

**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](http://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](http://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](http://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

Universidad Politécnica de *Catalunya*

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

**Tesis doctoral**  
**Puentes de la época medieval en las cuencas de los ríos *Ter, Fluvià y Muga***

ANEXOS

Esquemas geológicos, Mapas y Planos

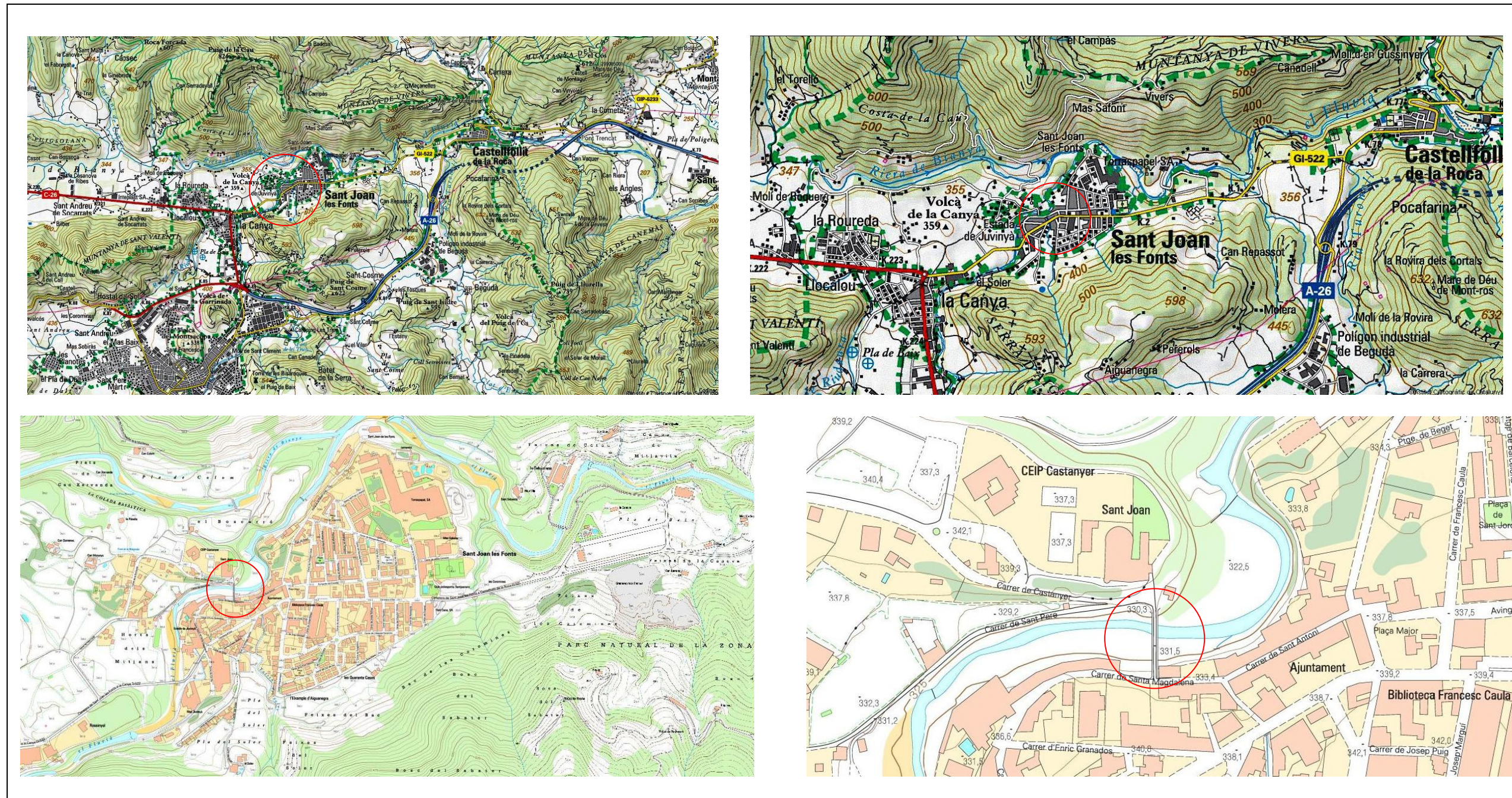
**Ángel López**

Julio 2010

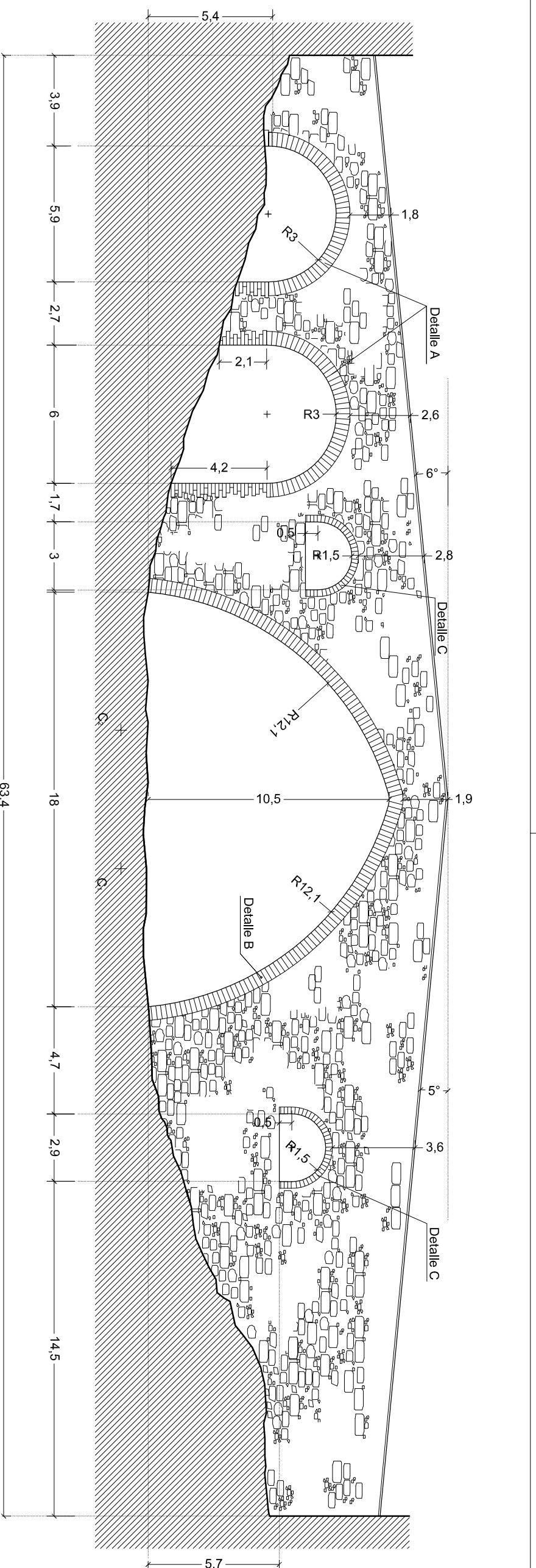
**Director Dr. Salvador Tarragó Cid**

## **Sant Joan les Fonts**

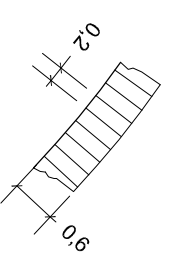
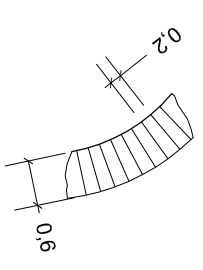
Puente décimo segundo



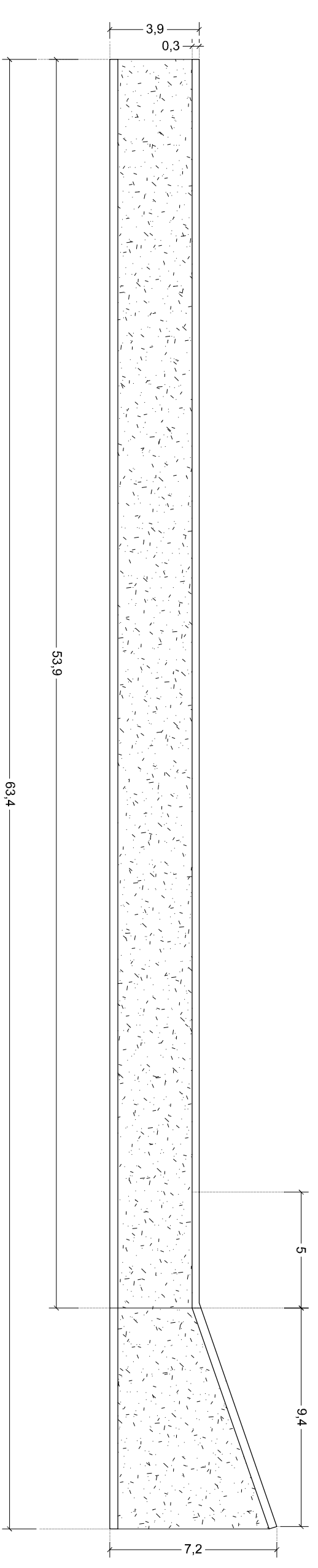
Imágenes M 12: Situación del puente de *Sant Joan les Fonts*



Detalle A; E 1:100

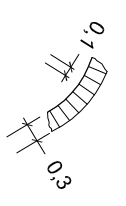


Detalle B; E 1:100

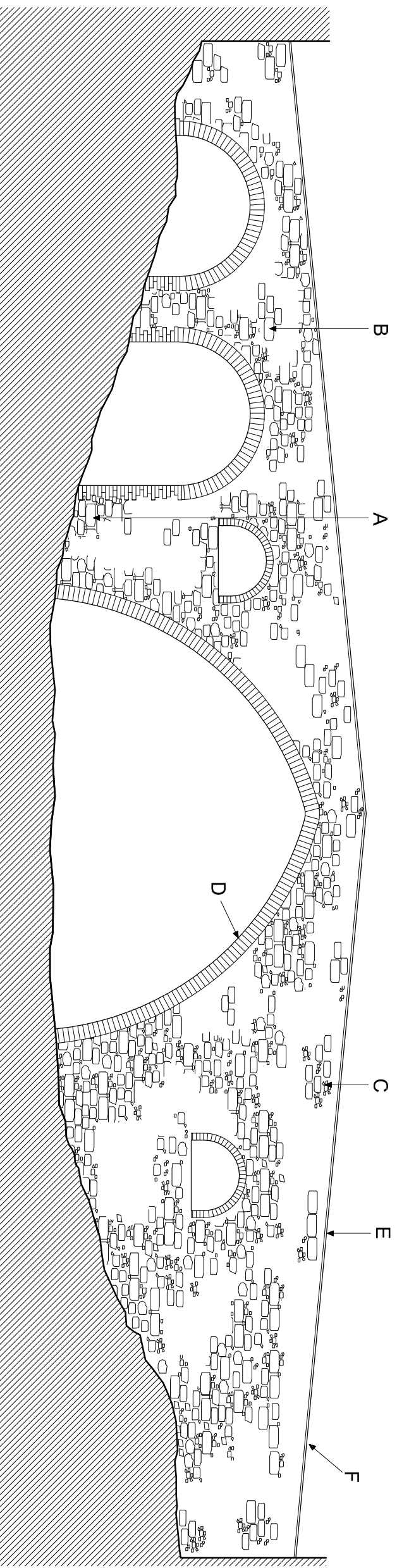


Altura del perfil : 0.87 metros

Detalle C; E 1:100



Croquizado y revisado por / Dibujado por: A. López / C. Suárez	Fecha 09/12/09	Número de plano: P12-1/6	Nombre del plano: Cotas y Secciones	Escala: E: 1/200	Puente: Sant Joan les Fonts
---	-------------------	-----------------------------	--	---------------------	--------------------------------



## Materiales que componen el paramento visto desde aguas abajo



**A** Sillarejo, lajas y ripio de piedra volcánica de color negro y granate, unidades con mortero de cal.



**B** Mampostería de cal y piedra volcánica de color negro.

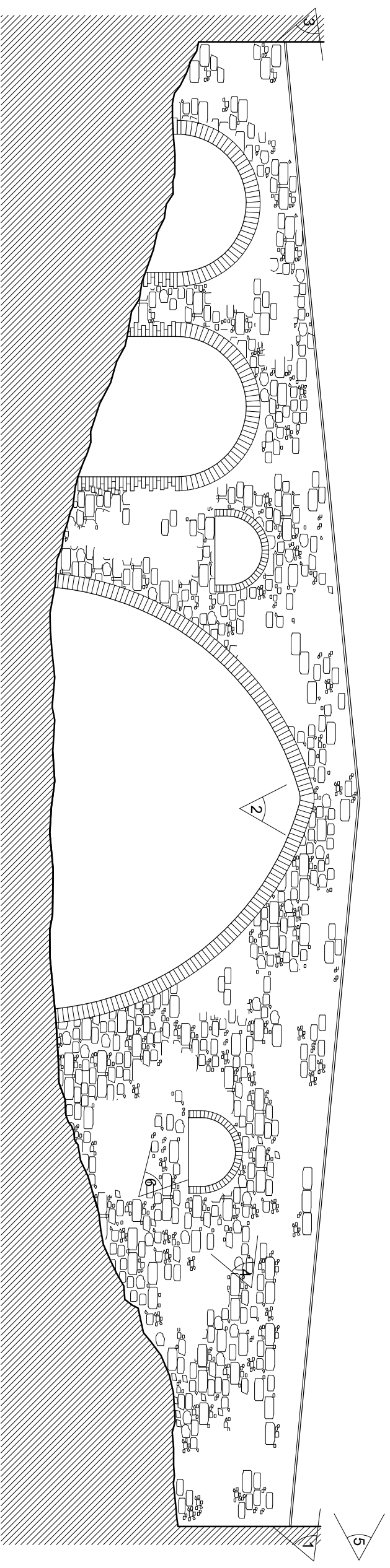


**C** Mampostería ordinaria con mortero de cal.

**D** Los arranques de sillarejo, mampuestos, lajas y ripio de diferentes tipos de piedra unidos con mortero de cal y de cemento. Se observan pérdidas de mortero en las uniones.

