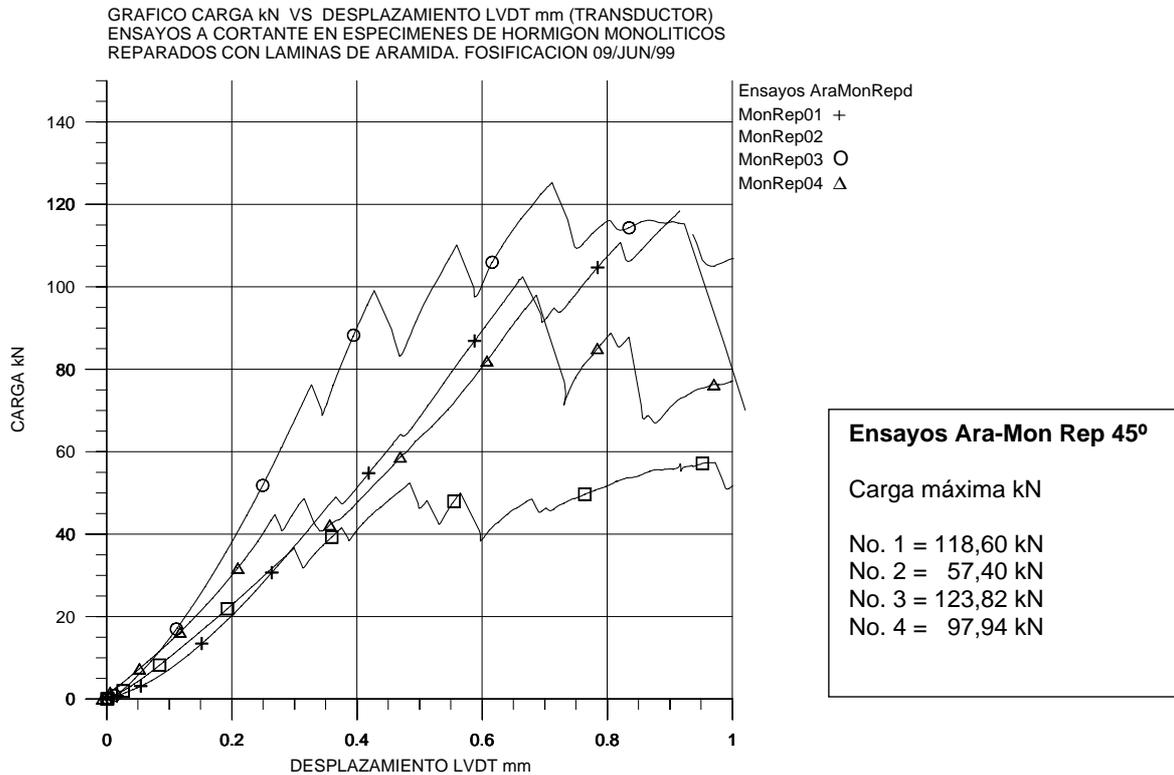


SERIE DE ENSAYOS ARAMIDA MONOLÍTICO-REPARADOS A 45°

La siguiente gráfica está compuesta por los ensayos a cortante en las probetas Mon-Rep con láminas de aramida adheridas longitudinalmente con una inclinación de 45°, donde se graficó “carga (kN) vs desplazamiento LVDT (mm)”

GRÁFICO A6 ENSAYOS ARA-MON-REP 45°



En esta serie de ensayos, se presentó un comportamiento un poco variado. Aparentemente se presentaron las mismas características en las probetas, pero, en las mismas condiciones de ensayo, se obtuvieron resultados distintos.

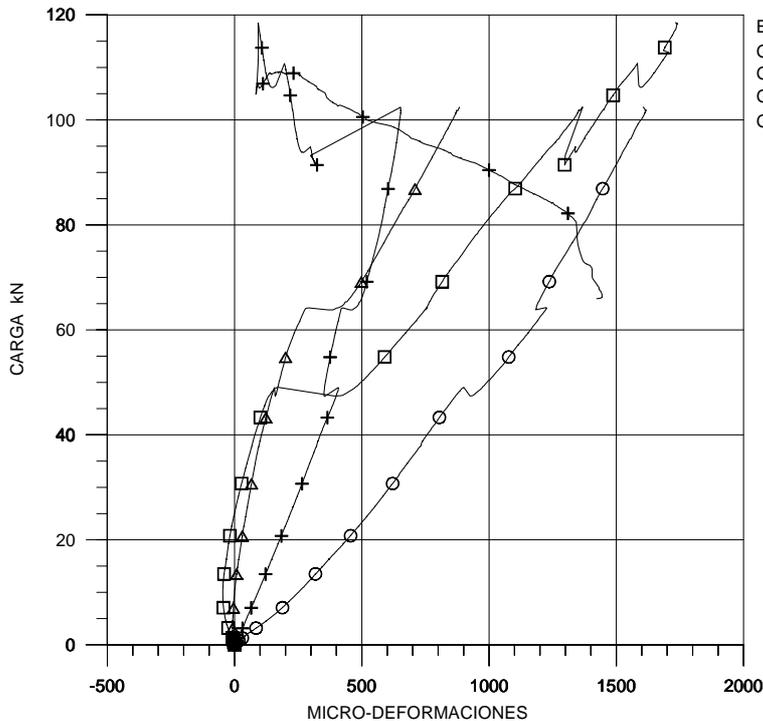
En esta serie de ensayos se tomaron los ensayos No. 01 y No. 04 como representativos de esta serie, debido a que éstos son muy semejantes y están muy próximos a los valores medios.

