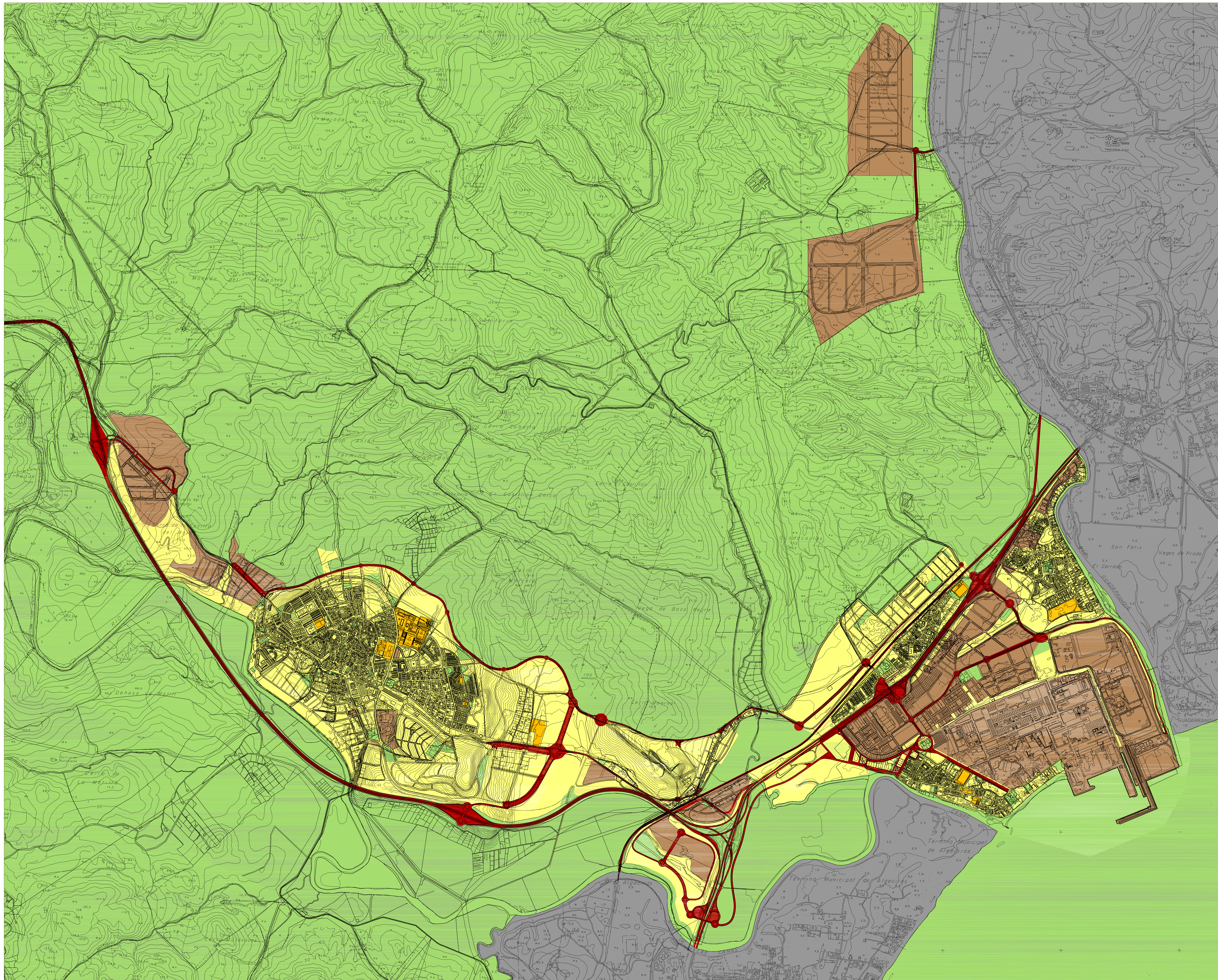


ANEXO I:  
CLASIFICACIÓN DE LAS ÁREAS DE SENSIBILIDAD ACÚSTICA







- CLASIFICACIÓN DE LAS ÁREAS DE SENSIBILIDAD ACÚSTICA.**  
(Decreto 326/2003, de 25/11, Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica)
- Tipo I: Área de silencio. Zona de alta sensibilidad acústica, que comprende los sectores del territorio que requieren una especial protección contra el ruido. En ella se incluyen las zonas con predominio de los siguientes usos del suelo:
    - a) Uso sanitario.
    - b) Uso docente.
    - c) Uso cultural.
    - d) Espacios naturales protegidos, salvo las zonas urbanas.
  - Tipo II: Área levemente ruidosa. Zona de considerable sensibilidad acústica, que comprende los sectores del territorio que requieren una protección alta contra el ruido. En ella se incluyen las zonas con predominio de los siguientes usos del suelo:
    - a) Uso residencial.
    - b) Zona verde, excepto en casos en que constituyen zonas de transición.
    - c) Adecuaciones recreativas, campamentos de turismo, aulas de la naturaleza y senderos.
  - Tipo III: Área tolerablemente ruidosa. Zonas de moderada sensibilidad acústica, que comprende los sectores del territorio que requieren una protección media contra el ruido. En ella se incluyen las zonas con predominio de los siguientes usos del suelo:
