2,4,4	<i>!!INICIO</i>	AL,P51X
FITEM,2,411		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FLST,2,4,4
FITEM,2,413		VOLUMEN 82		FITEM,2,552
FITEM,2,-415		FITEM,2,610		FITEM,2,661
VA,P51X	<i>!FINAL</i>	FITEM,2,649		FITEM,2,396
CREACIÓN VOLUMEN 79		FITEM,2,444		FITEM,2,660
		FITEM,2,657		AL,P51X
FLST,2,4,4	<i>!!INICIO</i>	AL,P51X		FLST,2,4,4
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FLST,2,4,4		FITEM,2,551
VOLUMEN 80		FITEM,2,548		FITEM,2,660
FITEM,2,539		FITEM,2,657		FITEM,2,271
FITEM,2,646		FITEM,2,393		FITEM,2,659
FITEM,2,385		FITEM,2,656		AL,P51X
FITEM,2,645		AL,P51X		FLST,2,4,4
AL,P51X		FLST,2,4,4		FITEM,2,550
FLST,2,4,4		FITEM,2,547		FITEM,2,659
FITEM,2,634		FITEM,2,656		FITEM,2,395
FITEM,2,646		FITEM,2,263		FITEM,2,658
FITEM,2,464		FITEM,2,655		AL,P51X
FITEM,2,652		AL,P51X		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
AL,P51X		FLST,2,4,4		VOLUMEN 84
FLST,2,4,4		FITEM,2,546		
FITEM,2,544		FITEM,2,655		FLST,2,8,5,ORDE,6
FITEM,2,652		FITEM,2,392		<i>!!INICIO</i>
FITEM,2,390		FITEM,2,654		CREACIÓN VOLUMEN 84
FITEM,2,651		AL,P51X	<i>!FINAL</i>	FITEM,2,223
AL,P51X	<i>!FINAL</i>	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,368
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		VOLUMEN 82		FITEM,2,415
VOLUMEN 80				FITEM,2,426
		FLST,2,8,5,ORDE,6	<i>!!INICIO</i>	FITEM,2,428
FLST,2,6,5,ORDE,5	<i>!!INICIO</i>	CREACIÓN VOLUMEN 82		FITEM,2,-431
CREACIÓN VOLUMEN 80		FITEM,2,221		VA,P51X
FITEM,2,219		FITEM,2,366		<i>!FINAL</i>
FITEM,2,364		FITEM,2,409		CREACIÓN VOLUMEN 84
FITEM,2,414		FITEM,2,419		
FITEM,2,416		FITEM,2,422		FLST,2,4,4
FITEM,2,-418		FITEM,2,-425		<i>!!INICIO</i>
VA,P51X	<i>!FINAL</i>	VA,P51X	<i>!FINAL</i>	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
CREACIÓN VOLUMEN 80		CREACIÓN VOLUMEN 82		VOLUMEN 85
				FITEM,2,635
FLST,2,4,4	<i>!!INICIO</i>	FLST,2,4,4	<i>!!INICIO</i>	FITEM,2,652
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,465
VOLUMEN 81		VOLUM 83		FITEM,2,662
FITEM,2,599		FITEM,2,617		AL,P51X
FITEM,2,648		FITEM,2,650		FLST,2,4,4
FITEM,2,437		FITEM,2,451		FITEM,2,553
FITEM,2,654		FITEM,2,658		FITEM,2,662
AL,P51X		FITEM,2,394		FITEM,2,397
FLST,2,4,4		FITEM,2,657		FITEM,2,661
FITEM,2,545		AL,P51X	<i>!FINAL</i>	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
FITEM,2,654		FLST,2,4,4		VOLUMEN 85
FITEM,2,391		FITEM,2,549		
FITEM,2,653		FITEM,2,658		FLST,2,6,5,ORDE,6
AL,P51X		FITEM,2,394		<i>!!INICIO</i>
FLST,2,4,4		FITEM,2,657		CREACIÓN VOLUMEN 85
FITEM,2,592		AL,P51X	<i>!FINAL</i>	FITEM,2,224
FITEM,2,647		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,369
FITEM,2,430		VOLUMEN 83		FITEM,2,418
FITEM,2,653				FITEM,2,428
AL,P51X	<i>!FINAL</i>	FLST,2,6,5,ORDE,6	<i>!!INICIO</i>	FITEM,2,432
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		CREACIÓN VOLUMEN 83		FITEM,2,-433
VOLUMEN 81		FITEM,2,222		VA,P51X
		FITEM,2,367		<i>!FINAL</i>
FLST,2,6,5,ORDE,5	<i>!!INICIO</i>	FITEM,2,412		CREACIÓN VOLUMEN 85
CREACIÓN VOLUMEN 81		FITEM,2,422		
FITEM,2,220		FITEM,2,426		FLST,2,4,4
FITEM,2,365		FITEM,2,-427		<i>!!INICIO</i>
FITEM,2,405		VA,P51X	<i>!FINAL</i>	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
FITEM,2,419		CREACIÓN VOLUMEN 83		VOLUMEN 86
FITEM,2,-421				FITEM,2,431
VA,P51X	<i>!FINAL</i>	FLST,2,4,4	<i>!!INICIO</i>	FITEM,2,663
CREACIÓN VOLUMEN 81		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,593
		VOLUMEN 84		FITEM,2,653
		FITEM,2,628		AL,P51X
		FITEM,2,651		FLST,2,4,4
		FITEM,2,458		FITEM,2,600
		FITEM,2,661		FITEM,2,654
				FITEM,2,438
				FITEM,2,664
				AL,P51X

FLST,2,4,4		FLST,2,4,4	<i>!!INICIO</i>	FITEM,2,229	
FITEM,2,554		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,375	
FITEM,2,664		VOLUMEN 89		FITEM,2,431	
FITEM,2,398		FITEM,2,611		FITEM,2,443	
FITEM,2,663		FITEM,2,657		FITEM,2,445	
AL,P51X	<i>!FINAL</i>	FITEM,2,445		FITEM,2,-446	
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,667		VA,P51X	<i>!FINAL</i>
VOLUMEN 86		AL,P51X		CREACIÓN VOLUMEN 91	
		FLST,2,4,4			
FLST,2,6,5,ORDE,5	<i>!!INICIO</i>	FITEM,2,557		FLST,2,4,4	<i>!!INICIO</i>
CREACIÓN VOLUMEN 86		FITEM,2,667		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
FITEM,2,225		FITEM,2,400		VOLUMEN 92	
FITEM,2,370		FITEM,2,666		FITEM,2,625	
FITEM,2,420		AL,P51X	<i>!FINAL</i>	FITEM,2,660	
FITEM,2,434		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,272	
FITEM,2,-436		VOLUMEN 89		FITEM,2,670	
VA,P51X	<i>!FINAL</i>			AL,P51X	
CREACIÓN VOLUMEN 86		FLST,2,6,5,ORDE,6	<i>!!INICIO</i>	FLST,2,4,4	
FLST,2,4,4	<i>!!INICIO</i>	CREACIÓN VOLUMEN 89		FITEM,2,560	
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,227		FITEM,2,670	
VOLUMEN 87		FITEM,2,373		FITEM,2,273	
FITEM,2,605		FITEM,2,423		FITEM,2,669	
FITEM,2,655		FITEM,2,439		AL,P51X	<i>!FINAL</i>
FITEM,2,266		FITEM,2,441		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
FITEM,2,665		FITEM,2,-442		VOLUMEN 92	
AL,P51X		VA,P51X	<i>!FINAL</i>		
FLST,2,4,4		CREACIÓN VOLUMEN 89		FLST,2,6,5,ORDE,6	<i>!!INICIO</i>
FITEM,2,555				CREACIÓN VOLUMEN 92	
FITEM,2,665		FLST,2,4,4	<i>!!INICIO</i>	FITEM,2,175	
FITEM,2,399		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,376	
FITEM,2,664		VOLUMEN 90		FITEM,2,430	
AL,P51X	<i>!FINAL</i>	FITEM,2,618		FITEM,2,445	
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,658		FITEM,2,447	
VOLUMEN 87		FITEM,2,452		FITEM,2,-448	
		FITEM,2,668		VA,P51X	<i>!FINAL</i>
FLST,2,6,5,ORDE,6	<i>!!INICIO</i>	AL,P51X		CREACIÓN VOLUMEN 92	
CREACIÓN VOLUMEN 87		FLST,2,4,4			
FITEM,2,226		FITEM,2,558		FLST,2,4,4	<i>!!INICIO</i>
FITEM,2,371		FITEM,2,668		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
FITEM,2,425		FITEM,2,401		VOLUMEN 93	
FITEM,2,435		FITEM,2,667		FITEM,2,629	
FITEM,2,437		AL,P51X	<i>!FINAL</i>	FITEM,2,661	
FITEM,2,-438		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,459	
VA,P51X	<i>!FINAL</i>	VOLUMEN 90		FITEM,2,671	
CREACIÓN VOLUMEN 87				AL,P51X	
		FLST,2,6,5,ORDE,6	<i>!!INICIO</i>	FLST,2,4,4	
FLST,2,4,4	<i>!!INICIO</i>	CREACIÓN VOLUMEN 90		FITEM,2,561	
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,228		FITEM,2,671	
VOLUMEN 88		FITEM,2,374		FITEM,2,403	
FITEM,2,607		FITEM,2,427		FITEM,2,670	
FITEM,2,656		FITEM,2,441		AL,P51X	<i>!FINAL</i>
FITEM,2,264		FITEM,2,443		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
FITEM,2,666		FITEM,2,-444		VOLUMEN 93	
AL,P51X		VA,P51X	<i>!FINAL</i>		
FLST,2,4,4		CREACIÓN VOLUMEN 90		FLST,2,6,5,ORDE,6	<i>!!INICIO</i>
FITEM,2,556				CREACIÓN VOLUMEN 93	
FITEM,2,666		FLST,2,4,4	<i>!!INICIO</i>	FITEM,2,230	
FITEM,2,265		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,377	
FITEM,2,665		VOLUMEN 91		FITEM,2,429	
AL,P51X	<i>!FINAL</i>	FITEM,2,623		FITEM,2,447	
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,659		FITEM,2,449	
VOLUMEN 88		FITEM,2,274		FITEM,2,-450	
		FITEM,2,669		VA,P51X	<i>!FINAL</i>
FLST,2,6,5,ORDE,6	<i>!!INICIO</i>	AL,P51X		CREACIÓN VOLUMEN 93	
CREACIÓN VOLUMEN 88		FLST,2,4,4			
FITEM,2,170		FITEM,2,559		FLST,2,4,4	<i>!!INICIO</i>
FITEM,2,372		FITEM,2,669		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
FITEM,2,424		FITEM,2,402		VOLUMEN 94	
FITEM,2,437		FITEM,2,668		FITEM,2,636	
FITEM,2,439		AL,P51X	<i>!FINAL</i>	FITEM,2,662	
FITEM,2,-440		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,466	
VA,P51X	<i>!FINAL</i>	VOLUMEN 91		FITEM,2,672	
CREACIÓN VOLUMEN 88				AL,P51X	
		FLST,2,6,5,ORDE,6	<i>!!INICIO</i>	FLST,2,4,4	
		CREACIÓN VOLUMEN 91		FITEM,2,562	

FITEM,2,672		FITEM,2,674		FLST,2,10,5,ORDE,8	!!INICIO
FITEM,2,404		AL,P51X	!FINAL	CREACIÓN VOLUMEN 98	
FITEM,2,671		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,235	
AL,P51X	!FINAL	VOLUMEN 96		FITEM,2,382	
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS				FITEM,2,446	
VOLUMEN 94				FITEM,2,448	
				FITEM,2,450	
FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO	FLST,2,10,5,ORDE,8	!!INICIO	FITEM,2,460	
CREACIÓN VOLUMEN 94		CREACIÓN VOLUMEN 96		FITEM,2,462	
FITEM,2,231		FITEM,2,233		FITEM,2,-465	
FITEM,2,378		FITEM,2,380		VA,P51X	!FINAL
FITEM,2,433		FITEM,2,438		CREACIÓN VOLUMEN 98	
FITEM,2,449		FITEM,2,440			
FITEM,2,451		FITEM,2,442		FLST,2,4,4	!!INICIO
FITEM,2,-452		FITEM,2,454		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,456		VOLUMEN 99	
CREACIÓN VOLUMEN 94		FITEM,2,-459		FITEM,2,637	
		VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,672	
		CREACIÓN VOLUMEN 96		FITEM,2,467	
				FITEM,2,682	
FLST,2,4,4	!!INICIO	FLST,2,4,4	!!INICIO	AL,P51X	
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FLST,2,4,4	
VOLUMEN 95		VOLUMEN 97		FITEM,2,571	
FITEM,2,594		FITEM,2,619		FITEM,2,682	
FITEM,2,663		FITEM,2,668		FITEM,2,411	
FITEM,2,432		FITEM,2,453		FITEM,2,681	
FITEM,2,673		FITEM,2,678		AL,P51X	!FINAL
AL,P51X		AL,P51X		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
FLST,2,4,4		FLST,2,4,4		VOLUMEN 99	
FITEM,2,601		FITEM,2,567			
FITEM,2,664		FITEM,2,678		FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO
FITEM,2,439		FITEM,2,408		CREACIÓN VOLUMEN 99	
FITEM,2,674		FITEM,2,677		FITEM,2,236	
AL,P51X		AL,P51X	!FINAL	FITEM,2,383	
FLST,2,4,4		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,452	
FITEM,2,563		VOLUMEN 97		FITEM,2,462	
FITEM,2,674				FITEM,2,466	
FITEM,2,405		FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO	FITEM,2,-467	
FITEM,2,673		CREACIÓN VOLUMEN 97		VA,P51X	!FINAL
AL,P51X	!FINAL	FITEM,2,234		CREACIÓN VOLUMEN 99	
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,381			
VOLUMEN 95		FITEM,2,444		FLST,2,4,4	!!INICIO
		FITEM,2,456		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
FLST,2,6,5,ORDE,5	!!INICIO	FITEM,2,460		VOLUMEN 100	
CREACIÓN VOLUMEN 95		FITEM,2,-461		FITEM,2,595	
FITEM,2,232		VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,673	
FITEM,2,379		CREACIÓN VOLUMEN 97		FITEM,2,433	
FITEM,2,436				FITEM,2,683	
FITEM,2,453		FLST,2,4,4	!!INICIO	AL,P51X	
FITEM,2,-455		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FLST,2,4,4	
VA,P51X	!FINAL	VOLUMEN 98		FITEM,2,602	
CREACIÓN VOLUMEN 95		FITEM,2,630		FITEM,2,674	
		FITEM,2,671		FITEM,2,440	
FLST,2,4,4	!!INICIO	FITEM,2,460		FITEM,2,684	
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,681		AL,P51X	
VOLUMEN 96		AL,P51X		FLST,2,4,4	
FITEM,2,612		FLST,2,4,4		FITEM,2,572	
FITEM,2,667		FITEM,2,410		FITEM,2,684	
FITEM,2,446		FITEM,2,680		FITEM,2,412	
FITEM,2,677		FITEM,2,570		FITEM,2,683	
AL,P51X		FITEM,2,681		AL,P51X	!FINAL
FLST,2,4,4		AL,P51X		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
FITEM,2,566		FLST,2,4,4		VOLUMEN 100	
FITEM,2,677		FITEM,2,255			
FITEM,2,407		FITEM,2,679		FLST,2,6,5,ORDE,5	!!INICIO
FITEM,2,676		FITEM,2,569		CREACIÓN VOLUMEN 100	
AL,P51X		FITEM,2,680		FITEM,2,237	
FLST,2,4,4		AL,P51X		FITEM,2,384	
FITEM,2,565		FLST,2,4,4		FITEM,2,455	
FITEM,2,676		FITEM,2,568		FITEM,2,468	
FITEM,2,247		FITEM,2,679		FITEM,2,-470	
FITEM,2,675		FITEM,2,409		VA,P51X	!FINAL
AL,P51X		FITEM,2,678		CREACIÓN VOLUMEN 100	
FLST,2,4,4		AL,P51X	!FINAL		
FITEM,2,564		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS			
FITEM,2,675		VOLUMEN 98			
FITEM,2,406					

FLST,2,4,4	!!INICIO	FITEM,2,239	FITEM,2,690
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,387	FITEM,2,257
VOLUMEN 101		FITEM,2,457	FITEM,2,689
FITEM,2,606		FITEM,2,473	AL,P51X
FITEM,2,675		FITEM,2,475	!!FINAL
FITEM,2,250		FITEM,2,-476	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
FITEM,2,685		VA,P51X	VOLUMEN 106
AL,P51X		CREACIÓN VOLUMEN 103	!!FINAL
FLST,2,4,4			FLST,2,6,5,ORDE,6
FITEM,2,573		FLST,2,4,4	!!INICIO
FITEM,2,685		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	CREACIÓN VOLUMEN 106
FITEM,2,413		VOLUMEN 104	FITEM,2,165
FITEM,2,684		FITEM,2,620	FITEM,2,390
AL,P51X	!!FINAL	FITEM,2,678	FITEM,2,464
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,454	FITEM,2,479
VOLUMEN 101		FITEM,2,688	FITEM,2,481
		AL,P51X	FITEM,2,-482
FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO	FLST,2,4,4	VA,P51X
CREACIÓN VOLUMEN 101		FITEM,2,576	!!FINAL
FITEM,2,238		FITEM,2,688	CREACIÓN VOLUMEN 106
FITEM,2,385		FITEM,2,415	
FITEM,2,459		FITEM,2,687	FLST,2,4,4
FITEM,2,469		AL,P51X	!!INICIO
FITEM,2,471		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
FITEM,2,-472		VOLUMEN 104	VOLUMEN 107
VA,P51X	!!FINAL		FITEM,2,631
CREACIÓN VOLUMEN 101		FLST,2,6,5,ORDE,6	FITEM,2,681
		CREACIÓN VOLUMEN 104	FITEM,2,461
FLST,2,4,4	!!INICIO	FITEM,2,240	FITEM,2,691
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,388	FITEM,2,417
VOLUMEN 102		FITEM,2,461	FITEM,2,690
FITEM,2,608		FITEM,2,475	AL,P51X
FITEM,2,676		FITEM,2,477	!!FINAL
FITEM,2,248		FITEM,2,-478	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
FITEM,2,686		VA,P51X	VOLUMEN 107
AL,P51X		CREACIÓN VOLUMEN 104	
FLST,2,4,4			FLST,2,6,5,ORDE,6
FITEM,2,574		FLST,2,4,4	!!INICIO
FITEM,2,686		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	CREACIÓN VOLUMEN 107
FITEM,2,249		VOLUMEN 105	FITEM,2,242
FITEM,2,685		FITEM,2,624	FITEM,2,391
AL,P51X	!!FINAL	FITEM,2,679	FITEM,2,463
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,258	FITEM,2,481
VOLUMEN 102		FITEM,2,689	FITEM,2,483
		AL,P51X	FITEM,2,-484
FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO	FLST,2,4,4	VA,P51X
CREACIÓN VOLUMEN 102		FITEM,2,577	!!FINAL
FITEM,2,160		FITEM,2,689	CREACIÓN VOLUMEN 107
FITEM,2,386		FITEM,2,416	
FITEM,2,458		FITEM,2,688	FLST,2,4,4
FITEM,2,471		AL,P51X	!!INICIO
FITEM,2,473		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
FITEM,2,-474		VOLUMEN 105	VOLUMEN 108
VA,P51X	!!FINAL		FITEM,2,638
CREACIÓN VOLUMEN 102		FLST,2,6,5,ORDE,6	FITEM,2,682
		CREACIÓN VOLUMEN 105	FITEM,2,468
FLST,2,4,4	!!INICIO	FITEM,2,241	FITEM,2,692
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,389	AL,P51X
VOLUMEN 103		FITEM,2,465	!!FINAL
FITEM,2,613		FITEM,2,477	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
FITEM,2,677		FITEM,2,479	VOLUMEN 108
FITEM,2,447		FITEM,2,-480	
FITEM,2,687		VA,P51X	FLST,2,6,5,ORDE,6
AL,P51X		CREACIÓN VOLUMEN 105	!!INICIO
FLST,2,4,4			CREACIÓN VOLUMEN 108
FITEM,2,575		FLST,2,4,4	FITEM,2,243
FITEM,2,687		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	FITEM,2,392
FITEM,2,414		VOLUMEN 106	FITEM,2,467
FITEM,2,686		FITEM,2,626	FITEM,2,483
AL,P51X	!!FINAL	FITEM,2,680	FITEM,2,485
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,256	FITEM,2,-486
VOLUMEN 103		FITEM,2,690	VA,P51X
		AL,P51X	!!FINAL
FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO	FLST,2,4,4	CREACIÓN VOLUMEN 108
CREACIÓN VOLUMEN 103		FITEM,2,578	