Estos ensayos presentan un comportamiento lineal hasta alcanzar los 100 kN en promedio.

Las siguientes cuatro gráficas muestran el comportamiento de las láminas FRP sometidas a tensiones. Las deformaciones se muestran en los gráficos “carga kN vs galgas (micro-deformaciones)” de cada ensayo.

GRÁFICO A7 ENSAYO ARA-MON-REP 45° No. 01

GRAFICA CARGA VS MICRO-DEFORMACIONES No. 1
ENSAYO A CORTANTE EN ESPECIMEN DE HORMIGON
MONOLITICO REPARADO CON LAMINAS DE ARAMIDA. DOSIFICACION 09/JUN/99



Ensayo MonRep01
Galga 1 +
Galga 2 x
Galga 3 o
Galga 4 Δ

Ensayo Mon-Rep 01

Carga Máx. 118,6 kN

Deformación máxima
obtenida hasta la carga
máxima.

Galga	Micro-Def. $\mu\epsilon$
1	654
2	1.730
3	1.615
4	885

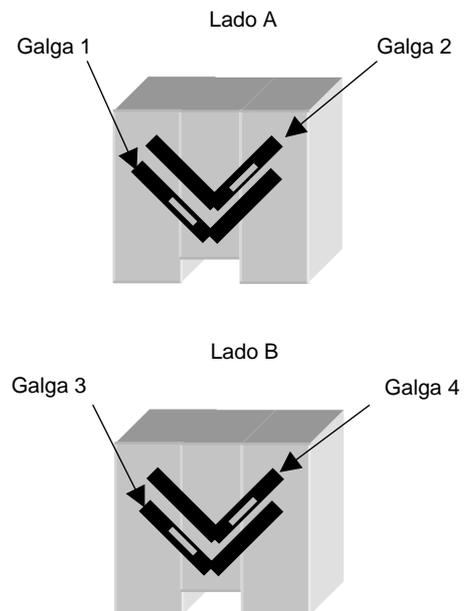
Micro-Def. media = 1221

Descripción global del ensayo Ara Mon-Rep 45° 01

Desde el inicio de la aplicación de la carga en esta probeta se registraron deformaciones de tracción. Las galgas situadas en las láminas inferiores de la probeta son las que empezaron a deformarse más rápidamente y con mayor linealidad en su comportamiento carga vs micro-def.

La lámina con la galga 3 fue la que se deformó más rápidamente, ya que sobre esta lámina cruzaba una fisura, que posteriormente se propagó hacia las láminas superiores de ese extremo de la probeta. Esto se puede verificar al ver el salto por deformación de la galga 2 al llegar a los 48 kN de carga (aprox. 40% de la carga máxima)

Al llegar al 88% de la carga máxima se presentó el desprendimiento casi simultáneo de las láminas 7 y 6 con las galgas 3 y 4 respectivamente.



Esquemas de ubicación de las galgas de deformación sobre las láminas de aramida.

FOTOS DE ENSAYO ARAMIDA MONOLÍTICO-REPARADO A 45° No. 01

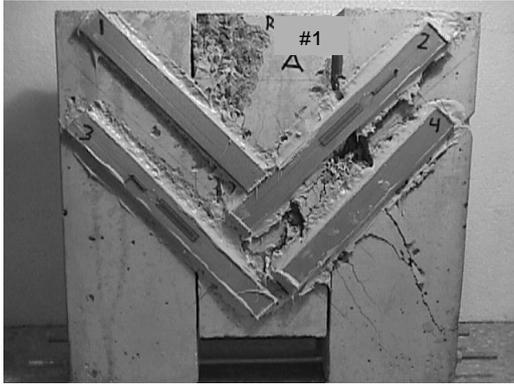


Fig. A18 Una vez reparada la probeta por daños por cortante, se prosiguió con la aplicación de la carga por medio del pistón. Esto generó momentos que provocaron la propagación de las fisuras existentes con una orientación aproximada de 45° como lo muestra esta foto.