    - a) Uso de hospedaje.
    - b) Uso de oficinas o servicios.
    - c) Uso comercial.
    - d) Uso deportivo.
    - e) Uso recreativo.
  - Tipo IV: Área ruidosa. Zona de baja sensibilidad acústica, que comprende los sectores del territorio que requieren menor protección contra el ruido. En ella se incluyen las zonas con predominio de los siguientes usos del suelo:
    - a) Uso industrial.
    - b) Zona portuaria.
    - c) Servicios públicos, no comprendidos en los tipos anteriores.
  - Tipo V: Área especialmente ruidosa. Zona de nula sensibilidad acústica, que comprende los sectores del territorio afectados por servidumbres sonoras a favor de infraestructuras de transporte, autopistas, rondas de circunvalación, ejes ferroviarios, aeropuertos y áreas de espectáculos al aire libre.



## ANEXO 2-A:

# ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO PALMONES Y EL RÍO GUADACORTE





## MEMORIA

0. ANTECEDENTES.
1. OBJETO DEL ESTUDIO.
2. SITUACIÓN ACTUAL.
3. PLUVIOMETRÍA.
4. CÁLCULOS HIDRÁULICOS.
5. CONCLUSIONES.

ANEJOS

PLANOS



0. ANTECEDENTES.



Cauce del río Palmones.



