



CEDEX

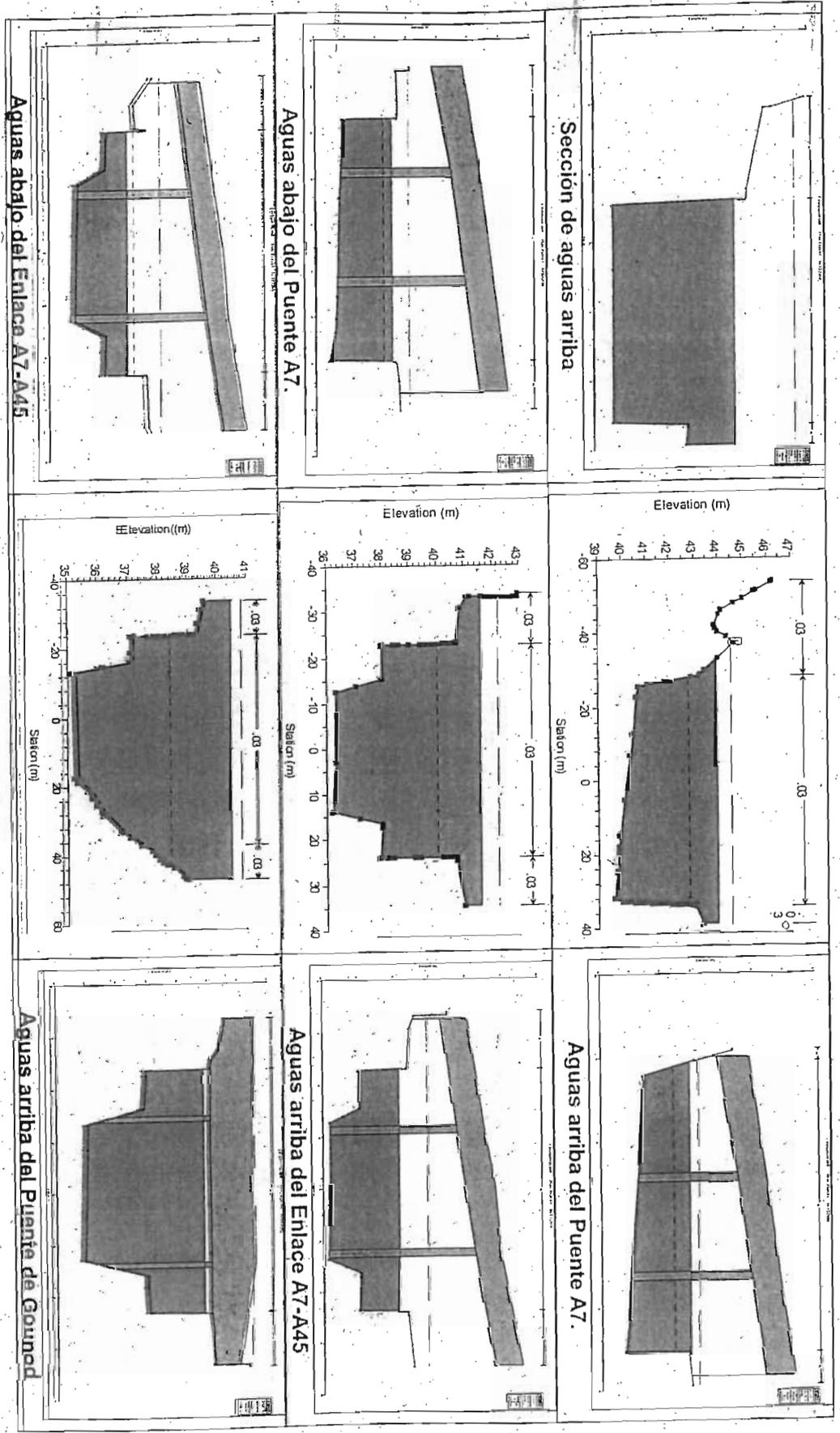


Fig. 19.a. Secciones transversales para el caudal de 800 m³/s

ADENDA AL INFORME DE MODELACIÓN NUMÉRICA DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA ACTUAL DEL ENCAUZAMIENTO DEL TRAMO URBANO DEL RÍO GUADALMEDINA (MÁLAGA)

