

ANEJO 3 ESTUDIO DE INUNDABILIDAD DEL RÍO CÁRDENAS

1.- INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente anejo es realizar un estudio de evaluación del comportamiento hidráulico del río Cárdenas aguas abajo de la localidad de Cárdenas, concretamente en el entorno del emplazamiento del futuro humedal artificial que se pretende construir para la depuración de las aguas residuales de la citada población.

Con ello se pretende determinar los límites marcados por el cauce y la zona de servidumbre en el tramo donde se proyectan las obras citadas, así como calcular las avenidas asociadas a distintos periodos de retorno que nos van a permitir delimitar la vía de intenso desagüe y la zona inundable.

El estudio contempla la estimación de los caudales de avenida correspondientes a los periodos de retorno de 3.5, 10, 100 y 500 años, la definición del río a partir de un levantamiento topográfico específico del cauce y de las llanuras de inundación y, por último, la modelización hidráulica para la determinación de los niveles alcanzados por la lámina de agua en cada caso, para lo que se utiliza la aplicación informática HEC-RAS.

2.- ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA

En este apartado se describe y justifica la metodología empleada en la estimación de los caudales del río Cárdenas. Los datos requeridos para poder realizar el posterior estudio hidráulico son los correspondientes a los caudales asociados a la avenida ordinaria, a la de 10, 100 y 500 años periodo de retorno.

Este río no dispone de ninguna estación de aforos en su cuenca, por lo que no podemos hacer un estudio foronómico para estimar los caudales de avenida.

Se puede recurrir al método hidrometeorológico, que relaciona el caudal de una cuenca con el producto de la intensidad máxima de precipitación por el área de la cuenca mediante una constante denominada coeficiente

de escorrentía (fórmula racional). Para desarrollar este método hay que determinar la precipitación máxima diaria, que se corrige por un factor de amplificación en función del periodo de retorno considerado, y el umbral de escorrentía medio de la cuenca, en función de los distintos tipos y usos de suelos presentes.

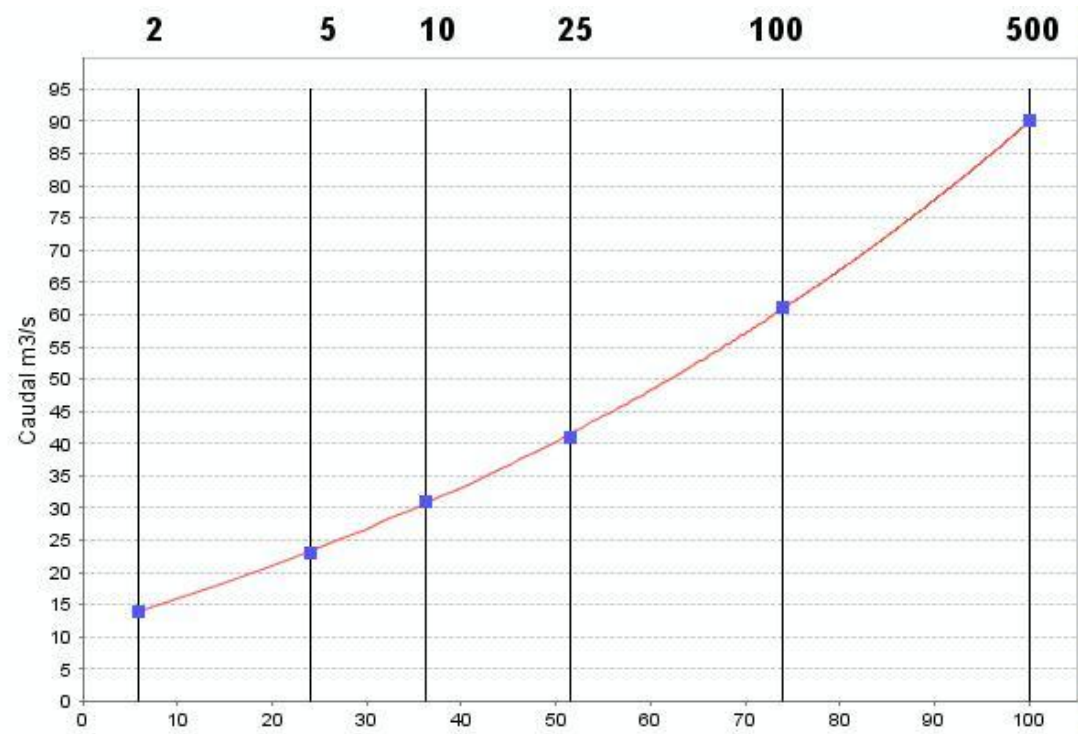
Por otro lado, actualmente también se puede recurrir a la aplicación informática denominada *CauMax*, desarrollada por el CEDEX, dentro de un convenio de colaboración con el MAGRAMA, para la elaboración de un mapa de los caudales máximos asociados a distintas probabilidades de recurrencia en la red de ríos que gestiona a través de las distintas Confederaciones Hidrográficas. Esta aplicación también se basa en modelos hidrometeorológicos para las cuencas no aforadas menores de 500 km² de superficie.