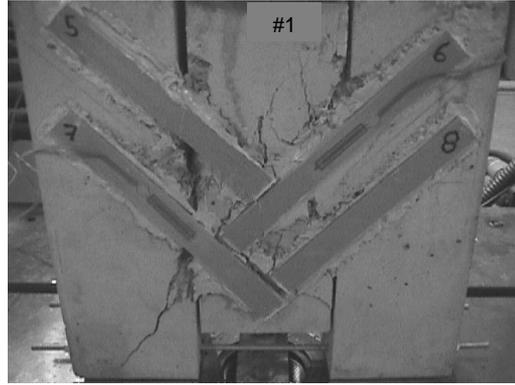


Fig. A19 Las láminas con las galgas 2 y 3 son las que están ubicadas en la zona de mayor daño en la probeta y por lo tanto son las láminas que estuvieron sometidas a mayores esfuerzos.

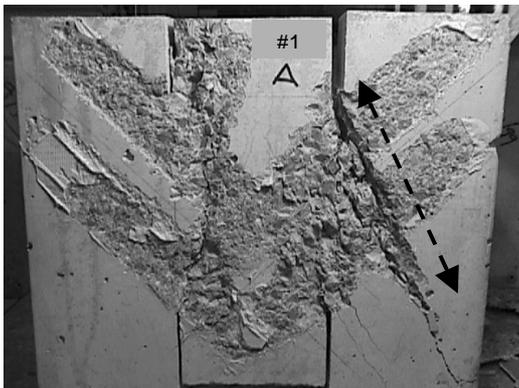


Fig. A20 Esta foto muestra el estado de la probeta del lado "A" una vez retiradas las láminas de refuerzo después de ensayarlas.

La fisura diagonal del extremo derecho se prolongó hasta llegar a la zona de entalle de la probeta tal y como lo señala la flecha.

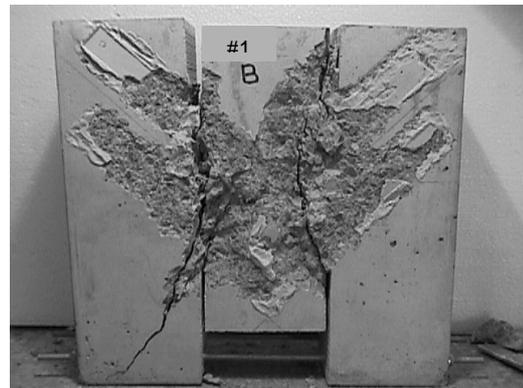


Fig. A21 En esta foto se muestra claramente las fisuras generadas desde el lado "B" de la probeta una vez retiradas las láminas después de ensayarlas.

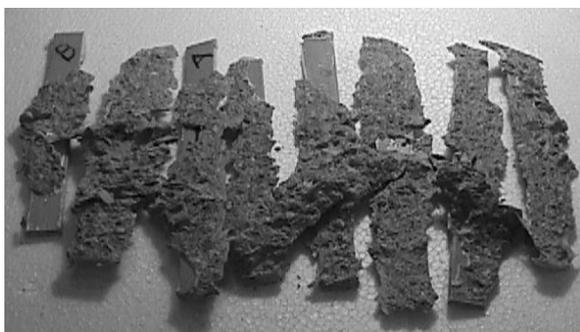
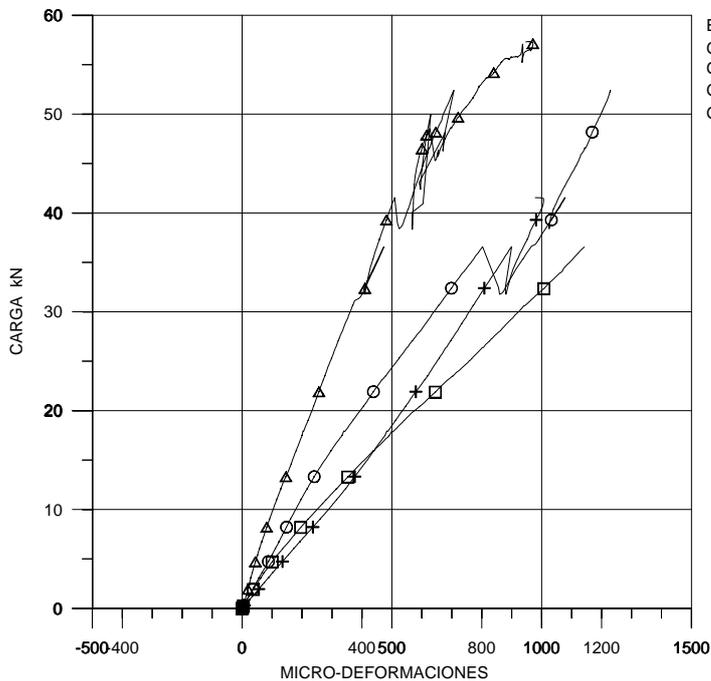


Fig. A22 Esta foto muestra las láminas de aramida desprendidas de la superficie de hormigón durante el ensayo. En ellas se puede valorar la eficiencia de adherencia del compuesto resina-fibra a la superficie de hormigón en función de la cantidad de hormigón que fue desgarrado o desprendido bajo la acción de los esfuerzos cortantes.

Este ensayo presenta una adherencia del 90% del compuesto resina-fibra a la superficie de hormigón. El incremento de un 20% aproximado de adherencia con respecto a los ensayos A Mon-Ref45° es debido a que parte del hormigón superficial tenía fisuras internas previas a ser ensayadas.