**E** Pretilles de mampostería de cal y cemento terminadas con lajas grandes.

**F** Capa de rodadura formada con aglomerado asfáltico.



1. Paramento desde orilla derecha aguas arriba



2. Clave del arco central desde aguas arriba



3. Paramento desde orilla izquierda aguas arriba



4. Pila y arquillo de aligeramiento desde orilla izquierda aguas abajo



5. Calzada en trazado horizontal respecto al eje longitudinal del puente



6. Detalle de la bóveda del arquillo de aligeramiento

Fotografías por / Dibujado por:  
A. López / C. Suárez

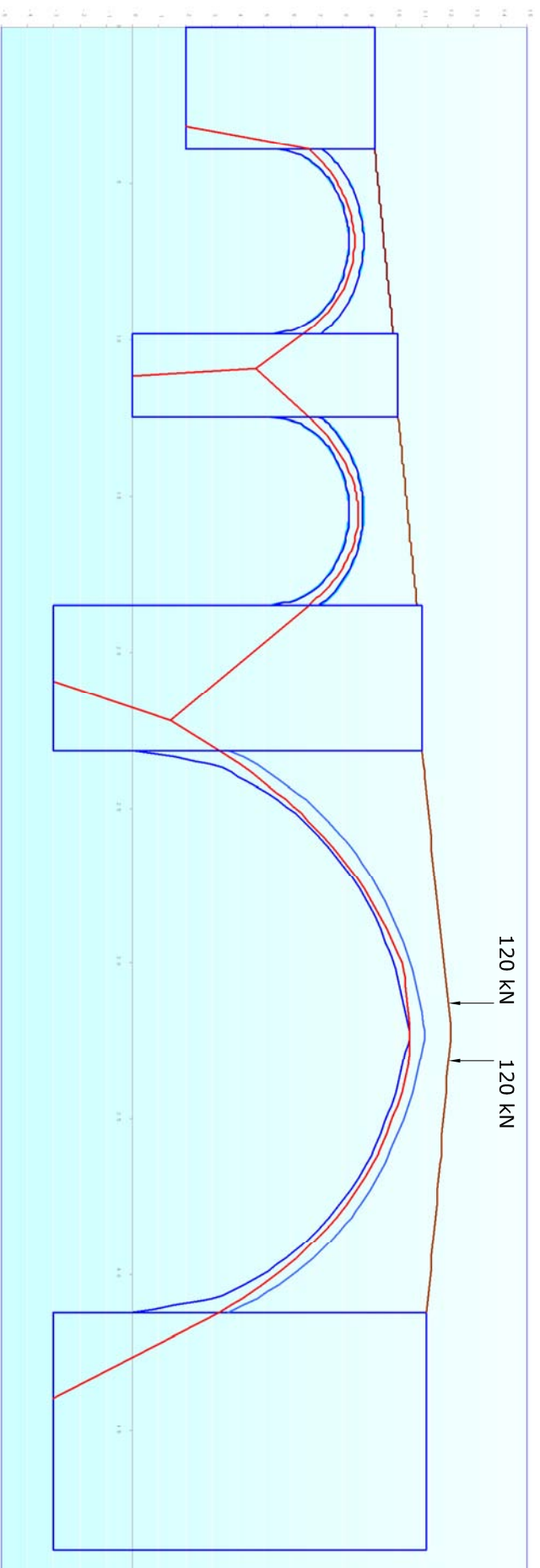
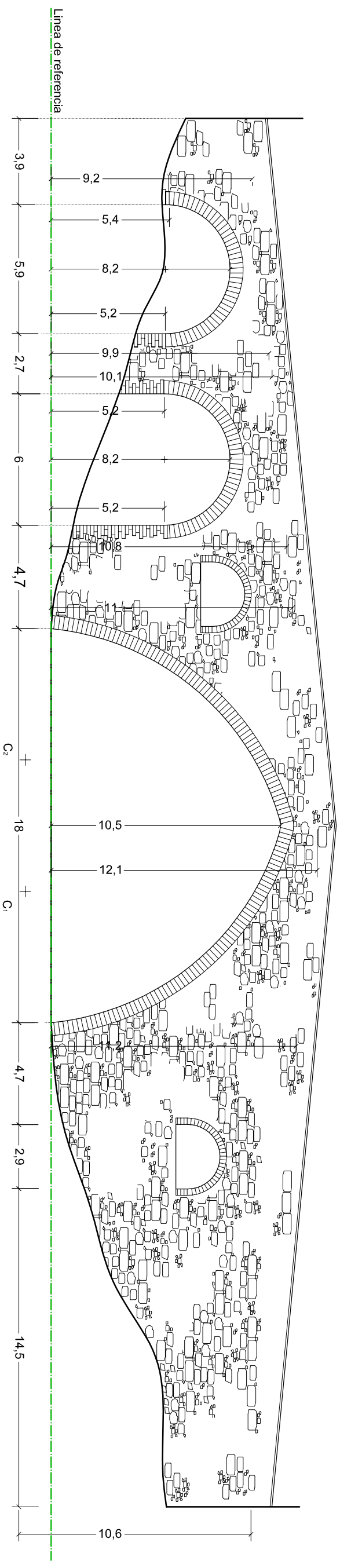
Fecha  
02/12/09

Número de plano:  
P12-3/6

Nombre del plano:  
Detalles fotográficos

Escala:  
E: 1/200

Puente:  
Sant Joan les Fonts



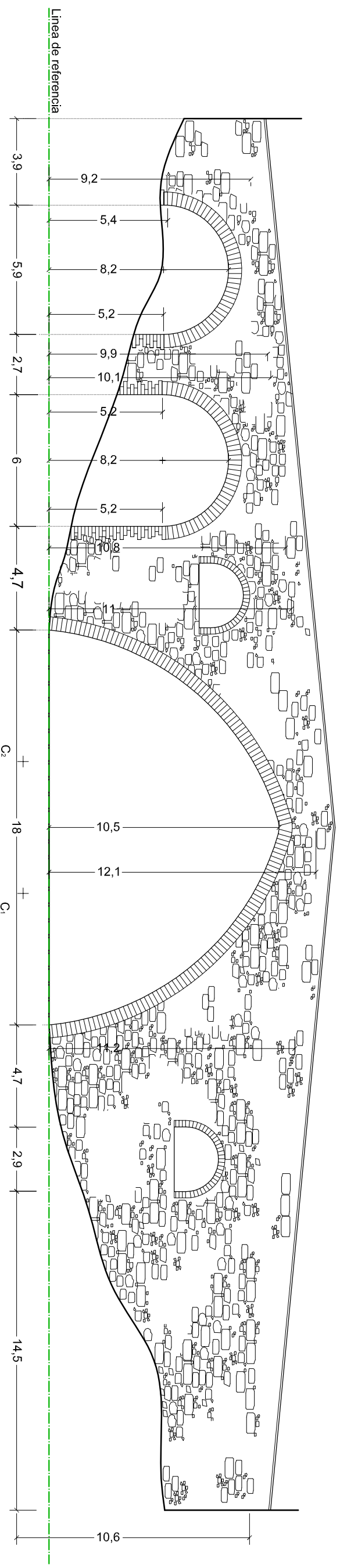
Empuje (kN)	Excentricidades (m)	
Bóveda 1	295	1.10
Bóveda 2	460	1.20
Bóveda 3	1650	3.30

Empuje del efecto del peso propio y la carga puntual  
 Coeficiente de seguridad aplicado: 3  
 Total carga puntual: 120x3 = 360 kN c/u

Carga (N/mm <sup>2</sup> )
Pila-estribo 1a
Pila 2a
Pila 3a
Pila-estribo 4a

La carga en las pilas no tiene en cuenta el efecto de la carga puntual





**Sant Joan les Fonts**

Altura preil	0,87
Espesor preil	0,3
Luz a consider	5,9
Volum dos preil	3,0798
Ancho rasante	3,9
altura equivalente rasante	0,133946154
Volumen	40,586
Pes. Espec	2,350
Peso lineal	95,377,34

**Boveda primera**

Luz	5,9
Mecha	2,95
altura relleno	1,63
alt+eq preil	0,13394615
Alt+eq preil	1,76394615
Ancho rasant	3,9
Volumen	40,586
Pes. Espec	2,350
Peso lineal	95,377,34

**Boveda segunda**

Luz	6
Mecha	3
altura relleno	2,6
alt+eq preil	0,13394615
Alt+eq preil	2,73394615
Ancho rasant	3,9
Volumen	63,972
Pes. Espec	2,350
Peso lineal	150,334,20

**Boveda tercera**

Luz	18
Mecha	10,5
altura relleno	1,65
alt+eq preil	0,133946154
Alt+eq preil	1,783946154
Ancho rasant	3,9
Volumen	125,226
Pes. Espec	2,350
Peso lineal	294,281,10

**Pila estribo 1º**

Ancho Rasante	Incluido el preil
Ancho superior	3,9
Ancho inferior	3,9
Area proyectada sobre la base	15,21
Altura equivalente de los prelles	0,13394615
Altura desde el cimiento	9,13
Altura total	9,26394615
Volumen a considerar	140,9031
Peso especifico	2,350,00
Peso propio sobre el cimiento	331,122,29
V1	74,274,81
V2	405,397,09
Peso total sobre el cimiento	405,397,09
Peso total sobre el cimiento KN	4,033,97
Carga especifica sobre el cimiento Kg/m2	26,653,33
Carga especifica sobre el cimiento KN/m2	266,53
Carga especf sobr cimiento Kg/cm2	2,67
Carga especifica en KN/cm2	0,02665333
Carga especifica en N/mm2	0,26653326

**Pila 2º**

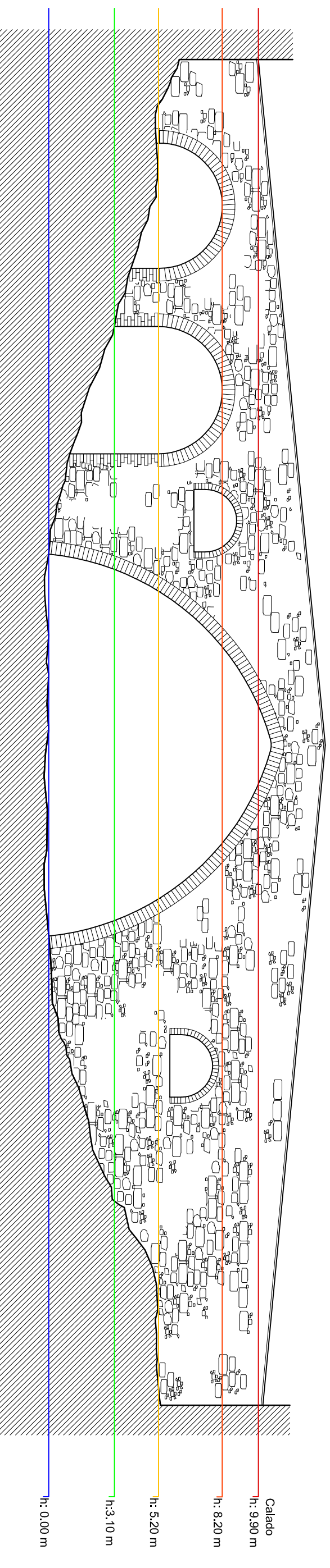
Ancho Rasante	Incluido el preil
Ancho superior	23,844,33
Ancho inferior	3,9
Area proyectada sobre la base	27,036,75
Altura equivalente de los prelles	53,172,28
Altura desde el cimiento	26,586,14
Altura total	5,697,03
Volumen a considerar	140,9031
Peso especifico	2,350,00
Peso propio sobre el cimiento	29,541,36
V1	74,274,81
V2	295,41
Peso total sobre el cimiento	295,41
Peso total sobre el cimiento KN	2,954,1
Carga especifica sobre el cimiento Kg/m2	24,205,62
Carga especifica sobre el cimiento KN/m2	242,06
Carga especf sobr cimiento Kg/cm2	2,42
Carga especifica en KN/cm2	0,02420562
Carga especifica en N/mm2	0,24205625

**Pila 3º**

Ancho Rasante	Incluido el preil
Ancho superior	37,583,55
Ancho inferior	2,7
Area proyectada sobre la base	27,495,00
Altura equivalente de los prelles	54,990,00
Altura desde el cimiento	27,495,00
Altura total	5,891,79
Volumen a considerar	33,1695
Peso especifico	2,350,00
Peso propio sobre el cimiento	77,948,33
V1	74,274,81
V2	102,662,10
Peso total sobre el cimiento	254,885,23
Peso total sobre el cimiento KN	2,548,85
Carga especifica sobre el cimiento Kg/m2	24,205,62
Carga especifica sobre el cimiento KN/m2	242,06
Carga especf sobr cimiento Kg/cm2	2,42
Carga especifica en KN/cm2	0,02420562
Carga especifica en N/mm2	0,24205625