Esta aplicación permite:

- La consulta de los mapas de caudales máximos para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 100 y 500 años.
- El cálculo del caudal máximo de cualquier otro periodo de retorno entre 2 y 500 años por interpolación de los valores de los mapas ya definidos previamente.
- Proporciona una herramienta para realizar estimaciones de los caudales máximos en los puntos de la red fluvial no incluidos en los mapas (cuencas menores de 50 km²).

Consideramos que los resultados de este trabajo del CEDEX proporcionan unas estimaciones suficientemente aproximadas de los caudales de avenida del río Cárdenas, por lo que adoptaremos los valores que dicha aplicación nos arroja.

Introduciendo las coordenadas UTM de nuestra sección de control (X=519.800; Y=4.691.720), obtenemos del *CauMax* los caudales asociados a los distintos periodos de retorno considerados. La ley de caudales es la siguiente:



En la tabla siguiente se reflejan los valores obtenidos para los periodos de retorno consultados:

PERIODO DE RETORNO (años)	CAUDAL DE AVENIDA (m³/s)
3,5 (*)	20
10	31
100	61
500	90

(*) Caudal aproximado asociado a la avenida ordinaria

3.- ESTUDIO DE INUNDABILIDAD DE LOS TERRENOS

3.1 METODOLOGÍA

El estudio se centra en determinar las alturas que alcanzarán las láminas de agua asociadas a las avenidas ordinaria y de 10, 100 y 500 años de periodo de retorno, tanto en la situación actual como futura (con el

humedal construido), lo que nos va a permitir delimitar el cauce, la vía de intenso desagüe y la zona inundable, así como comprobar si con la construcción proyectada se producen alteraciones significativas en el régimen hidráulico del río o sobre-elevaciones de la lámina de agua que puedan provocar daños en su entorno.

Para realizar los cálculos hidráulicos se ha utilizado el programa HEC-RAS desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EE.UU. Está basado en la aplicación de la ecuación de conservación de la energía con la pérdida de carga valorada según la fórmula de Manning. Para hacer la simulación se adoptan las siguientes hipótesis básicas:

- El flujo es estacionario.
- El régimen del flujo es gradualmente variado.
- El flujo se considera unidimensional. La altura de la energía es igual para todos los puntos de una sección, corrigiendo la distribución horizontal de la velocidad.
- La pendiente media del cauce ha de ser menor del 10%.
- Régimen único entre dos secciones consecutivas (lento o rápido).
- La pendiente de la línea de energía es uniforme entre dos secciones consecutivas.

El modelo matemático resuelve de forma iterativa la ecuación de la conservación de la energía para calcular el nivel del agua en una sección a partir de un nivel conocido en otra. El programa realiza el cálculo en régimen lento y rápido, detectando donde se produce el calado crítico y el cambio de régimen. Incorpora, a su vez, la ecuación del momento para aquellos casos en los cuales la lámina de agua varía rápidamente.

3.2 CÁLCULOS HIDRÁULICOS

Se ha simulado el comportamiento hidráulico del río a su paso por la zona en estudio, modelizando aproximadamente 300 m de longitud de cauce. Para ello se ha representado un eje sobre el que se han ubicado las secciones transversales que incluyen el cauce y las llanuras de inundación, necesarias para el estudio hidráulico. Los perfiles transversales utilizados para el cálculo se han obtenido a partir del levantamiento topográfico realizado expresamente para este proyecto.

Una vez definida la geometría se han introducido en el programa los caudales de avenida estimados en el apartado anterior.

Para realizar los cálculos hidráulicos se han de estimar necesariamente unos valores de rugosidad. En nuestro caso, nos encontramos con un cauce que tiene un lecho granular fino, con un trazado sensiblemente recto y de anchura más o menos uniforme. La vegetación arbustiva y arbórea es densa junto al cauce, y variable en las llanuras de inundación, donde se alternan terrenos cultivados con poca vegetación con zonas con maleza y plantaciones de chopos.



Cauce del río Cárdenas

Terrenos junto al cauce

Por ello se han considerado valores conservadores, adoptando una rugosidad media para el cauce (coeficiente de Manning) de 0.05 y de 0.10 para las zonas exteriores al mismo (llanuras de inundación). Estos valores se han estimado teniendo en cuenta los valores recomendados por publicaciones técnicas específicas de esta materia (Ven Te Chow, US Army Corps of Engineers, J.P. Martin Vide).