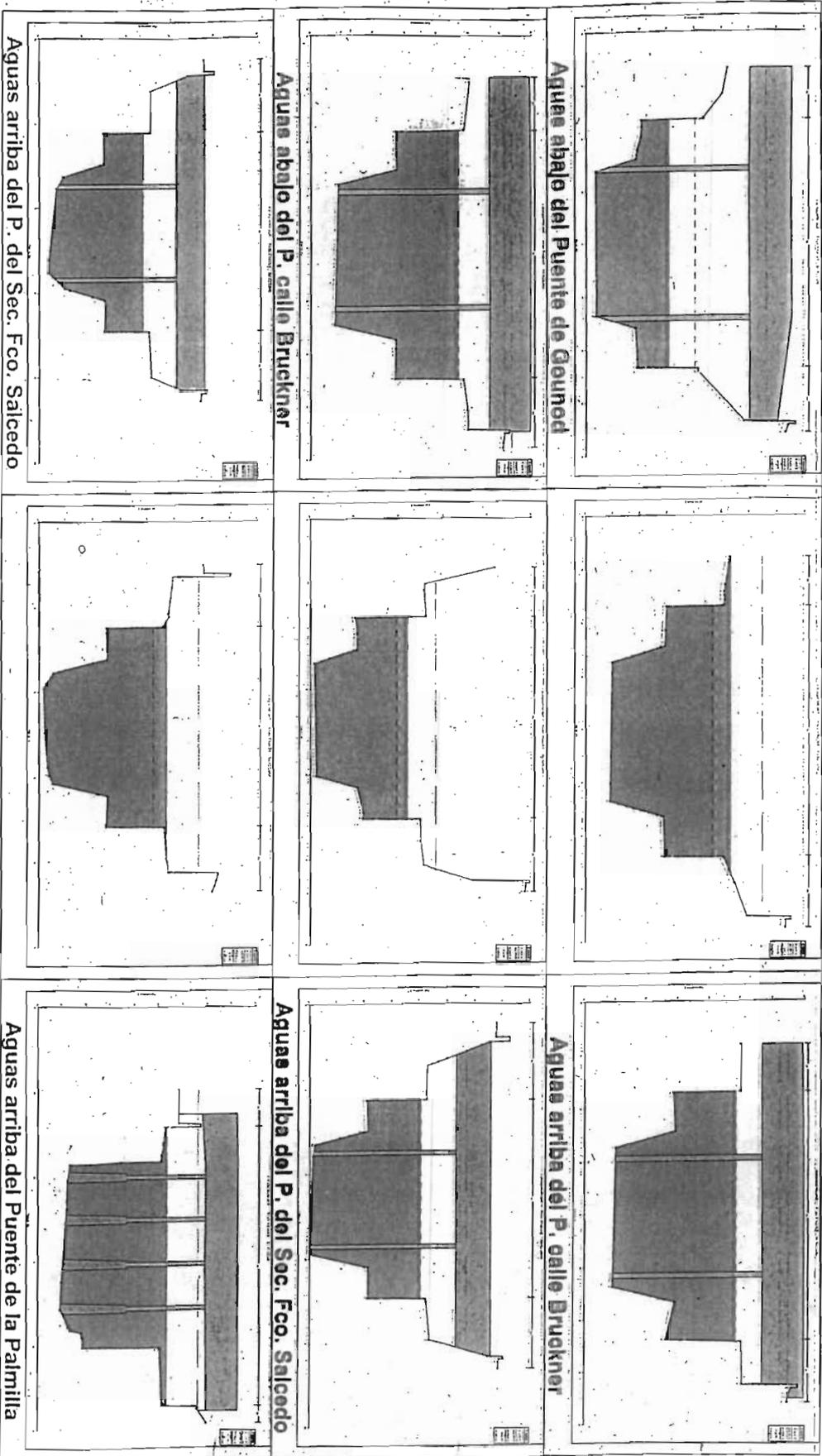
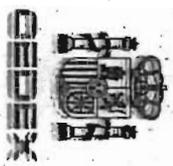


Fig. 19.b. Secciones transversales para el caudal de 800 m³/s

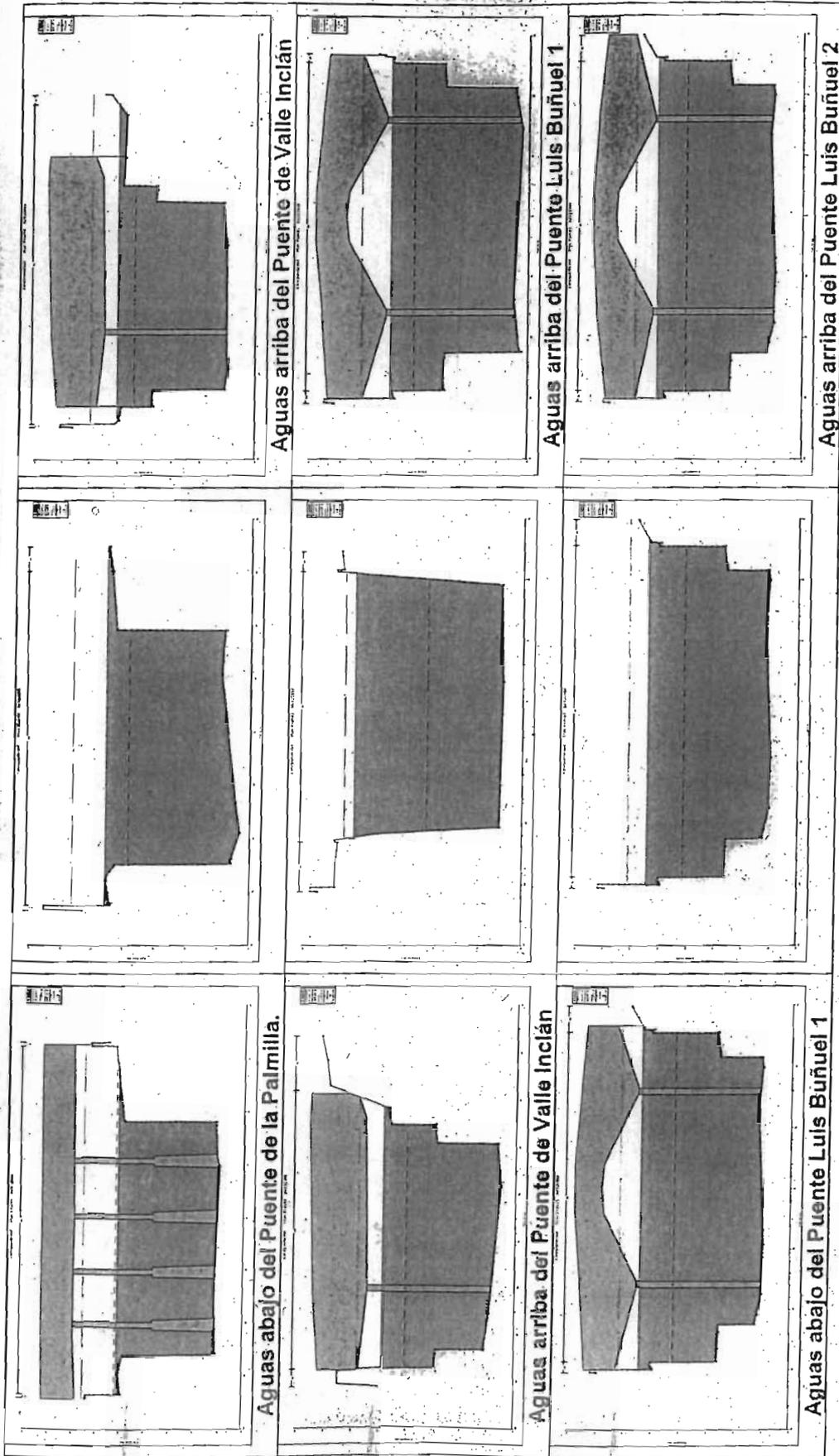


Fig. 19.c. Secciones transversales para el caudal de 800 m³/s

5. CONSIDERACIONES PREVIAS A LAS CONCLUSIONES

Un estudio completo que permita la toma de decisión que proceda en relación al tramo urbano del río Guadalmedina debería contener las siguientes Fases:

- Fase 1 Análisis de la capacidad hidráulica del tramo urbano del río Guadalmedina a su paso por la ciudad de Málaga
- Fase 2 Estudio conjunto de la aportación de la presa del Limonero asociada a sus Normas de Explotación, y la de la hidrología urbana, esto es, las aportaciones de las cuencas drenantes al río teniendo en cuenta la red de saneamiento y drenaje urbano
- Fase 3 Estudio de las medidas a aplicar al poner en relación los resultados de las Fases 1 y 2

El informe de septiembre de 2010 y la presente Adenda cubren los objetivos de la Fase 1 en las siguientes hipótesis:

- El modelo hidráulico utilizado es de lecho fijo, es decir supone que el fondo del río no sufrirá variaciones al paso de la corriente
- La capacidad de la desembocadura del río Guadalmedina se mantiene igual que la supuesta en los estudios previos de los años 1990
- Toda la aportación se incorpora al tramo urbano en la parte superior

Con la consideración de las dos primeras hipótesis se podría estar obteniendo una capacidad del encauzamiento mayor que la real, mientras que con la tercera menor, de forma que podrían compensarse total o parcialmente. En consecuencia, si la diferencia entre los resultados de la Fase 1 y de la Fase 2 fuera muy pequeña, convendría realizar un cálculo de mayor detalle de los resultados de esta Fase 1 ajustando más las hipótesis de cálculo.

Por otro lado, si el resultado de la Fase 1 fuera muy superior al de la Fase 2 no sería necesario ningún tipo de estudio adicional. Si, por el contrario, el resultado de la Fase 1 fuera inferior al de la Fase 2 se tendrían que analizar en detalle posibles soluciones entre las que, de manera simplificada y en una primera aproximación, podrían citarse las siguientes o una combinación de ellas:

- Modificación de las Normas de Explotación de la presa del Limonero para reducir el caudal laminado
- Transferencia de los caudales laminados por la presa del Limonero a otras cuencas cercanas (no uso del tramo urbano del río para estos caudales laminados)
- Reducción de la aportación urbana al río mediante transferencia a otras cuencas de los caudales procedentes de la red de saneamiento y drenaje urbano
- Actuaciones sobre el propio encauzamiento del río en su tramo urbano para incrementar su capacidad (variación de la pendiente, disminución de la rugosidad, etc.)

Por otro lado, para poder comprobar que el casco urbano de Málaga queda libre de inundaciones también sería necesario verificar como afectan los niveles de la lámina de agua



alcanzados en el cauce del río Guadalmedina a la capacidad de desagüe de los barrancos que drenan sus cuencas tributarias en este tramo.

6. CONCLUSIONES

6.1. Conclusiones del Informe Final "Modelación numérica de la capacidad hidráulica actual del encauzamiento del tramo urbano del río Guadalmedina (Málaga)" de septiembre de 2010.

Como se explicó en el apartado nº 1, la presente Adenda se redacta para complementar los estudios incluidos en el INFORME FINAL MODELACIÓN NUMÉRICA DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA ACTUAL DEL ENCAUZAMIENTO DEL TRAMO URBANO DEL RÍO GUADALMEDINA (MÁLAGA) de septiembre de 2010 redactado por el CEDEX por encargo de la Empresa de Gestión Medioambiental SA, EGMASA (empresa pública de la Junta de Andalucía adscrita a la Consejería de Medio Ambiente) con el objetivo de analizar el comportamiento de dicho encauzamiento ante caudales superiores a 600 m³/s.

El objetivo del citado Informe de septiembre de 2010 era doble, abarcando los dos aspectos siguientes:

1. Recopilación y elaboración de las conclusiones de los estudios en modelo físico realizados, tanto respecto de la presa de El Limonero como del cauce del río Guadalmedina
2. Modelación numérica para determinar la capacidad hidráulica del cauce actual del río Guadalmedina a su paso por la ciudad de Málaga, teniendo en cuenta las condiciones actuales

De los estudios llevados a cabo en dicho trabajo para desarrollar tales objetivos pueden establecerse las siguientes conclusiones de carácter general:

6.1.1. *Recopilación y elaboración de las conclusiones de los estudios en modelo físico realizados, tanto respecto de la presa de El Limonero como del cauce del río Guadalmedina*

De los estudios previos realizados con anterioridad en el Laboratorio de Hidráulica del Centro de Estudios Hidrográficos sobre el río Guadalmedina a su paso por la ciudad de Málaga, pueden destacarse las siguientes conclusiones:

1. Para el estudio hidráulico de la capacidad y el comportamiento del tramo final del encauzamiento del río Guadalmedina a su paso por la ciudad de Málaga, el CEDEX realizó en los últimos años de la década de 1980 y los primeros de 1990 una serie de ensayos en modelo físico a escala reducida, a resultas de los cuales se emitieron los cinco Informes siguientes:
 - a. Estudio en modelo reducido del encauzamiento de río Guadalmedina. Avance de trabajo. Junio de 1989. Clave CEDEX 41-430-1-017
 - b. Estudio en modelo reducido del encauzamiento de río Guadalmedina. Informe Parcial nº 1. Octubre de 1989. Clave CEDEX 41-430-1-017.

- c. Estudio en modelo reducido del encauzamiento de río Guadalmedina. Informe Final. Abril de 1990. Clave CEDEX 41-430-1-017.
- d. Estudio en modelo reducido del encauzamiento de río Guadalmedina II. Tramo entre los puentes de Armiñán y Tetuán. Informe Final. Enero de 1992. Clave CEDEX 41-491-1-026.
- e. Estudio en modelo reducido del encauzamiento de río Guadalmedina II. Tramo de aguas arriba del puente de Armiñán. Informe Final. Febrero de 1992. Clave CEDEX 41-491-1-026.