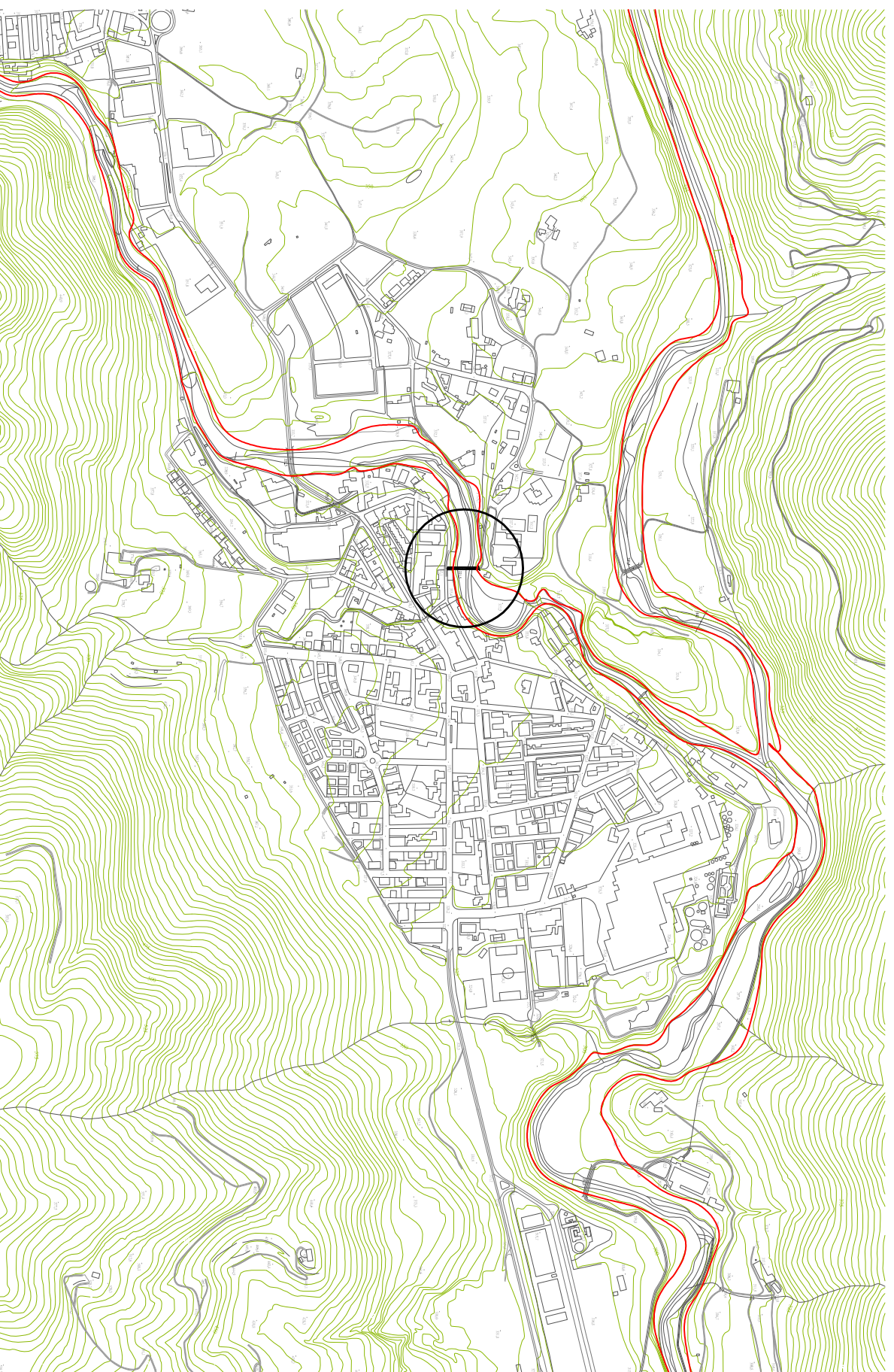
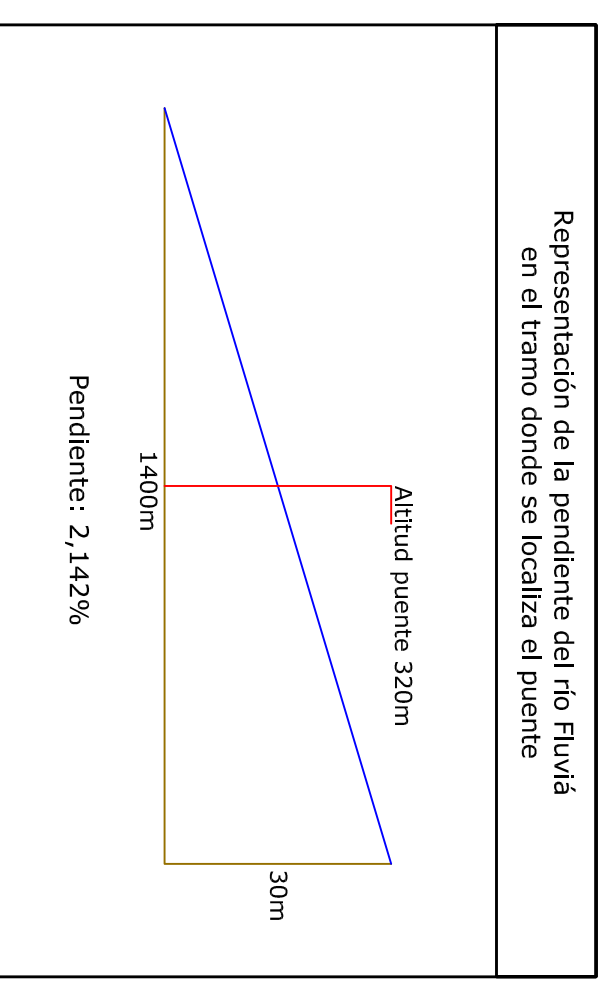
**Pila 4º**

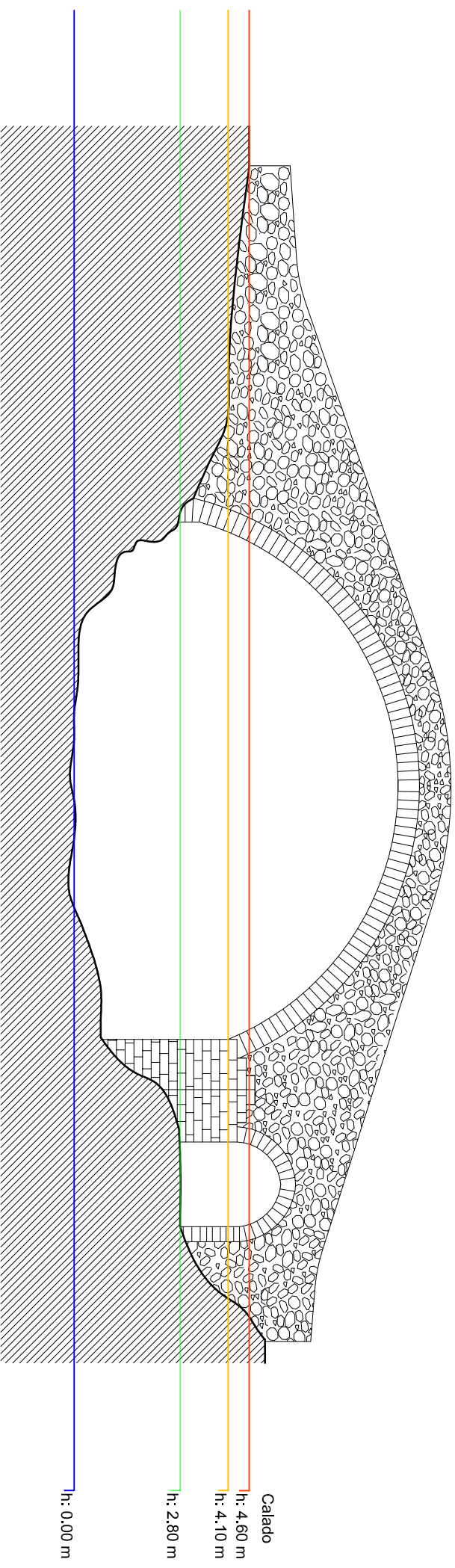
Ancho Rasante	Incluido el preil
Ancho superior	63,060,24
Ancho inferior	4,7
Area proyectada sobre la base	96,232,50
Altura equivalente de los prelles	577,395,00
Altura desde el cimiento	288,697,50
Altura total	53,026,07
Volumen a considerar	208,2993
Peso especifico	2,350,00
Peso propio sobre el cimiento	489,503,355
V1	102,662,10
V2	435,838,05
Peso total sobre el cimiento	1,028,003,51
Peso total sobre el cimiento KN	10,280,04
Carga especifica sobre el cimiento Kg/m2	56,083,12
Carga especifica sobre el cimiento KN/m2	560,83
Carga especf sobr cimiento Kg/cm2	5,61
Carga especifica en KN/cm2	0,05608312
Carga especifica en N/mm2	0,56083115



Sección total	Sección de paso	% Obstrucción	Calado
494.09 m <sup>2</sup>	195.87 m <sup>2</sup>	60.36 %	h: 9.90 m
386.36 m <sup>2</sup>	183.52 m <sup>2</sup>	52.51 %	h: 8.20 m
197.33 m <sup>2</sup>	109.80 m <sup>2</sup>	44.36 %	h: 5.20 m
100.27 m <sup>2</sup>	62.32 m <sup>2</sup>	37.85 %	h: 3.10 m

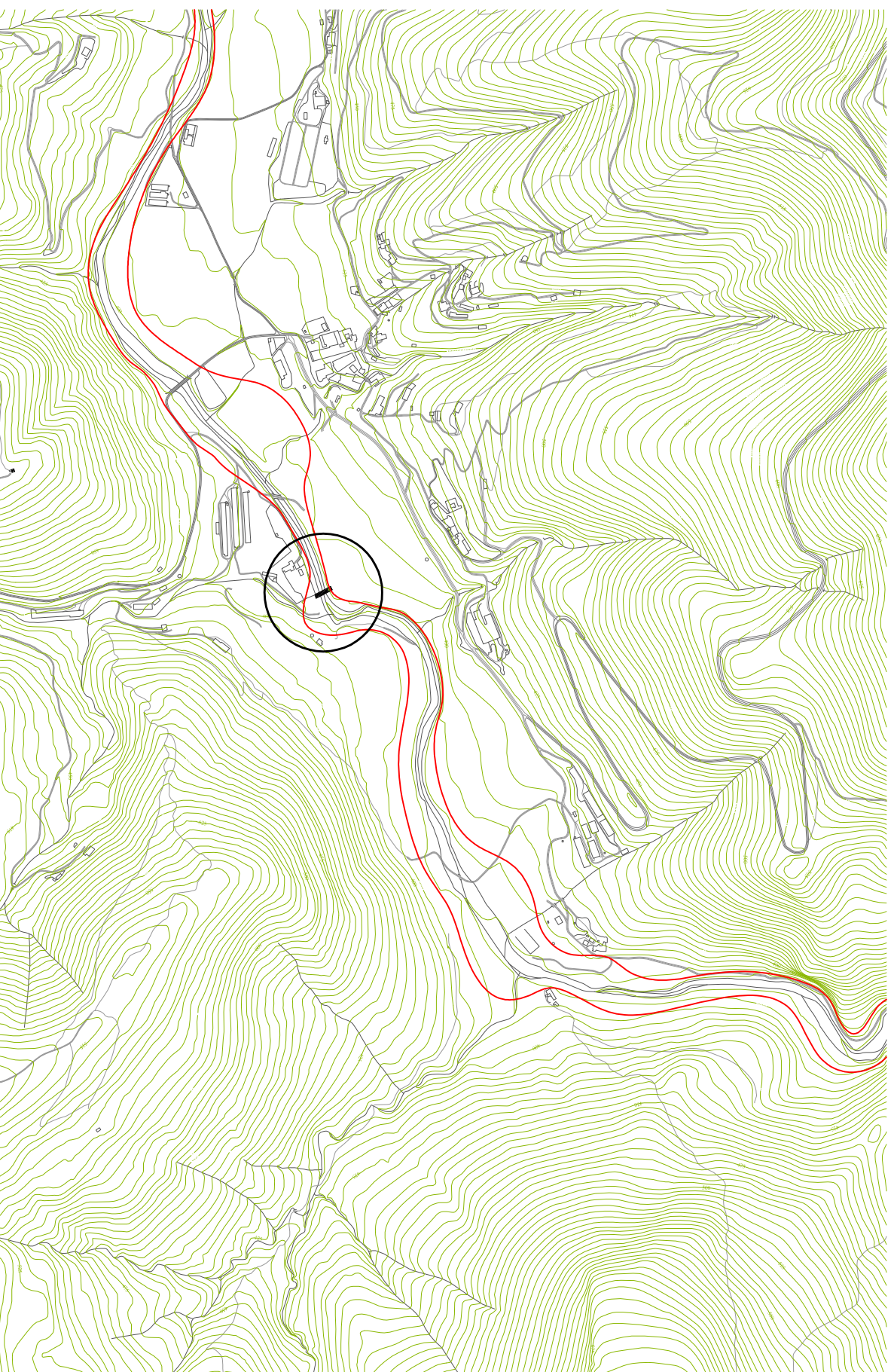
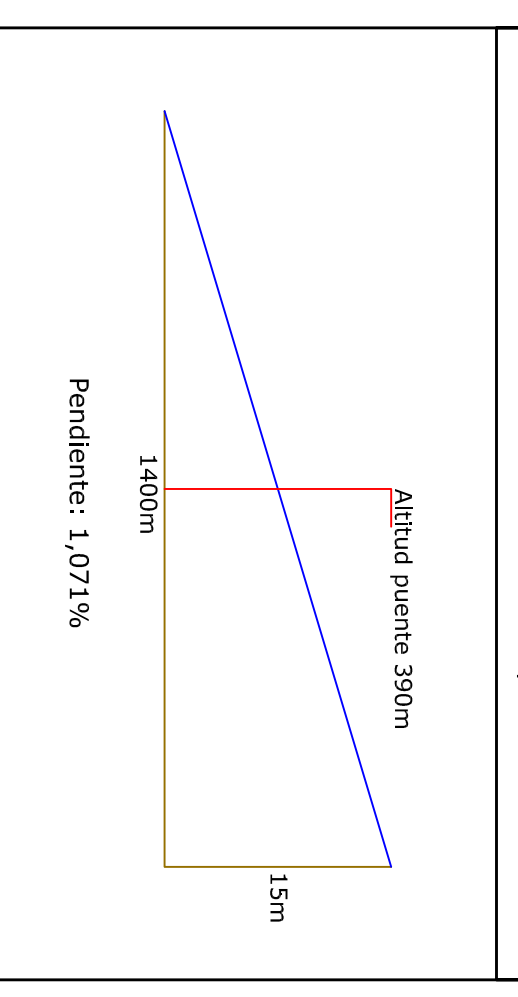
Representación de la pendiente del río Fluvià en el tramo donde se localiza el puente





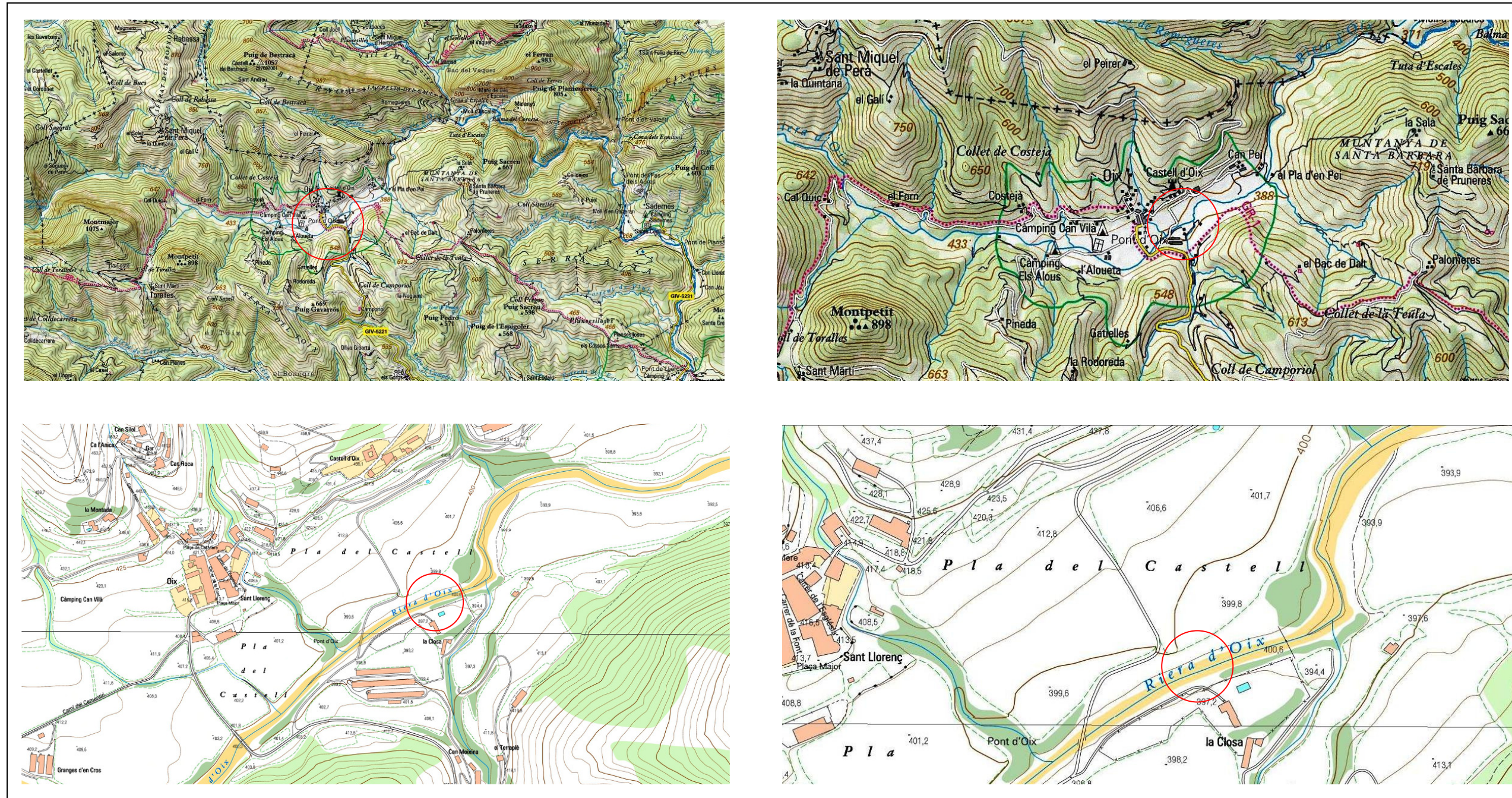
Sección total	Sección de paso	% Obstrucción	Calado
78.21 m <sup>2</sup>	62.39 m <sup>2</sup>	20.23 %	h: 4.60 m
62.65 m <sup>2</sup>	53.78 m <sup>2</sup>	14.16 %	h: 4.10 m
34.61 m <sup>2</sup>	31.09 m <sup>2</sup>	10.18 %	h: 2.80 m