GRÁFICO A8 ENSAYO ARA-MON-REP 45° No. 02

GRAFICA CARGA VS MICRO-DEFORMACIONES No. 2
ENSAYO A CORTANTE EN ESPECIMEN DE HORMIGON
MONOLITICO REPARADO CON LAMINAS DE ARAMIDA. DOSIFICACION 09/JUN/99



Ensayo Mon-Rep 45° 02

Carga Máx. = 57,40 kN

Deformación máxima obtenida

Galga	Micro-Def. ($\mu\epsilon$)
1	1015
2	1150
3	1230
4	975

Micro-Def. media = 1093

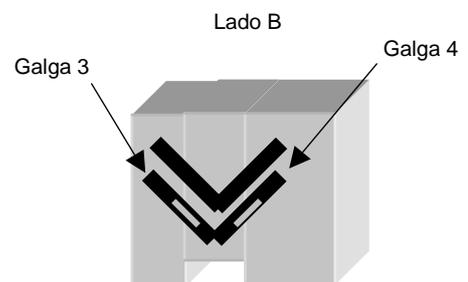
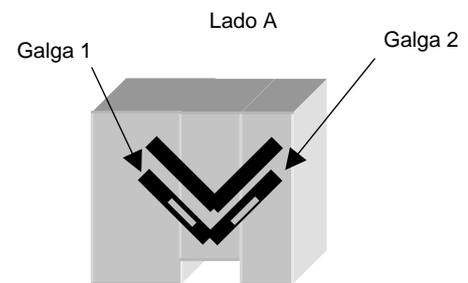
Descripción global del ensayo Ara Mon-Rep45° 02

A diferencia del primer ensayo de esta serie (Ara Mon-Rep 45° 01), éste resultó con una capacidad de carga de tan sólo un 48% y las deformaciones promedio de un 68% con respecto al ensayo anterior

Este ensayo está muy por debajo de la media en cuanto a las magnitudes de carga, rigidez y deformaciones con respecto a los ensayos 1, 3 y 4 de esta serie (Monolíticos Reparados).

En este ensayo todas las láminas trabajaron eficientemente desde un principio, lo cual se confirma en las deformaciones registradas por las galgas.

Las láminas fueron sometidas a esfuerzos de tracción deformándose linealmente con respecto a la carga, tal como lo muestra el gráfico A8. La deformación lineal se obtuvo hasta el 63% de la carga máxima. Posteriormente a esta carga la fisura siguió tomando carga, pero a partir de este punto empezó el proceso de propagación de las fisuras.



Esquemas de ubicación de las galgas de deformación sobre las láminas de aramida

FOTOS DE ENSAYO ARAMIDA-MONOLÍTICO-REPARADO A 45° No. 02

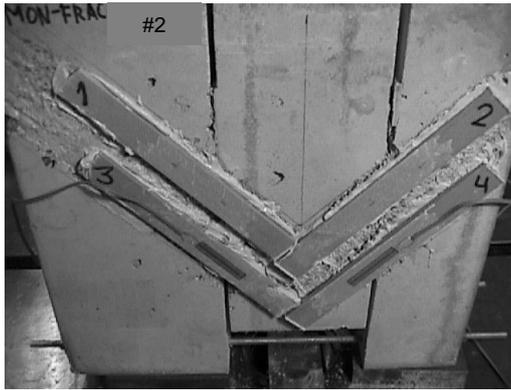


Fig. A23 En esta foto en el lado "A" se pueden apreciar como se desarrollaron fisuras superficiales a lo largo de las láminas sobre el bloque central.

Las láminas se desprendieron por el centro de la probeta.

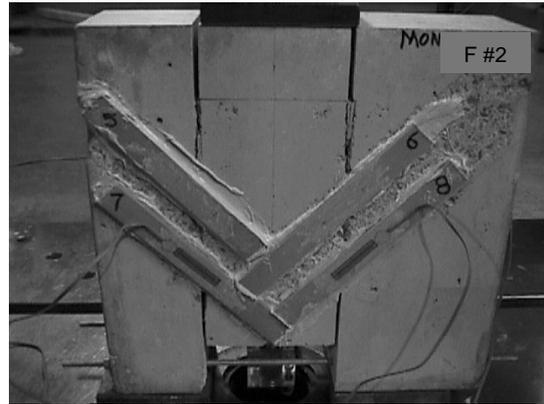


Fig. A24 A pesar de que existía una diferencia en la superficie de apoyo de los bloques laterales de la probeta, se tomó el cuidado necesario para que la superficie de refuerzo fuera la misma.

Debido a la asimetría en la base de los bloques laterales, el centro de la carga aplicada se desplazó hacia el bloque de menor área ya que el centro de gravedad se desplazó hacia la base mayor, tal como se muestra en la Fig. A25.