Cauce del río Guadacortes





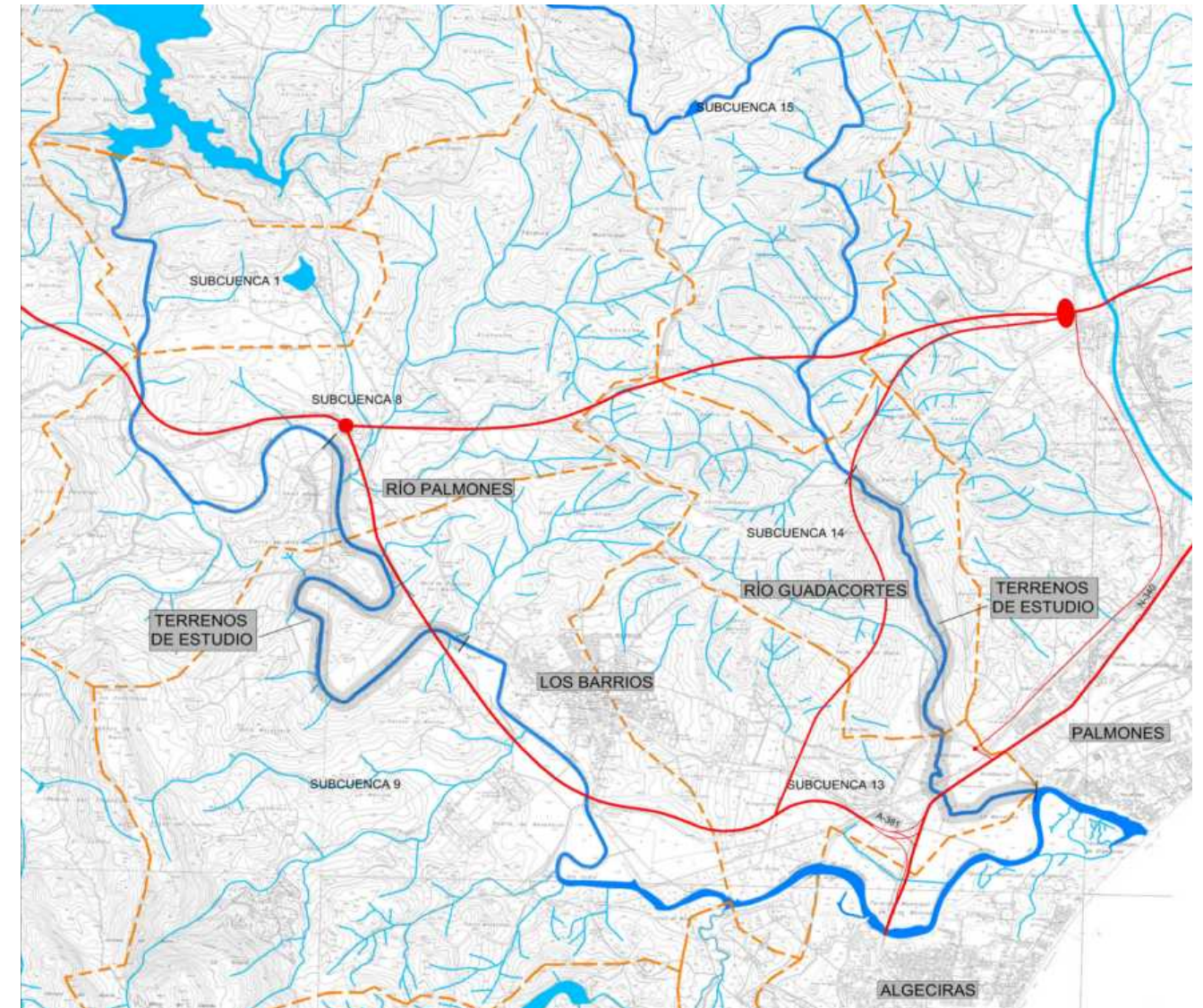


Cauce del río Guadacortes



Cauce del río Palmones a su paso por Los Barrios

El presente estudio de inundabilidad se redacta por encargo de, Territorio y Ciudad S.L. con el fin de determinar si el ámbito de estudio de los terrenos de la cuenca alta del Río Palmones y al Río Guadacortes indicados en el plano 03 que se adjunta a continuación, ubicados en el término municipal de Los Barrios (Cádiz) son susceptibles de inundación motivado por las avenidas del Río Palmones y el Río Guadacortes. Este estudio se ha ampliado prácticamente a todo el Término Municipal de Los Barrios, estudiando la avenida a 500 años.







## 1. OBJETO DEL ESTUDIO



Cauce del río Palmones.



Cauce del río Guadacortes



El estudio tiene por objeto definir el nivel de afección del Río Palmones y el Río Guadacortes sobre los terrenos de estudio, lo cual recoge prácticamente todo el término municipal de Los Barrios. Analizando sus cauces a su paso junto a éstos y comprobando que tiene una capacidad suficiente para absorber el caudal de una avenida de un periodo de retorno de 500 años.



## 2. SITUACIÓN ACTUAL



*Cauce del río Palmones.*



*Cauce del río Guadacortes*



- **Relieve.**

En la cuenca del Río Palmones la altitud oscila entre los 786 m. del Cerro de la Luna, en la sierra del mismo nombre, situada en el extremo sur, y el nivel del mar, en su desembocadura en la Bahía.

Los relieves más destacados de la cuenca lo forman las areniscas del Aljibe que conforman el sustrato de las Sierras de Ojén, la Luna y la Palma, en la porción meridional; las Sierras del Niño, Sequilla, Blanquilla y del Junquillo en la porción occidental y la Sierra de Montecoche en el sector nororiental.

- **Geología.**

Las Unidades del Campo de Gibraltar se caracterizan estratigráficamente por estar constituidas predominantemente por rocas detríticas marinas profundas, de edades comprendidas principalmente entre el Cretácico superior y el Mioceno inferior. Su estructura es compleja, pero dos unidades son esencialmente importantes: la Unidad de Algeciras y la Unidad del Aljibe.

La mayor parte de los materiales que conforman la cuenca del río Palmones pertenecen a las denominadas Unidades del Campo de Gibraltar. Estas unidades, se sitúan, desde el punto de vista tectónico, en una posición intermedia entre el Subbético y la Zona Bética.