Se han considerado pérdidas de carga localizadas debidas a la variación de la superficie mojada de un perfil a otro, adoptándose un coeficiente de valor 0,3 del término cinético de la energía en el caso de expansiones, y de 0,1 para el caso de contracciones.

Los cálculos se han realizado con la hipótesis de flujo en régimen mixto. Las condiciones de contorno impuestas han sido las de calado normal para una pendiente de 1.36% aguas abajo y de 1.58% aguas arriba.

Con estas condiciones se ha efectuado dos simulaciones hidráulicas para los valores de caudales antes mencionados, la primera con la situación actual y la segunda con la construcción de las obras proyectadas.

Para considerar la situación futura, se han modificado los perfiles transversales P100 y P120, incorporando la geometría de la balsa (humedal) y el camino de acceso proyectados.

3.3 RESULTADOS DEL CÁLCULO

En el **APÉNDICE 1** que se adjunta al final de este anejo se incluye:

- Un plano de planta con la situación de los perfiles transversales del río analizados.
- Los resultados de los cálculos hidráulicos obtenidos en ambas situaciones (actual y futura). Se presentan en sendas tablas donde aparecen reflejados, para cada perfil transversal, los valores siguientes: el nivel de la lámina de agua, el calado crítico, el nivel de la energía, la pendiente, la velocidad media del flujo, la superficie mojada, el ancho superior de la lámina de agua y el número de Froude.

Como resumen de los cálculos hidráulicos realizados con la aplicación HEC-RAS, se incluye a continuación una tabla comparativa de las dos situaciones en el tramo comprendido entre los perfiles P100 a P200, que es donde se presenta alguna variación motivada por la construcción de las obras proyectadas. En esta tabla resumen se reflejan los resultados obtenidos para los caudales de 61 y 90 m³/s correspondientes a T=100 y T=500 años respectivamente. Para la avenida ordinaria y la de T=10 años no se produce ninguna variación entre la situación actual y futura.

En esta se reflejan los valores de los niveles de la lámina de agua, niveles de energía, velocidades medias del flujo, superficie mojada y número de Froude:

TABLA COMPARATIVA DE RESULTADOS. SITUACIÓN ACTUAL Y FUTURA

River Sta	Profile	Plan	W.S. Elev (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Froude
200	T=100	SIT. FUT.	537.12	537.86	3.82	15.95	1.04
200	T=100	SIT. ACT.	537.8	537.83	1.21	111.22	0.28
200	T=500	SIT. FUT.	537.85	537.93	1.67	118.76	0.38
200	T=500	SIT. ACT.	537.65	537.78	2.12	92.79	0.52
170	T=100	SIT. FUT.	537.28	537.39	1.83	72.99	0.46
170	T=100	SIT. ACT.	536.93	537.63	3.71	16.46	1.00
170	T=500	SIT. FUT.	537.78	537.84	1.47	137.83	0.32
170	T=500	SIT. ACT.	537.26	537.51	2.76	71.04	0.69
140	T=100	SIT. FUT.	537.24	537.28	1.28	108.25	0.29
140	T=100	SIT. ACT.	536.66	537.38	3.76	16.33	0.99
140	T=500	SIT. FUT.	537.75	537.78	1.16	175.33	0.23
140	T=500	SIT. ACT.	537	537.19	2.54	79.67	0.61
120	T=100	SIT. FUT.	536.45	537.12	3.63	17.24	0.95
120	T=100	SIT. ACT.	536.68	536.81	2.01	65.9	0.49
120	T=500	SIT. FUT.	536.95	537.66	3.82	28.5	0.87
120	T=500	SIT. ACT.	536.69	536.97	2.92	67.27	0.71
100	T=100	SIT. FUT.	535.72	536.56	4.07	14.97	1.13
100	T=100	SIT. ACT.	535.85	536.54	3.69	16.53	1.00
100	T=500	SIT. FUT.	536.42	536.92	3.34	35.77	0.79
100	T=500	SIT. ACT.	536.56	536.68	1.99	97.1	0.46

Además, en el **APÉNDICE 2** se incluyen las siguientes representaciones gráficas:

- Perfiles longitudinales del río reflejando los niveles teóricos del agua para las avenidas de T=100 y T=500 años de periodo de retorno de las situaciones actual y futura, que permiten visualizar la alteración que provocan las obras proyectadas.
- Secciones transversales proporcionadas por el programa HEC-RAS que reflejan los niveles de agua alcanzados para las avenidas de periodos de retorno de 3,5 (avenida ordinaria), 10, 100 y 500 años, que nos permiten delimitar el cauce, la zona de servidumbre y la zona inundable, tanto en la situación actual como futura.
- Secciones transversales de aquéllos perfiles donde se produce algún cambio entre una situación y otra, reflejando las alturas de la lámina de agua para T=500 años en ambas situaciones.