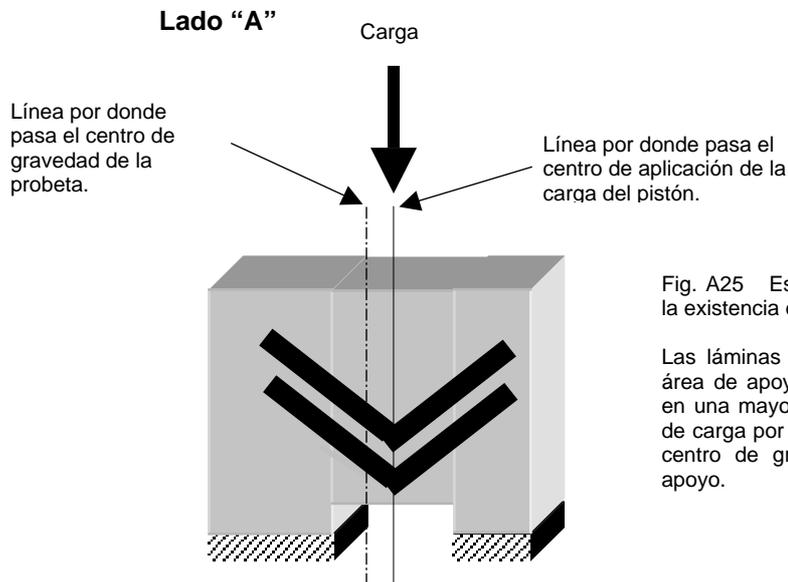
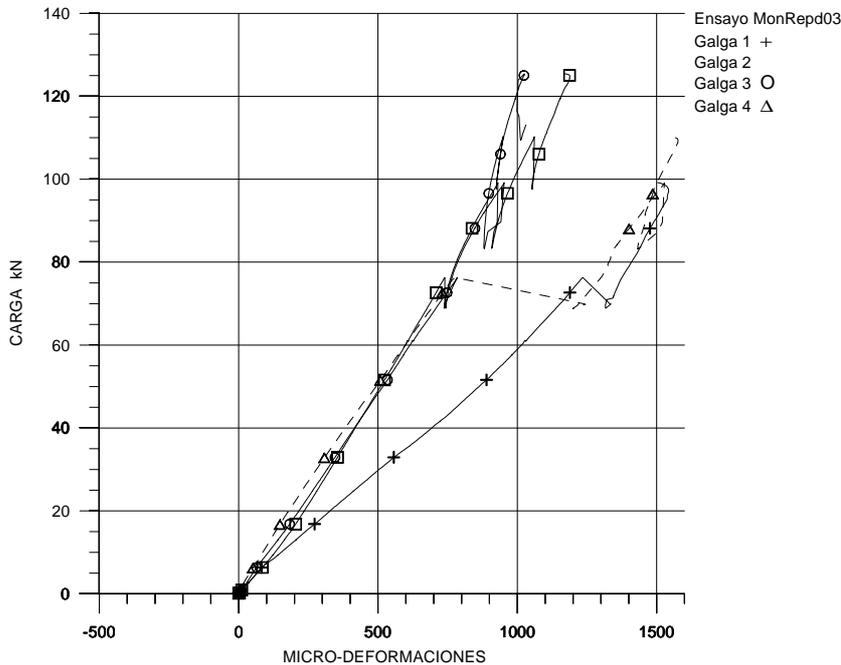


Fig. A25 Esquema de la probeta mostrando la existencia de los apoyos asimétricos.

Las láminas adheridas al extremo de menor área de apoyo fueron las que se deformaron en una mayor cantidad, debido al mayor flujo de carga por dicho extremo ya que se tenía el centro de gravedad más distante de dicho apoyo.

GRÁFICO A9 ENSAYO ARA-MON-REP 45° No. 03

GRAFICA CARGA VS MICRO-DEFORMACIONES No. 3
 ENSAYO A CORTANTE EN ESPECIMEN DE HORMIGON
 MONOLITICO REPARADO CON LAMINAS DE ARAMDA. DOSIFICACION 09/JUN/99



Ensayo Mon-Rep 03

Carga Máx. = 123,82kN

Deformación $\mu\epsilon$
 Máxima obtenida

Galga	Micro-Def
1	1550
2	1190
3	1020
4	1570

Micro-Def. media = 1333

Descripción global del Ensayo Ara Mon-Rep45° 03

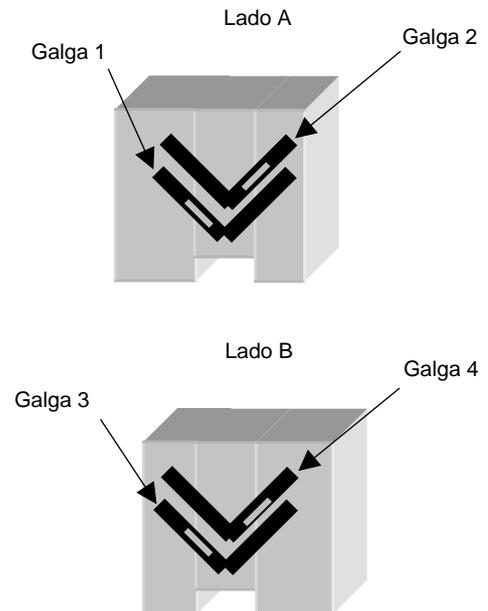
Este ensayo fue el que presentó la mayor capacidad de carga y el mejor comportamiento en cuanto a la deformación de las láminas, ya que tres de las cuatro galgas se deformaron en forma casi idéntica, tal como lo muestra el gráfico Ara Mon-Ref45° 04.