En la cuenca del río Palmones se diferencian fundamentalmente tres tipos de suelo:

- Tierras pardas forestales: son los suelos de las sierras; coinciden prácticamente con la zona formada por las areniscas silíceas llamadas del Aljibe. Estos suelos presentan color pardo-oscuro, textura arenosa y estructura grumo-granular. Son sueltos, de relativa permeabilidad y ligeramente ácidos, con valores de pH cercanos a 6,5 y contenido en materia orgánica, en parte bien humificada, que puede alcanzar 4-5% en los horizontes superiores.
- El Lehm margoso: suelos desarrollados sobre materiales del Eoceno, es prácticamente el único suelo que ocupa las colinas de arcillas y margas. Presenta además escasa variabilidad que se reduce a mostrar ligera modificación en granulometría y pedregosidad. Por lo que respecta a la granulometría de estos suelos de textura arcillolimoso

formados sobre arcillas y margas ricas en elementos finos, son las más frecuentes; prácticamente constituyen la mayoría de las colinas de tierras de "bujeo", así como los llanos y zonas de arrastres coluviales.

- Suelos de vega aluvial: son los suelos de las márgenes y terrazas aluviales de los ríos, constituidos por sedimentos jóvenes poco transformados. Los suelos de vega del río Palmones son de color pardo, pardo oscuro o pardo gris-verdosos. La textura varía desde limosa a areno-limosa. La estructura es grumosa en superficie y muy compacta en profundidad. La permeabilidad y el drenaje, condicionados en gran parte por la textura, estructura y naturaleza del subsuelo son medios en estos suelos.

- **Clima.**

La zona de estudio se caracteriza por un clima mediterráneo subhúmedo atlántico, es decir un clima templado de transición entre el Mediterráneo y el Oceánico, con veranos templados y largos inviernos frescos y bastante lluviosos. De acuerdo con la información obtenida sobre la provincia de Cádiz, es posible distinguir en la cuenca del río Palmones dos tipos climáticos: el mediterráneo marítimo y el mediterráneo templado. El primero de ellos ocupa la mayor parte de la cuenca, excluyéndose del mismo las zonas más elevadas de los relieves de areniscas. Térmicamente se caracteriza este clima por la atenuación de sus temperaturas extremas como consecuencia de la influencia moderadora del mar.

La temperatura media anual es de 18 °C, siendo la temperatura media del mes más cálido de 24,5 °C en agosto, con máximas absolutas superiores a los 36 °C. La temperatura media del mes más frío, Enero, se sitúa en torno a los 12,5° C, con mínimas absolutas en torno a los 4,4 ° C.

- **Vegetación.**

La vegetación potencial de la cuenca del río Palmones corresponde a cuatro series de vegetación:

- La serie meso-termomediterránea húmeda-hiperhúmeda gaditana de alcornoque (23d), se localizan en pequeñas manchas rodeadas por terrenos correspondientes a la serie 25.



- La serie termo-mesomediterránea gaditano-tangerina húmedo-hiperhúmeda silicícola del quejigo africano (25), que ocupa toda la parte occidental de la cuenca.
- La serie 26ª, en la zona oriental de la cuenca.
- La serie 28, correspondiente al borde más oriental de la cuenca.

La desembocadura del río Palmones, con importante influencia del agua del mar presenta comunidades específicas de la zona de marisma.

- **Fauna.**

Se encuentran grupos faunísticos tales como moluscos, peces, aves y mamíferos.



Cauce del río Guadacortes

### 3. PLUVIOMETRÍA



*Cauce del río Palmones a su paso por Los Barrios.*



*Cauce del río Guadacortes*



### 3.1 ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS

De las estaciones pluviométricas de la zona se han tomado los datos de cuatro de ellas:

- Tarifa "Facinas".
- Los Barrios "Dehesa Zanona".
- Algeciras.
- San Roque "Central Eléctrica".