4.- CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos en este estudio se desprende el siguiente análisis:

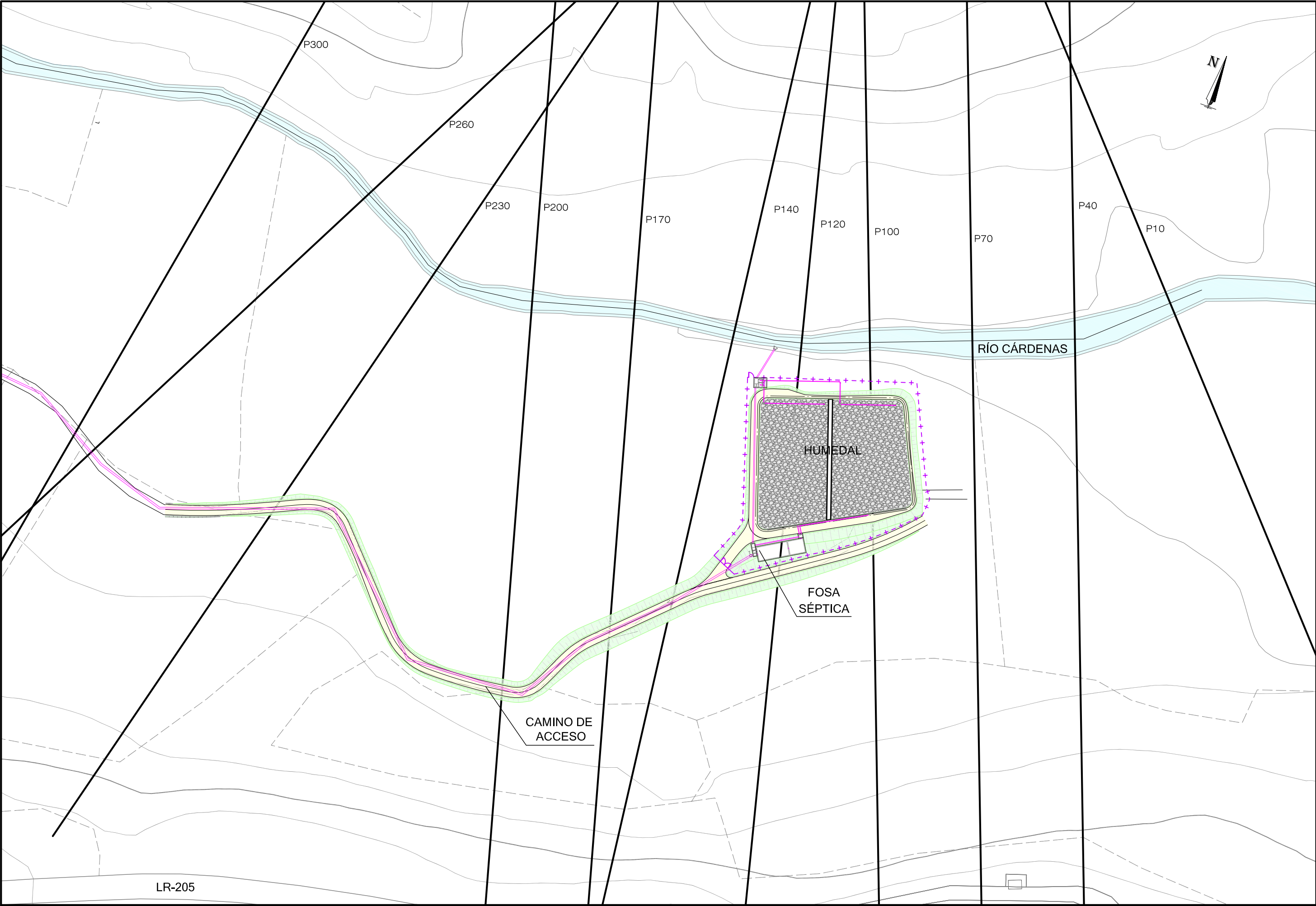
- El ámbito de las obras se desarrolla dentro de la zona de policía del río Cárdenas, por lo que se atenderá lo que dictamine a este respecto el Reglamento del Dominio Público Hidráulico.
- Las obras proyectadas se sitúan fuera de la zona de servidumbre, considerando ésta como la franja de terreno de 5 m de anchura paralela al cauce, que viene delimitado por los terrenos inundados por la avenida ordinaria.
- Los terrenos elegidos para el emplazamiento del humedal (perfiles P100 y P120) se encuentran en zona inundable. Por ello se proyecta situar la coronación del la balsa a la cota 537.00, por encima de la altura de la lámina de agua estimada para los 500 años de periodo de retorno.
- El dique se construirá con taludes tendidos (3H:2V) para evitar descalces en caso de producirse avenidas extraordinarias.
- Tal y como se desprende de los cálculos hidráulicos realizados, las obras proyectadas ocasionan, en el tramo comprendido entre los perfiles P100 y P200, modificaciones en el régimen hidráulico del río y en las elevaciones del agua para las avenidas de 100 y 500 años de periodo de retorno,.
- La zona más afectada sería la margen izquierda del río que se sitúa justo aguas arriba del humedal proyectado (perfiles P140 y P170). Se trata de una ladera de monte sin uso agrícola, por lo que no consideramos que no se producirán daños significativos. En cualquier caso, las alteraciones producidas por la presencia de las obras se disipan rápidamente.