FLST,2,4,4	!!INICIO	FITEM,2,695		FLST,2,4,4	!!INICIO
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		AL,P51X	!FINAL	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
VOLUMEN 109		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		VOLUMEN 114	
FITEM,2,596		VOLUMEN 111		FITEM,2,604	
FITEM,2,683				FITEM,2,694	
FITEM,2,434		FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO	FITEM,2,442	
FITEM,2,693		CREACIÓN VOLUMEN 111		FITEM,2,700	
AL,P51X		FITEM,2,246		AL,P51X	
FLST,2,4,4		FITEM,2,395		FLST,2,4,4	
FITEM,2,603		FITEM,2,478		FITEM,2,586	
FITEM,2,684		FITEM,2,490		FITEM,2,700	
FITEM,2,441		FITEM,2,492		FITEM,2,424	
FITEM,2,694		FITEM,2,-493		FITEM,2,699	
AL,P51X		VA,P51X	!FINAL	AL,P51X	
FLST,2,4,4		CREACIÓN VOLUMEN 111		FLST,2,4,4	
FITEM,2,581				FITEM,2,597	
FITEM,2,694		FLST,2,4,4	!!INICIO	FITEM,2,693	
FITEM,2,419		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,435	
FITEM,2,693		VOLUMEN 112		FITEM,2,699	
AL,P51X	!FINAL	FITEM,2,697		AL,P51X	!FINAL
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		FITEM,2,632		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
VOLUMEN 109		FITEM,2,691		VOLUMEN 114	
		FITEM,2,462			
FLST,2,6,5,ORDE,5	!!INICIO	AL,P51X		FLST,2,6,5,ORDE,5	!!INICIO
CREACIÓN VOLUMEN 109		FLST,2,4,4		CREACIÓN VOLUMEN 114	
FITEM,2,244		FITEM,2,422		FITEM,2,249	
FITEM,2,393		FITEM,2,696		FITEM,2,398	
FITEM,2,470		FITEM,2,584		FITEM,2,489	
FITEM,2,487		FITEM,2,697		FITEM,2,498	
FITEM,2,-489		AL,P51X	!FINAL	FITEM,2,-500	
VA,P51X	!FINAL	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		VA,P51X	!FINAL
CREACIÓN VOLUMEN 109		VOLUMEN 112		CREACIÓN VOLUMEN 114	
FLST,2,4,4	!!INICIO	FLST,2,8,5,ORDE,8	!!INICIO	FLST,2,4,4	!!INICIO
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		CREACIÓN VOLUMEN 112		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
VOLUMEN 110		FITEM,2,247		VOLUMEN 115	
FITEM,2,614		FITEM,2,396		FITEM,2,615	
FITEM,2,687		FITEM,2,480		FITEM,2,695	
FITEM,2,448		FITEM,2,482		FITEM,2,449	
FITEM,2,695		FITEM,2,484		FITEM,2,701	
AL,P51X		FITEM,2,492		AL,P51X	
FLST,2,4,4		FITEM,2,494		FLST,2,4,4	
FITEM,2,582		FITEM,2,-495		FITEM,2,587	
FITEM,2,695		VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,701	
FITEM,2,420		CREACIÓN VOLUMEN 112		FITEM,2,425	
FITEM,2,694				FITEM,2,700	
AL,P51X	!FINAL	FLST,2,4,4	!!INICIO	AL,P51X	!FINAL
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
VOLUMEN 110		VOLUMEN 113		VOLUMEN 115	
		FITEM,2,469			
FLST,2,8,5,ORDE,8	!!INICIO	FITEM,2,692		FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO
CREACIÓN VOLUMEN 110		FITEM,2,639		CREACIÓN VOLUMEN 115	
FITEM,2,245		FITEM,2,698		FITEM,2,250	
FITEM,2,394		AL,P51X		FITEM,2,399	
FITEM,2,472		FLST,2,4,4		FITEM,2,491	
FITEM,2,474		FITEM,2,423		FITEM,2,498	
FITEM,2,476		FITEM,2,698		FITEM,2,501	
FITEM,2,488		FITEM,2,585		FITEM,2,-502	
FITEM,2,490		FITEM,2,697		VA,P51X	!FINAL
FITEM,2,-491		AL,P51X	!FINAL	CREACIÓN VOLUMEN 115	
VA,P51X	!FINAL	CREACIÓN ÁREAS INTERNAS			
CREACIÓN VOLUMEN 110		VOLUMEN 113		FLST,2,4,4	!!INICIO
				CREACIÓN ÁREAS INTERNAS	
FLST,2,4,4	!!INICIO	FLST,2,6,5,ORDE,6	!!INICIO	VOLUMEN 116	
CREACIÓN ÁREAS INTERNAS		CREACIÓN VOLUMEN 113		FITEM,2,622	
VOLUMEN 111		FITEM,2,248		FITEM,2,696	
FITEM,2,621		FITEM,2,397		FITEM,2,456	
FITEM,2,688		FITEM,2,486		FITEM,2,702	
FITEM,2,455		FITEM,2,494		AL,P51X	
FITEM,2,696		FITEM,2,496		FLST,2,4,4	
AL,P51X		FITEM,2,-497		FITEM,2,588	
FLST,2,4,4		VA,P51X	!FINAL	FITEM,2,702	
FITEM,2,583		CREACIÓN VOLUMEN 113		FITEM,2,426	
FITEM,2,696				FITEM,2,701	
FITEM,2,421					

AL,P51X *!FINAL*
 CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
 VOLUMEN 116

FLST,2,6,5,ORDE,6 *!INICIO*
 CREACIÓN VOLUMEN 116
 FITEM,2,251
 FITEM,2,400
 FITEM,2,493
 FITEM,2,501
 FITEM,2,503
 FITEM,2,-504
 VA,P51X *!FINAL*
 CREACIÓN VOLUMEN 116

FLST,2,4,4 *!INICIO*
 CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
 VOLUMEN 117
 FITEM,2,633
 FITEM,2,697
 FITEM,2,463
 FITEM,2,703

AL,P51X
 FLST,2,4,4
 FITEM,2,589
 FITEM,2,703
 FITEM,2,427
 FITEM,2,702
 AL,P51X *!FINAL*
 CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
 VOLUMEN 117

FLST,2,6,5,ORDE,6 *!INICIO*
 CREACIÓN VOLUMEN 117
 FITEM,2,252
 FITEM,2,401
 FITEM,2,495
 FITEM,2,503
 FITEM,2,505
 FITEM,2,-506
 VA,P51X *!FINAL*
 CREACIÓN VOLUMEN 117

FLST,2,4,4 *!INICIO*
 CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
 VOLUMEN 118
 FITEM,2,640
 FITEM,2,698
 FITEM,2,470
 FITEM,2,704
 AL,P51X
 FLST,2,4,4
 FITEM,2,590
 FITEM,2,704
 FITEM,2,428
 FITEM,2,703

AL,P51X *!FINAL*
 CREACIÓN ÁREAS INTERNAS
 VOLUMEN 118

FLST,2,6,5,ORDE,6 *!INICIO*
 CREACIÓN VOLUMEN 118
 FITEM,2,253
 FITEM,2,402
 FITEM,2,497
 FITEM,2,505
 FITEM,2,507
 FITEM,2,-508
 VA,P51X *!FINAL*
 CREACIÓN VOLUMEN 118

**!ASIGNACIÓN DE LAS ÁREAS
 Y VOLÚMENES DEL MACIZO
 DE HORMIGÓN CON LOS
 TIPOS DE ELEMENTOS**

**(ELEMENT TYPES) Y LOS
 MATERIALES**

FLST,5,6,5,ORDE,4
*!MESH ATTRIBUTES ÁREAS
 VOLUMEN 76: MATERIAL
 MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
 E.TYPE2*
 FITEM,5,215
 FITEM,5,360
 FITEM,5,403
 FITEM,5,-406
 CM,_Y,AREA
 ASEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,AREA
 CMSEL,S,_Y
 !*

CMSEL,S,_Y1
 AATT, 3, 1, 2, 0,
 CMSEL,S,_Y
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 !*

FLST,5,6,5,ORDE,5
*!MESH ATTRIBUTES ÁREAS
 VOLUMEN 77: MATERIAL
 MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
 E.TYPE2*

FITEM,5,216
 FITEM,5,361
 FITEM,5,404
 FITEM,5,407
 FITEM,5,-409
 CM,_Y,AREA
 ASEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,AREA
 CMSEL,S,_Y
 !*
 CMSEL,S,_Y1
 AATT, 3, 1, 2, 0,
 CMSEL,S,_Y
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 !*

FLST,5,6,5,ORDE,5
*!MESH ATTRIBUTES ÁREAS
 VOLUMEN 78: MATERIAL
 MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
 E.TYPE2*

FITEM,5,217
 FITEM,5,362
 FITEM,5,408
 FITEM,5,410
 FITEM,5,-412
 CM,_Y,AREA
 ASEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,AREA
 CMSEL,S,_Y
 !*
 CMSEL,S,_Y1
 AATT, 3, 1, 2, 0,
 CMSEL,S,_Y
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 !*

FLST,5,6,5,ORDE,5
*!MESH ATTRIBUTES ÁREAS
 VOLUMEN 79: MATERIAL
 MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
 E.TYPE2*
 FITEM,5,218
 FITEM,5,363

FITEM,5,411
 FITEM,5,413
 FITEM,5,-415
 CM,_Y,AREA
 ASEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,AREA
 CMSEL,S,_Y
 !*
 CMSEL,S,_Y1
 AATT, 3, 1, 2, 0,
 CMSEL,S,_Y
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 !*

FLST,5,6,5,ORDE,5
*!MESH ATTRIBUTES ÁREAS
 VOLUMEN 80: MATERIAL
 MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
 E.TYPE2*

FITEM,5,219
 FITEM,5,364
 FITEM,5,414
 FITEM,5,416
 FITEM,5,-418
 CM,_Y,AREA
 ASEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,AREA
 CMSEL,S,_Y
 !*
 CMSEL,S,_Y1
 AATT, 3, 1, 2, 0,
 CMSEL,S,_Y
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 !*

FLST,5,6,5,ORDE,5
*!MESH ATTRIBUTES ÁREAS
 VOLUMEN 81: MATERIAL
 MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
 E.TYPE2*

FITEM,5,220
 FITEM,5,365
 FITEM,5,405
 FITEM,5,419
 FITEM,5,-421
 CM,_Y,AREA
 ASEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,AREA
 CMSEL,S,_Y
 !*
 CMSEL,S,_Y1
 AATT, 3, 1, 2, 0,
 CMSEL,S,_Y
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 !*

FLST,5,8,5,ORDE,6
*!MESH ATTRIBUTES ÁREAS
 VOLUMEN 82: MATERIAL
 MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
 E.TYPE2*

FITEM,5,221
 FITEM,5,366
 FITEM,5,409
 FITEM,5,419
 FITEM,5,422
 FITEM,5,-425
 CM,_Y,AREA
 ASEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,AREA
 CMSEL,S,_Y
 !*

```

CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,6,5,ORDE,6
!MESH ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 83: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
FITEM,5,222
FITEM,5,367
FITEM,5,412
FITEM,5,422
FITEM,5,426
FITEM,5,-427
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,8,5,ORDE,6
!MESH ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 84: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
FITEM,5,223
FITEM,5,368
FITEM,5,415
FITEM,5,426
FITEM,5,428
FITEM,5,-431
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,6,5,ORDE,6
!MESH ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 85: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
FITEM,5,224
FITEM,5,369
FITEM,5,418
FITEM,5,428
FITEM,5,432
FITEM,5,-433
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1

!*
FLST,5,6,5,ORDE,5
!MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 86: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
FITEM,5,225
FITEM,5,370
FITEM,5,420
FITEM,5,434
FITEM,5,-436
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,6,5,ORDE,6
!MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 87: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
FITEM,5,226
FITEM,5,371
FITEM,5,425
FITEM,5,435
FITEM,5,437
FITEM,5,-438
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,6,5,ORDE,6
!MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 88: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
FITEM,5,170
FITEM,5,372
FITEM,5,424
FITEM,5,437
FITEM,5,439
FITEM,5,-440
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,6,5,ORDE,6
!MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 89: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
FITEM,5,227
FITEM,5,373
FITEM,5,423
FITEM,5,439
FITEM,5,441
FITEM,5,-442
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,6,5,ORDE,6
!MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 90: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
FITEM,5,228
FITEM,5,374
FITEM,5,427
FITEM,5,441
FITEM,5,443
FITEM,5,-444
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,6,5,ORDE,6
!MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 91: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
FITEM,5,229
FITEM,5,375
FITEM,5,431
FITEM,5,443
FITEM,5,445
FITEM,5,-446
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

FLST,5,6,5,ORDE,6
!MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 92: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
FITEM,5,175
FITEM,5,376
FITEM,5,430
FITEM,5,445
FITEM,5,447
FITEM,5,-448

```

```

CM,_Y,AREA
ASEL, , ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 93: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
FITEM,5,230
FITEM,5,377
FITEM,5,429
FITEM,5,447
FITEM,5,449
FITEM,5,-450
CM,_Y,AREA
ASEL, , ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 94: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
FITEM,5,231
FITEM,5,378
FITEM,5,433
FITEM,5,449
FITEM,5,451
FITEM,5,-452
CM,_Y,AREA
ASEL, , ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,5 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 95: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
FITEM,5,232
FITEM,5,379
FITEM,5,436
FITEM,5,453
FITEM,5,-455
CM,_Y,AREA
ASEL, , ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,10,5,ORDE,8 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 96: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
FITEM,5,233
FITEM,5,380
FITEM,5,438
FITEM,5,440
FITEM,5,442
FITEM,5,454
FITEM,5,456
FITEM,5,-459
CM,_Y,AREA
ASEL, , ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 97: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
FITEM,5,234
FITEM,5,381
FITEM,5,444
FITEM,5,456
FITEM,5,460
FITEM,5,-461
CM,_Y,AREA
ASEL, , ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,10,5,ORDE,8 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 98: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
FITEM,5,235
FITEM,5,382
FITEM,5,446
FITEM,5,448
FITEM,5,450
FITEM,5,460
FITEM,5,462
FITEM,5,-465
CM,_Y,AREA
ASEL, , ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 99: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
FITEM,5,236
FITEM,5,383
FITEM,5,452
FITEM,5,462
FITEM,5,466
FITEM,5,-467
CM,_Y,AREA
ASEL, , ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,5 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 100: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
FITEM,5,237
FITEM,5,384
FITEM,5,455
FITEM,5,468
FITEM,5,-470
CM,_Y,AREA
ASEL, , ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 101: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
FITEM,5,238
FITEM,5,385
FITEM,5,459
FITEM,5,469
FITEM,5,471
FITEM,5,-472
CM,_Y,AREA
ASEL, , ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES AREAS
VOLUMEN 102: MATERIAL

```

```

MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E. TYPE2
FITEM,5,160
FITEM,5,386
FITEM,5,458
FITEM,5,471
FITEM,5,473
FITEM,5,-474
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 103: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E. TYPE2
FITEM,5,239
FITEM,5,387
FITEM,5,457
FITEM,5,473
FITEM,5,475
FITEM,5,-476
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 104: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E. TYPE2
FITEM,5,240
FITEM,5,388
FITEM,5,461
FITEM,5,475
FITEM,5,477
FITEM,5,-478
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 105: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E. TYPE2
FITEM,5,241
FITEM,5,389
FITEM,5,465
FITEM,5,477
FITEM,5,479
FITEM,5,-480
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 106: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E. TYPE2
FITEM,5,165
FITEM,5,390
FITEM,5,464
FITEM,5,479
FITEM,5,481
FITEM,5,-482
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,8,5,ORDE,8 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 110: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E. TYPE2
FITEM,5,245
FITEM,5,394
FITEM,5,472
FITEM,5,474
FITEM,5,476
FITEM,5,488
FITEM,5,490
FITEM,5,-491
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6 !MESH
ATTRIBUTES ÁREAS
VOLUMEN 111: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E. TYPE2
FITEM,5,246
FITEM,5,395
FITEM,5,478
FITEM,5,490
FITEM,5,492
FITEM,5,-493
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y

```

```

CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,8,5,ORDE,8      !MESH
ATTRIBUTES             ÁREAS
VOLUMEN 112: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
FITEM,5,247
FITEM,5,396
FITEM,5,480
FITEM,5,482
FITEM,5,484
FITEM,5,492
FITEM,5,494
FITEM,5,-495
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6      !MESH
ATTRIBUTES             ÁREAS
VOLUMEN 113: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
FITEM,5,248
FITEM,5,397
FITEM,5,486
FITEM,5,494
FITEM,5,496
FITEM,5,-497
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,5      !MESH
ATTRIBUTES             ÁREAS
VOLUMEN 114: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
FITEM,5,249
FITEM,5,398
FITEM,5,489
FITEM,5,498
FITEM,5,-500
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6      !MESH
ATTRIBUTES             ÁREAS
VOLUMEN 115: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
FITEM,5,250
FITEM,5,399
FITEM,5,491
FITEM,5,498
FITEM,5,501
FITEM,5,-502
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6      !MESH
ATTRIBUTES             ÁREAS
VOLUMEN 116: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
FITEM,5,251
FITEM,5,400
FITEM,5,493
FITEM,5,501
FITEM,5,503
FITEM,5,-504
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6      !MESH
ATTRIBUTES             ÁREAS
VOLUMEN 117: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
FITEM,5,252
FITEM,5,401
FITEM,5,495
FITEM,5,503
FITEM,5,505
FITEM,5,-506
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
FLST,5,6,5,ORDE,6      !MESH
ATTRIBUTES             ÁREAS
VOLUMEN 118: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
FITEM,5,253
FITEM,5,402
FITEM,5,497
FITEM,5,505
FITEM,5,507
FITEM,5,-508
CM,_Y,AREA
ASEL,, ,P51X
CM,_Y1,AREA
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
AATT, 3, 1, 2, 0,
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 76: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
VSEL,, , 76
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 77: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
VSEL,, , 77
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 78: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
VSEL,, , 78
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 79: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
VSEL,, , 79
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y

```

```

CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH      ATTRIBUTES
VOLUMEN 80: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
VSEL,,,, 80
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH      ATTRIBUTES
VOLUMEN 81: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
VSEL,,,, 81
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH      ATTRIBUTES
VOLUMEN 82: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
VSEL,,,, 82
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH      ATTRIBUTES
VOLUMEN 83: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
VSEL,,,, 83
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH      ATTRIBUTES
VOLUMEN 84: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
VSEL,,,, 84
CM,_Y1,VOLU

```

```

CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH      ATTRIBUTES
VOLUMEN 85: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
VSEL,,,, 85
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH      ATTRIBUTES
VOLUMEN 86: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
VSEL,,,, 86
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH      ATTRIBUTES
VOLUMEN 87: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
VSEL,,,, 87
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH      ATTRIBUTES
VOLUMEN 88: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
VSEL,,,, 88
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH      ATTRIBUTES

```

```

VOLUMEN 89: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
VSEL,,,, 89
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH      ATTRIBUTES
VOLUMEN 90: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
VSEL,,,, 90
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH      ATTRIBUTES
VOLUMEN 91: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
VSEL,,,, 91
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH      ATTRIBUTES
VOLUMEN 92: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
VSEL,,,, 92
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH      ATTRIBUTES
VOLUMEN 93: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
VSEL,,,, 93
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y

```

```

CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 94: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
VSEL,,,, 94
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 95: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
VSEL,,,, 95
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 96: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
VSEL,,,, 96
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 97: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
VSEL,,,, 97
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 98: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
VSEL,,,, 98
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 99: MATERIAL
MODEL3, REAL CONSTANT1 Y
E.TYPE2
VSEL,,,, 99
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 100: MATERIAL
MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
VSEL,,,, 100
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 101: MATERIAL
MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
VSEL,,,, 101
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 102: MATERIAL
MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
VSEL,,,, 102
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 103: MATERIAL
MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
VSEL,,,, 103
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 104: MATERIAL
MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
VSEL,,,, 104
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 105: MATERIAL
MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
VSEL,,,, 105
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 106: MATERIAL
MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
VSEL,,,, 106
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 107: MATERIAL
MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
VSEL,,,, 107
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*
CM,_Y,VOLU
!MESH ATTRIBUTES
VOLUMEN 108: MATERIAL
MODEL3, REAL
CONSTANT1 Y E.TYPE2
VSEL,,,, 108
CM,_Y1,VOLU
CMSEL,S,_Y
!*
CMSEL,S,_Y1
VATT, 3, 1, 2, 0
CMSEL,S,_Y
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
!*