Representación de la pendiente de la Riera de Oix (afluente del Llierca) en el tramo donde se localiza el puente

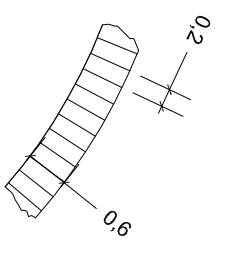
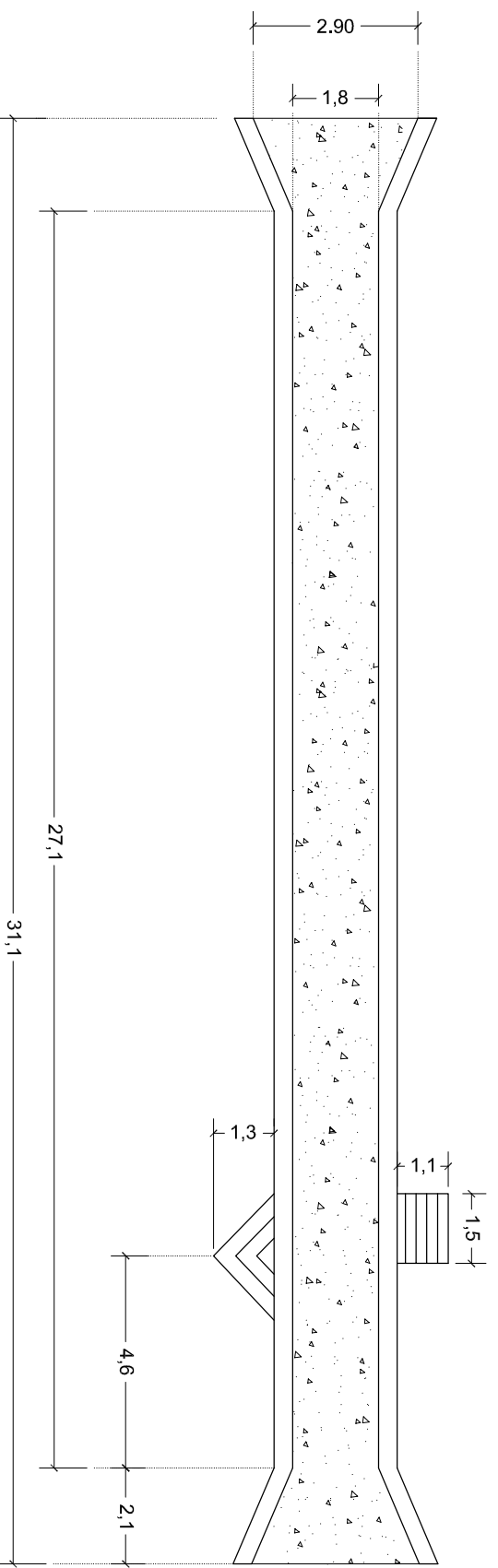
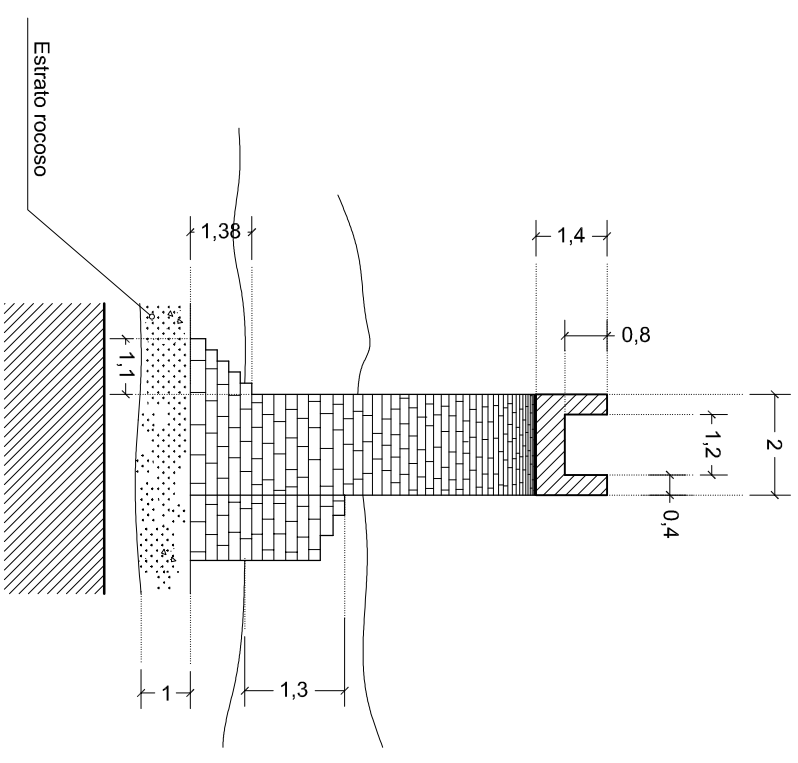
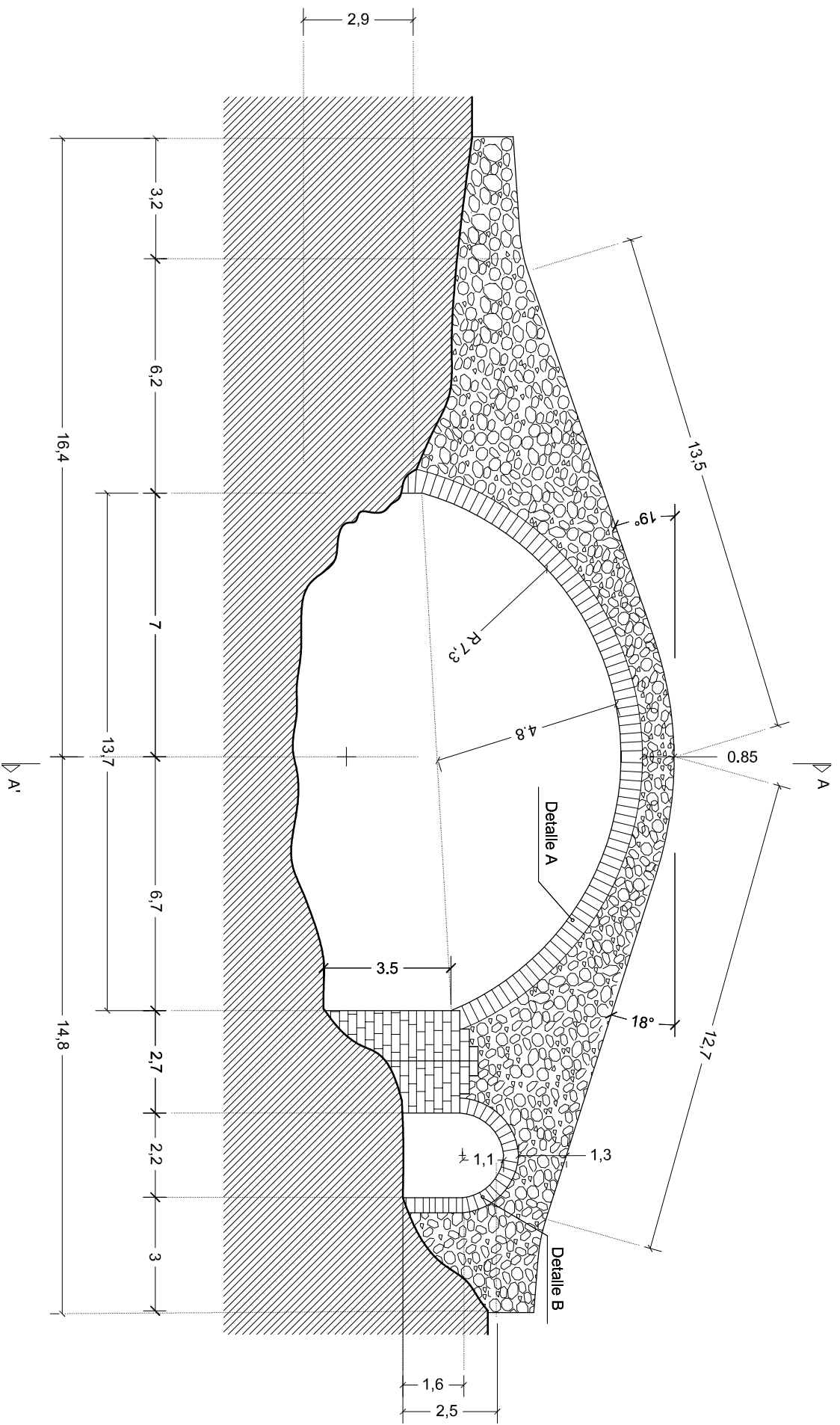


**Oix**

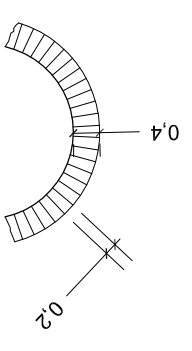
**Puente décimo tercero**



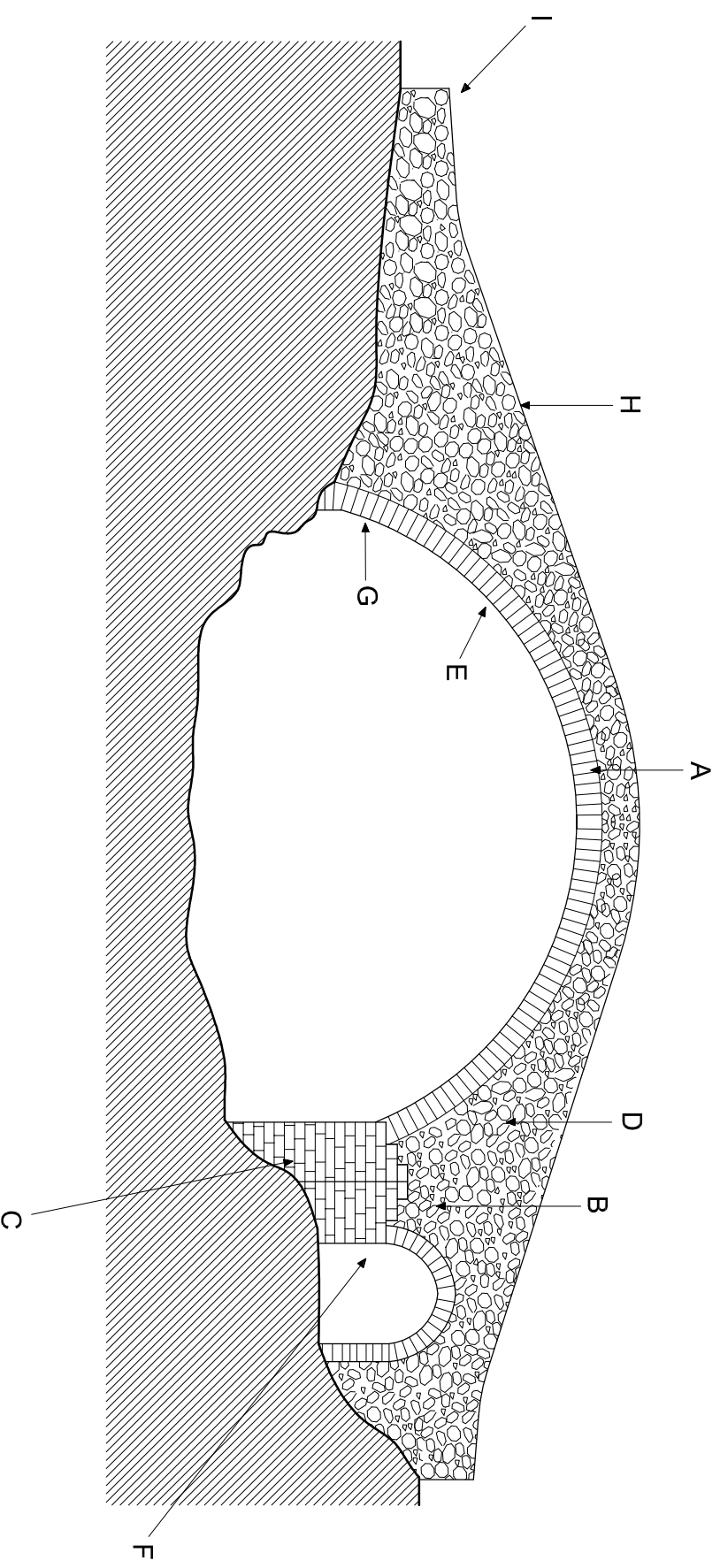
Imágenes M 13: Situación del puente de Oix