Todos ellos estaban basados en las conclusiones de los ensayos realizados sobre un modelo de lecho móvil, aportación sólida y con escala horizontal 1/75 y vertical 1/50. Para representar el material de fondo se utilizó carbón de densidad $1,75 \text{ T/m}^3$ y para modelar la escollera se empleó caliza de $2,65 \text{ T/m}^3$. Los cinco informes citados anteriormente se adjuntan en un anexo de este Informe.

2. Los datos hidrológicos y sedimentológicos que se utilizaron en los modelos físicos estudiados en el CEDEX fueron suministrados por la entonces Confederación Hidrográfica del Sur. En particular, el caudal de diseño fue fijado en $600 \text{ m}^3/\text{s}$ (conforme al hidrograma de referencia indicado en el apartado 2 de este Informe), correspondiendo a $400 \text{ m}^3/\text{s}$ de avenida de laminación de la presa del Limonero (periodo de retorno de 1.000 años) más $200 \text{ m}^3/\text{s}$ de caudal generado aguas abajo de la presa (hidrología urbana).

Durante el periodo de tiempo de redacción del presente Informe, no se ha dispuesto de nuevos informes hidrológicos diferentes a los anteriores. Únicamente cabe destacar el hecho de que la Agencia Andaluza del Agua remitió al CEDEX el documento: "Embalse de El Limonero. Estudio de la laminación de la PMF" (Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente; CH Sur; octubre de 1995) cuyo contenido versa sobre un estudio de soluciones para incrementar la capacidad de laminación de dicho embalse, no constituyendo en consecuencia un estudio hidrológico como tal.

3. Como principales conclusiones de dichos estudios, puede establecerse que, de acuerdo con los ensayos realizados en modelo físico, la capacidad del encauzamiento puede fijarse aproximadamente en $600 \text{ m}^3/\text{s}$.

El diseño de la trampa de áridos puede considerarse como suficiente para retener el árido transportado en arrastre por la avenida de $600 \text{ m}^3/\text{s}$, siempre que ésta se encuentre libre de materiales. En consecuencia, es imprescindible un adecuado mantenimiento y limpieza de la misma.

4. Es importante destacar que los estudios a que se hace referencia en la conclusión nº 1 se realizaron entre los años 1988 y 1992, previamente a la construcción de las obras en ellos estudiados. No se tiene garantía de que la situación actual del encauzamiento coincida con las soluciones propuestas o bien de que se hayan realizado nuevas obras en el encauzamiento que puedan afectar a su capacidad de evacuación de avenidas. De hecho, y a título de ejemplo de lo anterior, algunos de los puentes que se consideraron en dichos estudios únicamente estaban definidos a nivel de proyecto en aquel entonces, sin que se tenga constancia de que se hayan construido tal como estaban proyectados.

También son especialmente relevantes a este respecto, las posibles modificaciones que se hayan realizado en la obra de desembocadura del río Guadalmedina respecto al

diseño original, pues podrían alterar de manera importante la capacidad del encauzamiento.

En consecuencia, hay una cierta incertidumbre sobre la capacidad real y efectiva del encauzamiento actual del río Guadalmedina a su paso por la ciudad de Málaga, habida cuenta de las posibles modificaciones que puedan haberse realizado respecto a los estudios en modelo reducido realizados en el Laboratorio de Hidráulica del CEDEX.

6.1.2. Modelación numérica para determinar la capacidad hidráulica del cauce actual del río Guadalmedina a su paso por la ciudad de Málaga, teniendo en cuenta las condiciones actuales

Como consecuencia de lo anterior, se consideró necesario realizar una modelación matemática del encauzamiento del río Guadalmedina a su paso por la ciudad de Málaga, teniendo en cuenta la geometría exacta de la actuación realmente construida en el tramo del encauzamiento. De dicha modelación matemática pueden destacarse las siguientes conclusiones:

5. La modelación numérica realizada ha sido de carácter unidimensional, habida cuenta del carácter longitudinal del río estudiado. El modelo empleado ha sido el HEC-RAS, y los cálculos se han realizado en lecho fijo y en régimen permanente. El tramo objeto de análisis ha sido el comprendido entre la presa del Limonero y el puente de Armiñan, (pues es en este tramo en donde se localizan las diferencias entre los modelos estudiados en su momento en el Laboratorio de Hidráulica y lo realmente ejecutado).

En este Informe se ha partido de la capacidad original de la desembocadura del río Guadalmedina supuesta en los estudios de los años 1990. Se recomienda un estudio específico sobre dicha capacidad, habida cuenta de las obras realizadas en el Puerto de Málaga desde entonces.

6. El resultado de la modelización matemática muestra que el cauce existente tiene capacidad para desaguar $600 \text{ m}^3/\text{s}$ sin desbordar ni poner en carga ningún puente. Esta comprobación se ha realizado suponiendo que el lecho del cauce sea fijo.

La hipótesis de lecho fijo se considera adecuada en el tramo aguas abajo de la trampa de áridos, siempre y cuando esta infraestructura se mantenga de forma correcta, esto es, con limpiezas periódicas que garanticen su perfecto funcionamiento. Aguas arriba de la trampa de áridos es posible que el lecho sea móvil, lo cual podría minusvalorar la capacidad del encauzamiento. No obstante, hay que tener en cuenta que la aportación urbana se incrementa de forma progresiva y creciente a lo largo del encauzamiento, mientras que en el cálculo se ha supuesto concentrada toda ella en el inicio del tramo urbano, lo cual podría compensar este efecto. En todo caso, se recomienda se considere la conveniencia de un cálculo en lecho móvil en este tramo.