```


<pre> !* CMSEL,S,_Y1 VATT, 3, 1, 2, 0 CMSEL,S,_Y CMDELE,_Y CMDELE,_Y1 !* CM,_Y,VOLU !MESH ATTRIBUTES VOLUMEN 109: MATERIAL MODEL3, REAL CONSTANT1 Y E.TYPE2 VSEL, , , , 109 CM,_Y1,VOLU CMSEL,S,_Y !* CMSEL,S,_Y1 VATT, 3, 1, 2, 0 CMSEL,S,_Y CMDELE,_Y CMDELE,_Y1 !* CM,_Y,VOLU !MESH ATTRIBUTES VOLUMEN 110: MATERIAL MODEL3, REAL CONSTANT1 Y E.TYPE2 VSEL, , , , 110 CM,_Y1,VOLU CMSEL,S,_Y !* CMSEL,S,_Y1 VATT, 3, 1, 2, 0 CMSEL,S,_Y CMDELE,_Y CMDELE,_Y1 !* CM,_Y,VOLU !MESH ATTRIBUTES VOLUMEN 111: MATERIAL MODEL3, REAL CONSTANT1 Y E.TYPE2 VSEL, , , , 111 CM,_Y1,VOLU CMSEL,S,_Y !* CMSEL,S,_Y1 VATT, 3, 1, 2, 0 CMSEL,S,_Y CMDELE,_Y CMDELE,_Y1 !* CM,_Y,VOLU !MESH ATTRIBUTES VOLUMEN 112: MATERIAL MODEL3, REAL CONSTANT1 Y E.TYPE2 VSEL, , , , 112 CM,_Y1,VOLU CMSEL,S,_Y !* CMSEL,S,_Y1 VATT, 3, 1, 2, 0 CMSEL,S,_Y CMDELE,_Y CMDELE,_Y1 !* CM,_Y,VOLU !MESH ATTRIBUTES VOLUMEN 113: MATERIAL MODEL3, REAL CONSTANT1 Y E.TYPE2 VSEL, , , , 113 CM,_Y1,VOLU CMSEL,S,_Y </pre>	<pre> !* CMSEL,S,_Y1 VATT, 3, 1, 2, 0 CMSEL,S,_Y CMDELE,_Y CMDELE,_Y1 !* CM,_Y,VOLU !MESH ATTRIBUTES VOLUMEN 114: MATERIAL MODEL3, REAL CONSTANT1 Y E.TYPE2 VSEL, , , , 114 CM,_Y1,VOLU CMSEL,S,_Y !* CMSEL,S,_Y1 VATT, 3, 1, 2, 0 CMSEL,S,_Y CMDELE,_Y CMDELE,_Y1 !* CM,_Y,VOLU !MESH ATTRIBUTES VOLUMEN 115: MATERIAL MODEL3, REAL CONSTANT1 Y E.TYPE2 VSEL, , , , 115 CM,_Y1,VOLU CMSEL,S,_Y !* CMSEL,S,_Y1 VATT, 3, 1, 2, 0 CMSEL,S,_Y CMDELE,_Y CMDELE,_Y1 !* CM,_Y,VOLU !MESH ATTRIBUTES VOLUMEN 116: MATERIAL MODEL3, REAL CONSTANT1 Y E.TYPE2 VSEL, , , , 116 CM,_Y1,VOLU CMSEL,S,_Y !* CMSEL,S,_Y1 VATT, 3, 1, 2, 0 CMSEL,S,_Y CMDELE,_Y CMDELE,_Y1 !* CM,_Y,VOLU !MESH ATTRIBUTES VOLUMEN 117: MATERIAL MODEL3, REAL CONSTANT1 Y E.TYPE2 VSEL, , , , 117 CM,_Y1,VOLU CMSEL,S,_Y !* CMSEL,S,_Y1 VATT, 3, 1, 2, 0 CMSEL,S,_Y CMDELE,_Y CMDELE,_Y1 !* CM,_Y,VOLU !MESH ATTRIBUTES VOLUMEN 118: MATERIAL MODEL3, REAL CONSTANT1 Y E.TYPE2 VSEL, , , , 118 CM,_Y1,VOLU CMSEL,S,_Y </pre>	<pre> !* CMSEL,S,_Y1 VATT, 3, 1, 2, 0 CMSEL,S,_Y CMDELE,_Y CMDELE,_Y1 !* IMALLADO DE LAS LÍNEAS Y LOS VOLÚMENES QUE FORMAN EL BLOQUE DE HORMIGÓN (Z=-900) FLST,5,8,4,ORDE,8 !INICIO MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 76 FITEM,5,381 !LÍNEAS 381,386,429,436,535,540,591,59 8 (10 DIV) FITEM,5,386 FITEM,5,429 FITEM,5,436 FITEM,5,535 FITEM,5,540 FITEM,5,591 FITEM,5,598 CM,_Y,LINE LSEL, , , ,P51X CM,_Y1,LINE CMSEL,,_Y !* LESIZE,_Y1, , ,10, , , , ,1 !* FLST,5,4,4,ORDE,4 !LÍNEAS 641,642,647,648 (3 DIV) FITEM,5,641 FITEM,5,-642 FITEM,5,647 FITEM,5,-648 CM,_Y,LINE LSEL, , , ,P51X CM,_Y1,LINE CMSEL,,_Y !* LESIZE,_Y1, , ,3, , , , ,1 !* !FINAL MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 76 CM,_Y,VOLU !INICIO MALLADO VOLUMEN 76 VSEL, , , , 76 CM,_Y1,VOLU CHKMSH,'VOLU' CMSEL,S,_Y !* VSWEEP,_Y1 !* CMDELE,_Y CMDELE,_Y1 CMDELE,_Y2 !* !FINAL MALLADO VOLUMEN 76 FLST,5,2,4,ORDE,2 !INICIO MALLADO LÍNEAS VOLUMEN 77 FITEM,5,536 !LÍNEAS 536,541 (20 DIV) FITEM,5,541 CM,_Y,LINE LSEL, , , ,P51X </pre>
---	---	---

```

CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_,Y1,_,,20,_,,_,,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 609 (10 DIV)
FITEM,5,609
CM,_Y,LINE
LSEL,_,,_,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_,Y1,_,,10,_,,_,,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 643,649 (3 DIV)
FITEM,5,643
FITEM,5,649
CM,_Y,LINE
LSEL,_,,_,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_,Y1,_,,3,_,,_,,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
77

CM,_Y,VOLU
MALLADO VOLUMEN 77
VSEL,_,,_, 77
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_,Y1
!*
CMDELE,_,Y
CMDELE,_,Y1
CMDELE,_,Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 77

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 78
FITEM,5,537
!LÍNEAS 537,542 (6 DIV)
FITEM,5,542
CM,_Y,LINE
LSEL,_,,_,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_,Y1,_,,6,_,,_,,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 616 (10 DIV)
FITEM,5,616
CM,_Y,LINE
LSEL,_,,_,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_,Y1,_,,10,_,,_,,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 644,650 (3 DIV)
FITEM,5,644
FITEM,5,650

CM,_Y,LINE
LSEL,_,,_,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_,Y1,_,,3,_,,_,,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
78

CM,_Y,VOLU
MALLADO VOLUMEN 78
VSEL,_,,_, 78
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_,Y1
!*
CMDELE,_,Y
CMDELE,_,Y1
CMDELE,_,Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 78

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 79
FITEM,5,538
!LÍNEAS 538,543 (20 DIV)
FITEM,5,543
CM,_Y,LINE
LSEL,_,,_,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_,Y1,_,,20,_,,_,,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 627 (10 DIV)
FITEM,5,627
CM,_Y,LINE
LSEL,_,,_,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_,Y1,_,,10,_,,_,,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 645,651 (3 DIV)
FITEM,5,645
FITEM,5,651
CM,_Y,LINE
LSEL,_,,_,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_,Y1,_,,3,_,,_,,1
!*
!FINAL
MALLADO LINEAS VOLUMEN
79

CM,_Y,VOLU
MALLADO VOLUMEN 79
VSEL,_,,_, 79
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_,Y1
!*
CMDELE,_,Y
CMDELE,_,Y1

CMDELE,_,Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 80

CM,_Y,VOLU
MALLADO VOLUMEN 80
VSEL,_,,_, 80
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_,Y1
!*
CMDELE,_,Y
CMDELE,_,Y1
CMDELE,_,Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 80

FLST,5,3,4,ORDE,3
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 81
FITEM,5,545
!LÍNEAS 545,592,599 (10 DIV)
FITEM,5,592
FITEM,5,599
CM,_Y,LINE
LSEL,_,,_,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_,Y1,_,,10,_,,_,,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 653,654 (3 DIV)
FITEM,5,653
FITEM,5,654
CM,_Y,LINE
LSEL,_,,_,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_,Y1,_,,3,_,,_,,1
!*

```



```

CM,_Y,VOLU
!!INICIO MALLADO VOLUMEN
85
VSEL, , , , 85
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 85
FINAL

FLST,5,1,4,ORDE,1
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 86
FITEM,5,554
!LÍNEA 554 (10 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , , P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , , 10, , , , 1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,593
!LÍNEAS 593,600 (2 DIV)
FITEM,5,600
CM,_Y,LINE
LSEL, , , , P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , , 2, , , , 1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,663
!LÍNEAS 663,664 (3 DIV)
FITEM,5,-664
CM,_Y,LINE
LSEL, , , , P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , , 3, , , , 1
!*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
86
FINAL

CM,_Y,VOLU
MALLADO VOLUMEN 86
VSEL, , , , 86
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 86
FINAL

FLST,5,1,4,ORDE,1
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 87
FITEM,5,555
!LÍNEA 555 (14 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , , P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , , 14, , , , 1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,605
!LÍNEA 605 (2 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , , P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , , 2, , , , 1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,665
!LÍNEA 665 (3 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , , P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , , 3, , , , 1
!*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
87
FINAL

CM,_Y,VOLU
MALLADO VOLUMEN 87
VSEL, , , , 87
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 87
FINAL

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 88
FITEM,5,556
!LÍNEAS 556, 607 (2 DIV)
FITEM,5,607
CM,_Y,LINE
LSEL, , , , P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , , 2, , , , 1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,666
!LÍNEAS 666 (3 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , , P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , , 3, , , , 1
!*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
88
FINAL

CM,_Y,VOLU
MALLADO VOLUMEN 88
VSEL, , , , 88
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 88
FINAL

FLST,5,1,4,ORDE,1
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 89
FITEM,5,557
!LÍNEA 557 (4 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , , P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , , 4, , , , 1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,611
!LÍNEA 611 (2 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , , P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , , 2, , , , 1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,667
!LÍNEA 667 (3 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , , P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , , 3, , , , 1
!*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
89
FINAL

CM,_Y,VOLU
MALLADO VOLUMEN 89
VSEL, , , , 89
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MALLADO VOLUMEN 89
FINAL

FLST,5,1,4,ORDE,1
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 90
FITEM,5,558
!LÍNEA 558 (6 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , , P51X

```

```

CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,6, , , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,618
!LÍNEA 618 (2 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,668
!LÍNEA 668 (3 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,3, , , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
90

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 90
VSEL, , , , 90
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 90

FLST,5,1,4,ORDE,1
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 91
FITEM,5,559
!LÍNEA 559 (4 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,623
!LÍNEA 623 (2 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,669
!LÍNEA 669 (3 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE

CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,3, , , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
91

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 91
VSEL, , , , 91
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL MALLADO
VOLUMEN 91

FLST,5,1,4,ORDE,1
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 92
FITEM,5,560
!LÍNEA 560 (2 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,625
!LÍNEA 625 (2 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,670
!LÍNEA 670 (3 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,3, , , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
92

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 92
VSEL, , , , 92
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 92

FLST,5,1,4,ORDE,1
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 93
FITEM,5,561
!LÍNEA 561 (14 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,14, , , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,629
!LÍNEA 629 (2 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,671
!LÍNEA 671 (3 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,3, , , , ,1
!*
!INICIO
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
93

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 93
VSEL, , , , 93
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL MALLADO
VOLUMEN 93

FLST,5,1,4,ORDE,1
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 94
FITEM,5,562
!LÍNEA 562 (10 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,636
!LÍNEA 636 (2 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , , ,1
!*

```

```

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,672
!LÍNEA 672 (3 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,3, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
94

CM,_Y,VOLU           !INICIO
MALLADO VOLUMEN 94
VSEL, , , , 94
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 94

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 95
FITEM,5,594
!LÍNEAS 594,601 (15 DIV)
FITEM,5,601
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,15, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,563
!LÍNEA 563 (10 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,673
!LÍNEAS 673,674 (3 DIV)
FITEM,5,-674
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,3, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
95

CM,_Y,VOLU           !INICIO
MALLADO VOLUMEN 95
VSEL, , , , 95
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*

VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 95

FLST,5,1,4,ORDE,1
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 96
FITEM,5,564
!LÍNEA 564 (14 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,14, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,565
!LÍNEA 565 (2 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,566
!LÍNEA 566 (4 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,612
!LÍNEA 612 (15 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,15, , , ,1
!*

FLST,5,4,4,ORDE,2
FITEM,5,674
!LÍNEAS 674,675,676,677 (3
DIV)
FITEM,5,-677
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,3, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
96

CM,_Y,VOLU           !INICIO
MALLADO VOLUMEN 96
VSEL, , , , 96
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*

VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 96

FLST,5,1,4,ORDE,1
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 97
FITEM,5,567
!LÍNEA 567 (6 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,6, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,619
!LÍNEA 619 (15 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,15, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,678
!LÍNEA 678 (3 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,3, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
97

CM,_Y,VOLU           !INICIO
MALLADO VOLUMEN 97
VSEL, , , , 97
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 97

FLST,5,1,4,ORDE,1
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 98
FITEM,5,568
!LÍNEA 568 (4 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1

```

```

FITEM,5,569
!LÍNEA 569 (2 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,570
!LÍNEA 570 (14 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,14, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,619
!LÍNEAS 619,630 (15 DIV)
FITEM,5,630
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,15, , , ,1
!*

FLST,5,3,4,ORDE,2
FITEM,5,679
!LÍNEAS 679,680,681 (3 DIV)
FITEM,5,-681
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,3, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
98

CM,_Y,VOLU           !INICIO
MALLADO VOLUMEN 98
VSEL,, , , 98
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 98

FLST,5,1,4,ORDE,1
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 99
FITEM,5,571
!LÍNEA 571 (10 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,637
!LÍNEA 637 (15 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,15, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,682
!LÍNEA 682 (3 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,3, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
99

CM,_Y,VOLU           !INICIO
MALLADO VOLUMEN 99
VSEL,, , , 99
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 99

FLST,5,1,4,ORDE,1
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 100
FITEM,5,572
!LÍNEA 572 (10 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,595
!LÍNEAS 595, 602 (2 DIV)
FITEM,5,602
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,683
!LÍNEAS 683,684 (3 DIV)
FITEM,5,-684
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,3, , , ,1
!*

!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
100

CM,_Y,VOLU           !INICIO
MALLADO VOLUMEN 100
VSEL,, , , 100
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 100

FLST,5,1,4,ORDE,1
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 101
FITEM,5,573
!LÍNEA 573 (14 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,14, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,606
!LÍNEA 606 (2 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,685
!LÍNEA 685 (3 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,3, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
101

CM,_Y,VOLU           !INICIO
MALLADO VOLUMEN 101
VSEL,, , , 101
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 101

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 102

```

```

FITEM,5,574
!LÍNEAS 574,608 (2 DIV)
FITEM,5,608
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,686
!LÍNEA 686 (3 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,3, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
102

CM,_Y,VOLU           !INICIO
MALLADO VOLUMEN 102
VSEL,, , , 102
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 102

FLST,5,1,4,ORDE,1
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 103
FITEM,5,575
!LÍNEA 575 (4 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,4, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,613
!LÍNEA 613 (2 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,687
!LÍNEA 687 (3 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,3, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
103

CM,_Y,VOLU           !INICIO
MALLADO VOLUMEN 103
VSEL,, , , 103
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 103

FLST,5,1,4,ORDE,1
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 104
FITEM,5,576
!LÍNEA 576 (6 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,6, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,620
!LÍNEA 620 (2 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,688
!LÍNEA 688 (3 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,3, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
104

CM,_Y,VOLU           !INICIO
MALLADO VOLUMEN 104
VSEL,, , , 104
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 104

FLST,5,1,4,ORDE,1
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 105
FITEM,5,577
!LÍNEA 577 (4 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X

CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,3, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
105

CM,_Y,VOLU           !INICIO
MALLADO VOLUMEN 105
VSEL,, , , 105
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
!FINAL
MALLADO VOLUMEN 105

FLST,5,2,4,ORDE,2
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 106
FITEM,5,578
!LÍNEAS 578,626 (2 DIV)
FITEM,5,626
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,690
!LÍNEA 690 (3 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL,, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,3, , , ,1
!*
!FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
106

CM,_Y,VOLU           !INICIO
MALLADO VOLUMEN 106
VSEL,, , , 106

```



```

CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
FINAL MALLADO
VOLUMEN 106

FLST,5,1,4,ORDE,1
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 107
FITEM,5,579
!!LÍNEA 579 (14 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, , _Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,14, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,631
!!LÍNEA 631 (2 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, , _Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,2, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,691
!!LÍNEA 691 (3 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, , _Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,3, , , ,1
FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
107

CM,_Y,VOLU !!INICIO
MALLADO VOLUMEN 107
VSEL, , , , 107
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
FINAL
MALLADO VOLUMEN 107

FLST,5,1,4,ORDE,1
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 108
FITEM,5,580
!!LÍNEA 580 (10 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, , _Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1

CM,_Y,VOLU !!INICIO
MALLADO VOLUMEN 109
VSEL, , , , 109
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
FINAL
MALLADO VOLUMEN 110

FLST,5,1,4,ORDE,1
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 111
FITEM,5,583
!!LÍNEA 583 (6 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, , _Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,6, , , ,1
!*

CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
FINAL
MALLADO VOLUMEN 109

FLST,5,1,4,ORDE,1
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 110
FITEM,5,582
!!LÍNEAS 582 (20 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, , _Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,20, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,614
!!LÍNEA 614 (10 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, , _Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,695
!!LÍNEA 695 (3 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, , _Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,3, , , ,1
FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
110

CM,_Y,VOLU !!INICIO
MALLADO VOLUMEN 110
VSEL, , , , 110
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
FINAL
MALLADO VOLUMEN 110

FLST,5,1,4,ORDE,1
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 111
FITEM,5,583
!!LÍNEA 583 (6 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, , _Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,6, , , ,1
!*

CM,_Y,VOLU !!INICIO
MALLADO VOLUMEN 109
VSEL, , , , 109
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
FINAL
MALLADO VOLUMEN 110

FLST,5,1,4,ORDE,1
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 110
FITEM,5,692
!!LÍNEA 692 (3 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, , _Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,3, , , ,1
FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
108

CM,_Y,VOLU !!INICIO
MALLADO VOLUMEN 108
VSEL, , , , 108
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
FINAL
MALLADO VOLUMEN 108

FLST,5,3,4,ORDE,3
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 109
FITEM,5,581
!!LÍNEAS 581,596,603 (10 DIV)
FITEM,5,596
FITEM,5,603
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, , _Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*

FLST,5,2,4,ORDE,2
FITEM,5,693
!!LÍNEAS 693,694 (3 DIV)
FITEM,5,-694
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, , _Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,3, , , ,1
FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
109

CM,_Y,VOLU !!INICIO
MALLADO VOLUMEN 109
VSEL, , , , 109
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
FINAL
MALLADO VOLUMEN 110

FLST,5,1,4,ORDE,1
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 111
FITEM,5,583
!!LÍNEA 583 (6 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL, , _Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,6, , , ,1
!*

```

FLST,5,1,4,ORDE,1
 FITEM,5,621
ILÍNEA 621 (10 DIV)
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
 !*

FLST,5,1,4,ORDE,1
 FITEM,5,696
ILÍNEA 696 (3 DIV)
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1, , ,3, , , ,1
 !* *FINAL*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
 111

CM,_Y,VOLU *!!INICIO*
MALLADO VOLUMEN 111
 VSEL, , , , 111
 CM,_Y1,VOLU
 CHKMSH,'VOLU'
 CMSEL,S,_Y
 !*
 VSWEEP,_Y1
 !*
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 CMDELE,_Y2
 !* *FINAL*
MALLADO VOLUMEN 111

FLST,5,1,4,ORDE,1
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 112
 FITEM,5,584
ILÍNEA 584 (20 DIV)
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1, , ,20, , , ,1
 !*

FLST,5,1,4,ORDE,1
 FITEM,5,632
ILÍNEA 632 (10 DIV)
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
 !*

FLST,5,1,4,ORDE,1
 FITEM,5,697
ILÍNEA 697 (3 DIV)
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1, , ,3, , , ,1
 !* *FINAL*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
 112

CM,_Y,VOLU *!!INICIO*
MALLADO VOLUMEN 112
 VSEL, , , , 112
 CM,_Y1,VOLU
 CHKMSH,'VOLU'
 CMSEL,S,_Y
 !*
 VSWEEP,_Y1
 !*
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 CMDELE,_Y2
 !* *FINAL*
MALLADO VOLUMEN 112

FLST,5,2,4,ORDE,2
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 113
 FITEM,5,423
ILÍNEAS 423,469 (10 DIV)
 FITEM,5,469
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
 !*

FLST,5,1,4,ORDE,1
 FITEM,5,698
ILÍNEA 698 (3 DIV)
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1, , ,3, , , ,1
 !*

FLST,5,2,4,ORDE,2
 FITEM,5,585
ILÍNEAS 585,639 (10 DIV)
 FITEM,5,639
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
 !* *FINAL*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
 113