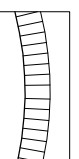
Detalle A; E 1:100



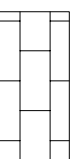
Detalle B; E 1:100



## Materiales que componen el paramento visto desde aguas arriba



**A** Boquilla de piedra dura muy bien labrada



**C** Sillares con diferentes formas de aparejo.



**B** Sillarejo con mortero de cal y sillarejo en seco.



**D** Sillarejo con mortero de cemento.

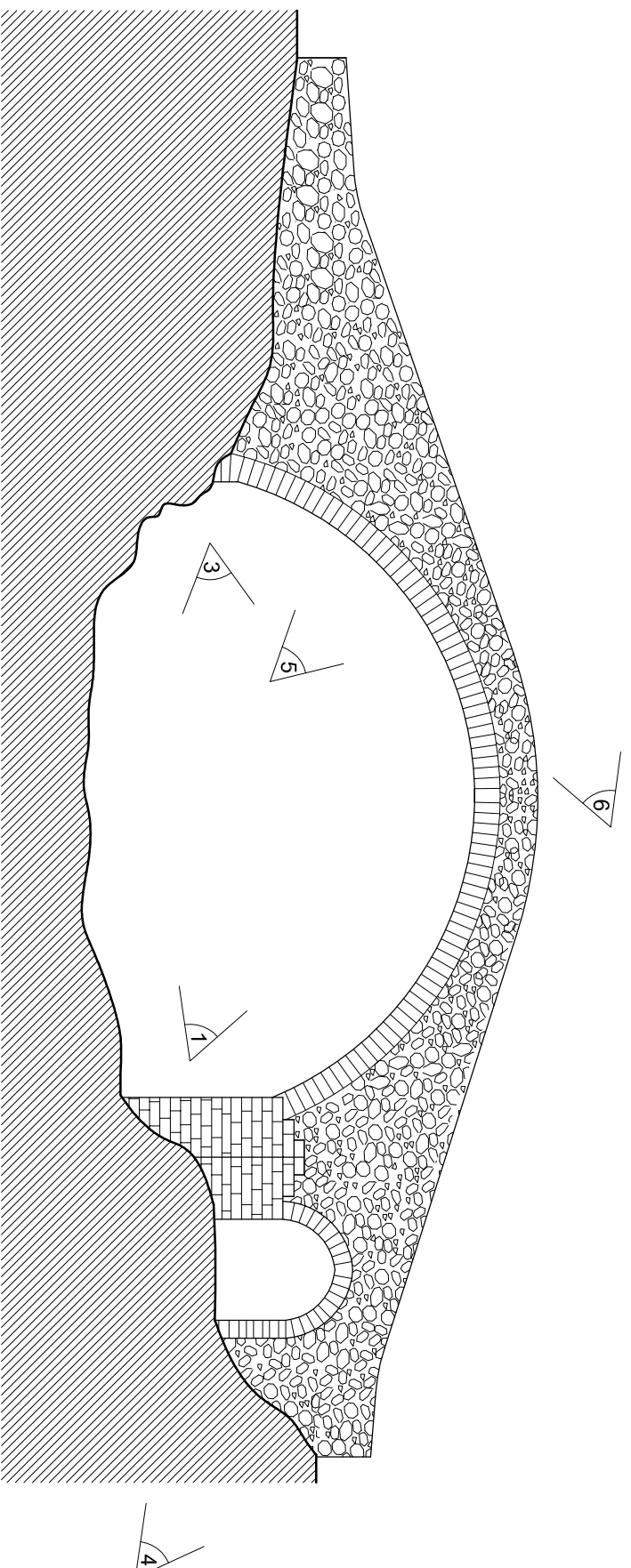
**E** Bóveda de piezas bien talladas con aparejo a sogas.

**F** Sillería de arenisca.

**G** Sillares de arenisca.

**H** Pretill de mampostería ordinaria con mortero de cal y cemento.

**I** Calzada de tierra compactada.



1. Arranque del arco desde la orilla izquierda



2. Vista general desde aguas arriba



3. Arranque del arco y tajamares de la orilla derecha



4. Arco secundario en el camino, orilla derecha

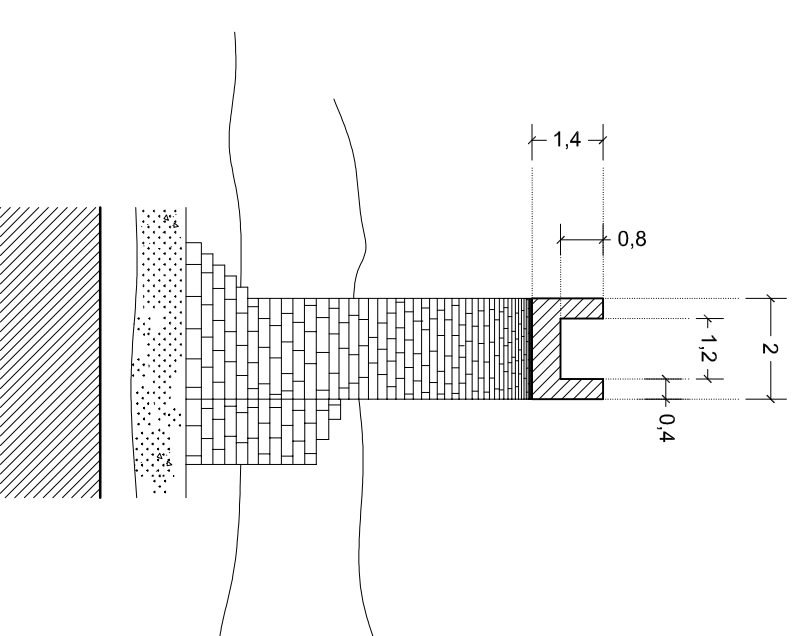
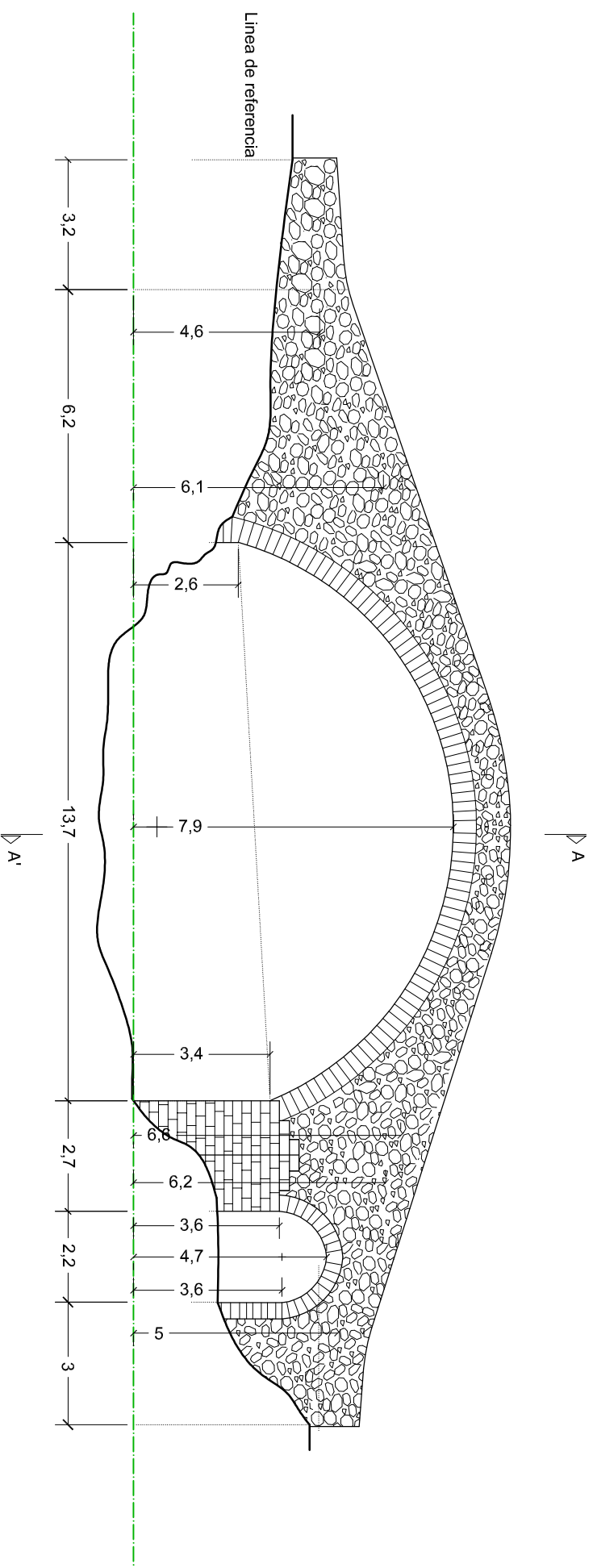


5. Bóveda



6. Calzada vista desde la clave



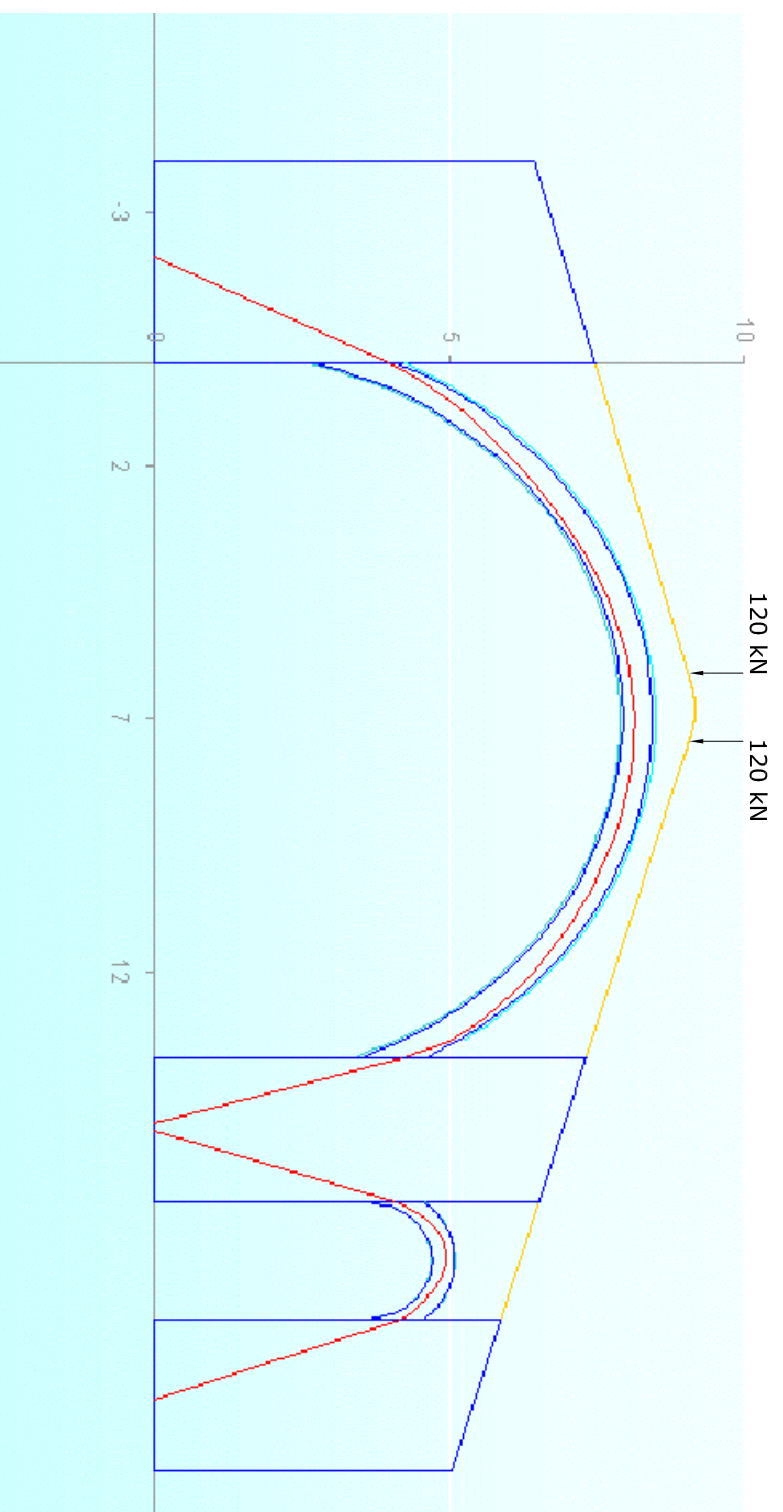


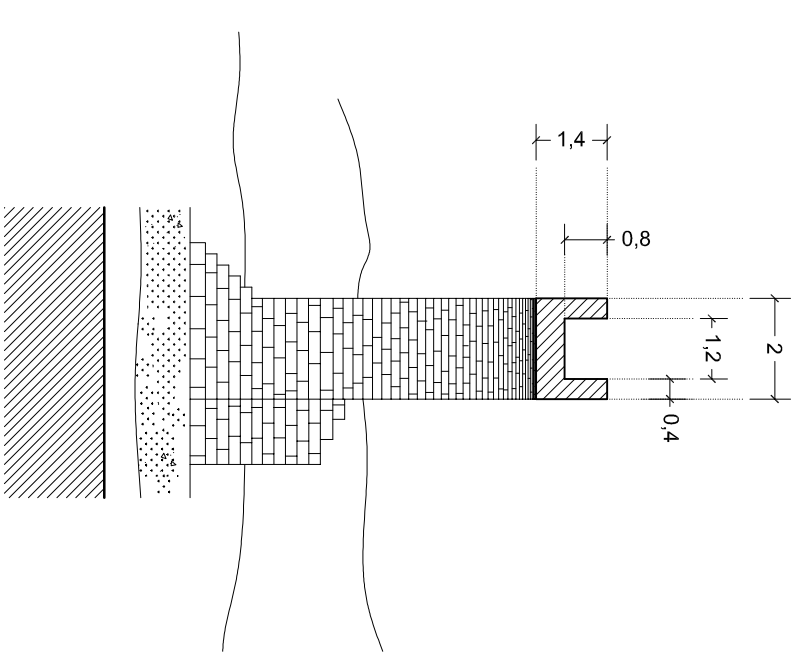
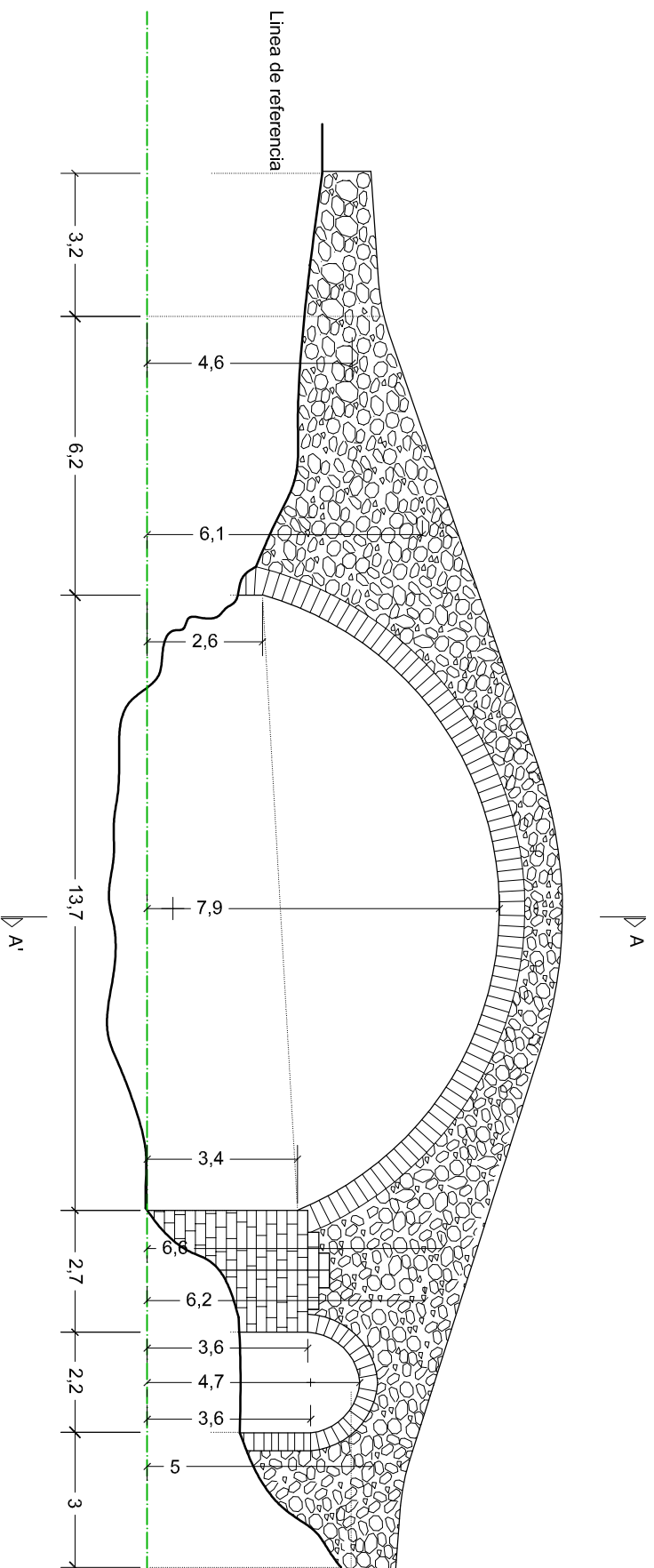
	Empuje (kN)	Excentricidades (m)
Bóveda 1	270	1.40 0.60
Bóveda 2	39	0.50 0.60