Podemos concluir por tanto que las obras proyectadas no afectarán negativamente al cauce ni al régimen hidráulico del río, quedando demostrada su capacidad para desaguar la avenida asociada a 100 y 500 años de periodo de retorno sin provocar alteraciones significativas en el río, disipándose rápidamente las sobreelevaciones que se generan sin provocar daños en su entorno.

Por el contrario, las instalaciones proyectadas producirán un impacto positivo sobre el río desde el punto de vista medioambiental, puesto que van a permitir depurar las aguas residuales de la población de Cárdenas, eliminando el impacto del actual vertido sobre el cauce receptor.

APÉNDICE 1:

- PLANTA DE SITUACIÓN DE PERFILES TRANSVERSALES
- RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS HIDRÁULICOS



SITUACION ACTUAL

HEC-RAS Plan: Plan 01_SA River: Cardenas Reach: EDAR Cardenas												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W S Elev (m)	Crit W S (m)	E G Elev (m)	E G Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
EDAR Cardenas	300	T=3.5	20.00	536.66	538.38	538.19	538.72	0.019101	2.57	7.77	7.45	0.80
EDAR Cardenas	300	T=10	31.00	536.66	538.73	538.57	539.15	0.019278	2.89	11.88	30.95	0.83
EDAR Cardenas	300	T=100	61.00	536.66	539.22	539.18	539.41	0.008954	2.42	59.59	108.89	0.60
EDAR Cardenas	300	T=500	90.00	536.66	539.46	539.32	539.62	0.008033	2.50	85.53	110.77	0.58
EDAR Cardenas	260	T=3.5	20.00	536.02	537.91	537.53	538.11	0.010866	1.98	10.12	9.72	0.62
EDAR Cardenas	260	T=10	31.00	536.02	538.32	537.87	538.55	0.010130	2.14	14.47	11.72	0.62
EDAR Cardenas	260	T=100	61.00	536.02	538.77	538.77	539.03	0.009317	2.51	47.13	110.97	0.62
EDAR Cardenas	260	T=500	90.00	536.02	538.95	538.95	539.24	0.010521	2.86	67.18	112.75	0.67
EDAR Cardenas	230	T=3.5	20.00	535.55	537.09	537.09	537.57	0.030229	3.07	6.51	6.76	1.00
EDAR Cardenas	230	T=10	31.00	535.55	537.45	537.45	538.03	0.029335	3.39	9.15	8.01	1.01
EDAR Cardenas	230	T=100	61.00	535.55	538.16	538.16	538.42	0.011669	2.68	47.21	87.44	0.68
EDAR Cardenas	230	T=500	90.00	535.55	538.16	538.33	538.73	0.025864	3.99	46.80	87.35	1.01
EDAR Cardenas	200	T=3.5	20.00	535.07	536.63	536.18	536.81	0.008495	1.85	10.80	9.62	0.56
EDAR Cardenas	200	T=10	31.00	535.07	537.03	536.51	537.25	0.008420	2.07	14.99	11.21	0.57
EDAR Cardenas	200	T=100	61.00	535.07	537.80	537.16	537.83	0.001857	1.21	111.22	128.11	0.28
EDAR Cardenas	200	T=500	90.00	535.07	537.65	537.60	537.78	0.006330	2.12	92.79	124.97	0.52