CM,_Y,VOLU *!!INICIO*
MALLADO VOLUMEN 113
 VSEL, , , , 113
 CM,_Y1,VOLU
 CHKMSH,'VOLU'
 CMSEL,S,_Y
 !*
 VSWEEP,_Y1
 !*
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 CMDELE,_Y2
 !* *FINAL*
MALLADO VOLUMEN 113

FLST,5,3,4,ORDE,3
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 114
 FITEM,5,586
ILÍNEAS 586,597, 604 (10 DIV)

FITEM,5,597
 FITEM,5,604
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
 !*

FLST,5,2,4,ORDE,2
 FITEM,5,699
ILÍNEAS 699, 700 (3 DIV)
 FITEM,5,-700
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1, , ,3, , , ,1
 !* *FINAL*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
 114

CM,_Y,VOLU *!!INICIO*
MALLADO VOLUMEN 114
 VSEL, , , , 114
 CM,_Y1,VOLU
 CHKMSH,'VOLU'
 CMSEL,S,_Y
 !*
 VSWEEP,_Y1
 !*
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 CMDELE,_Y2
 !* *FINAL*
MALLADO VOLUMEN 114

FLST,5,1,4,ORDE,1
!!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 115
 FITEM,5,587
ILÍNEA 587 (20 DIV)
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1, , ,20, , , ,1
 !*

FLST,5,1,4,ORDE,1
 FITEM,5,615
ILÍNEA 615 (10 DIV)
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
 !*

FLST,5,1,4,ORDE,1
 FITEM,5,701
ILÍNEA 701 (3 DIV)
 CM,_Y,LINE
 LSEL,, , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
 !*
 LESIZE,_Y1, , ,3, , , ,1
 !* *FINAL*
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
 115

```

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 115
VSEL, , , , 115
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*          !FINAL MALLADO
VOLUMEN 115

FLST,5,1,4,ORDE,1
!INICIO MALLADO LÍNEAS
VOLUMEN 116
FITEM,5,588
!LÍNEA 588 (6 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,6, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,622
!LÍNEA 622 (10 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,702
!LÍNEA 702 (3 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,3, , , ,1
!*          !FINAL
MALLADO LÍNEAS VOLUMEN
116

CM,_Y,VOLU          !INICIO
MALLADO VOLUMEN 116
VSEL, , , , 116
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*          !FINAL
MALLADO VOLUMEN 116

FLST,5,1,4,ORDE,1
!INICIO MALLADO LÍNEAS 117
FITEM,5,589
!LÍNEA 589 (20 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,20, , , ,1
!*

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,633
!LÍNEA 633 (10 DIV)
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,10, , , ,1
!*

CMSEL,S,_Y
!*
VSWEEP,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*          !FINAL MALLADO
VOLUM 118

!PILAR HEB

!GEOMETRÍA

K,313,73,65,270,
!INICIO          CREACIÓN
KEYPOINTS PILAR HEB
(Z=270)
K,314,73,175,270,
K,315,73,285,270,
K,316,277,65,270,
K,317,277,175,270,
K,318,277,285,270,
K,319,118,625,175,270,
K,320,231,375,175,270,
!FINAL CREACIÓN KEYPOINTS
PILAR HEB (Z=270)

LSTR, 313, 314 !INICIO
CREACIÓN LÍNEAS PILAR HEB
LSTR, 314, 315
LSTR, 314, 319
LSTR, 319, 320
LSTR, 320, 317
LSTR, 316, 317
LSTR, 317, 318

LSTR, 84, 313
LSTR, 89, 314
LSTR, 94, 315
LSTR, 90, 319
LSTR, 91, 320
LSTR, 87, 316
LSTR, 92, 317
LSTR, 97, 318 !FINAL
CREACIÓN LÍNEAS PILAR HEB

FLST,2,4,4          !INICIO
CREACIÓN ÁREAS PILAR HEB
FITEM,2,151
FITEM,2,712
FITEM,2,705
FITEM,2,713
AL,P51X
FLST,2,4,4
FITEM,2,152
FITEM,2,713
FITEM,2,706
FITEM,2,714
AL,P51X
FLST,2,4,4
FITEM,2,113
FITEM,2,715
FITEM,2,707
FITEM,2,713
AL,P51X
FLST,2,4,4
FITEM,2,114
FITEM,2,716
FITEM,2,708
FITEM,2,715
AL,P51X

```

FLST,2,4,4
 FITEM,2,115
 FITEM,2,718
 FITEM,2,709
 FITEM,2,716
 AL,P51X
 FLST,2,4,4
 FITEM,2,167
 FITEM,2,717
 FITEM,2,710
 FITEM,2,718
 AL,P51X
 FLST,2,4,4
 FITEM,2,711
 FITEM,2,719
 FITEM,2,168
 FITEM,2,718
 AL,P51X *!FINAL*
 CREACIÓN ÁREAS PILAR HEB

!DETERMINACIÓN ELEMENT TYPE PARA EL PILAR HEB

*!**
 ET,3,SHELL181 *!ELEMENT*
 TYPE 3: SHELL 181 (pel pilar)
*!**

!DETERMINACIÓN REAL CONSTANTS PARA SHELL 181 (PILAR HEB)

*!**
 R,2,9.5,9.5,9.5,9.5,0,0, *!REAL*
 CONSTANT 2: GRUIX ÀNIMA
 PILAR 9,5mm
 RMORE,0,0,0,0,0,0,
*!**

R,3,16,16,16,16, , , *!REAL*
 CONSTANT 3: GRUIX ALES
 PILAR 16mm
 RMORE, , , , , , , ,
*!**

!ASIGNACIÓN DE LAS ÁREAS DEL PILAR HEB CON LOS TIPOS DE ELEMENTOS (ELEMENT TYPES) Y LOS MATERIALES

FLST,5,3,5,ORDE,2
!MESH ATTRIBUTES ÁREAS
511,512,513 (ALMA DEL PILAR)
 A: MATERIAL 1 (ACERO S275);
 REAL CONSTANT 2 (9,5mm
 ESPESOR ALMA PILAR);
 E. TYPE 3 (SHELL 181)
 FITEM,5,511
 FITEM,5,-513
 CM,_Y,AREA
 ASEL, , , ,P51X
 CM,_Y1,AREA
 CMSEL,S,_Y
*!**
 CMSEL,S,_Y1
 AATT, , , 1, 2, 3, 0,
 CMSEL,S,_Y
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
*!**

FLST,5,4,5,ORDE,4 *!MESH*
 ATTRIBUTES ÁREAS
 509,510,514,515 (ALAS DEL

PILAR) A: MATERIAL 1 (ACERO
 S275); REAL CONSTANT 3
 (16mm ESPESOR ALAS
 PILAR); E. TYPE 3 (SHELL 181)
 FITEM,5,509
 FITEM,5,-510
 FITEM,5,514
 FITEM,5,-515
 CM,_Y,AREA
 ASEL, , , ,P51X
 CM,_Y1,AREA
 CMSEL,S,_Y
*!**
 CMSEL,S,_Y1
 AATT, , , 1, 3, 3, 0,
 CMSEL,S,_Y
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
*!**

!MALLADO DE LAS LÍNEAS Y LAS ÁREAS QUE FORMAN EL PILAR HEB

FLST,5,4,4,ORDE,4
!INICIO MALLADO LÍNEAS
 PILAR HEB
 FITEM,5,705
!LÍNEAS 705,706,710,711 (12
 DIV)

FITEM,5,-706
 FITEM,5,710
 FITEM,5,-711
 CM,_Y,LINE
 LSEL, , , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
*!**
 LESIZE,_Y1, , , 12, , , , 1
*!**

FLST,5,2,4,ORDE,2
!LÍNEAS 707,709 (5 DIV)
 FITEM,5,707
 FITEM,5,709
 CM,_Y,LINE
 LSEL, , , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
*!**
 LESIZE,_Y1, , , 5, , , , 1
*!**

FLST,5,1,4,ORDE,1
!LÍNEA 708 (6 DIV)
 FITEM,5,708
 CM,_Y,LINE
 LSEL, , , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
*!**
 LESIZE,_Y1, , , 6, , , , 1
*!**

FLST,5,8,4,ORDE,2
 FITEM,5,712
!LÍNEAS
712,713,714,715,716,717,718,71
9 (5 DIV)
 FITEM,5,-719
 CM,_Y,LINE
 LSEL, , , ,P51X
 CM,_Y1,LINE
 CMSEL,,_Y
*!**

LESIZE,_Y1, , , 5, , , , 1
*!** *!FINAL*
 MALLADO LÍNEAS PILAR HEB

CM,_Y,AREA *!INICIO*
 MALLADO ÁREAS PILAR
 ASEL, , , , 509 *!ÁREA*
 509
 CM,_Y1,AREA
 CHKMSH,'AREA'
 CMSEL,S,_Y
*!**
 AMESH,_Y1
*!**
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 CMDELE,_Y2
*!**

CM,_Y,AREA
 ASEL, , , , 510 *!ÁREA*
 510
 CM,_Y1,AREA
 CHKMSH,'AREA'
 CMSEL,S,_Y
*!**
 AMESH,_Y1
*!**
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 CMDELE,_Y2
*!**

CM,_Y,AREA
 ASEL, , , , 511 *!ÁREA*
 511
 CM,_Y1,AREA
 CHKMSH,'AREA'
 CMSEL,S,_Y
*!**
 AMESH,_Y1
*!**
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 CMDELE,_Y2
*!**

CM,_Y,AREA
 ASEL, , , , 512 *!ÁREA*
 512
 CM,_Y1,AREA
 CHKMSH,'AREA'
 CMSEL,S,_Y
*!**
 AMESH,_Y1
*!**
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 CMDELE,_Y2
*!**

CM,_Y,AREA
 ASEL, , , , 513 *!ÁREA*
 513
 CM,_Y1,AREA
 CHKMSH,'AREA'
 CMSEL,S,_Y
*!**
 AMESH,_Y1
*!**
 CMDELE,_Y
 CMDELE,_Y1
 CMDELE,_Y2
*!**

```

CM,_Y,AREA
ASEL, , , , 514      !ÁREA
514
CM,_Y1,AREA
CHKMSH,'AREA'
CMSEL,S,_Y
!*
AMESH,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*

CM,_Y,AREA
ASEL, , , , 515      !ÁREA
515
CM,_Y1,AREA
CHKMSH,'AREA'
CMSEL,S,_Y
!*
AMESH,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
                                !FINAL
MALLADO ÁREAS PILAR HEB

ICREACIÓN MATERIAL 4
(COEFICIENTE FRICCIÓN)

!*                                !INICIO
CREACIÓN MATERIAL 4 (CON
COEF. FRICCIÓN 0,2)
MPTEMP, , , , ,
MPTEMP,1,0
MPDATA,MU,4,,0.2      !FINAL
CREACIÓ MATERIAL 4 (AMB
COEF. FRICCIÓ 0,2)

IGENERACIÓN CONTACTO
HORMIGÓN-PLACA BASE

!*
/COM, CONTACT PAIR
CREATION - START
!INICIO CONTACTO ENTRE
HORMIGÓN (Target) Y PLACA
BASE (Contact)
CM,_NODECM,NODE
CM,_ELEMCM,ELEM
CM,_KPCM,KP
CM,_LINECM,LINE
CM,_AREACM,AREA
CM,_VOLUCM,VOLU
/GSAV,cwz,gsav,,temp
MP,MU,4,0.2
MAT,4
R,4
REAL,4
ET,4,170
ET,5,174
KEYOPT,5,9,0
KEYOPT,5,10,2
R,4,
RMORE,
RMORE,,0
RMORE,0
! Generate the target surface
!TARGET=HORMIGÓN=ÁREAS
182,183,184,187,188,189,190,19
1,194,195,196,199,200,201,202,
203,206,207,208
ASEL,S,,182
ASEL,A,,183
ASEL,A,,184
ASEL,A,,187
ASEL,A,,188
ASEL,A,,189
ASEL,A,,190
ASEL,A,,191
ASEL,A,,194
ASEL,A,,195
ASEL,A,,196
ASEL,A,,199
ASEL,A,,200
ASEL,A,,201
ASEL,A,,202
ASEL,A,,203
ASEL,A,,206
ASEL,A,,207
ASEL,A,,208
CM,_TARGET,AREA
TYPE,4
NSLA,S,1
ESLN,S,0
ESLL,U
ESEL,U,ENAME,,188,189
ESURF
CMSEL,S,_ELEMCM
! Generate the contact surface
!CONTACT=ACERO=ÁREAS
1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,
15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,2
5,26,27,28,29,30,31,32
ASEL,S,,1
ASEL,A,,2
ASEL,A,,3
ASEL,A,,4
ASEL,A,,5
ASEL,A,,6
ASEL,A,,7
ASEL,A,,8
ASEL,A,,9
ASEL,A,,10
ASEL,A,,11
ASEL,A,,12
ASEL,A,,13
ASEL,A,,14
ASEL,A,,15
ASEL,A,,16
ASEL,A,,17
ASEL,A,,18
ASEL,A,,19
ASEL,A,,20
ASEL,A,,21
ASEL,A,,22
ASEL,A,,23
ASEL,A,,24
ASEL,A,,25
ASEL,A,,26
ASEL,A,,27
ASEL,A,,28
ASEL,A,,29
ASEL,A,,30
ASEL,A,,31
ASEL,A,,32
CM,_CONTACT,AREA
TYPE,5
NSLA,S,1
ESLN,S,0
ESURF
ALLSEL
ESEL,ALL
ESEL,S,TYPE,,4
ESEL,A,TYPE,,5
ESEL,R,REAL,,4
/PSYMB,ESYS,1
/PNUM,TYPE,1
/NUM,1
EPLOT
ESEL,ALL
ESEL,S,TYPE,,4
ESEL,A,TYPE,,5
ESEL,R,REAL,,4
CMSEL,A,_NODECM
CMDEL,_NODECM
CMSEL,A,_ELEMCM
CMDEL,_ELEMCM
CMSEL,S,_KPCM
CMDEL,_KPCM
CMSEL,S,_LINECM
CMDEL,_LINECM
CMSEL,S,_AREACM
CMDEL,_AREACM
CMSEL,S,_VOLUCM
CMDEL,_VOLUCM
/GRES,cwz,gsav
CMDEL,_TARGET
CMDEL,_CONTACT
/COM, CONTACT PAIR
CREATION - END
/MREP,EPLOT
!FINAL CONTACTO ENTRE
HORMIGÓN (Target) Y PLACA
BASE (Contact)

!LIMITACIÓN DE
MOVIMIENTOS

/SOL
!EMPOTRAR KEYPOINTS
BASE ANCLAJE 1 (VOLUMEN
33) (ALL DOF)
FLST,2,4,3,ORDE,2
FITEM,2,121
!Keypoints 121,122,123,124
FITEM,2,-124
!*
/GO
DK,P51X, , , ,0,ALL, , , , ,

FLST,2,4,3,ORDE,2
!EMPOTRAR KEYPOINTS
BASE ANCLAJE 2 (VOLUMEN
34) (ALL DOF)
FITEM,2,125
!Keypoints 125,126,127,128
FITEM,2,-128
!*
/GO
DK,P51X, , , ,0,ALL, , , , ,

FLST,2,4,3,ORDE,2
!EMPOTRAR KEYPOINTS
BASE ANCLAJE 3 (ALL DOF)
FITEM,2,129
!Keypoints 129,130,131,132
FITEM,2,-132
!*
/GO
DK,P51X, , , ,0,ALL, , , , ,

FLST,2,4,3,ORDE,2
!EMPOTRAR KEYPOINTS
ANCLAJE 4 (ALL DOF)
FITEM,2,133
!Keypoints 133,134,135,136
FITEM,2,-136
!*

```

```

/GO
DK,P51X, , , ,0,ALL, , , , ,

FLST,2,9,1,ORDE,2
!INICIO IMPEDIR UX Y UY
NODOS PIEL ANCLAJES
(VOLUMEN 33)
FITEM,2,6828
!Del nodo 6828 al 6836
FITEM,2,-6836
!*
/GO
D,P51X, , , , ,UX,UY, , , ,

FLST,2,9,1,ORDE,2
FITEM,2,6778
!Del nodo 6778 al 6786
FITEM,2,-6786
!*
/GO
D,P51X, , , , ,UX,UY, , , ,

FLST,2,9,1,ORDE,2
FITEM,2,6788
!Del nodo 6788 al 6796
FITEM,2,-6796
!*
/GO
D,P51X, , , , ,UX,UY, , , ,

FLST,2,9,1,ORDE,2
FITEM,2,6808
!Del nodo 6808 al 6816
FITEM,2,-6816
!*
/GO
D,P51X, , , , ,UX,UY, , , ,
!FINAL IMPEDIR UX Y UY
NODOS PIEL ANCLAJES
(VOLUMEN 33)

FLST,2,9,1,ORDE,2
!INICIO IMPEDIR UX Y UY
NODOS PIEL ANCLAJES
(VOLUMEN 34)
FITEM,2,6918
!Del nodo 6918 al 6898
FITEM,2,-6926
!*
/GO
D,P51X, , , , ,UX,UY, , , ,

FLST,2,9,1,ORDE,2
FITEM,2,6868
!Del nodo 6868 al 6876
FITEM,2,-6876
!*
/GO
D,P51X, , , , ,UX,UY, , , ,

FLST,2,9,1,ORDE,2
FITEM,2,6878
!Del nodo 6878 al 6886
FITEM,2,-6886
!*
/GO
D,P51X, , , , ,UX,UY, , , ,

FLST,2,9,1,ORDE,2
FITEM,2,6898
!Del nodo 6898 al 6906
FITEM,2,-6906
!*

```

```

/GO
D,P51X, , , , ,UX,UY, , , ,
!FINAL IMPEDIR UX Y UY
NODOS PIEL ANCLAJES
(VOLUMEN 34)

FLST,2,9,1,ORDE,2
!INICIO IMPEDIR UX Y UY
NODOS PIEL ANCLAJES
(VOLUMEN 35)
FITEM,2,7008
!Del nodo 7008 al 7016
FITEM,2,-7016
!*
/GO
D,P51X, , , , ,UX,UY, , , ,

FLST,2,9,1,ORDE,2
FITEM,2,6958
!Del nodo 6958 al 6966
FITEM,2,-6966
!*
/GO
D,P51X, , , , ,UX,UY, , , ,

FLST,2,9,1,ORDE,2
FITEM,2,6968
!Del nodo 6968 al 6976
FITEM,2,-6976
!*
/GO
D,P51X, , , , ,UX,UY, , , ,

FLST,2,9,1,ORDE,2
FITEM,2,6988
!Del nodo 6988 al 6996
FITEM,2,-6996
!*
/GO
D,P51X, , , , ,UX,UY, , , ,
!FINAL IMPEDIR UX Y UY
NODOS PIEL ANCLAJES
(VOLUMEN 35)

FLST,2,9,1,ORDE,2
!INICIO IMPEDIR UX Y UY
NODOS PIEL ANCLAJES
(VOLUMEN 36)
FITEM,2,7098
!Del nodo 7008 al 7016
FITEM,2,-7106
!*
/GO
D,P51X, , , , ,UX,UY, , , ,

FLST,2,9,1,ORDE,2
FITEM,2,7048
!Del nodo 7048 al 7056
FITEM,2,-7056
!*
/GO
D,P51X, , , , ,UX,UY, , , ,

FLST,2,9,1,ORDE,2
FITEM,2,7058
!Del nodo 7058 al 7066
FITEM,2,-7066
!*
/GO
D,P51X, , , , ,UX,UY, , , ,

FLST,2,9,1,ORDE,2
FITEM,2,7078
!Del nodo 7078 al 7086
FITEM,2,-7086

```

```

!*
/GO
D,P51X, , , , ,UX,UY, , , ,
!FINAL IMPEDIR UX Y UY
NODOS PIEL ANCLAJES
(VOLUMEN 36)

FLST,2,64,3,ORDE,2
!EMPOTRAR KEYPOINTS
BASE DEL BLOQUE DE
HORMIGÓN (ALL DOF)
FITEM,2,249
!Keypoints 249-312
FITEM,2,-312
!*
/GO
DK,P51X, , , ,0,ALL, , , , ,

!PLOTCONTROLS (OPCIONES DE VISIONADO)

!*
!PLOTCONTROLS SYMBOLS
(PRESSURES-ARROWS Y
ARROWS)
/PSF,PRES,NORM,2,0,1
/PBF,DEFA, ,1
/PIC,DEFA, ,1
/PSYMB,CS,0
/PSYMB,NDIR,0
/PSYMB,ESYS,0
/PSYMB,LDIR,0
/PSYMB,ADIR,0
/PSYMB,ECON,0
/PSYMB,XNODE,0
/PSYMB,DOT,1
/PSYMB,PCONV,
/PSYMB,LAYR,0
/PSYMB,FBCS,0
!*
/PBC,ALL, ,1
/REP
!*

!APLICACIÓN DEL AXIL (CASO AXIL 10T=1000kN)

FLST,2,7,4,ORDE,2
!APLICACIÓN AXIL (PRESIÓN
LINEAL SOBRE LAS LÍNEAS
DE LA CABEZA DE LA HEB (DE
LA L705 A LA L711). VALOR
PRESIÓN LINEAL= 155,28
N/mmL. EQUIVALENTE A
PRESIÓN VERTICAL DE
100kN.
FITEM,2,705
FITEM,2,-711
/GO
!*
SFL,P51X,PRES,155.28,

!TIPO DE ANÁLISIS (ANALYSIS TYPE)

ANTYPE,0 !ANALYSIS
TYPE-SOLUTION CONTROLS
(LARGE DISPLACEMENT
STATIC (activado "calculate
prestress effects");
N°SUBSTEPS=10, MÁX
N°SUBSTEPS:0, MÍN
N°SUBSTEPS:10;

```

FREQUENCY: WRITE EVERY
SUBSTEP)
NLGEOM,1
NSUBST,10,0,10
OUTRES,ERASE
OUTRES,ALL,ALL
PSTRES,1

**¡APLICACIÓN DE UX=50 EN
EL NODO CENTRAL DEL
ALMA DEL PILAR HEB
(MOMENTO FLECTOR)**

FLST,2,1,1,ORDE,1 !*INICIO*
APLICACIÓN UX=50 EN EL
NODO CENTRAL DEL ALMA
DEL PILAR HEB
FITEM,2,63487
!*
/GO
D,P51X, ,50, , , ,UX, , , , ,
!FINAL APLICACIÓN UX=50 EN
EL NODO CENTRAL DEL ALMA
DEL PILAR HEB

**!TIPO DE ANÁLISIS
(ANALYSIS TYPE)**

NSUBST,200,0,200 !*200*
SUBSTEPS EN EL CÁLCULO
DEL SEGUNDO STEP DE
CARGA (APLICACIÓN UX=50)

DOCUMENTO ANEXO 6.1:

Tabla donde se muestran los valores numéricos de $S_{j,EC}$ (valor de rigidez propuesto por el método predictivo del Eurocódigo 3), $S_{j,real}$ (valor de rigidez real de la basa del pilar) y γ (variación unitaria de la rigidez, definida en la Ecuación 6.2) para cada axil (N_{Ed}) y momento (M_{Ed}) actuantes.