6.2. Conclusiones de la Adenda al Informe Final "Modelación numérica de la capacidad hidráulica actual del encauzamiento del tramo urbano del río Guadalmedina (Málaga)" de diciembre de 2010

A partir de las conclusiones del Informe Final redactado por el CEDEX en septiembre de 2010 sobre el estudio "MODELACIÓN NUMÉRICA DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA ACTUAL DEL ENCAUZAMIENTO DEL TRAMO URBANO DEL RÍO GUADALMEDINA (MÁLAGA)" en el que se concluía que la capacidad actual del encauzamiento del río Guadalmedina a su paso por la ciudad de Málaga era de aproximadamente 600 m³/s, se ha procedido a realizar una nueva simulación de dicho tramo para analizar su comportamiento ante el paso de avenidas superiores, en concreto, 700 y 800 m³/s. Las principales conclusiones de este nuevo estudio son las siguientes:

6.2.1. Tramo entre la desembocadura en el mar y el puente de Armiñán

7. Este tramo del encauzamiento urbano del río Guadalmedina fue objeto de diversos estudios en modelo físico a escala reducida en el Laboratorio de Hidráulica del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX entre los años 1989 y 1992, ejecutándose posteriormente las obras del encauzamiento sin apenas modificaciones respecto a los modelos físicos analizados. En consecuencia las conclusiones de dichos estudios en modelo reducido se entiende que son suficientemente representativas del comportamiento del río, no considerándose necesario realizar nuevas simulaciones matemáticas.

A partir de lo analizado en los citados estudios en modelo reducido, ante caudales superiores a 600 m³/s (en concreto 800 m³/s) aparecerían problemas de insuficiencia hidráulica del encauzamiento al menos en los siguientes puntos:

Tramo entre el puente de Tetuán y la desembocadura. Los puentes susceptibles de ponerse en carga en este tramo ante el paso de un caudal de 800 m³/s son los siguientes: puente del ferrocarril (en la hipótesis de pleamar), puente del Carmen, puente de Vendeja y puente de Tetuán.

Tramo aguas arriba del puente de Tetuán. Los puentes susceptibles de ponerse en carga en este tramo ante el paso de un caudal de 800 m³/s son los siguientes: puente de Atarazanas, puente de la Aurora, puente de Armiñán y en la propia trampa de áridos

6.2.2. Tramo entre el puente de Armiñán y la presa del Limonero

8. Este tramo del encauzamiento urbano del río Guadalmedina, aunque también fue objeto de diversos estudios en modelo físico a escala reducida en el Laboratorio de Hidráulica del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX entre los años 1989 y 1992, durante la posterior ejecución de las obras sí se introdujeron modificaciones respecto a los estudios iniciales que han aconsejado simular numéricamente este tramo para corroborar su capacidad hidráulica.

En la presente Adenda se ha complementado el anterior estudio de septiembre de 2010 simulando el funcionamiento hidráulico del tramo del cauce aguas arriba de la estructura desarenadora para 700 m³/s y 800 m³/s, suponiendo el cauce como lecho fijo. Estos caudales se introducen desde la sección de inicial del modelo sin tener en cuenta el punto exacto de incorporación al cauce de los caudales procedentes del drenaje

urbano, lo cual es una hipótesis del lado de la seguridad. La incorporación de esta información permitiría realizar un estudio más preciso de la capacidad del cauce.

9. Para estos caudales se identifican diferentes zonas en las que la altura de lámina de agua supera la cota de las márgenes. De existir barreras en las márgenes del río se evitarían los desbordamientos.
10. El resguardo en el puente de Gounod es de 30 cm para el caudal de 700 m³/s y de solo 10 cm para el de 800 m³/s. En el puente de Vallé Inclán, en la hipótesis de circulación del caudal de 800 m³/s, el resguardo es de 40 cm.

Los resguardos anteriores implican que, con seguridad, se producirán puestas en carga ocasionales de dichos puentes por el efecto de variables no contempladas en la modelación numérica realizada, tales como el viento, la existencia de ondas superficiales en la lámina de agua, el transporte de sedimentos o cualquier otra incertidumbre. Además existe una histéresis de la curva de gasto que hace que una vez puesto en carga un puente sea necesaria una reducción sustancial del caudal, por debajo del que la forzó, para volver al funcionamiento en lámina libre.

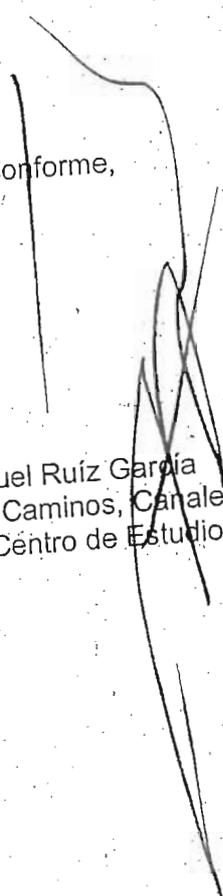
7. EQUIPO ENCARGADO DE LA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

El presente trabajo ha sido dirigido por D. David López Gómez (Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos; Director de Programa) y examinado y conforme por D. Víctor Elviro García (Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos; Consejero Técnico).

Además de los abajo firmantes, ha formado también parte del equipo encargado de la elaboración de este Informe D. Miguel de Blas Moncalvillo (Personal Investigador Contratado del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX).

Madrid, diciembre de 2010

Examinado y conforme,



D. Juan Manuel Ruiz García
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Director del Centro de Estudios Hidrográficos