EDAR Cardenas	170	T=3.5	20.00	534.60	536.33	535.91	536.53	0.009827	1.96	10.20	9.19	0.59
EDAR Cardenas	170	T=10	31.00	534.60	536.74	536.27	536.98	0.009763	2.18	14.25	10.93	0.61
EDAR Cardenas	170	T=100	61.00	534.60	536.93	536.93	537.63	0.025761	3.71	16.46	11.97	1.00
EDAR Cardenas	170	T=500	90.00	534.60	537.26	537.24	537.51	0.011775	2.76	71.04	120.57	0.69
EDAR Cardenas	140	T=3.5	20.00	534.23	535.99	535.62	536.21	0.011153	2.08	9.61	8.61	0.63
EDAR Cardenas	140	T=10	31.00	534.23	536.37	535.97	536.65	0.011695	2.37	13.11	10.02	0.66
EDAR Cardenas	140	T=100	61.00	534.23	536.66	536.66	537.38	0.025081	3.76	16.33	12.62	0.99
EDAR Cardenas	140	T=500	90.00	534.23	537.00	536.91	537.19	0.008974	2.54	79.67	116.41	0.61
EDAR Cardenas	120	T=3.5	20.00	533.98	535.38	535.38	535.84	0.030216	3.01	6.65	7.26	1.00
EDAR Cardenas	120	T=10	31.00	533.98	535.74	535.74	536.28	0.028008	3.25	9.53	8.74	0.99
EDAR Cardenas	120	T=100	61.00	533.98	536.68	536.53	536.81	0.005873	2.01	65.90	108.23	0.49
EDAR Cardenas	120	T=500	90.00	533.98	536.69	536.69	536.97	0.012217	2.92	67.27	108.61	0.71
EDAR Cardenas	100	T=3.5	20.00	533.72	534.91	534.83	535.28	0.022677	2.70	7.41	7.83	0.89
EDAR Cardenas	100	T=10	31.00	533.72	535.20	535.16	535.71	0.025362	3.17	9.79	8.79	0.96
EDAR Cardenas	100	T=100	61.00	533.72	535.85	535.85	536.54	0.025491	3.69	16.53	11.87	1.00
EDAR Cardenas	100	T=500	90.00	533.72	536.56	536.27	536.68	0.004708	1.99	97.10	113.39	0.46
EDAR Cardenas	70	T=3.5	20.00	533.28	534.23	534.17	534.57	0.024233	2.60	7.69	9.32	0.91
EDAR Cardenas	70	T=10	31.00	533.28	534.52	534.46	534.96	0.023354	2.94	10.56	10.28	0.92
EDAR Cardenas	70	T=100	61.00	533.28	535.02	535.06	535.75	0.027398	3.79	16.10	11.91	1.04
EDAR Cardenas	70	T=500	90.00	533.28	535.51	535.51	536.34	0.023808	4.03	22.33	13.50	1.00
EDAR Cardenas	40	T=3.5	20.00	532.84	534.05	533.60	534.17	0.006321	1.55	12.90	12.51	0.49
EDAR Cardenas	40	T=10	31.00	532.84	534.36	533.85	534.53	0.006880	1.83	16.96	13.58	0.52
EDAR Cardenas	40	T=100	61.00	532.84	534.90	534.39	535.21	0.009046	2.46	24.78	15.42	0.62
EDAR Cardenas	40	T=500	90.00	532.84	535.00	534.80	535.60	0.016501	3.41	26.41	15.85	0.84
EDAR Cardenas	10	T=3.5	20.00	532.42	533.70	533.45	533.90	0.013605	1.96	10.19	12.32	0.69
EDAR Cardenas	10	T=10	31.00	532.42	534.01	533.75	534.24	0.013616	2.15	14.44	15.33	0.71
EDAR Cardenas	10	T=100	61.00	532.42	534.56	534.28	534.88	0.013624	2.50	24.41	20.75	0.74
EDAR Cardenas	10	T=500	90.00	532.42	534.76	534.76	535.07	0.013277	2.64	55.37	110.38	0.74