	NEd (kN)	MEd (m.kN)	Sj,ini(EC) (m.kN)	Sj,ini(REAL) (m.kN)	Variación unitaria de la rigidez γ
	0	0	68427,0934	10978,125	-0,840
	0	20	141800,069	10978,125	-0,923
	0	40	116282,751	10978,125	-0,906
	0	60	38910,625	10978,125	-0,718
	0	80	17895,0647	3088,89	-0,827
	0	100	9796,61476	1090,27	-0,889
	0	120	5988,0653	544,62	-0,909
	-100	0,000001	68427,0934	17399,08257	-0,746
	-100	20	99730,0762	17399,08257	-0,826
	-100	40	117101,377	12828,57	-0,890
	-100	60	56417,9045	11079,60	-0,804
	-100	80	23394,9477	5132,17	-0,781
	-100	100	12079,5855	1753,57	-0,855
	-100	120	7111,15824	723,81	-0,898
	-400	0,000001	68427,0934	50995,26	-0,255
	-400	20	68427,0934	50995,26	-0,255
	-400	40	68427,0934	50995,26	-0,255
	-400	60	90754,4837	14962,62	-0,835
	-400	80	74389,0593	10284,97	-0,862
	-400	100	30166,207	5684,66	-0,812
	-400	120	14351,2658	2515,10	-0,825
	-800	0,000001	68427,0934	72431,50685	0,059
	-800	20	68427,0934	72431,50685	0,059
	-800	40	45109,8795	72431,50685	0,606
	-800	60	29903,4664	49081,08	0,641
	-800	80	20931,5147	19515,79	-0,068
	-800	100	19523,92	9054,05	-0,536
	-800	120	12792,9615	7656,72	-0,401
	-1000	0,000001	68427,0934	72265,48673	0,056
	-1000	20	44711,6581	72265,48673	0,616
	-1000	40	29676,5758	75912,41	1,558
	-1000	60	20792,264	66544,12	2,200
	-1000	80	15184,4677	40645,16	1,677
	-1000	100	11458,9183	6803,33	-0,406
	-1125	0,000001	52521,4546	71909,09091	0,369
	-1125	20	34187,2864	71909,09091	1,103
	-1125	40	23528,2455	75912,41	2,226
	-1125	60	16945,95	65282,39	2,852
	-1125	80	12647,4555	44557,52	2,523
	-1125	100	9713,4331	4228,03	-0,565

Capítulo 8. Documentos anexos.

	-1125	120	8900,78167	965,07	-0,892
	-1250	0,000001	40042,8974	71792,45283	0,793
	-1250	20	26782,6696	71792,45283	1,681
	-1250	40	18999,9443	73617,02	2,875
	-1250	60	14011,6372	62946,71	3,492
	-1250	80	10657,2081	38836,36	2,644
	-1250	100	8312,70821	2547,56	-0,694
	-1375	0,000001	30349,6534	71414,53831	1,353
	-1375	20	21411,0328	71414,53831	2,335
	-1375	40	15585,7994	71351,35	3,578
	-1375	60	11731,3098	56213,87	3,792
	-1375	80	9072,34053	25506,17	1,811
	-1500	0,000001	24154,7283	70430,32787	1,916
	-1500	20	17412,7691	70430,32787	3,045
	-1500	40	12959,4803	69685,86	4,377
	-1500	60	9930,4148	45944,80	3,627
	-1500	80	7793,47833	13805,37	0,771

DOCUMENTO ANEXO 6.2:

Tabla donde se muestran los valores numéricos reales de rigidez inicial $S_{j,ini (REAL)}$ y de cada punto de estudio $S_{j,(REAL)}$ y de los ratios de rigidez real ($\mu_{(REAL)}$) y propuesto por el Eurocódigo ($\mu_{(EC)}$) para cada axil (N_{Ed}) y momento (M_{Ed}) actuantes. También se detallan la variación unitaria del coeficiente de rigidez (α).

	NEd (kN)	MEd (m.kN)	Sj,ini(REAL) (m.kN)	Sj(REAL) (m.kN)	μ (REAL)	μ (EC)	Variación unitaria del coeficiente de rigidez α
	0	0	10978,125	10978,125	1	1	0
	0	20	10978,125	10978,125	1	1	0
	0	40	10978,125	10978,125	1	1,22	-0,1799
	0	60	10978,125	10978,125	1	3,64	-0,7256
	0	80	10978,125	3357,14	3,27	7,92	-0,5873
	0	100	10978,125	1260,00	8,71	14,47	-0,398
	0	120	10978,125	166,67	65,87	23,68	1,7817
	-100	0,000001	17399,08257	17399,08257	1,00	1,00	0
	-100	20	17399,08257	17399,08257	1,00	1,00	0
	-100	40	17399,08257	12828,57	1,36	1,00	0,3563
	-100	60	17399,08257	11428,57	1,52	2,20	-0,309
	-100	80	17399,08257	5388,89	3,23	5,48	-0,411
	-100	100	17399,08257	2200,00	7,91	10,83	-0,2695
	-100	120	17399,08257	662,50	26,26	18,63	0,4098
	-400	0,000001	50995,26	50995,26	1,00	1,00	0
	-400	20	50995,26	50995,26	1,00	1,00	0
	-400	40	50995,26	50995,26	1,00	1,00	0
	-400	60	50995,26	16227,27	3,14	1,00	2,1426
	-400	80	50995,26	9800,00	5,20	1,34	2,8811
	-400	100	50995,26	6454,55	7,90	3,51	1,2479
	-400	120	50995,26	2033,33	25,08	7,71	2,2522
	-800	0,000001	72431,50685	72431,50685	1,00	1,00	0
	-800	20	72431,50685	72431,50685	1,00	1,00	0
	-800	40	72431,50685	72431,50685	1,00	1,52	-0,3408
	-800	60	72431,50685	57105,26	1,27	2,29	-0,4456
	-800	80	72431,50685	17833,33	4,06	3,27	0,2422
	-800	100	72431,50685	10428,57	6,95	4,34	0,6017
	-800	120	72431,50685	6727,27	10,77	5,59	0,9277
	-1000	0,000001	72265,48673	72265,48673	1,00	1,00	0
	-1000	20	72265,48673	72265,48673	1,00	1,53	-0,3463
	-1000	40	72265,48673	72265,48673	1,00	2,31	-0,5664
	-1000	60	72265,48673	63023,26	1,15	3,29	-0,6517
	-1000	80	72265,48673	51000,00	1,42	4,51	-0,6856
	-1000	100	72265,48673	10285,71	7,03	5,97	0,1764
	-1125	0,000001	71909,09091	71909,09091	1,00	1,30	-0,2324
	-1125	20	71909,09091	71909,09091	1,00	2,00	-0,5004
	-1125	40	71909,09091	77868,85	0,92	2,91	-0,6826
	-1125	60	71909,09091	63023,26	1,14	4,04	-0,7174
	-1125	80	71909,09091	52500,00	1,37	5,41	-0,7469
	-1125	100	71909,09091	8428,57	8,53	7,04	0,2111
	-1250	0,000001	71792,45283	71792,45283	1,00	1,71	-0,4148

Capítulo 8. Documentos anexos.

	-1250	20	71792,45283	71792,45283	1,00	2,55	-0,6084
	-1250	40	71792,45283	75468,75	0,95	3,60	-0,7358
	-1250	60	71792,45283	59677,42	1,20	4,88	-0,7537
	-1250	80	71792,45283	33333,33	2,15	6,42	-0,6645
	-1250	100	71792,45283	37313,43	1,92	8,23	-0,7663
	-1375	0,000001	71414,53831	71414,53831	1,00	2,25	-0,5565
	-1375	20	71414,53831	71414,53831	1,00	3,20	-0,6871
	-1375	40	71414,53831	72769,23	0,98	4,39	-0,7764
	-1375	60	71414,53831	53055,56	1,35	5,83	-0,7692
	-1375	80	71414,53831	34666,67	2,06	7,54	-0,7268
	-1500	0,000001	70430,32787	70430,32787	1,00	2,83	-0,647
	-1500	20	70430,32787	70430,32787	1,00	3,93	-0,7456
	-1500	40	70430,32787	68117,65	1,03	5,28	-0,8041
	-1500	60	70430,32787	46470,59	1,52	6,89	-0,7801
	-1500	80	70430,32787	17333,33	4,06	8,78	-0,5372

DOCUMENTO ANEXO 6.3:

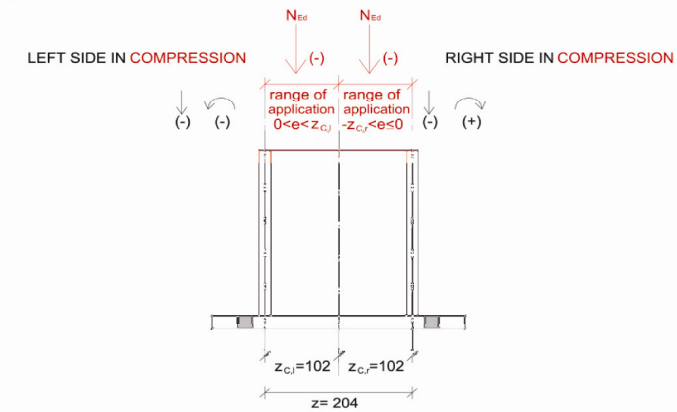
Hoja de cálculo elaborada con los criterios del método de los componentes del Eurocódigo 3 y la nueva formulación del coeficiente de rigidez μ para el cálculo de la Rigidez rotacional de la unión de la basa del pilar (S_j). Caso compresión-compresión.

El caso concreto que sigue hace referencia a los siguientes valores de axil y momento aplicados:

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= -1125 \text{ kN} = -1125000\text{N} \text{ (compresión)} \\ M_{Ed} &= 40 \text{ mkN} = -40000000\text{mmN} \text{ (según las agujas del reloj).} \\ e &= -0,03556\text{m} = -35,56\text{mm} \end{aligned}$$

BASE PLATE STIFFNESS ACCORDING WITH EUROCODE (NEW FORMULATION FOR μ)

Left side in compression / Right side in compression $N_{Ed} \leq 0$ (compression) $-z_{C,r} < e < z_{C,l}$ (eccentricities between $-z_{C,r}$ and $z_{C,l}$)



1- INITIAL DATA:

Column:	HEB 220	Steel of the column:	S275	f_{yc} (N/mm ²):	275
b (mm):	220			γ_{m0} :	1,05
h (mm):	220			E (N/mm ²):	210000
tw (mm):	9,50				
tf (mm):	16,00				
A (mm ²):	9100,00				
W_{pl,y} (mm ³):	827000,00				
Anchor bolts:	M20	Steel of the bolts:	10.9	f_{yb} (N/mm ²):	900
d (mm):	20			f_{ub} (N/mm ²):	1000
A_{sb} (mm ²):	275			γ_{m2} :	1,25
n° of tensioned anchor bolts:	2			E (N/mm ²):	210000
L_b (mm):	190				
Base plate:		Steel of the base plate:	S275	f_{yp} (N/mm ²):	275
a_p (mm):	350			γ_{m0} :	1,05
b_p (mm):	350			E (N/mm ²):	210000
t_p (mm):	20				
Concrete block:		Concrete of the block:	HA25	f_{ck} (N/mm ²):	25
a_c (mm):	2800			γ_c :	1,5
b_c (mm):	2800			E_c (N/mm ²):	27654,16
h (mm):	900				
Distance base plate to concrete block edge:					
a_r (mm):	1225				
b_r (mm):	1225				
Geometrical data:					
m (mm):	25				

2- bef AND lef

f_j: Concrete bearing strength (N/mm²):	max value (N/mm ²):	33,33
c: Parameter (mm):		32,37
Equivalent rigid plate dimensions:	lef (mm):	284,73
	bef (mm):	80,73

3- k_{C,l}: COMPRESSION STIFFNESS COEFFICIENT OF THE LEFT HAND SIDE

k₁₃: Concrete in compression (mm):	15,66
k_{C,l}: Compression stiffness coefficient of the left hand side (mm):	15,66

4- k_{C,r}: COMPRESSION STIFFNESS COEFFICIENT OF THE RIGHT HAND SIDE

k₁₃: Concrete in compression (mm):	15,66
k_{C,r}: Compression stiffness coefficient of the right hand side (mm):	15,66

100
1 102

5- S_{j,ini} (IMPROVING u)

z _{C,l} (mm):	102,00			
z _{C,r} (mm):	102,00			
z : Lever arm (mm)	204,00			
e: excentricity (mm)		N _{Ed} (N): -1125000,00 <i>N_{Ed}>0 is tension</i>	N _{Ed} (kN): -1125	
		M _{Ed} (mm.N): 40000000,00 <i>M_{Ed}>0 is clockwise</i>	M _{Ed} (m.kN): 40	
		e (mm): -35,56 <i>it has to be -102<e<102</i>		
		M _{j,Rd} (N.mm) 40404828,63 <i>M_{j,Rd}>0 is clockwise</i>	M _{j,Rd} (m.kN) 40,40 (readen from M _{j,rd} excel)	
		M _{j,Ed} / M _{j,Rd} 0,99		
ek (mm):	0,00			

LOW AXIAL FORCES (From 0 to 400kN (included))
 Is N_{Ed} ≤ 400kN ? NO

μ (if (M _{j,Ed} /M _{j,Rd}) ≤ 0,5):	NO 1,00	x5	410,1552641
μ (if (M _{j,Ed} /M _{j,Rd}) > 0,5):	YES 29,8964	x4	-1239,61478
		x3	1330,99361
		x2	-492,72815
		x	8,56692
		t.i	13,59374375
S _{j,ini} (N.mm):	For (M _{j,Ed} /M _{j,Rd}) ≤ 0,5 (N.mm): 68427093405 NO (kN.m) 68427,0934		
	For (M _{j,Ed} /M _{j,Rd}) > 0,5 (N.mm): 2288803889 YES (kN.m) 2288,803889		

HIGH AXIAL FORCES (From 400 (excluded) to 1500kN)
 Is 400kN < N_{Ed} ≤ 1500kN ? YES

μ (if (M _{j,Ed} /M _{j,Rd}) ≤ 0,8):	NO 1,00	x5	1713,824108
μ (if (M _{j,Ed} /M _{j,Rd}) > 0,8):	YES 1,2112	x4	-7904,878203
		x3	14477,58594
		x2	-13168,38607
		x	5950,354063
		t.i	-1067,326548
S _{j,ini} (N.mm):	For (M _{j,Ed} /M _{j,Rd}) ≤ 0,9 (N.mm): 68427093405 NO (kN.m) 68427,0934		
	For (M _{j,Ed} /M _{j,Rd}) > 0,9 (N.mm): 56494108583 YES (kN.m) 56494,10858		

DOCUMENTO ANEXO 6.4:

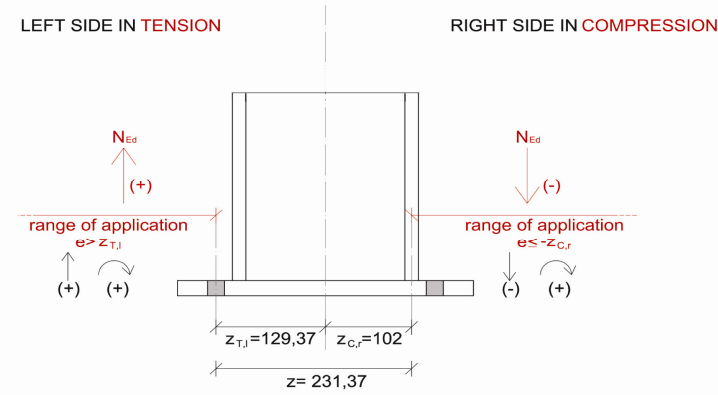
Hoja de cálculo elaborada con los criterios del método de los componentes del Eurocódigo 3 y la nueva formulación del coeficiente de rigidez μ para el cálculo de la Rigidez rotacional de la unión de la basa del pilar (S_j). Caso tracción-compresión.