Examinado y conforme,



D. Luis Balairón Pérez
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Director del Laboratorio de Hidráulica

ANEXO
CÁLCULOS HIDRÁULICOS

TABLA 1: CAUDAL 700 m³/s

Estación	Cota cauce principal (m)	Cota lámina de agua (m)	Cota del nivel crítico (m)	Cota línea de energía (m)	Pendiente línea de energía (m/m)	Velocidad en cauce (m/s)	Sección hidráulica (m ²)	Ancho en superficie (m)	Nº Froude
3623.822	40.61	44.31	44.31	46.06	0.006804	5.88	121.09	35.12	0.98
3576.667	40.29	43.54	44.03	45.59	0.009751	6.51	114.46	44.48	1.17
3526.667	40.14	42.48	43.19	44.83	0.017107	6.78	103.21	50.95	1.51
3476.667	39.8	43.42	42.91	44.27	0.003288	4.12	177.83	66.78	0.73
3452.764	39.5	43.63	42.44	44.09	0.001778	3	233.09	69.55	0.52
3425					Puente A7				
3395.204	38.94	42.78	42.12	43.63	0.003581	4.07	172.15	52.68	0.72
3345.204	38.83	41.95	41.95	43.37	0.007108	5.27	132.76	47.39	1.01
3325.41	36.32	41.4	39.37	41.89	0.001282	3.11	224.78	46.66	0.45
3281.532	36.21	41.19	39.77	41.81	0.001639	3.5	206.91	67.85	0.54
3240					Enlace A7- A45				
3231.532	35.75	38.85	39.4	41.06	0.013435	6.58	106.4	46.7	1.39
3181.532	35.51	39.84	39.13	40.75	0.003091	4.22	167.23	59.17	0.72
3161.716	35.39	39.88	38.98	40.66	0.002551	3.91	182.01	66.78	0.65
3126.83	35.29	40.14	38.34	40.47	0.000923	2.59	282.31	80.76	0.41
3096.934	35.2	40.03	38.24	40.43	0.001064	2.86	257.53	75.09	0.44
3055.212	34.9	39.62	38.53	40.34	0.00218	3.79	191.58	66.67	0.61
3030					Puente de Gounod				
3017.025	33.36	36.01	36.77	38.68	0.01869	7.25	96.64	46.78	1.61
2965.117	32.67	35.99	36.3	37.78	0.009614	5.92	118.25	46.89	1.19
2915.018	32.51	35.75	36.06	37.55	0.009669	5.94	117.98	46.96	1.19
2864.978	32.24	35.54	35.81	37.28	0.009097	5.83	120.14	47.01	1.16
2815.162	31.9	35.9	35.51	37	0.004306	4.65	150.7	47.11	0.83
2765.01	31.67	35.69	35.27	36.77	0.004132	4.59	152.74	47.17	0.81
2714.937	31.39	35.57	34.98	36.54	0.003538	4.37	160.29	49.56	0.76
2664.859	31.14	35.44	34.75	36.35	0.00317	4.24	167.05	61.27	0.72
2614.752	30.91	35.35	34.5	36.17	0.002722	4.04	178.46	64.22	0.67
2600					Puente de la calle Bruckner				
2580.655	30.78	34.18	34.38	35.82	0.008386	5.68	123.29	47.05	1.12

Estación	Cota cauce principal (m)	Cota lámina de agua (m)	Gota del nivel crítico (m)	Cota línea de energía (m)	Pendiente línea de energía (m/m)	Velocidad en cauce (m/s)	Sección hidráulica (m ²)	Ancho en superficie (m)	Nº Froude
2535.552	30.23	32.69	33.35	35.02	0.019293	6.76	103.53	56.39	1.59
2500.225	24.47	26.75	28.21	32.81	0.079027	10.91	64.19	46.53	2.96
2456.042	24.59	27.39	28.13	29.99	0.018027	7.14	98.02	45.93	1.56
2393.694	24.18	28.23	27.78	29.28	0.004068	4.54	154.37	47.38	0.8
2343.742	23.95	28.05	27.53	29.07	0.003838	4.47	157	56.47	0.78
2293.742	23.81	27.87	27.33	28.87	0.003743	4.43	159.93	64.14	0.77
2243.742	23.45	27.77	27.04	28.66	0.003085	4.19	171.39	66.57	0.71
2193.742	23.01	27.76	26.69	28.48	0.002245	3.8	191.44	66.58	0.61
2180									
Puente del Secretario Salcedo									
2165.928	22.45	26.02	26.4	27.92	0.010821	6.1	114.76	46.84	1.24
2125.132	22.34	26.58	26.21	27.69	0.004488	4.68	149.49	46.9	0.84
2075.132	22.23	26.34	26	27.47	0.004604	4.72	148.53	46.89	0.84
2025.132	21.9	26.08	25.75	27.22	0.004645	4.73	148.06	46.88	0.85
1975.132	21.72	25.84	25.52	26.99	0.004701	4.75	147.34	46.87	0.85
1923.373	21.41	25.66	25.22	26.72	0.00411	4.58	152.95	46.87	0.81
1873.373	21.18	25.48	24.97	26.5	0.00388	4.48	156.34	46.86	0.78
1823.373	21.03	25.3	24.75	26.3	0.003698	4.43	158.34	46.88	0.77
1773.373	20.8	25.14	24.52	26.1	0.003456	4.33	161.92	50.93	0.74
1721.308	20.43	25.09	24.18	25.9	0.002663	4	177.43	65.48	0.66
1671.308	19.96	25.07	23.86	25.74	0.001999	3.65	199.89	71.88	0.58
1642.045	19.93	25.2	23.16	25.62	0.001485	2.86	246.97	74.27	0.48
1629									
Puente de la Palmilla									
1609.903	19.97	22.45	23.03	24.75	0.014743	6.72	104.14	44.07	1.4
1575.521	19.77	22.91	22.76	24.25	0.006237	5.14	136.22	43.98	0.93
1525.521	19.42	22.43	22.43	23.9	0.007174	5.38	130.06	44.02	1
1475.521	17.57	20.03	20.87	22.95	0.021636	7.58	92.39	43.96	1.67
1425.521	17.32	21.23	20.59	22.23	0.003945	4.44	157.5	43.98	0.75
1375.521	16.96	21.14	20.2	21.99	0.004393	4.08	171.54	62.86	0.78
1325.521	16.95	21.07	20.06	21.71	0.003583	3.57	196.16	75.67	0.7
1300									
Puente de Valle Inclán									
1272.895	16.54	20.47	19.73	21.28	0.003334	3.99	175.31	51.99	0.69