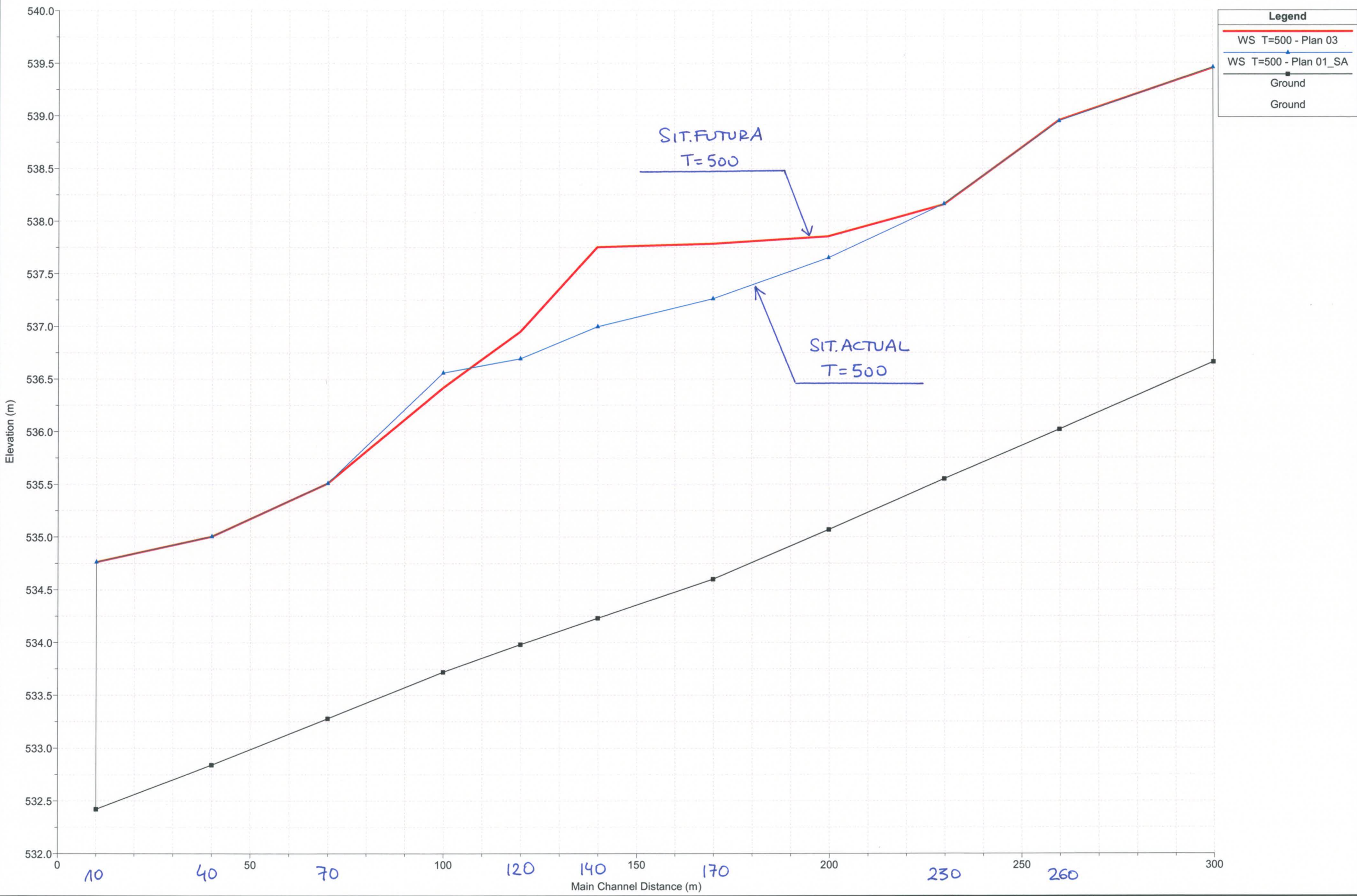
SITUACION FUTURA

HEC-RAS Plan: Plan 03 River: Cardenas Reach: EDAR Cardenas												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W S Elev (m)	Crit W S (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
EDAR Cardenas	300	T=3.5	20.00	536.66	538.38	538.19	538.72	0.019101	2.57	7.77	7.45	0.80
EDAR Cardenas	300	T=10	31.00	536.66	538.73	538.57	539.15	0.019278	2.89	11.88	30.95	0.83
EDAR Cardenas	300	T=100	61.00	536.66	539.22	539.18	539.41	0.008893	2.41	59.77	108.90	0.59
EDAR Cardenas	300	T=500	90.00	536.66	539.45	539.32	539.62	0.008150	2.52	85.06	110.74	0.58
EDAR Cardenas	260	T=3.5	20.00	536.02	537.91	537.53	538.11	0.010866	1.98	10.12	9.72	0.62
EDAR Cardenas	260	T=10	31.00	536.02	538.32	537.87	538.55	0.010130	2.14	14.47	11.72	0.62
EDAR Cardenas	260	T=100	61.00	536.02	538.77	538.77	539.03	0.009381	2.52	46.93	110.95	0.62
EDAR Cardenas	260	T=500	90.00	536.02	538.95	538.95	539.24	0.010292	2.83	67.90	112.81	0.66
EDAR Cardenas	230	T=3.5	20.00	535.55	537.09	537.09	537.57	0.030229	3.07	6.51	6.76	1.00
EDAR Cardenas	230	T=10	31.00	535.55	537.45	537.45	538.03	0.029335	3.39	9.15	8.01	1.01
EDAR Cardenas	230	T=100	61.00	535.55	538.16	538.16	538.42	0.011669	2.68	47.21	87.44	0.68
EDAR Cardenas	230	T=500	90.00	535.55	538.15	538.33	538.74	0.026499	4.03	46.26	87.22	1.02
EDAR Cardenas	200	T=3.5	20.00	535.07	536.63	536.18	536.81	0.008495	1.85	10.80	9.62	0.56
EDAR Cardenas	200	T=10	31.00	535.07	537.03	536.51	537.25	0.008420	2.07	14.99	11.21	0.57
EDAR Cardenas	200	T=100	61.00	535.07	537.12	537.16	537.86	0.027603	3.82	15.95	11.54	1.04
EDAR Cardenas	200	T=500	90.00	535.07	537.85	537.60	537.93	0.003399	1.67	118.76	129.34	0.38
EDAR Cardenas	170	T=3.5	20.00	534.60	536.33	535.91	536.53	0.009827	1.96	10.20	9.19	0.59
EDAR Cardenas	170	T=10	31.00	534.60	536.74	536.27	536.98	0.009763	2.18	14.25	10.93	0.61
EDAR Cardenas	170	T=100	61.00	534.60	537.28	536.93	537.39	0.005092	1.83	72.99	121.17	0.46
EDAR Cardenas	170	T=500	90.00	534.60	537.78	537.24	537.84	0.002282	1.47	137.83	134.80	0.32
EDAR Cardenas	140	T=3.5	20.00	534.23	535.99	535.62	536.21	0.011152	2.08	9.61	8.61	0.63
EDAR Cardenas	140	T=10	31.00	534.23	536.37	535.97	536.65	0.011694	2.37	13.11	10.02	0.66