El caso concreto que sigue hace referencia a los siguientes valores de axil y momento aplicados:

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= -100 \text{ kN} = -100000\text{N} \text{ (compresión)} \\ M_{Ed} &= 60 \text{ mkN} = -60000000\text{mmN} \text{ (según las agujas del reloj).} \\ e &= -0,6\text{m} = -600\text{mm} \end{aligned}$$

BASE PLATE STIFFNESS ACCORDING WITH EUROCODE (NEW FORMULATION FOR μ)

Left side in tension / Right side in compression $NEd > 0$ (tension) $e > z_{T,l}$ $NEd \leq 0$ (compression) $e \leq -z_{C,r}$ (eccentricities beyond $z_{T,l}$ and $-z_{C,r}$)



1- INITIAL DATA:

Column:	HEB 220		Steel of the column:	S275	f_{yc} (N/mm ²):	275
	b (mm):	220			γ_{m0} :	1,05
	h (mm):	220			E (N/mm ²):	210000
	tw (mm):	9,50				
	tf (mm):	16,00				
	A (mm ²):	9100,00				
	Wpl,y (mm ³):	827000,00				
Ancor bolts:	M20		Steel of the bolts:	10.9	f_{yb} (N/mm ²):	900
	d (mm):	20			f_{ub} (N/mm ²):	1000
	Asb (mm ²):	275			γ_{m2} :	1,25
	nº of tensioned anchor bolts:	2			E (N/mm ²):	210000
	Lb (mm):	190				
Base plate:	ap (mm):	350	Steel of the base plate:	S275	f_{yp} (N/mm ²):	275
	bp (mm):	350			γ_{m0} :	1,05
	tp (mm):	20			E (N/mm ²):	210000
Concrete block:	ac (mm):	2800	Concrete of the block:	HA25	f_{ck} (N/mm ²):	25
	bc (mm):	2800			γ_c :	1,5
	h (mm):	900			E_c (N/mm ²):	27654,16
Distance base plate to concrete block edge:	ar (mm):	1225				
	br (mm):	1225				
Geometrical data:	m (mm):	25				

2- bef AND lef

fj: Concrete bearing strength (N/mm ²):	max value (N/mm ²):	33,33
c: Parameter (mm):		32,37
Equivalent rigid plate dimensions:	lef (mm):	284,73
	bef (mm):	80,73

3- kt,l: TENSION STIFFNESS COEFFICIENT OF THE LEFT HAND SIDE

k15: Base plate in bending under tension:	Prying?	NOT PRYING
---	---------	-------------------

	Without prying forces (mm):	<input type="text" value="61,96"/>			
	With prying forces (mm):	<input type="text" value="123,92"/>			
	Write here the correct option: k15 (mm):	<input type="text" value="61,96"/>			
k16: anchor bolts in tension:	Without prying forces (mm):	<input type="text" value="2,89"/>			
	With prying forces (mm):	<input type="text" value="2,32"/>			
	Write here the correct option: k16 (mm):	<input type="text" value="2,89"/>			
kt,l: Tension stiffness coefficient of the left hand side (mm):	<input type="text" value="64,85"/>				
4- kC,r: COMPRESSION STIFFNESS COEFFICIENT OF THE RIGHT HAND SIDE					
k13: Concrete in compression (mm):	<input type="text" value="15,66"/>		100	102	
			1		
kC,r: Compression stiffness coefficient of the right hand side (mm):	<input type="text" value="15,66"/>				
5- Sj,ini: ROTATIONAL STIFFNESS OF THE COLUMN BASE					
zT,l (mm):		129,37			
zC,r (mm):		102,00			
z : Lever arm (mm)		231,37			
e: excentricity (mm)	NEd (N):	<input type="text" value="-100000,00"/>	NEd > 0 is tension	NEd (kN):	<input type="text" value="-100"/>
	MEd (mm.N):	<input type="text" value="60000000,00"/>	MEd > 0 is clockwise	MEd (m.kN):	<input type="text" value="60"/>
	e (mm):	<input type="text" value="-600,00"/>	NEd > 0 (tension) NEd ≤ 0 (compression)	e > zT,l e ≤ zC,r	it has to be e > 129,37 it has to be e ≤ -102
	Mj,Rd (N.mm)	<input type="text" value="67167653,47"/>	Mj,Rd > 0 is clockwise	Mj,Rd (m.kN)	<input type="text" value="67,17"/> (readen from MJ,Rd excel)
	Mj,Ed / MJ,Rd	0,89			
ek (mm):	<input type="text" value="-84,37"/>				
LOW AXIAL FORCES (From 0 to 400kN (included))					
Is NEd ≤ 400kN ? YES					
μ (if (Mj,Ed/Mj,Rd) ≤ 0,5):		NO 1,00		x5	6,8956
μ (if (Mj,Ed/Mj,Rd) > 0,5):		YES 1,7213		x4	-24,90500
				x3	34,94150
				x2	-21,09345
				x	5,52180
				t.i	0,649808
Sj,ini (N.mm):	For (Mj,Ed/Mj,Rd) ≤ 0,5 (N.mm):	<input type="text" value="1,24319E+11"/>	NO		
	(kN.m)	<input type="text" value="124319,4988"/>		0,079278443	0,136937655 0,23783533
	For (Mj,Ed/Mj,Rd) > 0,5 (N.mm):	<input type="text" value="72224162518"/>	YES	1,41801E+11	82093826917 47266889078
	(kN.m)	<input type="text" value="72224,16252"/>			11241736149

HIGH AXIAL FORCES (From 400 (excluded) to 1500kN)			
Is 400kN < Ned <=1500kN ? NO			
μ (if (Mj,Ed/Mj,Rd) <= 0,8):	YES	1,00	x5 -13418,9068
μ (if (Mj,Ed/Mj,Rd) > 0,8):	NO	0,5803	x4 61181,2525
			x3 -110707,3041
			x2 99729,891
			x 44803,61
			t.i 8031,443
Sj,ini (N.mm):	For (Mj,Ed/Mj,Rd) <= 0,9 (N.mm):	1,24319E+11	YES
	(kN.m)	124319,4988	
	For (Mj,Ed/Mj,Rd) >0,9 (N.mm):	2,14239E+11	NO
	(kN.m)	214238,7911	

DOCUMENTO ANEXO 6.5:

Tabla resumen de todos los resultados obtenidos mediante la aplicación de las hojas de cálculo elaboradas mostradas en los Documentos Anexos 6.3 y 6.4. En la tabla se observan los Momentos resistentes ($M_{j,Rd}$) y las Rigideces rotacionales (S_j) de todas las combinaciones de axil y momento actuantes N_{Ed} y M_{Ed} estudiados.

	NEd (kN)	MEd (m.kN)	e (mm)	caso	Mj,Rd EC (m.kN)	Sj,ini EC utilizando la nueva formulación para el ratio de rigidez (μ)
	-0,001	0,000001	-1	compresión-compresión	1,52	68427,0934
	-0,001	20	-20000000	tracción-compresión	55,75	141800,0691
	-0,001	40	-40000000	tracción-compresión	55,75	141800,0691
	-0,001	60	-60000000	tracción-compresión	55,75	110704,2447
	-0,001	80	-80000000	tracción-compresión	55,75	46283,84718
	-0,001	100	-100000000	tracción-compresión	55,75	16136,45827
	-0,001	120	-120000000	tracción-compresión	55,75	5431,147404
	-100	0,000001	-0,00001	compresión-compresión	0,00001533	68427,0934
	-100	20	-200	tracción-compresión	107,65	99730,07619
	-100	40	-400	tracción-compresión	74,83	99343,0618
	-100	60	-600	tracción-compresión	67,17	72224,1652
	-100	80	-800	tracción-compresión	63,90	41488,42131
	-100	100	-1000	tracción-compresión	62,08	16425,0835
	-100	120	-1200	tracción-compresión	60,93	5044,810491
	-400	0,000001	-0,0000025	compresión-compresión	0,00000383	68427,0934
	-400	20	-50	compresión-compresión	51,42	68427,0934
	-400	40	-100	compresión-compresión	77,38	53683,52392
	-400	60	-150	tracción-compresión	95,19	41614,50746
	-400	80	-200	tracción-compresión	107,65	29371,11576
	-400	100	-250	tracción-compresión	94,17	13504,39025
	-400	120	-300	tracción-compresión	84,47	4412,008611
	-400	140	-350	tracción-compresión	78,68	1018,421169
	-800	0,000001	-0,00000125	compresión-compresión	0,00000192	68427,0934
	-800	20	-25	compresión-compresión	30,77	68427,0934
	-800	40	-50	compresión-compresión	51,42	68427,0934
	-800	60	-75	compresión-compresión	66,24	44395,30986
	-800	80	-100	compresión-compresión	77,38	17846,23764
	-800	100	-125	tracción-compresión	87,12	12008,72352
	-800	120	-150	tracción-compresión	95,19	2046,845347
	-1000	0,000001	-0,000001	compresión-compresión	0,00000153	68427,0934
	-1000	20	-20	compresión-compresión	25,63	68427,0934
	-1000	40	-40	compresión-compresión	44,03	47146,50785
	-1000	60	-60	compresión-compresión	57,89	38307,59286
	-1000	80	-80	compresión-compresión	68,71	28947,70204
	-1000	100	-100	compresión-compresión	77,38	8404,399417
	-1125	0,000001	-8,88889E-07	compresión-compresión	0,00000136	68427,0934
	-1125	20	-17,78	compresión-compresión	23,20	49239,4388
	-1125	40	-35,56	compresión-compresión	40,40	56494,10858
	-1125	60	-53,33	compresión-compresión	53,67	68427,0934
	-1125	80	-71,11	compresión-compresión	64,21	27612,27274

Capítulo 8. Documentos anexos.

	-1125	100	-88,89	compresión-compresión	72,79	3224,344909
	-1125	120	-106,67	tracción-compresión	80,12	928,5686881
	-1250	0,000001	-0,0000008	compresión-compresión	0,00000123	47876,90761
	-1250	20	-16,00	compresión-compresión	21,20	59146,14257
	-1250	40	-32,00	compresión-compresión	37,33	68427,0934
	-1250	60	-48,00	compresión-compresión	50,02	68427,0934
	-1250	80	-64,00	compresión-compresión	60,27	7931,980419
	-1250	100	-80,00	compresión-compresión	68,71	1372,950035
	-1375	0,000001	-0,0000007	compresión-compresión	0,00000111	59486,39785
	-1375	20	-14,55	compresión-compresión	19,51	68427,0934
	-1375	40	-29,09	compresión-compresión	34,69	68427,0934
	-1375	60	-43,64	compresión-compresión	46,84	34302,67425
	-1375	80	-58,18	compresión-compresión	56,78	3673,501176
	-1375	100	-72,73	compresión-compresión	65,06	932,8588157
	-1375	120	-87,27	compresión-compresión	72,08	331,5027087
	-1500	0,000001	-0,00000067	compresión-compresión	0,00000102	67024,40523
	-1500	20	-13,33	compresión-compresión	18,07	67282,28363
	-1500	40	-26,67	compresión-compresión	32,40	66399,39296
	-1500	60	-40,00	compresión-compresión	44,03	42681,43818
	-1500	80	-53,33	compresión-compresión	53,67	16562,10874
	-1500	100	-66,67	compresión-compresión	61,79	6098,933013
	-1500	120	-80,00	compresión-compresión	68,71	2531,388118

DOCUMENTO ANEXO 6.6:

Tabla resumen de la rigideces rotacionales reales de la basa del pilar ($S_{j(RREAL)}$), de las rigideces obtenidas de la predicción efectuada por el método del Eurocódigo ($S_{j(EC)}$) y de las rigideces obtenidas mediante la formulación del Eurocódigo cambiando la expresión del ratio de rigidez por los valores propuestos en los Apartados 6.2.2.1 y 6.2.2.2 ($S_{j(NUEVA\mu)}$), de la variación unitaria de la rigidez de la propuesta del Eurocódigo ($\gamma_{(EC)}$) y de la variación unitaria de la rigidez del caso donde se ha utilizado la nueva formulación de μ ($\gamma_{(NUEVA\mu)}$).

	NEd (kN)	MEd (m.kN)	Sj (EC) (m.kN)	Sj (NUEVAμ) (m.kN)	Sj (REAL) (m.kN)	γ (EC)	γ (NUEVA μ)
	-0,001	0,000001	68427,0934	68427,0934	10978,125	-0,840	-0,840
	-0,001	20	141800,0691	141800,0691	10978,125	-0,923	-0,923
	-0,001	40	116282,7511	141800,0691	10978,125	-0,906	-0,923
	-0,001	60	38910,62503	110704,2447	10978,125	-0,718	-0,901
	-0,001	80	17895,06468	46283,84718	3088,888889	-0,827	-0,933
	-0,001	100	9796,614757	16136,45827	1090,27027	-0,889	-0,932
	-0,001	120	5988,065297	5431,147404	544,6236559	-0,909	-0,900
	-100	0,000001	68427,0934	68427,0934	17399,08257	-0,746	-0,746
	-100	20	99730,07619	99730,07619	17399,08257	-0,826	-0,826
	-100	40	117101,3772	99343,0618	12828,57143	-0,890	-0,871
	-100	60	56417,90445	72224,1652	11079,60199	-0,804	-0,847
	-100	80	23394,94765	41488,42131	5132,169576	-0,781	-0,876
	-100	100	12079,58551	16425,0835	1753,571429	-0,855	-0,893
	-100	120	7111,158236	5044,810491	723,8095238	-0,898	-0,857
	-400	0,000001	68427,0934	68427,0934	50995,26	-0,255	-0,255
	-400	20	68427,0934	68427,0934	50995,26	-0,255	-0,255
	-400	40	68427,0934	53683,52392	50995,26	-0,255	-0,050
	-400	60	90754,4837	41614,50746	14962,61682	-0,835	-0,640
	-400	80	74389,0593	29371,11576	10284,97409	-0,862	-0,650
	-400	100	30166,20697	13504,39025	5684,659091	-0,812	-0,579
	-400	120	14351,26581	4412,008611	2515,097691	-0,825	-0,430
	-800	0,000001	68427,0934	68427,0934	72431,50685	0,059	0,059
	-800	20	68427,0934	68427,0934	72431,50685	0,059	0,059
	-800	40	45109,8795	68427,0934	72431,50685	0,606	0,059
	-800	60	29903,4664	44395,30986	49081,08108	0,641	0,106
	-800	80	20931,5147	17846,23764	19515,78947	-0,068	0,094
	-800	100	19523,92	12008,72352	9054,054054	-0,536	-0,246
	-800	120	12792,96153	2046,845347	7656,716418	-0,401	2,741
	-1000	0,000001	68427,0934	68427,0934	72265,48673	0,056	0,056
	-1000	20	44711,6581	68427,0934	72265,48673	0,616	0,056
	-1000	40	29676,5758	47146,50785	75912,40876	1,558	0,610
	-1000	60	20792,264	38307,59286	66544,11765	2,200	0,737
	-1000	80	15184,4677	28947,70204	40645,16129	1,677	0,404
	-1000	100	11458,9183	8404,399417	6803,333333	-0,406	-0,191
	-1125	0,000001	52521,4546	68427,0934	71909,09091	0,369	0,051
	-1125	20	34187,2864	49239,4388	71909,09091	1,103	0,460
	-1125	40	23528,2455	56494,10858	75912,40876	2,226	0,344
	-1125	60	16945,95	68427,0934	65282,39203	2,852	-0,046
	-1125	80	12647,4555	27612,27274	44557,52212	2,523	0,614
	-1125	100	9713,4331	3224,344909	4228,033473	-0,565	0,311
	-1125	120	8900,781668	928,5686881	965,0655022	-0,892	0,039

Capítulo 8. Documentos anexos.

	-1250	0,000001	40042,8974	47876,90761	71792,45283	0,793	0,500
	-1250	20	26782,6696	59146,14257	71792,45283	1,681	0,214
	-1250	40	18999,9443	68427,0934	73617,02128	2,875	0,076
	-1250	60	14011,6372	68427,0934	62946,70846	3,492	-0,080
	-1250	80	10657,2081	7931,980419	38836,36364	2,644	3,896
	-1250	100	8312,70821	1372,950035	2547,557841	-0,694	0,856
	-1375	0,000001	30349,6534	59486,39785	71414,53831	1,353	0,201
	-1375	20	21411,0328	68427,0934	71414,53831	2,335	0,044
	-1375	40	15585,7994	68427,0934	71351,35135	3,578	0,043
	-1375	60	11731,3098	34302,67425	56213,87283	3,792	0,639
	-1375	80	9072,34053	3673,501176	25506,17284	1,811	5,943
	-1375	100	7174,65709	932,8588157	8000	0,115	7,576
	-1500	0,000001	24154,7283	67024,40523	70430,32787	1,916	0,051
	-1500	20	17412,7691	67282,28363	70430,32787	3,045	0,047
	-1500	40	12959,4803	66399,39296	69685,86387	4,377	0,049
	-1500	60	9930,4148	42681,43818	45944,7983	3,627	0,076
	-1500	80	7793,47833	16562,10874	13805,36913	0,771	-0,166

DOCUMENTO ANEXO 6.7:

Tabla resumen de la rigideces rotacionales reales de la basa del pilar ($S_{j (REAL)}$), de las rigideces efectuadas por el método de los componentes del Eurocódigo considerando un valor del ratio de rigidez $\mu=1$ y de la variación unitaria de la rigidez (γ).

	NEd (kN)	MEd (m.kN)	e (mm)	Mj,Rd EC (m.kN)	Sj EC con $\mu=1$ (m.kN)	Sj (REAL) (m.kN)	γ entre EC con $\mu=1$ y REAL
	0	0	-1	1,52	68427,0934	10978,125	-0,840
	0	20	-20000000	55,75	141800,0691	10978,125	-0,923
	0	40	-40000000	55,75	141800,3681	10978,125	-0,923
	0	60	-60000000	55,75	141800,4678	10978,125	-0,923
	0	80	-80000000	55,75	141800,5177	3088,89	-0,978
	0	100	-100000000	55,75	141800,5476	1090,27	-0,992
	0	120	-120000000	55,75	141800,5476	544,62	-0,996
	-100	0,000001	-0,00001	0,00001533	68427,0934	17399,08257	-0,746
	-100	20	-200	107,65	99730,07619	17399,08257	-0,826
	-100	40	-400	74,83	117101,3772	12828,57	-0,890
	-100	60	-600	67,17	124319,4988	11079,60	-0,911
	-100	80	-800	63,9	128272,8644	5132,17	-0,960
	-100	100	-1000	62,08	130767,9199	1753,57	-0,987
	-100	120	-1200	60,93	132485,9227	723,81	-0,995
	-400	0,000001	-0,0000025	0,00000383	68427,0934	50995,26	-0,255
	-400	20	-50	51,42	68427,0934	50995,26	-0,255
	-400	40	-100	77,38	68427,0934	50995,26	-0,255
	-400	60	-150	95,19	90754,4837	14962,62	-0,835
	-400	80	-200	107,65	99730,07619	10284,97	-0,897
	-400	100	-250	94,17	106021,1202	5684,66	-0,946
	-400	120	-300	84,47	110675,4439	2515,10	-0,977
	-800	0,000001	-0,00000125	0,00000192	68427,0934	72431,50685	0,059
	-800	20	-25	30,77	68427,0934	72431,50685	0,059
	-800	40	-50	51,42	68427,0934	72431,50685	0,059
	-800	60	-75	66,24	68427,0934	49081,08	-0,283
	-800	80	-100	77,38	68427,0934	19515,79	-0,715
	-800	100	-125	87,12	84659,57565	9054,05	-0,893
	-800	120	-150	95,19	90754,7837	7656,72	-0,916
	-1000	0,000001	-0,000001	0,00000153	68427,0934	72265,48673	0,056
	-1000	20	-20	25,63	68427,0934	72265,48673	0,056
	-1000	40	-40	44,03	68427,0934	75912,41	0,109
	-1000	60	-60	57,89	68427,0934	66544,12	-0,028
	-1000	80	-80	68,71	68427,0934	40645,16	-0,406
	-1000	100	-100	77,38	68427,0934	6803,33	-0,901
	-1125	0,000001	-8,8889E-07	0,00000136	68427,0934	71909,09091	0,051
	-1125	20	-17,7777778	23,2	68427,0934	71909,09091	0,051
	-1125	40	-35,5555556	40,4	68427,0934	75912,41	0,109
	-1125	60	-53,3333333	53,67	68427,0934	65282,39	-0,046
	-1125	80	-71,1111111	64,21	68427,0934	44557,52	-0,349
	-1125	100	-88,8888889	72,79	68427,0934	4228,03	-0,938
	-1125	120	-106,666667	80,12	79175,85018	965,07	-0,988
	-1250	0,000001	-0,0000008	0,00000123	68427,0934	71792,45283	0,049
	-1250	20	-16	21,2	68427,0934	71792,45283	0,049

Capítulo 8. Documentos anexos.

	-1250	40	-32	37,33	68427,0934	73617,02	0,076
	-1250	60	-48	50,02	68427,0934	62946,71	-0,080
	-1250	80	-64	60,27	68427,0934	38836,36	-0,432
	-1250	100	-80	68,71	68427,0934	2547,56	-0,963
	-1375	0,000001	-7,2727E-07	0,00000111	68427,0934	71414,53831	0,044
	-1375	20	-14,5454545	19,51	68427,0934	71414,53831	0,044
	-1375	40	-29,0909091	34,69	68427,0934	71351,35	0,043
	-1375	60	-43,6363636	46,84	68427,0934	56213,87	-0,178
	-1375	80	-58,1818182	56,78	68427,0934	25506,17	-0,627
	-1500	0,000001	-6,6667E-07	0,00000102	68427,0934	70430,32787	0,029
	-1500	20	-13,3333333	18,07	68427,0934	70430,32787	0,029
	-1500	40	-26,6666667	32,4	68427,0934	69685,86	0,018
	-1500	60	-40	44,03	68427,0934	45944,80	-0,329
	-1500	80	-53,3333333	53,67	68427,0934	13805,37	-0,798

DOCUMENTO ANEXO 6.8:

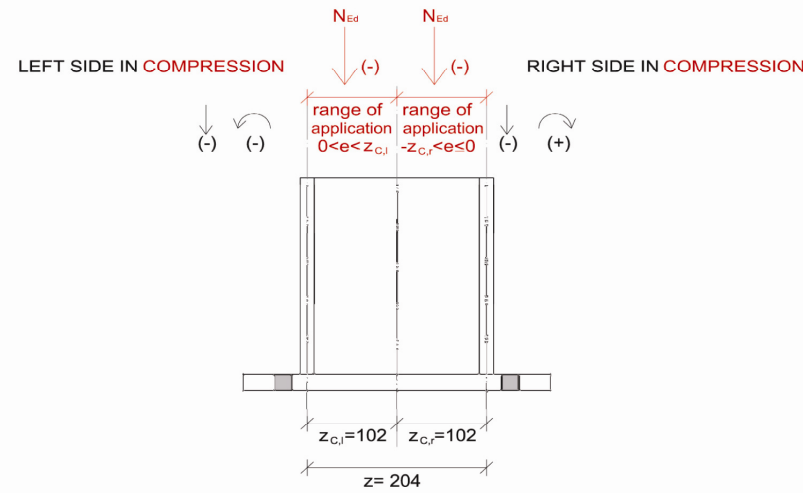
Hoja de cálculo para el cálculo de la rigidez rotacional de la unión de la basa del pilar (S_j) elaborada con los criterios del método de los componentes modificados con la nueva formulación de la variación unitaria de la rigidez y considerando $\mu=1$ en todas las situaciones de momento aplicado. Caso compresión-compresión.