Estación	Cota cauce principal (m)	Cota lámina de agua (m)	Cota del nivel crítico (m)	Cota línea de energía (m)	Pendiente línea de energía (m/m)	Velocidad en cauce (m/s)	Sección hidráulica (m ²)	Ancho en superficie (m)	Nº Froude
1227.429	16.42	20.1	19.48	21.11	0.003957	4.46	156.95	43.97	0.75
1186.069	16.22	19.81	19.33	20.91	0.004525	4.64	150.71	44.02	0.8
1136.069	15.92	19.55	19.1	20.67	0.004649	4.68	149.46	43.98	0.81
1086.069	15.65	19.35	18.83	20.42	0.004344	4.59	152.57	43.98	0.79
1036.069	15.64	19.12	18.63	20.2	0.004438	4.61	151.79	44.01	0.79
986.0695	15.3	18.42	18.42	19.92	0.006937	5.42	129.19	43.14	1
974.5217	10.95	17.36	14.13	17.72	0.000757	2.67	262.25	43	0.35
922.5075	12.87	16.42	15.99	17.55	0.004715	4.71	148.55	44.03	0.82
872.5074	12.54	16.4	15.54	17.28	0.003417	4.16	168.07	45.65	0.69
822.5073	12.21	16.4	15.36	17.05	0.00243	3.57	196.02	56.43	0.6
Puente de Luis Buñuel									
790	11.98	16.13	14.94	16.73	0.002138	3.43	204.04	56	0.57
Puente de Luis Buñuel									
747.0348	11.91	15.71	14.97	16.49	0.00328	3.91	178.95	54.26	0.69
707.2802	11.72	15.15	14.71	16.28	0.004669	4.7	149.01	44	0.81
657.28	11.38	14.82	14.48	16.02	0.005144	4.84	144.56	43.99	0.85
607.28	11.14	14.63	14.17	15.74	0.004556	4.66	150.15	43.97	0.81
557.2802	10.89	14.4	13.94	15.5	0.00453	4.66	150.25	43.99	0.8
507.28	10.61	14.13	13.69	15.26	0.004676	4.7	148.88	43.98	0.82
457.28	10.39	13.97	13.39	15	0.004086	4.5	155.62	44.05	0.76
407.2802	10.15	13.71	13.2	14.79	0.004394	4.61	151.96	44.03	0.79
357.28	9.88	13.52	12.95	14.56	0.004155	4.52	154.77	44.04	0.77
307.28	9.73	13.3	12.74	14.35	0.004227	4.54	154.04	44	0.78
257.2802	9.49	13.12	12.49	14.13	0.003953	4.45	157.3	44.05	0.75
207.28	9.32	12.89	12.32	13.93	0.004181	4.52	154.72	44.1	0.77
157.2801	9.21	12.46	12.2	13.7	0.005542	4.94	141.84	44.43	0.88
125	9.01	12.82	11.65	13.4	0.002097	3.38	206.96	56.91	0.57
Puente de Armiñán.									
65.20666	9.1	11.48	11.48	12.61	0.007302	4.72	148.45	65.57	1

TABLA 2: CAUDAL DE 800 m³/s.

Estación	Cota cauce principal (m)	Cota lámina de agua (m)	Cota del nivel crítico. (m)	Cota línea de energía (m)	Pendiente línea de energía (m/m)	Velocidad en cauce (m/s)	Sección hidráulica (m ²)	Ancho en superficie. (m)	Nº Froude
3623.822	40.61	44.63	44.63	46.54	0.006774	6.17	132.2	35.16	0.99
3576.667	40.29	43.7	44.38	46.07	0.010694	7.04	121.4	47.02	1.24
3526.667	40.14	42.64	43.47	45.29	0.01766	7.22	111.16	52.88	1.55
3476.667	39.8	44.25	43.17	44.66	0.001339	3.06	304.29	107.39	0.48
3452.764	39.5	44.02	42.64	44.5	0.001625	3.07	261.78	77.83	0.51
3425	Puente A7								
3395.204	38.94	43.13	42.37	44.03	0.003394	4.2	190.42	52.73	0.71
3345.204	38.83	42.21	42.21	43.76	0.006979	5.51	145.23	47.47	1.01
3325.41	36.32	41.77	39.64	42.33	0.001331	3.3	242.23	46.95	0.46
3281.532	36.21	41.61	40.03	42.26	0.001532	3.6	234.96	67.87	0.53
3240	Enlace A7 - A45								
3231.532	35.75	39.08	39.68	41.47	0.012843	6.85	116.87	46.73	1.38
3181.532	35.51	40.25	39.4	41.18	0.002763	4.29	193.08	66.01	0.69
3161.716	35.39	40.3	39.23	41.09	0.002258	3.96	211.32	70.18	0.63
3126.83	35.29	40.56	38.56	40.91	0.000855	2.66	316.39	80.76	0.4
3096.934	35.2	40.44	38.49	40.87	0.001001	2.95	289.18	77.78	0.43
3055.212	34.9	40.05	38.79	40.78	0.001947	3.84	220.48	66.7	0.59
3030	Puente de Gounod								
3017.025	33.36	36.19	37.03	39.14	0.01838	7.61	105.24	46.8	1.62
2965.117	32.67	36.89	36.56	38.16	0.004564	5	160.44	50.31	0.86
2915.018	32.51	36.67	36.32	37.93	0.004479	4.97	161.37	52.73	0.86
2864.978	32.24	36.46	36.07	37.69	0.004264	4.9	164.52	59.1	0.84
2815.162	31.9	36.35	35.77	37.45	0.003598	4.64	174.67	60.04	0.77
2765.01	31.67	36.22	35.53	37.24	0.003246	4.49	182.3	64.12	0.74
2714.937	31.39	36.17	35.25	37.06	0.002631	4.2	197.74	66.15	0.67
2664.859	31.14	36.11	35.01	36.91	0.002213	3.98	210.78	64.77	0.62
2614.752	30.91	36.08	34.77	36.78	0.00186	3.76	225.18	64.27	0.57
2600	Puente de la calle Bruckner								