Empuje del efecto del peso propio y la carga puntual  
 Coeficiente de seguridad aplicado: 3  
 Total carga puntual:  $120 \times 3 = 360$  kN c/u

	Carga (N/mm <sup>2</sup> )
Pila-estribo 1a	0.118
Pila 2a	0.294
Pila-estribo 3a	0.066

La carga en las pilas no tiene en cuenta el efecto de la carga puntual





Oix	
Altura pretll	0,8
Espesor pret	0,4
Luz a consider	6,2
Volum dos pret	3,968
Amcho rasante	2
altura equivalente rasante	0,32

Bóveda primera	
Luz	13,7
flecha	4,8
altura relleno	0,35
alt equi pret	0,32
2 Alt +eq pret	0,67
Amcho rasant	2
Volumen	18,358
Pes. Espec	2,350

Pila 2ª	
Peso lineal	43,141,30
2 V1=V2	21,570,65
6,2 H1=H2	15,391,56
12,4 Carga bóveda	22,560,00
103,024,00	Area proyectada sobre la base
51,512,00	Altura desde el cimiento
15,752,55	Altura total
31,248	Efect.conl.Lin + bóveda
2,350,00	Volumen a considerar
73,432,80	H11=H21
73,082,65	H KN
31,144,11	V1
311,44	V2

Bóveda segunda	
Luz	2,2
flecha	1,1
altura relleno	0,9
alt equi pret	0,32
Alt +eq pret	1,22
Amcho rasant	2
Volumen	5,368
Pes. Espec	2,350

Pila estribo 3ª	
Peso lineal	12,614,80
6,307,40	Amcho Rasante incluido el pretll
3,153,70	Amcho superior
2,7	H1=H2
5,4	Carga bóveda
5,170,00	Area proyectada sobre la base
3,791,33	Altura desde el cimiento
1,895,67	Altura desde el cimiento
406,21	Altura total
6,12	H1=H2
33,048	Efect.conl.Lin + bóveda
2,350,00	Volumen a considerar
77,682,80	H11=H21
73,082,65	H KN
3,599,91	V1
35,60	V2

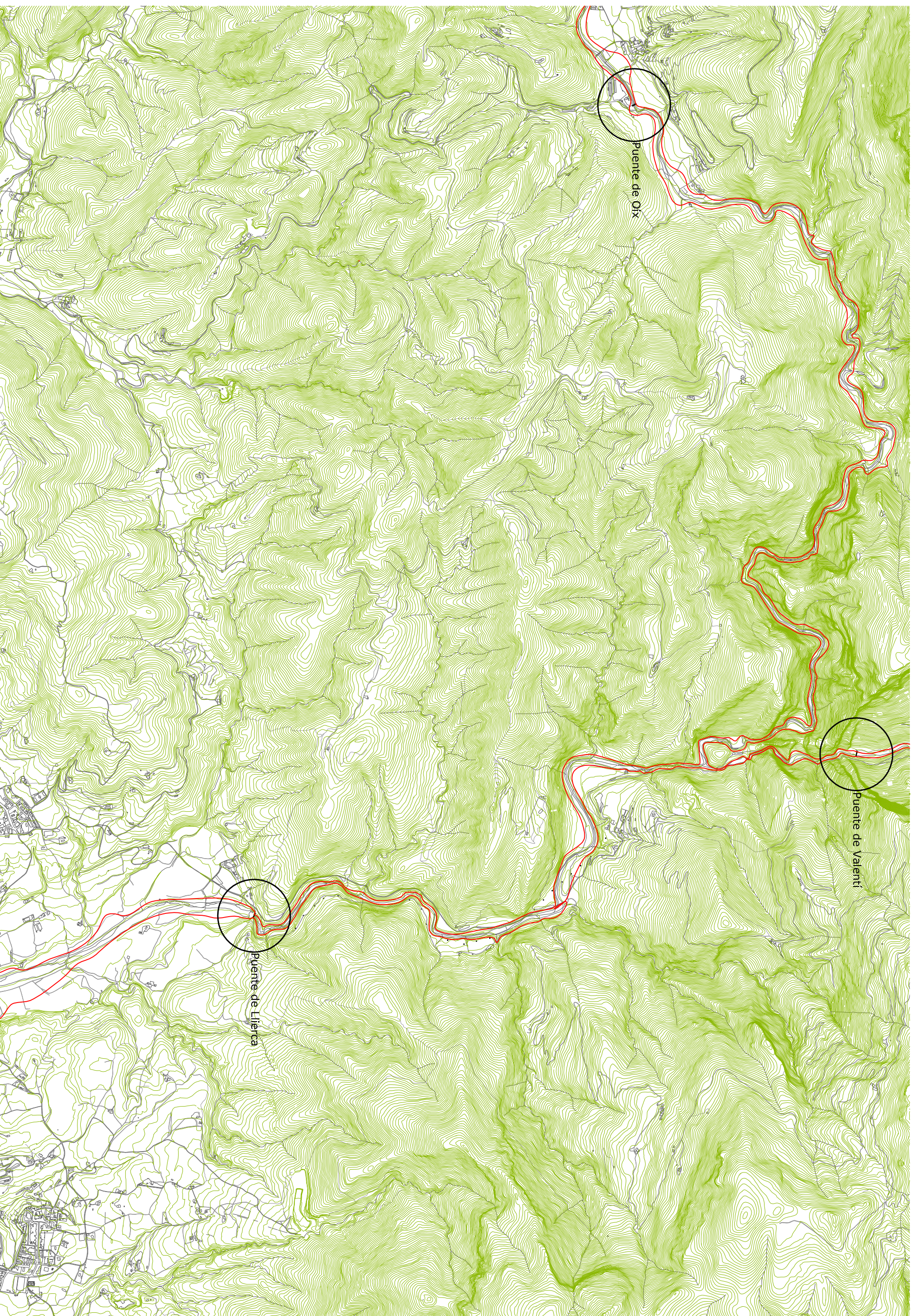
Pila estribo 1ª	
Amcho Rasante incluido el pretll	21,570,65
Amcho superior	15,391,56
6,2	H1=H2
12,4	Carga bóveda
103,024,00	Area proyectada sobre la base
51,512,00	Altura desde el cimiento
15,752,55	Altura total
31,248	Efect.conl.Lin + bóveda
2,350,00	Volumen a considerar
73,432,80	H11=H21
73,082,65	H KN
31,144,11	V1
311,44	V2

Peso total sobre el cimiento Kg	146,515,45
Peso total sobre el cimiento KN	1,465,15
Carga especifica sobre el cimiento Kg /m	11,815,76
Carga especifica sobre el cimiento KN /m	118,16
Carga especf sobr cimiento Kg / cm2	1,18
Carga especifica en KN/cm2	0,01181576
Carga especifica en N/mm2	0,11815762

Peso total sobre el cimiento Kg	73,082,65
Peso total sobre el cimiento KN	730,8265
Carga especifica sobre el cimiento Kg /m	29,434,91
Carga especifica sobre el cimiento KN /m	294,35
Carga especf sobr cimiento Kg / cm2	2,94
Carga especifica en KN/cm2	0,02943491
Carga especifica en N/mm2	0,2943491

Peso total sobre el cimiento Kg	158,948,52
Peso total sobre el cimiento KN	1,589,49
Carga especifica sobre el cimiento Kg /m2	6,584,18
Carga especifica sobre el cimiento KN /m2	65,84
Carga especf sobr cimiento Kg / cm2	0,66
Carga especifica en KN/cm2	0,00658418
Carga especifica en N/mm2	0,06584178

Peso total sobre el cimiento Kg	39,505,07
Peso total sobre el cimiento KN	395,05
Carga especifica sobre el cimiento Kg /m2	6,584,18
Carga especifica sobre el cimiento KN /m2	65,84
Carga especf sobr cimiento Kg / cm2	0,66
Carga especifica en KN/cm2	0,00658418
Carga especifica en N/mm2	0,06584178



Croquizado y revisado por: / Dibujado por:  
A. López / C. Suárez

Fecha  
31/05/10

Número de plano:  
P13 - 6b/6

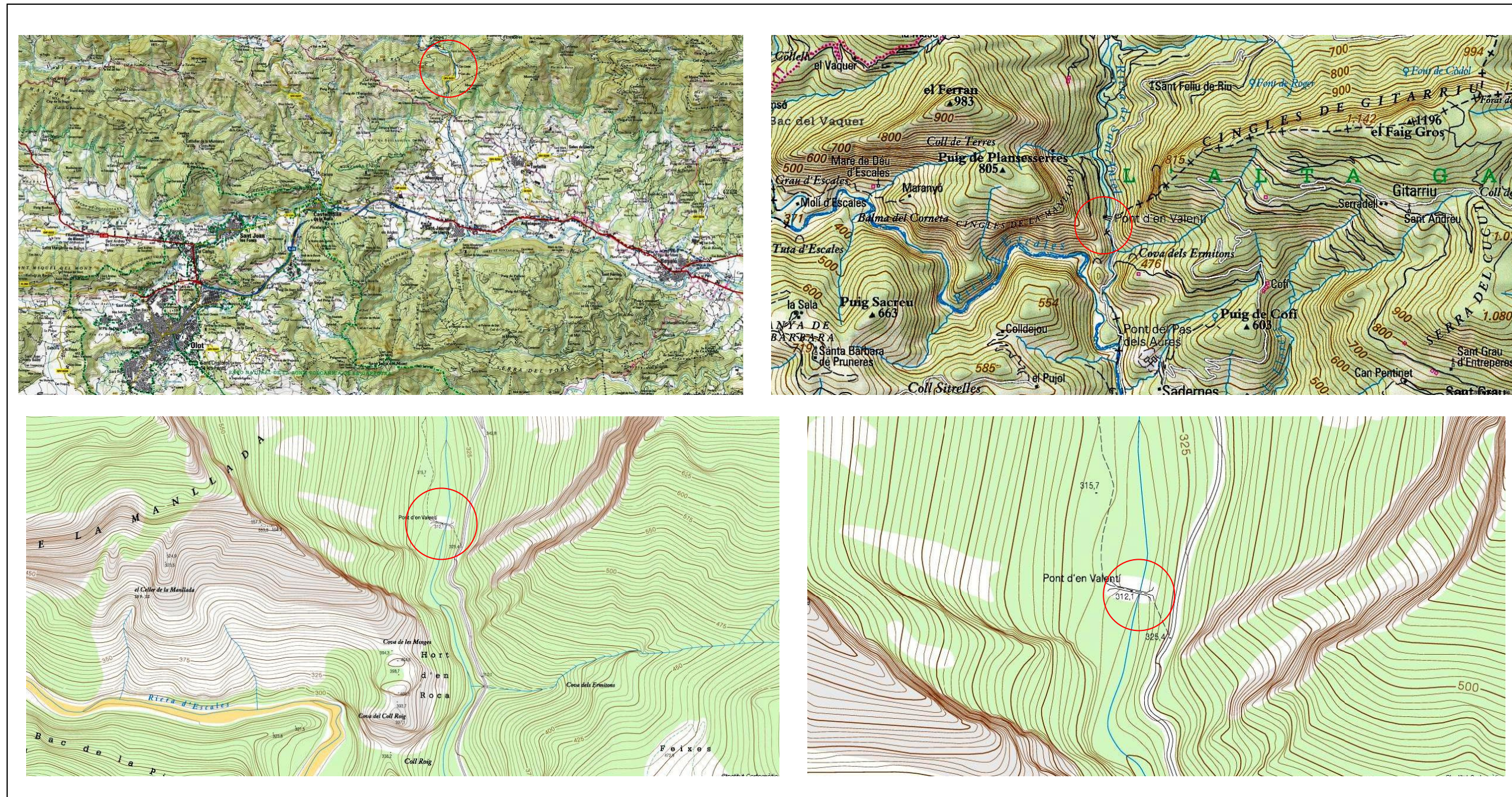
Nombre del plano:  
Efecto de las avenidas de octubre de 1970 y 1980