Según el estudio monográfico "Las Precipitaciones máximas en 24 horas y sus periodos de retorno en España. Volumen 9. Andalucía Occidental", publicado por el Instituto Nacional de Meteorología, los datos de las estaciones pluviométricas referidas son los que se detallan a continuación:

ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA	INDICATIVO	LOCALIZACIÓN	PERIODO REGISTRADO	VALOR ESPERADO PARA T=50 AÑOS (mm)	VALOR ESPERADO PARA T=500 AÑOS (mm)
TARIFA "FACINAS"	5-990	5° 42' 2" W 36° 8' 24" N	1951-1998	138,7	182,0
LOS BARRIOS "DEHESA ZANONA"	5-991	5° 39' 52" W 36° 14' 0" N	1951-1990	185,7	267,2
ALGECIRAS	6-006	5° 26' 55" W 36° 7' 30" N	1951-2000	266,0	420,6
SAN ROQUE "CENTRAL ELÉCTRICA"	6-026	5° 25' 57" W 36° 12' 55"N	1965-1998	214,5	332,5

TABLA 1 - ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS.

### 3.2 PERIODO DE RETORNO

Es el número de años en que se considera se superará una vez como promedio la intensidad de lluvia máxima adoptada.

De acuerdo con la Normativa de la Confederación Hidrográfica, para todos los cálculos se toma un periodo de retorno de 500 años.

### 3.3 CÁLCULO DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS

Teniendo en cuenta los datos pluviométricos de las estaciones escogidas y la hidrografía de la zona, se han calculado las precipitaciones máximas en 24 horas para un periodo de retorno de 500 años.

Estos cálculos se realizan con recurrencias de tipo estadístico que permitan aproximarse lo más posible a la realidad.

El problema fundamental en el aspecto estadístico que se plantea en un estudio de precipitaciones, es la obtención de una ley de distribución que defina la probabilidad "F" con que un determinado valor de precipitación no es superado en 1 año. Dicha probabilidad se puede expresar también como periodo de retorno.

Se dice que un valor tiene un periodo de retorno "T" cuando, como media, es superado una vez cada "T" años. La relación entre los valores F y T es  $T = 1/1 - F$ .

Para obtener la ley, se parte de una serie de valores extremos, para lo cual se fracciona la serie completa de valores en intervalos de un año de duración y se elige en cada uno su máximo. La nueva serie consta de tantos datos como años de registro. Posteriormente se ajusta a esos valores extremos un modelo preconcebido.

El modelo universalmente aceptado para las máximas precipitaciones anuales es el de Gumbel, que tiene la siguiente expresión:

$$F(x) = e^{-e^{-\frac{x - \mu}{\sigma}}}$$

siendo:

x = valor de la variable

F(x) = probabilidad con que el valor de "x" no es superado

La función  $\Phi(x)$  es de la forma:

$$\Phi(x) = \frac{x - \mu}{\sigma} + \gamma$$

siendo:

$x$  = valor de la variable aleatoria.

$\bar{x}$  = valor medio de la serie de datos.

$S_x$  = desviación típica de la serie de datos.

$\bar{Y}_n$  = valor medio de una distribución limite de Gumbel.

$S_n$  = desviación típica de un distribución limite de Gumbel.

Conocidos los valores anteriores se obtiene una relación entre "x" y "T" que permite, fijado uno, conocer el otro inmediatamente.

En el caso de España, la gran variabilidad del clima y la orografía del territorio aconsejan determinar los valores de x a partir de valores prefijados del periodo de retorno T.

A partir de la expresión:

$$T = \frac{1}{1 - F(x)} = \frac{1}{1 - e^{-e}}$$

se obtiene, despejando:

$$\varphi(x) = \log_e \cdot \log_e \cdot \frac{1}{T}$$

Igualando los valores de  $\varphi(x)$  y despejando el valor de "x" se obtiene el valor de la precipitación máxima en 24 horas, para un periodo de retorno determinado.

$$X_T = \bar{X} + \frac{\sigma_x}{\sigma_n} \left( -\log_e \cdot \log_e \cdot \frac{1}{T-1} - \bar{y}_n \right) = \bar{X} + \frac{\sigma_x}{\sigma_n} (\varphi(x) - \bar{y}_n)$$

Los valores de  $\bar{Y}_n$  y  $\sigma_n$  se reflejan en la tabla que aparece en la página siguiente:

Años de la serie (n)	$\bar{Y}_n$	$\Sigma n$
10	0.4967	0.9573
11	0.4996	0.9676
12	0.5039	0.9876
13	0.5070	0.9833
14	0.5100	0.9971
15	0.5128	1.0094
16	0.5154	1.0206
17	0.5176	1.0306
18	0.5198	1.0396
19	0.5202	1.0480
20	0.5236	1.0554
21	0.5252	1.0628
22	0.5268	1.0754
23	0.5283	1.0811
24	0.5296	1.0864
25	0.5309	1.0915
26	0.5320	1.0961
27	0.5332	1.1004
28	0.5343	1.1047
29	0.5353	1.1086
30	0.5362	1.1124
31	0.5371	1.1159
32	0.5380	1.1193
33	0.5388	1.1226
34	0.5396	1.1255
35	0.5103	1.1285

LLUVIA MÁXIMA EN 24 horas (mm):

ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA	RECURRENCIA 50 AÑOS (mm)	RECURRENCIA 500 AÑOS (mm)
TARIFA "FACINAS"	138,7	<b>182,0</b>
LOS BARRIOS "DEHESA ZANONA"	185,7	<b>267,2</b>
ALGECIRAS	266,0	<b>420,6</b>
SAN ROQUE "CENTRAL ELÉCTRICA"	214,5	<b>332,5</b>

TABLA 2 - PRECIPITACIONES SEGÚN SU RECURRENCIA.

### 3.4 VALORES DE PRECIPITACIÓN APLICADOS

Los valores de las precipitaciones aplicados en los cálculos para obtener los caudales de cada una de las cuencas se han realizado mediante el trazado de los denominados "Polígonos de Thiessen" que determinan la zona de influencia de cada estación pluviométrica en cada cuenca y se le ha aplicado después un **Coefficiente de Simultaneidad KA**, al considerar que la probabilidad de precipitación no se produce al mismo tiempo en toda la cuenca.

- Polígonos de Thiessen.

El resultado del trazado de los Polígonos de Thiessen en las cuencas de actuación dan como resultado los siguientes datos de aplicación para cada una de dichas cuencas:

SUBCUENCAS (RÍO PALMONES)	TARIFA "FACINAS" (5-990)	LOS BARRIOS "DEHESA ZANONA" (5-991)	ALGECIRAS (6-006)	SAN ROQUE "CENTRAL ELÉCTRICA" (6-026)
SUBCUENCA 1	0%	8%	0%	92%
SUBCUENCA 2	0%	100%	0%	0%
SUBCUENCA 3	0%	95%	0%	5%
SUBCUENCA 4	0%	100%	0%	0%
SUBCUENCA 5	0%	100%	0%	0%
SUBCUENCA 6	36%	0%	64%	0%
SUBCUENCA 7	14%	55%	31%	0%
SUBCUENCA 8	0%	12%	0%	88%
SUBCUENCA 9	0%	0%	52%	48%
SUBCUENCA 10	0%	0%	100%	0%
SUBCUENCA 11	0%	0%	100%	0%
SUBCUENCA 12	0%	0%	100%	0%
SUBCUENCA 13	0%	0%	48%	52%

TABLA 3.1 - INFLUENCIA DE CADA ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA EN LAS SUBCUENCAS DEL RÍO PALMONES SEGÚN LOS POLÍGONOS DE THIESSEN ( EN %).

SUBCUENCAS (RÍO GUADACORTES)	TARIFA "FACINAS" (5-990)	LOS BARRIOS "DEHESA ZANONA" (5-991)	ALGECIRAS (6-006)	SAN ROQUE "CENTRAL ELÉCTRICA" (6-026)
SUBCUENCA 14	0%	0%	0%	100%
SUBCUENCA 15	0%	0%	0%	100%

TABLA 3.2 - INFLUENCIA DE CADA ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA EN LAS SUBCUENCAS DEL RÍO GUADACORTES SEGÚN LOS POLÍGONOS DE THIESSEN ( EN %).

- Coefficiente de simultaneidad KA.

El coeficiente de simultaneidad se ha obtenido empleando la formulación de Témez que se encuentra en "Recomendaciones para el Cálculo Hidrometeorológico de Avenidas" del Cedex:

$$K_A = 1 - \frac{\text{Log A}}{15}$$

donde:

KA = coeficiente de simultaneidad.  
A = superficie de la cuenca en Km2.