El caso concreto que sigue hace referencia a los siguientes valores de axil y momento aplicados:

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= -1125 \text{ kN} = -1125000\text{N} \text{ (compresión)} \\ M_{Ed} &= 40 \text{ mkN} = -40000000\text{mmN} \text{ (según las agujas del reloj).} \\ e &= -0,03556\text{m} = -35,56\text{mm} \end{aligned}$$

BASE PLATE STIFFNESS ACCORDING WITH EUROCODE WITH NEW γ FORMULATION AND μ_1

Left side in compression / Right side in compression $N_{Ed} \leq 0$ (compression) $-z_{C,r} < e < z_{C,l}$ (eccentricities between $-z_{C,r}$ and $z_{C,l}$)



1- INITIAL DATA:

Column:	<i>HEB 220</i>	Steel of the column:	<i>S275</i>	f_{yc} (N/mm²):	275	
b (mm):	220			γ_{m0}:	1,05	
h (mm):	220			E (N/mm²):	210000	
tw (mm):	9,50					
tf (mm):	16,00					
A (mm²):	9100,00					
$W_{pl,y}$ (mm³):	827000,00					
Anchor bolts:	<i>M20</i>	Steel of the bolts:	<i>10.9</i>	f_{yb} (N/mm²):	900	
d (mm):	20			f_{ub} (N/mm²):	1000	
A_{sb} (mm²):	275			γ_{m2}:	1,25	
n° of tensioned anchor bolts:	2			E (N/mm²):	210000	
Lb (mm):	190					
Base plate:	a_p (mm):	350	Steel of the base plate:	<i>S275</i>	f_{yp} (N/mm²):	275
	b_p (mm):	350			γ_{m0}:	1,05
	t_p (mm):	20			E (N/mm²):	210000
Concrete block:	a_c (mm):	2800	Concrete of the block:	<i>HA25</i>	f_{ck} (N/mm²):	25
	b_c (mm):	2800			γ_c:	1,5
	h (mm):	900			E_c (N/mm²):	27654,16
Distance base plate to concrete block edge:	a_r (mm):	1225				
	b_r (mm):	1225				
Geometrical data:	m (mm):	25				

2- bef AND lef

fj: Concrete bearing strength (N/mm ²):	max value (N/mm ²):	33,33
c: Parameter (mm):		32,37
Equivalent rigid plate dimensions:		
	lef (mm):	284,73
	bef (mm):	80,73

3- kc,l: COMPRESSION STIFFNESS COEFFICIENT OF THE LEFT HAND SIDE

k13: Concrete in compression (mm):	15,66
kc,l: Compression stiffness coefficient of the left hand side (mm):	15,66

4- kc,r: COMPRESSION STIFFNESS COEFFICIENT OF THE RIGHT HAND SIDE

k13: Concrete in compression (mm):	15,66
kc,r: Compression stiffness coefficient of the right hand side (mm):	15,66

100
1 102

5- Sj,ini: ROTATIONAL STIFFNESS OF THE COLUMN BASE

zC,l (mm):	102,00
zC,r (mm):	102,00
z : Lever arm (mm)	204,00

e: excentricity (mm)	NEd (N):	-1125000,00	<i>NEd > 0 is tension</i>	NEd (kN):	-1125
	MEd (mm.N):	40000000,00	<i>MEd > 0 is clockwise</i>	MEd (m.kN):	40

e (mm): -35,56 *it has to be -102 < e < 102*

ek (mm): 0,00

μ (si $M_{j,Ed} \leq (2/3)M_{j,Rd}$):	1,00		
μ (si $(2/3)M_{j,Rd} < M_{j,Ed} \leq M_{j,Rd}$):	Mj,Ed (N.mm):	40000000,00	Mj,Ed (kN.m): 40,00
	Mj, Rd (N.mm):	40404828,63	Mj, Rd (kN.m): 40,40 (readen from Mj,Rd excel)
	μ:	2,908295621	

	Is $M_{j,Ed} \leq (2/3)M_{j,Rd}$? NO
Sj,ini (N.mm):	For $M_{j,Ed} \leq (2/3)M_{j,Rd}$ (N.mm): 68427093405
	(kN.m): 68427,0934

	M (m.kN)	O (rad)
Correspondence	120	1,75E-03

For (2/3)Mj,Rd < Mj,Ed ≤ Mj,Rd		23528245515		
	(kN.m):	23528,24551		
Correspondence	M (m.kN)	120	O (rad)	5,10E-03
6- Sj,ini IMPROVED (DOCTORAL THESIS)				
NEd (N):	-1125000,00	NEd > 0 is tension	NEd (kN):	-1125
MEd (mm.N):	40000000,00	MEd > 0 is clockwise	MEd (m.kN):	40
MEd/Mj,Rd	0,9900			
Sj,ini (N.mm) EC (μ=1)	68427093405	(N.mm)		
	68427,0934	(kN.m)		
LOW AXIAL FORCES (N=0, 100 and 400)				
	Is NEd < 400? NO			
γ VALUE	For (Mj,Ed/Mj,Rd) ≤ 0.52:	3,330804688		
		3,330804688	NO	
	For (Mj,Ed/Mj,Rd) > 0.52:	-1,061687806	x2	0,90808125
		-0,999	x	-1,6367375
			ti	-0,331325
	Is Mj,Ed/Mj,Rd ≤ 0.5 NO			
Sj,ini (N.mm) IMPROVED	For (Mj,Ed/Mj,Rd) ≤ 0.52:	2,96344E+11	(N.mm)	NO
		296344,3769	(kN.m)	
	For (Mj,Ed/Mj,Rd) > 0.52:	68427093,4	(N.mm)	YES
		68,4270934	(kN.m)	
HIGH AXIAL FORCES (N=800 and FORWARD)				
	Is NEd > 400 YES			
RANGE OF VALIDITY OF EACH PHASE:	0,9835705			
	1st PHASE	NO		
	2nd PHASE	YES		
γ VALUE	1st PHASE:	0,045105521		
		0,045105521	NO	
	2nd PHASE:	0,122467563	x2	-6,201298065
		0,122467563	x	11,72891347
			ti	-5,411275149
Sj,ini (N.mm) IMPROVED	1st PHASE:	71513533134	(N.mm)	NO
		71513,53313	(kN.m)	
	2nd PHASE:	76807192783	(N.mm)	YES
		76807,19278	(kN.m)	

DOCUMENTO ANEXO 6.9:

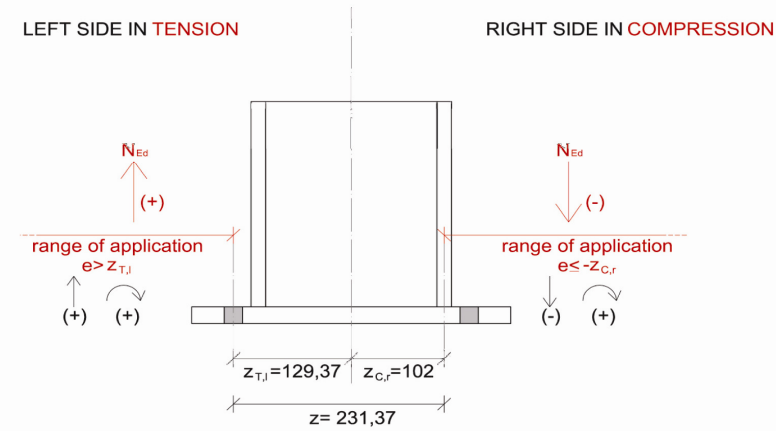
Hoja de cálculo para el cálculo de la rigidez rotacional de la unión de la basa del pilar (S_j) elaborada con los criterios del método de los componentes modificados con la nueva formulación de la variación unitaria de la rigidez y considerando $\mu=1$ en todas las situaciones de momento aplicado. Caso tracción-compresión.

El caso concreto que sigue hace referencia a los siguientes valores de axil y momento aplicados:

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= -100 \text{ kN} = -100000\text{N} \text{ (compresión)} \\ M_{Ed} &= 60 \text{ mkN} = -6000000\text{mmN} \text{ (según las agujas del reloj).} \\ e &= -0,6\text{m} = -600\text{mm} \end{aligned}$$

BASE PLATE STIFFNESS ACCORDING WITH EUROCODE WITH NEW γ FORMULATION AND $\mu=1$

Left side in tension / Right side in compression $NEd > 0$ (tension) $e > z_{T,l}$ $NEd \leq 0$ (compression) $e \leq -z_{C,r}$ (eccentricities beyond $z_{T,l}$ and $-z_{C,r}$)



1- INITIAL DATA:

Column:	<i>HEB 220</i>		Steel of the column:	<i>S275</i>	f_{yc} (N/mm ²):	275
	b (mm):	220			γ_{m0} :	1,05
	h (mm):	220			E (N/mm²):	210000
	t_w (mm):	9,50				
	t_f (mm):	16,00				
	A (mm²):	9100,00				
	W_{pl,y} (mm³):	827000,00				
Ancor bolts:	<i>M20</i>		Steel of the bolts:	<i>10.9</i>	f_{yb} (N/mm ²):	900
	d (mm):	20			f_{ub} (N/mm ²):	1000
	A_{sb} (mm²):	275			γ_{m2} :	1,25
	n° of tensioned anchor bolts:	2			E (N/mm²):	210000
	L_b (mm):	190				
Base plate:	a_p (mm):	350	Steel of the base plate:	<i>S275</i>	f_{yp} (N/mm ²):	275
	b_p (mm):	350			γ_{m0} :	1,05
	t_p (mm):	20			E (N/mm²):	210000
Concrete block:	a_c (mm):	2800	Concrete of the block:	<i>HA25</i>	f_{ck} (N/mm ²):	25
	b_c (mm):	2800			γ_c :	1,5
	h (mm):	900			E_c (N/mm²):	27654,16
Distance base plate to concrete block edge:	a_r (mm):	1225				
	b_r (mm):	1225				
Geometrical data:	m (mm):	25				

2- bef AND lef

fj: Concrete bearing strength (N/mm²):
c: Parameter (mm):

max value (N/mm²): 33,33
32,37

Equivalent rigid plate dimensions:

lef (mm): 284,73
bef (mm): 80,73

3- kt,l: TENSION STIFFNESS COEFFICIENT OF THE LEFT HAND SIDE

k15: Base plate in bending under tension:

Prying? **NOT PRYING**
Without prying forces (mm): 61,96
With prying forces (mm): 123,92

Write here the correct option: 61,96
k15 (mm):

k16: anchor bolts in tension:

Without prying forces (mm): 2,89
With prying forces (mm): 2,32

Write here the correct option: 2,89
k16 (mm):

kt,l: Tension stiffness coefficient of the left hand side (mm):

64,85

4- kc,r: COMPRESSION STIFFNESS COEFFICIENT OF THE RIGHT HAND SIDE

k13: Concrete in compression (mm):

15,66

kc,r: Compression stiffness coefficient of the right hand side (mm):

15,66

100
1 102

5- Sj,ini: ROTATIONAL STIFFNESS OF THE COLUMN BASE

zT,l (mm):
zC,r (mm):
z : Lever arm (mm)

129,37
102,00
231,37

e: excentricity (mm)

NEd (N): -100000,00 *NEd>0 is tension*
MEd (mm.N): 60000000,00 *MEd>0 is clockwise*

NEd (kN): -100
MEd (m.kN): 60

e (mm):	-600,00	<i>N_{Ed}>0 (tension)</i>	<i>e > z_{T,l}</i>	it has to be e > 129,37	NO
		<i>N_{Ed}≤0 (compression)</i>	<i>e ≤ -z_{C,r}</i>	it has to be e ≤ -102	OK
μ (si $M_{j,Ed} \leq (2/3)M_{j,Rd}$):	-84,37				
μ (si $(2/3)M_{j,Rd} < M_{j,Ed} \leq M_{j,Rd}$):	1,00				
	M _{j,Ed} (N.mm):	60000000,00	M _{j,Ed} (kN.m):	60,00	
	M _{j,Rd} (N.mm):	67167653,47	M _{j,Rd} (kN.m):	67,17 (readen from M _{j,Rd} excel)	
	μ:	2,203546905			

Is $M_{j,Ed} \leq (2/3)M_{j,Rd}$? **NO**

For $M_{j,Ed} \leq (2/3)M_{j,Rd}$ (N.mm):	1,24319E+11
(kN.m):	124319,4988

	M (m.kN)	O (rad)
Correspondence	120	9,65E-04

For $(2/3)M_{j,Rd} < M_{j,Ed} \leq M_{j,Rd}$	56417904451
(kN.m):	56417,90445

	M (m.kN)	O (rad)
Correspondence	120	2,13E-03

6- S_{j,ini} IMPROVED (DOCTORAL THESIS)

N_{Ed} (N):	-100000,00	<i>N_{Ed}>0 is tension</i>	N_{Ed} (kN):	-100
M_{Ed} (mm.N):	60000000,00	<i>M_{Ed}>0 is clockwise</i>	M_{Ed} (m.kN):	60
M_{Ed}/M_{j,Rd}	0,8933			

S_{j,ini} (N.mm) EC (μ=1)	1,24319E+11 (N.mm)
	124319,4988 (kN.m)

LOW AXIAL FORCES (N=0, 100 and 400)

Is $N_{Ed} < 400$? YES

γ VALUE	For $(M_{j,Ed}/M_{j,Rd}) \leq 0.52$:	-0,815		
		-0,815	NO	
	For $(M_{j,Ed}/M_{j,Rd}) > 0.52$:	-0,926580936	x2	0,0663
		-0,926580936	x	-0,2494
			ti	-0,7567

Is $M_{j,Ed}/M_{j,Rd} \leq 0.5$ **NO**

S_{j,ini} (N.mm) IMPROVED	For $(M_{j,Ed}/M_{j,Rd}) \leq 0.52$:	22999107270 (N.mm)	NO
		22999,10727 (kN.m)	
	For $(M_{j,Ed}/M_{j,Rd}) > 0.52$:	9127421273 (N.mm)	YES
		9127,421273 (kN.m)	

HIGH AXIAL FORCES (N=800 and FORWARD)						
	Is NEd>400	NO				
RANGE OF VALIDITY OF EACH PHASE:			0,310002			
	1st PHASE	NO				
	2nd PHASE	YES				
γ VALUE	1st PHASE:		0,05174332			
			0,05174332	NO		
	2nd PHASE:		-9,498680381		x2	170,975228
			-0,999	YES	x	-336,003204
					ti	154,21694
S _{j,ini} (N.mm) IMPROVED	1st PHASE:		1,30752E+11 (N.mm)			NO
			130752,2024 (kN.m)			
	2nd PHASE:		124319498,8 (N.mm)			YES
			124,3194988 (kN.m)			

DOCUMENTO ANEXO 6.10:

Tabla resumen de todos los resultados obtenidos mediante la aplicación de las hojas de cálculo elaboradas mostradas en los Documentos Anexos 6.8 y 6.9. En la tabla se observan, como resumen de todo el trabajo realizado en esta tesis, la rigidez rotacional predicha por el Eurocódigo ($S_{j,(EC)}$), la rigidez rotacional predicha por el Eurocódigo considerando $\mu=1$ ($S_{j,(EC),\mu=1}$), la rigidez rotacional considerando con la nueva formulación propuesta en esta tesis en el Apartado 6.3.5 ($S_{j,(NUEVA FORMULACIÓN PROPUESTA)}$), la rigidez rotacional real de la basa del pilar ($S_{j,(REAL)}$), la variación unitaria de la predicción del Eurocódigo respecto la real ($\gamma_{(EC)}$), la variación unitaria de la rigidez de la propuesta del Eurocódigo considerando $\mu=1$ respecto la real ($\gamma_{(EC),\mu=1}$) y la variación unitaria de la rigidez de la nueva formulación propuesta en esta tesis respecto a la real ($\gamma_{(NUEVA FORMULACIÓN PROPUESTA)}$) de todas las combinaciones de axil y momento actuantes N_{Ed} y M_{Ed} estudiados.

	N _{Ed} (kN)	M _{Ed} (m.kN)	S _i (EC) (m.kN)	S _i (EC) con μ=1 (m.kN)	S _i NUEVA FORMULACIÓN PROPUESTA (m.kN)	S _i (REAL) (m.kN)	v(EC)	v(EC) con μ=1	v NUEVA FORMULA- CIÓN PROPUESTA
	0	0	68427,0934	68427,0934	8108,63552	10978,125	-0,840	-0,840	0,354
	0	20	141800,0691	141800,069	16803,35988	10978,125	-0,923	-0,923	-0,347
	0	40	116282,7511	141800,368	10908,64301	10978,125	-0,906	-0,923	0,006
	0	60	38910,62503	141800,468	7180,603952	10978,125	-0,718	-0,923	0,529
	0	80	17895,06468	141800,518	4175,2716	3088,89	-0,827	-0,978	-0,260
	0	100	9796,614757	141800,548	1892,650281	1090,27	-0,889	-0,992	-0,424
	0	120	5988,065297	141800,548	332,7414345	544,62	-0,909	-0,996	0,637
	-100	0,000001	68427,0934	68427,0934	12659,0123	17399,08257	-0,746	-0,746	0,374
	-100	20	99730,07619	99730,0762	18450,06409	17399,08257	-0,826	-0,826	-0,057
	-100	40	117101,3772	117101,377	15097,91676	12828,57	-0,890	-0,890	-0,150
	-100	60	56417,90445	124319,499	9127,421273	11079,60	-0,804	-0,911	0,214
	-100	80	23394,94765	128272,864	4486,167993	5132,17	-0,781	-0,960	0,144
	-100	100	12079,58551	130767,92	1777,660818	1753,57	-0,855	-0,987	-0,014
	-100	120	7111,158236	132485,923	1229,496756	723,81	-0,898	-0,995	-0,411
	-400	0,000001	68427,0934	68427,0934	50978,1846	50995,26	-0,255	-0,255	0,000
	-400	20	68427,0934	68427,0934	50978,1846	50995,26	-0,255	-0,255	0,000
	-400	40	68427,0934	68427,0934	50978,1846	50995,26	-0,255	-0,255	0,000
	-400	60	90754,4837	90754,4837	14096,27508	14962,62	-0,835	-0,835	0,061
	-400	80	74389,0593	99730,0762	11769,16007	10284,97	-0,862	-0,897	-0,126
	-400	100	30166,20697	106021,12	4889,271612	5684,66	-0,812	-0,946	0,163
	-400	120	14351,26581	110675,444	2707,544315	2515,10	-0,825	-0,977	-0,071
	-800	0,000001	68427,0934	68427,0934	72400,8636	72431,50685	0,059	0,059	0,000
	-800	20	68427,0934	68427,0934	72487,4139	72431,50685	0,059	0,059	-0,001
	-800	40	45109,8795	68427,0934	73461,6574	72431,50685	0,606	0,059	-0,014
	-800	60	29903,4664	68427,0934	45921,46	49081,08	0,641	-0,283	0,069
	-800	80	20931,5147	68427,0934	22865,0849	19515,79	-0,068	-0,715	-0,146
	-800	100	19523,92	84659,5757	7543,580152	9054,05	-0,536	-0,893	0,200
	-800	120	12792,96153	90754,7837	907,547837	7656,72	-0,401	-0,916	7,437
	-1000	0,000001	68427,0934	68427,0934	72486,2161	72265,48673	0,056	0,056	-0,003
	-1000	20	44711,6581	68427,0934	72319,61109	72265,48673	0,616	0,056	-0,001
	-1000	40	29676,5758	68427,0934	76343,7828	75912,41	1,558	0,109	-0,006
	-1000	60	20792,264	68427,0934	65257,2274	66544,12	2,200	-0,028	0,020
	-1000	80	15184,4677	68427,0934	41940,0886	40645,16	1,677	-0,406	-0,031
	-1000	100	11458,9183	68427,0934	6392,36663	6803,33	-0,406	-0,901	0,064
	-1125	0,000001	52521,4546	68427,0934	73406,7386	71909,09091	0,369	0,051	-0,020
	-1125	20	34187,2864	68427,0934	72084,417	71909,09091	1,103	0,051	-0,002
	-1125	40	23528,2455	68427,0934	76807,1928	75912,41	2,226	0,109	-0,012
	-1125	60	16945,95	68427,0934	65050,6191	65282,39	2,852	-0,046	0,004
	-1125	80	12647,4555	68427,0934	39401,1485	44557,52	2,523	-0,349	0,131
	-1125	120	8900,781668	79175,8502	791,7585018	965,07	-0,892	-0,988	0,219

Capítulo 8. Documentos anexos.

-1250	0,000001	40042,8974	68427,0934	72237,8041	71792,45283	0,793	0,049	-0,006
-1250	20	26782,6696	68427,0934	71748,9793	71792,45283	1,681	0,049	0,001
-1250	40	18999,9443	68427,0934	73698,0019	73617,02	2,875	0,076	-0,001
-1250	60	14011,6372	68427,0934	62767,5702	62946,71	3,492	-0,080	0,003
-1250	80	10657,2081	68427,0934	39036,1695	38836,36	2,644	-0,432	-0,005
-1250	100	8312,70821	68427,0934	2503,79986	2547,56	-0,694	-0,963	0,017
-1375	0,000001	30349,6534	68427,0934	71937,0834	71414,53831	1,353	0,044	-0,007
-1375	20	21411,0328	68427,0934	71313,2976	71414,53831	2,335	0,044	0,001
-1375	40	15585,7994	68427,0934	71967,9143	71351,35	3,578	0,043	-0,009
-1375	60	11731,3098	68427,0934	61845,5666	56213,87	3,792	-0,178	-0,091
-1375	80	9072,34053	68427,0934	39432,4786	25506,17	1,811	-0,627	-0,353
-1500	0,000001	24154,7283	68427,0934	71564,8663	70430,32787	1,916	0,029	-0,016
-1500	20	17412,7691	68427,0934	70777,372	70430,32787	3,045	0,029	-0,005
-1500	40	12959,4803	68427,0934	67533,1619	69685,86	4,377	0,018	0,032
-1500	60	9930,4148	68427,0934	48179,9723	45944,80	3,627	-0,329	-0,046
-1500	80	7793,47833	68427,0934	13128,6309	13805,37	0,771	-0,798	0,052

9

BIBLIOGRAFÍA

9. BIBLIOGRAFÍA

AENOR Código Técnico de la Edificación. Documento Básico SE-A: Seguridad Estructural. Acero : AENOR, 2006. - Texto modificado por RD 1371/2007, de 19 de octubre (BOE 23/10/2007) y corrección de errores (BOE 25/01/2008).