Escala:  
E:1/25000

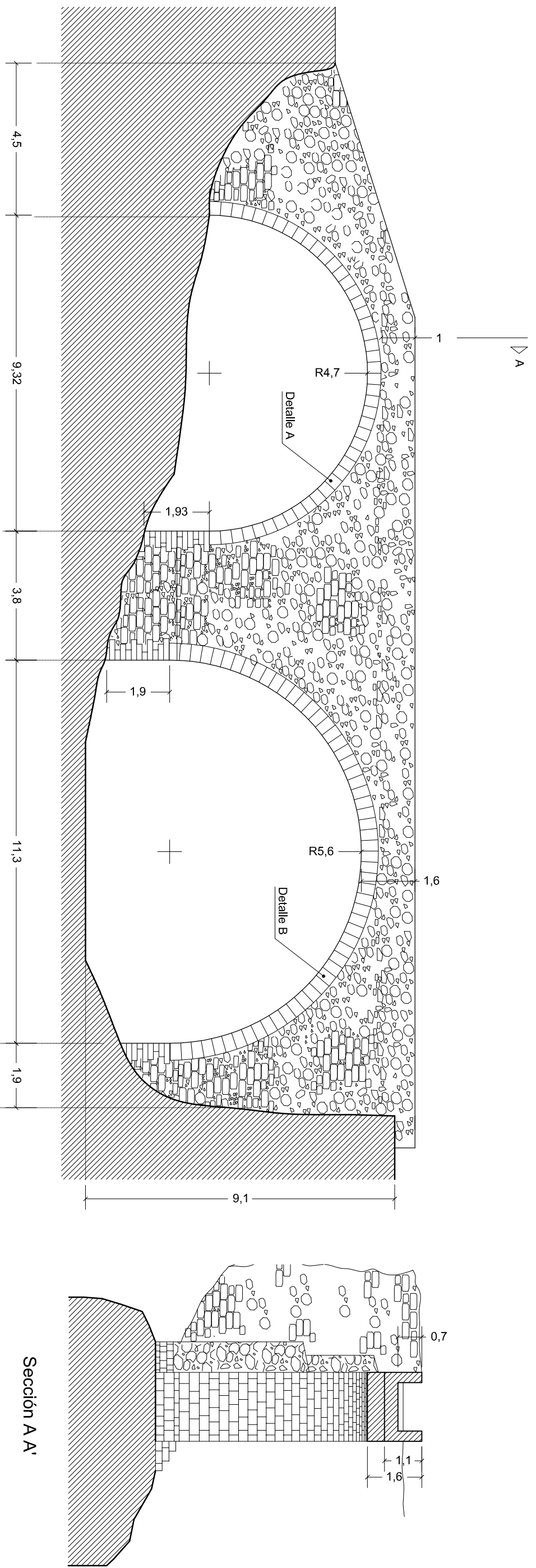
Puente:  
Oix

**Valentí**

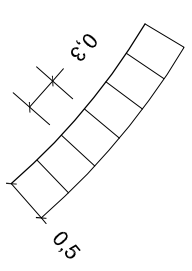
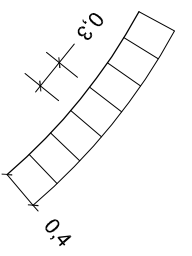
Puente décimo cuarto



Imágenes M 14: Situación del puente de Valentí

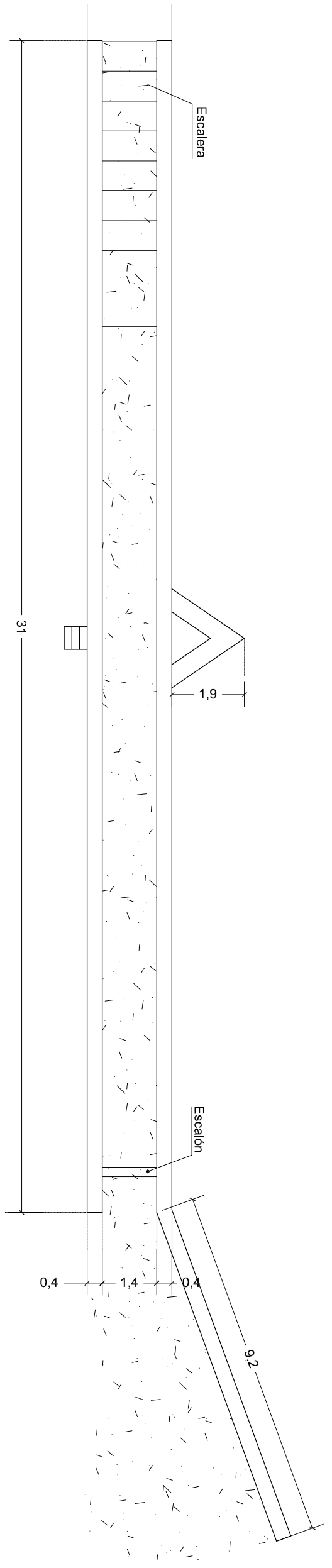


Sección A A'

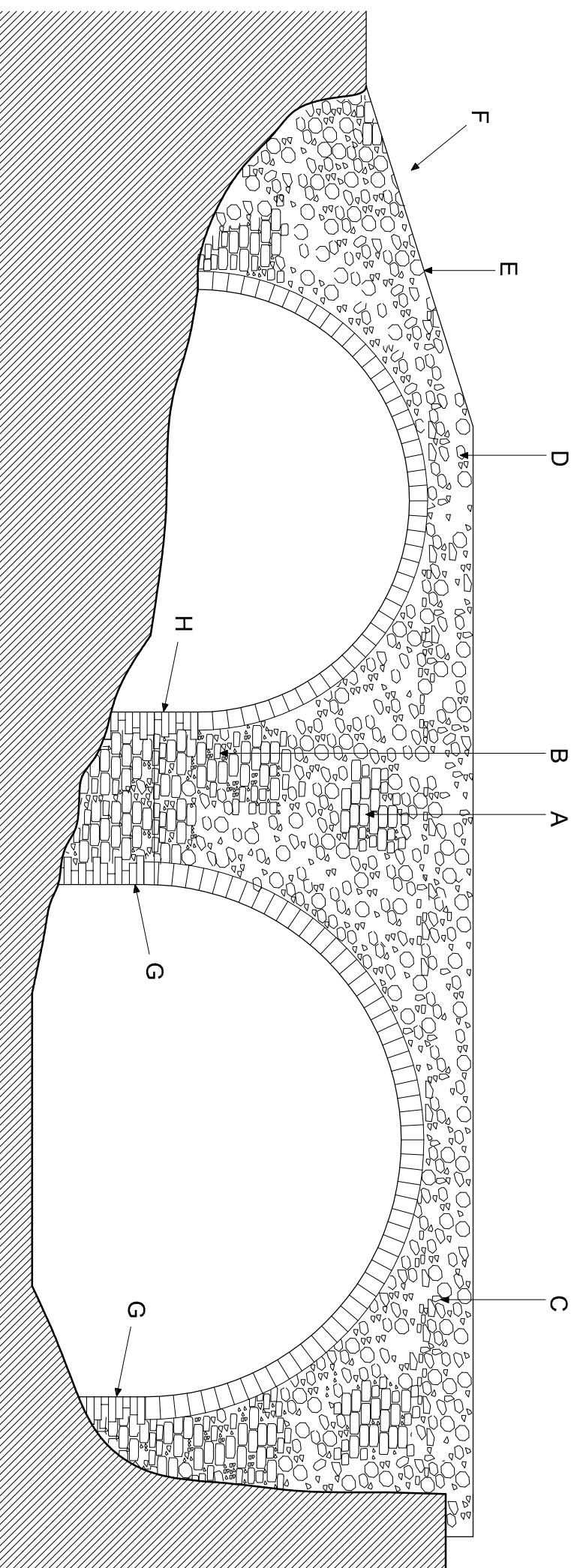


Detalle A ; E1:75

Detalle B ; E1:75



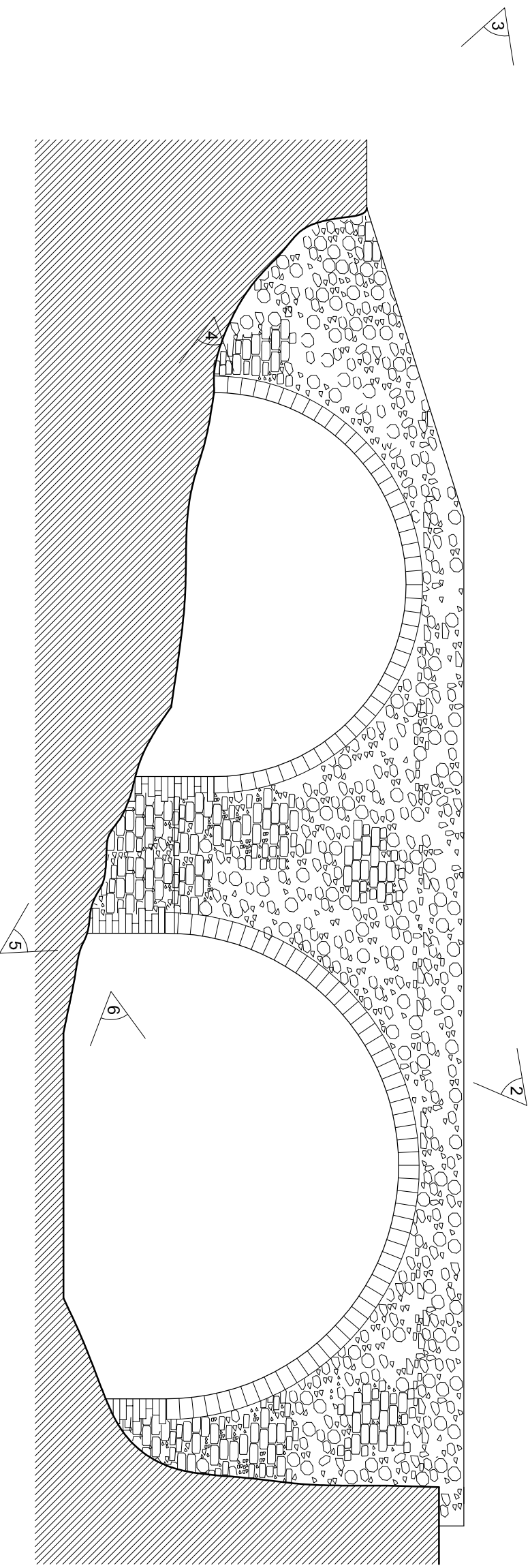
Croquizado y revisado por / Dibujado por: A. López / C. Suárez	Fecha 06/12/09	Número de plano: P14-1/6	Nombre del plano: Cotas y Secciones	Escala: E:1/125	Puente: Valenti
---	-------------------	-----------------------------	--	--------------------	--------------------



## Materiales que componen el paramento visto desde aguas abajo

- |   |  |
|---|--|
| <p><b>A</b> Sillarejo con ripio y mortero de cemento</p> <p><b>B</b> Sillarejo con ripio y mortero de cal.</p> <p><b>C</b> Mampostería careada con ripio.</p> | <p><b>D</b> Pretil de mampostería ordinaria y mortero de cemento.</p> <p><b>E</b> Albardilla de piedra y mortero de cemento.</p> <p><b>F</b> Calzada de tierra y grava compactada.</p> <p><b>G</b> Arranques del arco sobre roca dura.</p> <p><b>H</b> Sillería sobre roca, en aparejo de sogas.</p> |
|---|--|





1. Calzada desde la orilla izquierda



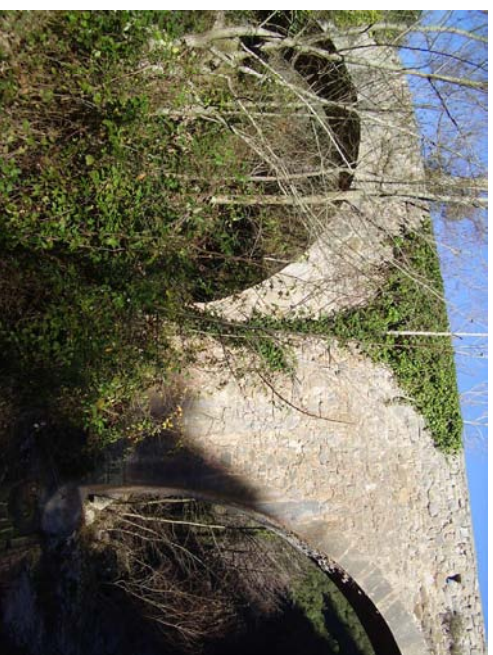
2. Arcos y paramento desde aguas abajo



3. Escalera de acceso a la calzada desde la orilla derecha



4. Arranque y tajamar del arco menor



5. Paramento y pila central visto desde aguas abajo



6. Arranque y bóveda desde la orilla izquierda

Fotografías por / Dibujado por: A. López / C. Suárez

Fecha 06/12/09

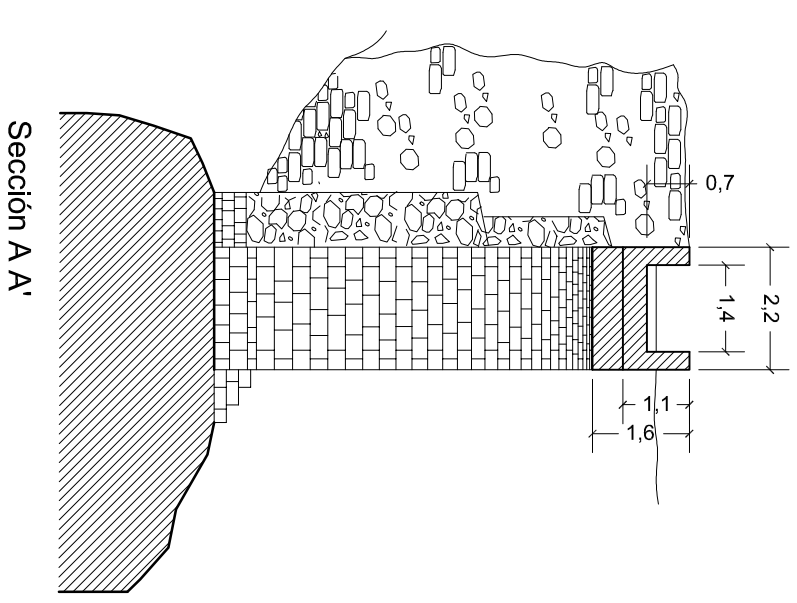
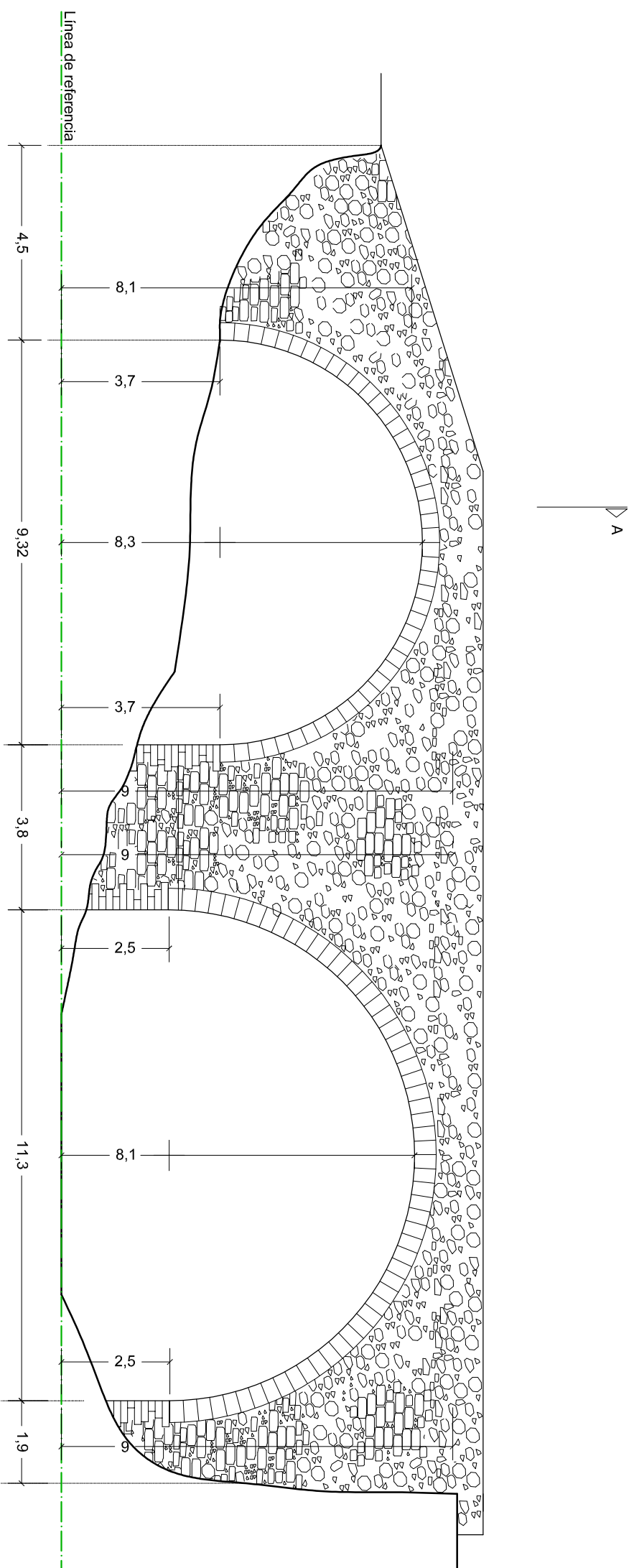
Número de plano: P14-3/6