La galga 1 fue una de las que registró mayores deformaciones a pesar de estar ubicada en una de las láminas en el extremo de la probeta con mayor base de apoyo.

Cuando la carga llegó a los 76 kN se presentó un salto de carga debido al desprendimiento de la lámina No. 8 causando la deformación repentina de la lámina No. 7 (galga 4) tomando los esfuerzos que le correspondían a la lámina 8; posteriormente se estabilizó el ensayo continuando el incremento de carga y propagación de las fisuras ya existentes.

La segunda lámina en desprenderse fue la No. 3
 La tercer lámina en desprenderse fue la No. 6
 La cuarta lámina en desprenderse fue la No. 2
 La quinta lámina en desprenderse fue la No. 7

La probeta soportó carga sin ningún daño en el refuerzo hasta el 60% de la carga máxima. A pesar de que las láminas empezaron a desprenderse y las fisuras siguieron propagándose, la probeta siguió tomando carga



Esquemas de ubicación de las galgas de deformación sobre las láminas de Aramida

FOTOS DE ENSAYO ARAMIDA MONOLÍTICO REPARADO A 45° No. 03

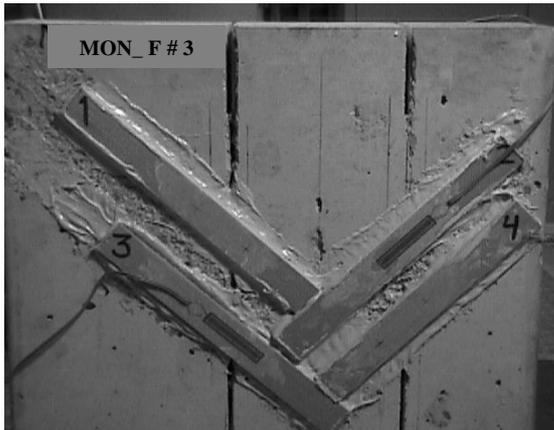


Fig. A26 Probeta con base asimétrica vista del lado "A" La diferencia entre las superficies de apoyo es de un 30%.

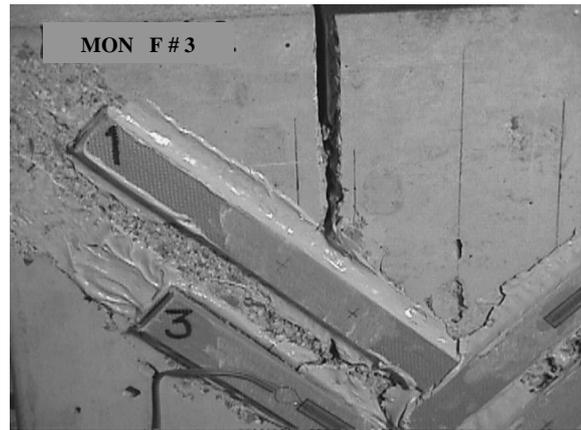


Fig. A27 Esta foto es un acercamiento de la probeta, posteriormente al ensayo, mostrando el desprendimiento de las láminas 2 y 3 por el centro de la probeta.

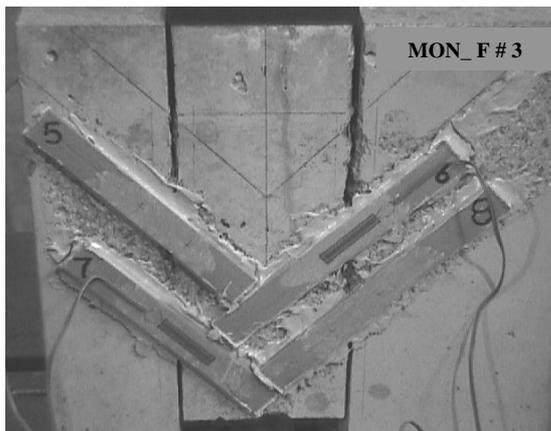


Fig. A28 Lado "B" de la probeta. Esta foto fue tomada durante el ensayo, en la cual se muestra el desprendimiento de la lámina 6 por su extremo superior y el desprendimiento de la lámina 8 por su extremo inferior.