Estación	Cota cauce principal (m)	Cota lámina de agua (m)	Cota del nivel crítico. (m)	Cota línea de energía (m)	Pendiente línea de energía (m/m)	Velocidad en cauce (m/s)	Sección hidráulica (m ²)	Ancho en superficie. (m)	Nº Froude	
2580.655	30.78	34.48	34.65	36.21	0.007625	5.83	137.51	47.13	1.09	
2535.552	30.23	32.84	33.59	35.45	0.019575	7.16	111.69	56.41	1.62	
2500.225	24.47	26.9	28.47	33.33	0.073709	11.24	71.18	46.56	2.9	
2456.042	24.59	27.51	28.39	30.55	0.019606	7.73	103.57	45.97	1.64	
2393.694	24.18	28.44	28.04	29.65	0.004313	4.87	164.36	47.39	0.83	
2343.742	23.95	28.25	27.8	29.42	0.004103	4.81	169.66	65.4	0.81	
2293.742	23.81	28.05	27.56	29.21	0.004054	4.78	171.85	64.88	0.81	
2243.742	23.45	27.93	27.31	28.98	0.003441	4.56	182.14	67.14	0.75	
2193.742	23.01	27.91	26.95	28.78	0.002542	4.15	201.96	67.27	0.66	
2180	Puente del Secretario Salcedo									
2165.928	22.45	26.24	26.66	28.33	0.010625	6.4	125.03	46.86	1.25	
2125.132	22.34	26.84	26.48	28.09	0.004488	4.94	161.99	46.93	0.85	
2075.132	22.23	26.61	26.26	27.86	0.004596	4.97	161.1	53.92	0.86	
2025.132	21.9	26.33	26.01	27.61	0.004698	5.01	159.89	46.91	0.86	
1975.132	21.72	26.08	25.79	27.38	0.004779	5.04	158.88	46.9	0.87	
1923.373	21.41	25.9	25.47	27.11	0.00424	4.88	164.3	50.48	0.83	
1873.373	21.18	25.71	25.23	26.88	0.004057	4.79	167.74	56.4	0.81	
1823.373	21.03	25.52	25.01	26.67	0.003919	4.75	169.76	66.04	0.8	
1773.373	20.8	25.35	24.79	26.45	0.003715	4.66	174.35	69.16	0.78	
1721.308	20.43	25.31	24.45	26.24	0.002834	4.29	193.01	71.68	0.69	
1671.308	19.96	25.31	24.12	26.07	0.002127	3.91	216.81	75.27	0.6	
1642.045	19.93	25.46	23.43	25.93	0.001544	3.05	265.88	74.37	0.49	
1629	Puente de la Palmilla									
1609.903	19.97	22.78	23.31	25.09	0.012706	6.75	118.61	44.08	1.31	
1575.521	19.77	22.69	23.04	24.72	0.010253	6.31	126.69	43.97	1.19	
1525.521	19.42	22.38	22.69	24.37	0.009849	6.25	128.03	44.02	1.17	
1475.521	17.57	20.22	21.15	23.42	0.021296	7.93	100.9	43.97	1.67	
1425.521	17.32	21.6	20.87	22.63	0.005215	4.49	178.81	67.35	0.85	
1375.521	16.96	21.47	20.48	22.34	0.004335	4.12	195.29	72.54	0.78	
1325.521	16.95	21.44	20.31	22.09	0.002985	3.56	225.31	77.45	0.66	
1300	Puente de Valle Inclán									

Estación	Cota cauce principal (m)	Cota lamina de agua (m)	Cota del nivel critico. (m)	Cota línea de energía (m)	Pendiente línea de energía (m/m)	Velocidad en cauce (m/s)	Sección hidraulica (m ²)	Ancho en superficie. (m)	Nº Froude
1272.895	16.54	20.88	19.98	21.71	0.003242	4.06	197.23	55.89	0.69
1227.429	16.42	20.45	19.75	21.55	0.003854	4.65	172.25	48.05	0.75
1186.069	16.22	20.13	19.6	21.33	0.004459	4.85	164.84	44.03	0.8
1136.069	15.92	19.88	19.37	21.1	0.004535	4.88	163.99	44	0.81
1086.069	15.65	19.69	19.1	20.85	0.004232	4.78	167.48	44	0.78
1036.069	15.64	19.45	18.9	20.63	0.004915	4.8	166.78	52.97	0.83
986.0695	15.3	18.7	18.7	20.34	0.006858	5.67	141.2	43.45	1
974.5217	10.95	17.73	14.43	18.15	0.000826	2.87	278.51	43.32	0.36
922.5075	12.87	16.76	16.27	17.98	0.004697	4.89	163.59	45.29	0.82
872.5074	12.54	16.73	15.81	17.68	0.004014	4.33	184.61	53.7	0.75
822.5073	12.21	16.75	15.59	17.45	0.002337	3.72	215.6	56.85	0.6
800									
790	11.98	16.48	15.18	17.13	0.002079	3.59	223.51	56.95	0.57
770									
747.0348	11.91	16.06	15.21	16.89	0.003059	4.04	198.65	58.34	0.67
707.2802	11.72	15.46	14.99	16.69	0.004647	4.92	162.46	44.02	0.82
657.28	11.38	15.13	14.76	16.44	0.005068	5.06	158.09	44.01	0.85
607.28	11.14	14.94	14.44	16.16	0.004521	4.88	163.86	43.99	0.81
557.2802	10.89	14.71	14.21	15.92	0.004487	4.88	164.06	44.01	0.81
507.28	10.61	14.45	13.97	15.68	0.004609	4.91	162.81	44	0.82
457.28	10.39	14.29	13.66	15.42	0.004276	4.71	169.79	46.08	0.78
407.2802	10.15	14.03	13.48	15.21	0.00435	4.82	165.96	44.05	0.79
357.28	9.88	13.84	13.22	14.98	0.004126	4.74	168.88	44.05	0.77
307.28	9.73	13.62	13.02	14.77	0.004183	4.75	168.27	44.02	0.78
257.2802	9.49	13.44	12.76	14.55	0.003921	4.66	171.71	44.07	0.75
207.28	9.32	13.22	12.6	14.36	0.004114	4.73	169.33	44.33	0.77
157.2801	9.21	12.86	12.47	14.14	0.004979	5.01	159.7	44.5	0.84
125	9.01	13.24	11.89	13.85	0.001915	3.46	233.21	65.14	0.55
100									
65.20666	9.1	11.71	11.71	12.93	0.007158	4.89	163.62	67.28	1

Puente de Luis Buñuel

Puente de Luis Buñuel

Puente de Armiñán.