Nombre del plano: Detalles fotográficos

Escala: E: 1/125

Puente: Valenti



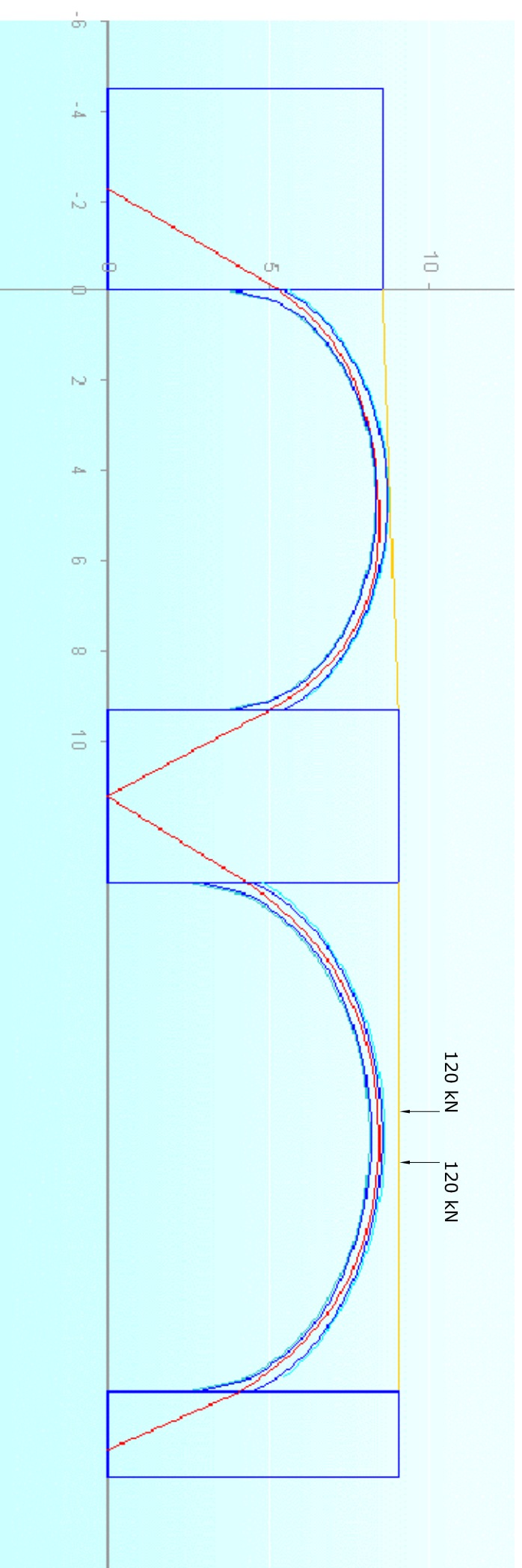


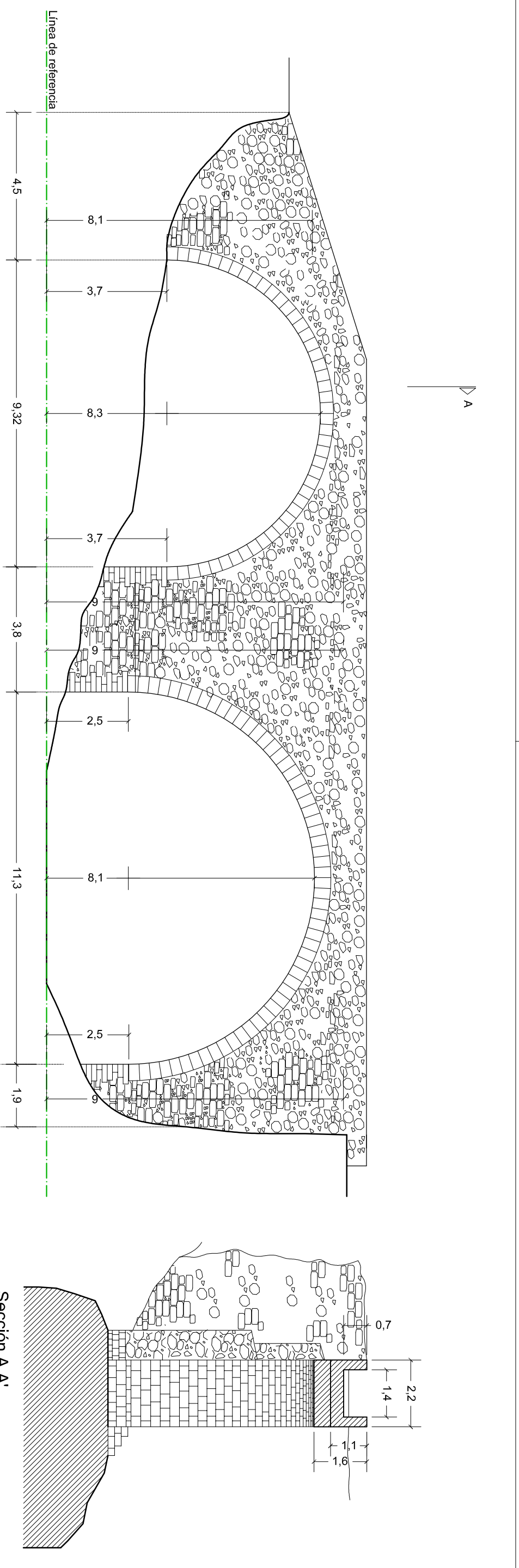
	Empuje (kN)	Excentricidades (m)
Bóveda 1	160	1.60
Bóveda 2	310	1.80
		1.60

Empuje del efecto del peso propio y la carga puntual  
 Coeficiente de seguridad aplicado: 3  
 Total carga puntual: 120x3 = 360 kN c/u

	Carga (N/mm2)
pila-estribo 1a	0.127
Pila 2a	0.329
Pila-estribo 3a	0.365

La carga en las pilas no tiene en cuenta el efecto de la carga puntual





Valenti		Bóveda primera	
Altura pretil	0.7	Luz	9.32
Espesor pretil	0.4	flecha	4.7
Luz a considerar	4.5	altura relleno	0.6
Volumen dos pretil	2.52	alt equi pretil	0.25225225
Ancho rasante	2.22	Alt +eq pretil	0.85225225
altura equivalente rasante	0.25225225	Ancho rasante	2.22
		Volumen	17.633
		Pes. Espec	2.400
		Peso lineal	42.320,26

#### Pila estribo 1ª

Ancho Rasante incluido el pretil	2.22	V1=V2	2.22
Ancho superior	4.5	H1=H2	10.490,02
Ancho inferior	4.5	Carga bóveda	9.99
<b>Área proyectada sobre la base</b>	9.99	<b>Área proyectada sobre la base</b>	25.041,60
Altura equivalente de los pretilles	0.25225225	Carga total	77.795,90
Altura desde el cimiento	2.55	V1=V2	38.897,95
Altura total	2.80229225	H1=H2	8.284,34
Volumen a considerar	27.9945	Efect con Lin ± bóveda	2.400,00
Peso específico	2.400,00	V1=V2	60.058,08
Peso propio sobre el cimiento	67.186,80	H1=H2t	18.754,36
		H KN	187,54

#### Carga lineal

2.22	V1=V2	21.160,13	Ancho Rasante incluido el pretil
4.5	H1=H2	10.490,02	Ancho superior
4.5	Carga bóveda	25.041,60	Área proyectada sobre la base
0.25225225	Carga total	77.795,90	Altura equivalente de los pretilles
2.55	V1=V2	38.897,95	Altura desde el cimiento
2.80229225	H1=H2	8.284,34	Altura total
27.9945	Efect con Lin ± bóveda	2.400,00	Volumen a considerar
2.400,00	V1=V2	60.058,08	Peso específico
67.186,80	H1=H2t	18.754,36	Peso propio sobre el cimiento
			H KN

#### Pila 2ª

2.22	V1=V2	21.160,13	Ancho Rasante incluido el pretil
4.5	H1=H2	10.490,02	Ancho superior
4.5	Carga bóveda	25.041,60	Área proyectada sobre la base
0.25225225	Carga total	77.795,90	Altura equivalente de los pretilles
2.55	V1=V2	38.897,95	Altura desde el cimiento
2.80229225	H1=H2	8.284,34	Altura total
27.9945	Efect con Lin ± bóveda	2.400,00	Volumen a considerar
2.400,00	V1=V2	60.058,08	Peso específico
67.186,80	H1=H2t	18.754,36	Peso propio sobre el cimiento
			H KN

#### Bóveda segunda

Luz	11.3
flecha	5.6
altura relleno	0.88
alt equi pretil	0.25225225
Alt +eq pretil	1.13225225
Ancho rasante	2.22
Volumen	28.404
Pes. Espec	2.400
Peso lineal	68.168,83

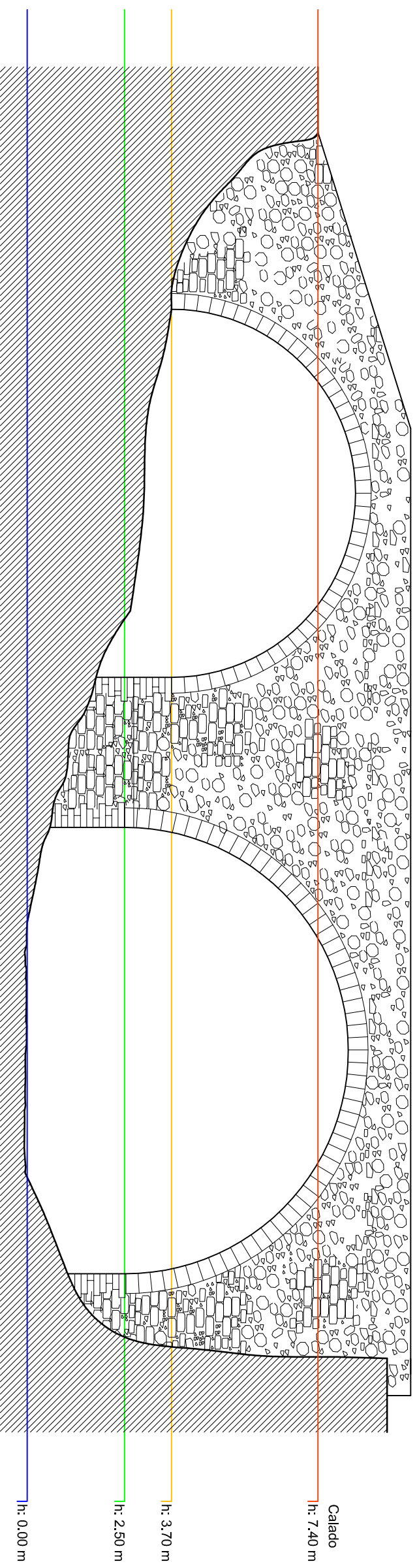
#### Pila 3ª

2.22	V1=V2	34.084,42	Ancho Rasante incluido el pretil
4.5	H1=H2	17.194,37	Ancho superior
4.5	Carga bóveda	29.836,80	Área proyectada sobre la base
0.25225225	Carga total	112.385,28	Altura equivalente de los pretilles
2.55	V1=V2	56.192,64	Altura desde el cimiento
2.80229225	H1=H2	12.148,79	Altura total
27.9945	Efect con Lin ± bóveda	2.400,00	Volumen a considerar
2.400,00	V1=V2	29.343,16	Peso específico
67.186,80	H1=H2t	29.343,16	Peso propio sobre el cimiento
			H KN

V2	60.058,08
Peso total sobre el cimiento Kg	127.244,88
Peso total sobre el cimiento KN	1.272,45
Carga específica sobre el cimiento kg /m	12.737,23
Carga específica sobre el cimiento KN /m	127,37
Carga espec sobr cimiento kg / cm2	1,27
Carga específica en KN/cm2	0,01273723
Carga específica en N/mm2	0,12737223

V2	90.277,06
Peso total sobre el cimiento Kg	277.933,06
Peso total sobre el cimiento KN	2.779,33
Carga específica sobre el cimiento kg /m	32.946,07
Carga específica sobre el cimiento KN /m	329,46
Carga espec sobr cimiento kg / cm2	3,29
Carga específica en KN/cm2	0,03294607
Carga específica en N/mm2	0,32946071

V2	293.43
Peso total sobre el cimiento Kg	90.277,06
Peso total sobre el cimiento KN	902,77
Carga específica sobre el cimiento kg /m	36.528,22
Carga específica sobre el cimiento KN /m	365,28
Carga espec sobr cimiento kg / cm2	3,65
Carga específica en KN/cm2	0,03652822
Carga específica en N/mm2	0,36528216



Sección total	Sección de paso	% Obstrucción	Calado
170.28 m <sup>2</sup>	111.18 m <sup>2</sup>	37.71 %	h: 7.40 m
60.01 m <sup>2</sup>	46.68 m <sup>2</sup>	22.22 %	h: 3.70 m
33.43 m <sup>2</sup>	29.79 m <sup>2</sup>	19.87 %	h: 2.50 m

Representación de la pendiente del río Llerca  
en el tramo donde se localiza el puente