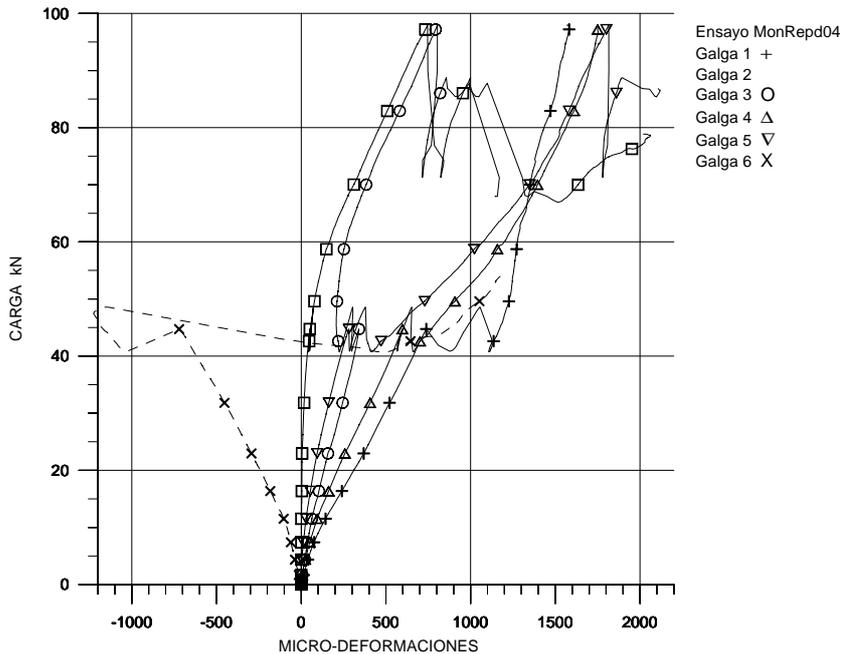


Fig. A29 Esta foto es un acercamiento del lado "B" donde se muestra el desprendimiento a todo lo largo de la lámina 6

Es importante mencionar que a pesar de que existían barras de pretensado inferior, se puede deducir que se desarrollaron momentos flectores que produjeron mayores esfuerzos en las fibras inferiores. Esto se pudo conocer en parte por el orden en que se fueron desprendiendo las láminas de refuerzo, empezando por las láminas inferiores, y también se verifica al comparar las pendientes Carga-Deformación entre las láminas inferiores y superiores.

GRAFICO A10 ARA-MON-REP 45° No. 04

GRAFICA CARGA VS MICRO-DEFORMACIONES No. 4
ENSAYO A CORTANTE EN ESPECIMEN DE HORMIGON
REPARADO CON LAMINAS DE ARAMIDA. DOSIFICACION DE 09/JUN/99



Ensayo Mon Rep 04

Carga Máx. 97,94 kN

Deformaciones $\mu\epsilon$

Máximas obtenidas

Galga	Micro-Def.
1	1559
2	2065
3	1171
4	1735
5	2118
6	1176

Micro-Def. media = 1730

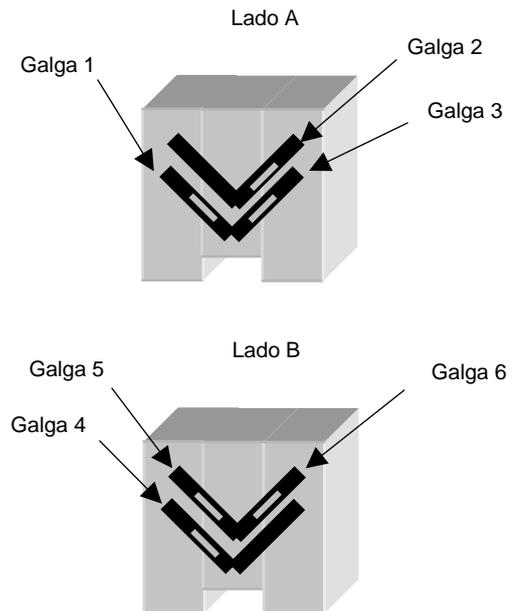
Descripción global del ensayo Ara Mon-Rep 45° 04

Este ensayo presentó una geometría simétrica. A diferencia de los ensayos anteriores este fue instrumentado en 6 de sus 8 láminas de refuerzo.

Las galgas 2 y 3 presentaron deformaciones similares por estar en láminas del mismo lado y extremo. El mismo comportamiento lo tuvieron las galgas 4 y 5.

Al recibir la probeta el 47% de la carga máxima, esta empezó a propagar las fisuras ya existentes. Las láminas se mantuvieron adheridas al hormigón en su totalidad hasta que se alcanzó la carga máxima.

La galga 6 ubicada en la lámina 6 fue la única que registró deformaciones a compresión y que cambió drásticamente el sentido de deformación de compresión a tracción, tal como lo muestra el gráfico A10.