Akiyama H. Seismic Design of Steel Column for Architecture, in Japanese. - Tokyo (Japón) : Gibodoskupan, 1996.

Albareda Valls A. Doctoral Thesis: Numerical analysis of concrete-filled tubes with stiffening plates under large deformation axial loading. - Barcelona : Universitat Politècnica de Catalunya, 2012.

Altman W.G., Azizinamini A., Bradburn J.H., Radziminsky J.B. Moment-Rotation Characteristics of Semi-Rigid Steel Beam-Column Connections. Informe técnico. - Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Carolina del Sur (EEUU). 1982.

Anderson D. y Tahir M.M Economic Comparison Between Simple and Partial Strength Design Braced Steel Frames. - 1996. - En: R.Bjorhovde; A.Colson y R.Zandonini (Eds.), Connections in Steel Structures III: Behaviour, Strength and Design (pp. 527-534). Pergamon, Trento (Italia).

Ansys Inc. Software www.xansys.org (An online community for users of Ansys, Inc. Software).

ANSYS11.0 Release 11.0 documentation for Ansys. - [s.l.] : ANSYS Inc., 2007.

Attiogbe G. y Morris G.A. Moment Rotation Functions for Steel Connections: Journal of Structural Engineering, ASCE, 117 (Junio), 1991. - págs. 1703-1718.

Azizinamini A., Bradburn J.H. y Radziminski J.B. Static and Cyclic Behaviour of Steel Beam-Column Connections. Informe técnico, Structural Research Studies. - Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Carolina del Sur (EEUU). 1985.

Baniotopoulos C.C. Numerical Simulation: Principles, Methods and Models. En: M.Ivanyi y C.C. Baniotopoulos (Eds.), Semi-Rigid Connections in Structural Steelwork. - Springer Verlag, Udine (Italia) : CISM Courses and Lectures, 2000. - págs. 289-346.

Batho C. y Rowan H.C. The analysis of the moments in the members of a frame having rigid or semi-rigid connections under vertical loads.

Bayo E., Cabrero J.M. y Gil B. An effective component-based method to model semi-rigid connections for the global analysis of steel and composite structures: Engineering Structures 28, Elsevier, 2006. - págs. 97-108.

Bijlaard F. y Steenhuis M. Prediction of the influence of connection behaviour on the strength, deformations and stability of frames, by classification of connections. Proceedings at the Second International Workshop on Connections in Steel Structures. - Chicago (EEUU) : edit. by R. Bjorhovde, A. Colson, G. Haaijer and J. Stark, AISC, 1992. - págs. 307-318.

Bijlaard F.S.K., Nethercot D.A., Stark J.W.B, Tschemmerneegg F. y Zoetmeijer P. Structural Properties of Semi-Rigid Joints in Steel Frames. - Basel (Suíza) : IABSE Periodica nº2, Survey Report nº S-42/89, 1989.

Bjorhovde R., Colson A. y Brozetti J. Classification System for Beam-to-Column Connections: Journal of Structural Engineering, ASCE, 116 (11), 1990. - págs. 3059-3076.

Cabrero Ballarín J.M. Tesis Doctoral: Nuevas Propuestas para el diseño de pórticos y uniones semirrígidas de acero: Universidad de Navarra, 2006.

CEN European Committee for standardization. Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1.1: General Rules and rules for buildings. EN 1992-1-1: CEN, Diciembre 2004.

CEN European Committee for standardization. Eurocode 3: Design of steel structures -Part 1.8: Design of joints. EN 1993-1-8: CEN, Mayo 2005b.

CEN European Committee for standardization. Eurocode 3: Design of steel structures -Part 1-1: General Rules and Rules for Buildings. EN 1993-1-1:2005): CEN, Mayo 2005a.

CEN European Committee for standardization. Eurocode 3: Design of steel structures. Part 1-1: General rules and rules for buildings. ENV 1993-1-1:1992/A2: CEN, Octubre 1998.

CEN European Committee for standardization. Eurocódigo 3: Proyecto de Estructuras de Acero. Parte 1-1: Reglas Generales y Reglas para Edificación (ENV 1993-1-1, Abril 1992; ENV 1993-1-1 AC, Octubre 1992). - Madrid (España). : Aenor, 1996.

CEN European Committee for standarization Eurocode3: Design of Steel Structures. Part 1-8: Design of Joints. prEN 1993-1-8:2003: CEN TC 250/SC3, Diciembre 2003.

Chen W.F. Practical Analysis for Semi-Rigid Frame Design.: World Scientific, Singapur., 2000.

Chen W.F. y Kishi N. Moment-Rotation Relation of Top- and Seat-Angle Connections. Informe técnico CE-STR-87-4. - Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Purdue (EEUU). 1987.

Chen W.F. y N.Kishi Semi-Rigid Steel Beam-to-Column Connections: Database and Modelling: Journal of Structural Engineering,ASCE, 115(7), 1989. - págs. 105-119.

Chen W.F., Goto Y. y Richard Liew J.Y. Stability Design of Semi-Rigid frames: John Wiley&Sons, Inc., 1996.

Colson A. Theoretical Modeling of Semirigid Connections Behaviour: Journal of Constructional Steel Research,19, 1991. - págs. 213-224.

Couchman C.H. Design of Semi-continuous Braced Frames. Specialist Design Guides. - Ascot (Reino Unido) : The Steel Construction Institute, 1997.

Da S. Vellasco P.C.G., De Andrade S.A.L, Da Silva J.G.S, De Lima L.R.O y Brito Jr O. A parametric analysis of steel and composite portal frames with semi-rigid connections: Engineering Structures, 28, 2006. - págs. 543-556.

David H. Johnson P.E Principles of Simulating Contact Between Parts using ANSYS. - Erie, Pennsylvania (USA).

Dhillon B.S. y O'Malley III J.W. Interactive Design of Semirigid Steel Frames. - [s.l.] : ASCE, 1999. - págs. 556-564.

Dubina D., Grececa D. y Zaharia R. Evaluation on Static and Dynamic Structural Coefficient of Steel Frames with Semi-Rigid Joints Via Numerical Simulations. En: A. Bjorhovde, A. Colson y R. Zandonini (Eds), Connections in Steel Structures III: Behaviour, strenght and design. - Pergamon, Trento (Italia). 1996. - págs. 349-360.

F. Wald Patky sloupu - Column Bases. - Praga (República Checa) : České vysoké učené technické (CVUT), 1995. - ISBN: 80-01-01337-5.

Faella C., Piluso V. y Rizzano G. Structural Steel Semirig Connections: Theory, Design and Software. New Directions in Civil Engineering. - Boca Ratón, Florida (EEUU) : CRC Publishers, 2000.

Ferrer Ballester M. Tesis Doctoral: Estudio numérico y experimental de la interacción entre la chapa de acero y el hormigón. Para la mejora resistente de las losas mixtas frente al deslizamiento longitudinal. - Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, 2005.

Frye J.M. y Morris G.A. Analysis of Flexibly Connected Steel Frames: Canadian Journal of Civil Engineering, 1975. - págs. 280-291.

Goldberg J.E. y Richard R.M. Analysis of Non-linear Structures: Journal of the Structural Division, ASCE, 89., 1963.

Gomes F.C.T., Kuhkmann U., De Matteis G. y Mandra A. Recent Developments on Classification of Joints. En: R.Maquoi (Ed.), COST C1. Control of the Semi-Rigid Behaviour of Civil Engineering Structural Connections. Proceedings of the International Conference, pp. 187-198. European Communities, Lieja (Bélgica). - 1998.

Goto Y. y Miyashita S. Classification System for Rigid and Semirigid Connections: Journal of Structural Engineering, ASCE 124(7), 1998. - págs. 750-757.

Goto Y. y Miyashita S. Validity of Classification Systems of Semirigid Connections: Engineering Structures, 17(8), 1995. - págs. 5444-553.

Goverdhan A.V. Master Thesis: A Collection of Experimental Moment-Rotation Curves and Evaluation of Prediction Equations for Semi-Rigid Connections. Vanderbilt University, Nashville, Tennessee (EEUU), 1983.

Gresnigt A.M. (TU Delft), Jaspart J.P (University of Liège), Weynand K. (RTWH Aachen) y Wald F. (CTU in Prague). Application of the Component Method to Column Bases - Conference in Liege 1998-. - Brussels (Bélgica). 1999b. - págs. 155-166. - Proyecto Europeo COST C1 (Semi-rigid behaviour of civil engineering structural connections), Comité Técnico 10 de la ECCS (European Convention for Constructional Steelwork), que trabaja en la base teórica de las basas de pilares para el Eurocódigo 3.

Gresnigt A.M. (TU Delft), Jaspart J.P (University of Liège), Weynand K. (RTWH Aachen) y Wald F. (CTU in Prague). Steel column base classification. - Brussels (Bélgica) : Ed. K. Weynand, 1999a. - Proyecto Europeo COST C1 (Semi-rigid behaviour of civil engineering structural connections), Comité Técnico 10 de la ECCS (European Convention for Constructional Steelwork), que trabaja en la base teórica de las basas de pilares para el Eurocódigo 3.

Guardiola Vllora A. Tesis Doctoral: Comportamiento de los nudos semi-rígidos en estructuras metálicas de edificación. - Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2006.

Hasan R. Evaluation of Rigidity of Extended End-Plate Connections: Journal of Structural Engineering, ASCE 123(12)., 1997. - págs. 1595-1602.

Hasan R. Evaluation of Rigidity of Extended End-Plate Connections by Utilizing Updated Data Base. Informe teórico CE-STR-95-19, Universidad de Purdue (EEUU). - 1995.

Hasan R., Kishi N. y Chen W.F. A New Nonlinear Connection Classification System: Journal of Constructional Steel Research, 47., 1998. - págs. 119-140.

Ivanyi M. Direct Design Method of Steel Frames with Semi-Rigid Connections. En: M. Ivanyi y C.C. Baniotopoulos (Eds.), Semi-Rigid Connections in Structural Steelworks, CISM Courses and Lectures, pp. 87-98. Springer Verlag, Udine (Italia). - 2000.

Jaspart J.P Étude de la Semi-Rigidité des Noeuds Poutre-Colonne et son Influence sur la Résistance et la Stabilité des Ossatures en Acier: Universidad de Lieja (Bélgica), 1991. - Tesis doctoral.

Jaspart J.P, Steenhuis M y Weinand K The Stiffness Model of Revised Annex J of Eurocode 3. En: Kounadis (Ed.). - Balkema, Trento (Italia) : Eurosteel 2005: 4th European Conference on Steel and Composite Structures, 1995.

Kachlakev D. Finite element modeling of reinforced concrete structures strengthened with FRP laminates. - San Luis Obispo : California Polytechnic State University, 2001.

King C.M. y Owens G.W. Plastic Design of Single Storey Pitched Roof Portals to EC3, in Steel Structures -Eurosteel 95. - Rotterdam (Holanda). : Editorial Kounadis, 1996. - págs. 153-160. - ISBN 90-5410-554-2.

Kishi N. Effective Length Factor of Columns in Semirigid and Unbraced Frames: Journal of Structural Engineering, ASCE, 123(3), 1997a. - págs. 313-320.

Kishi N. Moment-Rotation Relation of Top- and Seat-Angle with Double Web-Angle Connections. En: R. Bjorhovde; J. Brozzetti y A. Colson (Eds.), Proceedings of the State-of-the-Art Works-hop on Connections and the Behaviour, Strength and Design of Steel Structures: Elsevier, Escuela Superior de Cachan (Francia), 1988. - págs. 121-134.

Kishi N. Study of Eurocode 3 Steel Connection Classification: Journal of Constructional Steel Research, 19(9), 1997b. - págs. 772-779.

Kishi N. PR Connection Database. En W.F. Chen (Ed.), Practical Analysis for Semi-Rigid Frame Design, World Scientific. - Singapur. 2000.

Kishi N. y Chen W.F. Data Base of Steel Beam-to-Column Connections, Structural Engineering Report nº CE-STR-86-26. - School of Civil Engineering, Purdue University, West Lafayette, IN. 1986.

Kozlowski A. Guidelines for Predesign of Steel Frames with Semi-Rigid Joints. En: B. Hoffmeister y O.Hechler (Eds), Eurosteel 2005: 4th European Conference on Steel and Composite Structures, Volumen C. - Verlag Mainz, Maastrich (Países Bajos). 2005. - págs. 4.10-197-4.10-204.

Krishnamurthy N. Analytical Investigation of Bolted Stiffened Tee-Stub. Informe técnico. Report CE-MBMA-1902. - Departamento de Ingeniería Civil, Universidad Vanderbilt (EEUU). 1978a.

Krishnamurthy N. Fresh Look at Bolted End-Plate Behaviour and Design : Engineering Journal, AISC, 2(15), 1978b. - págs. 39-49.

Kukreti A.R, J.M.Murray y Ghassemieh M. Finite element modeling of large capacity stiffened steel tee-hanger connections: Computers&Structures, 32(2), pp. 409-422, 1989.

Kukreti A.R., Murray J.M. y Abolmaali A. End Plate Connection Moment-Rotation Relationship: Journal of Constructional Steel Research,8, 1987. - págs. 137-157.

Lawrence K.L. Ansys Tutorial, Release 11.0. Structural & Thermal Analysis Using the ANSYS Release 11.0 Environment. ISBN 978-1-58503-400-0. - Arlington (Estados Unidos). 2007.

Li T.Q., Choo B.S. y Nethercot D.A. Determination of Rotation Capacity Requirements for Steel and Composite Beams. - [s.l.] : Journal of Constructional Steel Research, 32., 1995. - págs. 303-332.

Malone A.W Concrete filled steel tubular columns, a finite element study.. - Amherst : Department of civil and environmental review. University of Massachussetts, 1998.

Massonnet Ch. y Save M. Calcul plastique des constructions, Volume 1: Structures dépendant d'un paramètre. 3a edición. - Liège (Bélgica) : Nelissen, 1976.

Moncaraz P.D. y Gestle K.H. Steel Frames with Nonlinear Connections: Journal of Structural Division, ASCE, 107, 1981. - págs. 1427-1441.

Nethercot D.A. Steel Beam-to-Column connections: A review of Test Data and its Applicability to the Evaluation of Joint Behaviour in the Performance of Steel Frames: CIRIA Report, RP338, 1985a.

Nethercot D.A. Utilization of Experimentally Obtained Connection Data in Assessing the Performance of Steel Frames, in Connection Flexibility and Steel Frames: Ed. Chen, W.F., 1985b.

Nethercot D.A. y Zandonini R. Methods of prediction of joint behaviour: Elsevier Applied Science Publisher, 1989.

Nethercot D.A., Li T.Q. y Ahmed B. Unified Classification System for Beam-to-Column Connections: Journal of Constructional Research, 45(1), 1998. - págs. 39-65.

Picard A., Giroux Y.M. y Brun P. Discussion of Analysis of Flexibly Connected Steel Frames: Canadian Journal of Civil Engineering, 1976. - págs. 350-352.

Piluso V., Faella C. y Rizzano G. Ultimate Behaviour of Bolted T-Stub. II Model Validation: Journal of Structural Engineering, ASCE, 127(6), 2001. - págs. 694-704.

Poggi C. A finite element for the analysis of semi-rigid frames: publicado en Connection in Steel Structures-Behaviour, Strength and Design, 1988b.

Poggi C. A finite element model for the analysis of flexibly connected steel frames: publicado en Connection in Steel Structure-Behaviour, Strength and Design, 1988a.

Ramberg W. y Osgood W.R. Description of Stress-Strain Curves by three-Parameters. Informe técnico 902, National Advisory Committee for Aeronautics. 1943.

Richard Liew J.Y., White D.W. y Chen W.F. Limit States Design of Semi-Rigid Frames Using Advanced Analysis. Part 1: Connection Modeling and Classification: Journal Constructional Steel Research, Vol.26, 1993.

Richard R.M. y Abbott Versatile Elastic-Plastic Stress-Strain Formula. - [s.l.]: Journal of Engineering Mechanics Division, ASCE, 101 (EM4), 1975. - págs. 511-515.

Rodríguez J. y Orta M.B. Métodos Avanzados de Análisis de Estructuras I. Ejemplos prácticos con ANSYS. ISBN: 84-95365-09-X. - Madrid: Cuadernos del Instituto Juan de Herrera de la Escuela de Arquitectura de Madrid, 1999.

Rodríguez Matienzo J. y Otero Pereiro L. Modelo de un muelle de ballestas considerando la fricción entre hojas. - Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. Ciudad de La Habana, Cuba: Ingeniería Mecánica [en línea] 2006, vol. 9 nº1. ISSN (Versión impresa): 1029516X, Enero - Abril 2006.

Sanchez G. Tesis doctoral: Diseño óptimo de estructuras metálicas con uniones semirrígidas y comportamiento no lineal: Departamento de Ingeniería Mecánica y Energética, Universidad de Murcia., 1999.

Sasaki M. Flux Structure: Toto Shuppan. 2005.

Schwarz M. Flexible plate on concrete support (in Czech). - Praga (República Checa): České vysoké učení technické (CVUT), 1997.

Seifert J. y Wald F. The Column-Bases Stiffness Classification -in Nordic Steel Colloquium-. - Odense: 1991.

Sheldon Imaoka Contact Analysis Tips (Memo number: STI0902). - Enero 2009.

Sheldon Imaoka Sheldon's ANSYS Tips and Tricks: Understanding Lagrange Multipliers (Memo numero: STI:01/07). - Noviembre 2001.

Simoès da Silva L. y Girao Coelho A. An analytical Evaluation of the Response of Steel Joints under Bending and Axial Force: Computers & Structures,79, 2001. - págs. 873-881.

Simoès da Silva L., Santiago A. y Vila Real P. Post-Limit Stiffness and Ductility of End-Plate Beam-to-Column Steel Joints: Computer & Structures 80, 2002. - págs. 515-531.

Snijder H.H. Evaluation of test results on welded connections in order to obtain strength functions and suitable model factor. - Delft : [s.n.], 1988.

SSEDTA Lección 17: Caracterización e Idealización de las Uniones que Soportan Momento. En: SSEDTA (Eds), Eurocódigo para Estructuras de Acero. Desarrollo de una propuesta Transnacional. - 1999.

Steenhuis C.M., Gresnigt A.M. y Weynand K. Pre-Design of semi-rigid joint in steel frames, in COST C1, Proceeding of the 2nd state of the workshop. - Prague : [s.n.], 1994. - págs. 131-140.

Tsai K.C y Popov E.P Steel Beam-Column Joints in Seismic Moment Resisting Frames. Informe técnico Report UCB/EERC-88/19, Earthquake Engineering Research Center. - Berkeley (Estados Unidos): University of California, 1988.

Tschammerneg F. y Huber G. Classification and Assessment of Joints. - 1998. - Informe técnico Doc. C1/WD2/98-02, COST C1 WG2 Meeting.

Vandegans D. Column Bases: Experimental and Application of Analytical Models. - Bruselas (Bélgica) : Research Centre of the Belgian Metalworking Industry, 1997.

Wald F. Patky sloupu, Column Bases. ISBN- 80-01-01337-5. - Praga (República Checa) : České vysoké ecení technické (CVUT), 1995.

Wald F. y Sokol Z. Column Base Stiffness Classification, in Stability and Ductility of Steel Structures. - Nagoya. 1997. - págs. 675-682..

Wu F.S. y Chen W.F. A design model for semi-rigid connections: Engineering Structures, 12(2), 1990. - págs. 88-97.

Yee Y.L. y Melchers R.E. Moment-Rotation Curves for Bolted Connections : Journal of Structural Engineering, ASCE, 112(3), 1986. - págs. 615-635.

Zoetemeijer P. Summary of the Research on Bolted Beam-to-Column Connections (period 1978-1983).. - Delft : Report N 6-85-M, Steven Laboratory, 1983.

**Estudio de la precisión del método de los componentes para la predicción del comportamiento rotacional de una basa de pilar.
Propuestas de mejora para el caso de estudio.**
© 2015 Jaume Alentorn Puigcerver. UPC.



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA**
BARCELONATECH



Escola Tècnica Superior
d'Arquitectura de Barcelona