EDAR Cardenas	140	T=100	61.00	534.23	537.24	536.66	537.28	0.001910	1.28	108.25	121.92	0.29
EDAR Cardenas	140	T=500	90.00	534.23	537.75	536.91	537.78	0.001172	1.16	175.33	137.31	0.23
EDAR Cardenas	120	T=3.5	20.00	533.98	535.38	535.38	535.84	0.030223	3.01	6.64	7.26	1.00
EDAR Cardenas	120	T=10	31.00	533.98	535.74	535.74	536.28	0.028013	3.25	9.52	8.74	1.00
EDAR Cardenas	120	T=100	61.00	533.98	536.45	536.45	537.12	0.023121	3.63	17.24	19.07	0.95
EDAR Cardenas	120	T=500	90.00	533.98	536.95	536.95	537.66	0.017452	3.82	28.50	26.50	0.87
EDAR Cardenas	100	T=3.5	20.00	533.72	534.91	534.83	535.28	0.022677	2.70	7.41	7.83	0.89
EDAR Cardenas	100	T=10	31.00	533.72	535.20	535.16	535.71	0.025362	3.17	9.79	8.79	0.96
EDAR Cardenas	100	T=100	61.00	533.72	535.72	535.86	536.56	0.032961	4.07	14.97	11.24	1.13
EDAR Cardenas	100	T=500	90.00	533.72	536.42	536.29	536.92	0.014682	3.34	35.77	32.79	0.79
EDAR Cardenas	70	T=3.5	20.00	533.28	534.23	534.17	534.57	0.024233	2.60	7.69	9.32	0.91
EDAR Cardenas	70	T=10	31.00	533.28	534.52	534.46	534.96	0.023354	2.94	10.56	10.28	0.92
EDAR Cardenas	70	T=100	61.00	533.28	535.06	535.06	535.75	0.024954	3.67	16.64	12.05	1.00
EDAR Cardenas	70	T=500	90.00	533.28	535.51	535.51	536.34	0.023808	4.03	22.33	13.50	1.00
EDAR Cardenas	40	T=3.5	20.00	532.84	534.05	533.60	534.17	0.006321	1.55	12.90	12.51	0.49
EDAR Cardenas	40	T=10	31.00	532.84	534.36	533.85	534.53	0.006880	1.83	16.96	13.58	0.52
EDAR Cardenas	40	T=100	61.00	532.84	534.90	534.39	535.21	0.009046	2.46	24.78	15.42	0.62
EDAR Cardenas	40	T=500	90.00	532.84	535.00	534.80	535.60	0.016505	3.41	26.41	15.85	0.84
EDAR Cardenas	10	T=3.5	20.00	532.42	533.70	533.45	533.90	0.013605	1.96	10.19	12.32	0.69
EDAR Cardenas	10	T=10	31.00	532.42	534.01	533.75	534.24	0.013616	2.15	14.44	15.33	0.71
EDAR Cardenas	10	T=100	61.00	532.42	534.56	534.28	534.88	0.013624	2.50	24.41	20.75	0.74
EDAR Cardenas	10	T=500	90.00	532.42	534.76	534.76	535.07	0.013277	2.64	55.37	110.38	0.74

APÉNDICE 2:

- **PERFILES LONGITUDINALES DEL HEC-RAS**
- **SECCIONES TRANSVERSALES DEL HEC-RAS**
- **SECCIONES TRANSVERSALES ACTUAL Y FUTURA PARA T=500**

Cardenas Plan: 1) Plan 03 2) Plan 01_SA
Geom: Cardenas_futura Flow: CAUMAX



Cardenas Plan: 1) Plan 03 2) Plan 01_SA
Geom: Cardenas_futura Flow: CAUMAX