Esquemas de ubicación de las galgas de deformación sobre las láminas de aramida

FOTOS DEL ENSAYO ARAMIDA MONOLÍTICO REPARADO A 45° No. 04

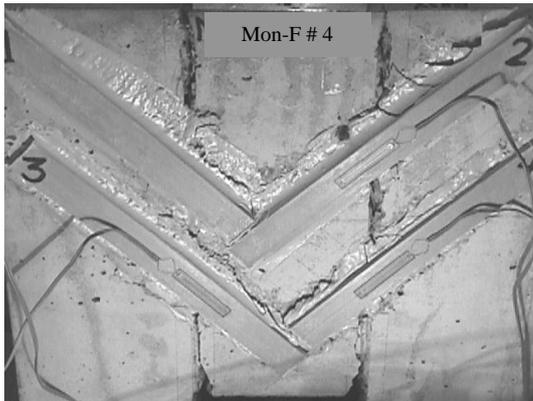


Fig. A30 Esta foto muestra en general como las láminas de refuerzo se desprendieron de la parte central de la probeta a excepción de la lámina 2, en la cual se desprendió por su extremo superior.

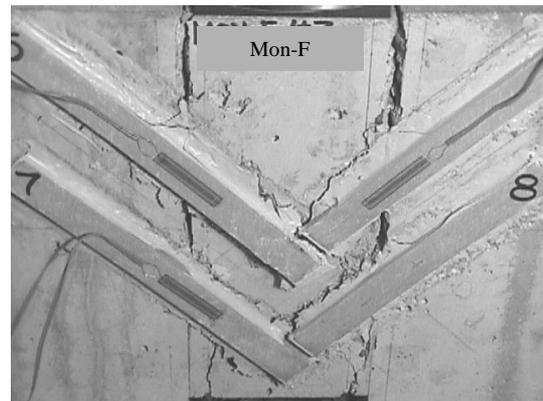


Fig. A31 En el lado "B" todas las láminas se desprendieron del hormigón por el centro de la probeta, quedando adheridas las láminas a los extremos de la probeta.

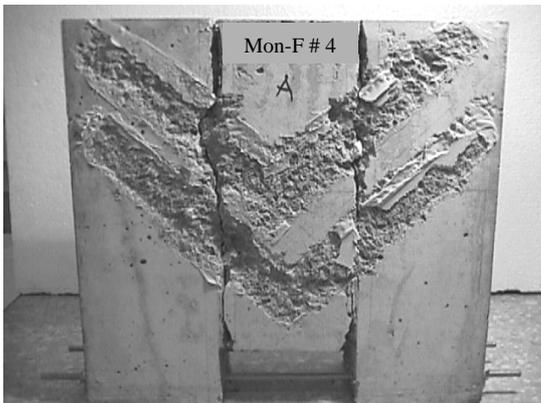


Fig. A32 Una vez realizado el ensayo, se retiraron las láminas de los extremos de la probeta. En esta foto lo que más se valora es el desprendimiento del hormigón de la superficie en el centro de la probeta, ya que el desprendimiento de las láminas en los costados posteriormente al ensayo fue en forma manual, aplicando una fuerza perpendicular a la superficie de adherencia.

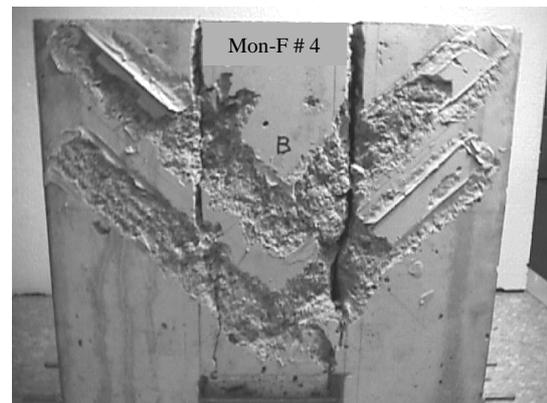


Fig. A33 La buena adherencia Hormigón-resina se pudo confirmar principalmente por las deformaciones registradas por las galgas.

Las galgas demuestran nuevamente que las láminas adheridas en la zona inferior estuvieron sometidas a mayores esfuerzos de tracción.

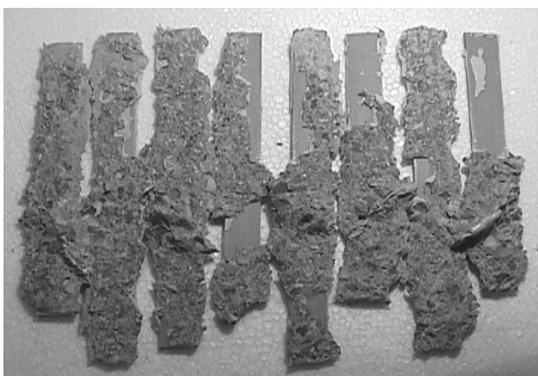


Fig. A34 Esta foto muestra las láminas de aramida desprendidas del hormigón durante el ensayo. En ellas se puede valorar la eficiencia de adherencia del compuesto resina-fibra a la superficie de hormigón en función de la cantidad de hormigón que fue desgarrado o desprendido bajo la acción de los esfuerzos cortantes en la probeta.

Este ensayo presentó una adherencia del 83% del compuesto fibra-resina a la superficie de hormigón.