Los valores resultantes de las precipitaciones aplicados al cálculo serán entonces:

ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA	RECURRENCIA 50 AÑOS (mm)	RECURRENCIA 500 AÑOS (mm)
TARIFA "FACINAS"	115,1	<b>151,1</b>
LOS BARRIOS "DEHESA ZANONA"	154,1	<b>221,7</b>
ALGECIRAS	220,8	<b>349,1</b>
SAN ROQUE "CENTRAL ELÉCTRICA"	178,1	<b>276,0</b>

TABLA 4 - VALORES PLUVIOMÉTRICOS CORREGIDOS SEGÚN COEFICIENTE KA.

### 3.5 EFECTOS DEL EMBALSE Y LA PLEAMAR

- EFECTO LAMINADOR DEL EMBALSE:

La Presa del Charco Redondo se encuentra situada a unos 13 Km aguas arriba del núcleo urbano de los Barrios. Esta presa regula un 30% de la Cuenca total del Río Palmones. Sus características son las siguientes:

#### PRESA

Tipo.....	homogénea
Planta.....	curva
Cota de Coronación.....	88m.s.n.m
Altura sin cimientos.....	71.70 m
Altura sin el cauce.....	66 m
Longitud de Coronación.....	311 m
Volumen.....	1.950x10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>

#### CUENCA

Río.....	Palmones
Superficie propia.....	95 Km <sup>2</sup>
Aportación media anual.....	35 hm <sup>3</sup>
Avenida (500 años).....	1000 m <sup>3</sup> /s

#### EMBALSE

Cota.....	81.40 m.s.n.m
Volumen.....	73 hm <sup>3</sup>
Volumen a nivel de aliviadero.....	82 hm <sup>3</sup>
Superficie.....	508 ha
Volumen útil por gravedad.....	51 hm <sup>3</sup>

El Efecto Laminador de su embalse se ha calculado en un 65% sobre el hidrograma de la avenida de 500 años en la cuenca vertiente del embalse.

Respecto al total de la cuenca, para avenida de 500 años, el embalse es capaz de laminar hasta en un 25% el caudal punta de avenida.

Se ha considerado la hipótesis pésima de suponer el embalse al 100% cuando se inician las lluvias. Las normas de explotación de la presa obligan a mantener un resguardo mínimo del 10 % del volumen total del embalse. Con lo cuál, esta infraestructura repercute positivamente ante las crecidas del Río Palmones, reduciendo tanto sus caudales como el volumen de las mismas.

- PLEAMAR:

Tanto el comportamiento hidráulico del Río Palmones como del Río Guadacortes están influenciados por la cota de la marea (pleamar).

Para los cálculos realizados se han tomado los datos publicados por el Instituto Hidrográfico de la Marina del Ministerio de Defensa para el Puerto de Algeciras, cuyo valor medio de las pleamars máximas vivas equinocciales registradas en los últimos años es la cota 0.60 m.s.n.m.

#### 4. CÁLCULOS HIDRÁULICOS



Río Palmones.



Río Guadacortes





Para la determinación del caudal máximo, que permitirá comprobar el comportamiento del Río Palmones y el río Guadacortes a su paso por los terrenos de estudio, nos basamos en el cálculo hidrometeorológico de caudales máximos para grandes cuencas.

La formulación que se va a emplear es la propuesta por Témez, que modifica la versión contenida en la "Instrucción de Drenaje Superficial de Carreteras, 5.2 - IC" editado por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (1990) para ampliar su campo de aplicación a cuencas de hasta 2.000Km<sup>2</sup> y tiempos de concentración de hasta 24 horas.

Según José R. Témez, el caudal que pasa por un punto determinado se expresa por la ecuación:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3.6} R$$

donde:

$$R = 1 + \frac{T_c^{1.25}}{T_c^{1.25} + 14}$$

Q=caudal punto correspondiente a un periodo de retorno dado(m<sup>3</sup>/s)

I = máxima intensidad media de precipitación en el intervalo de duración (TC) para el mismo periodo de retorno (mm/ h) (punto 4.2)

A = superficie de la cuenca (km<sup>2</sup>) (punto 4.1)

C = coeficiente de escorrentía (punto 4.3)

#### 4.1 SUPERFICIE DE LAS SUBCUENCAS

En primer lugar se determina la superficie de las diversas cuencas de estudio hasta el punto de interés correspondiente en cada caso a partir del plano a escala 1: 40.000 que se adjunta (02. CUENCAS VERTIENTES):

##### RÍO PALMONES

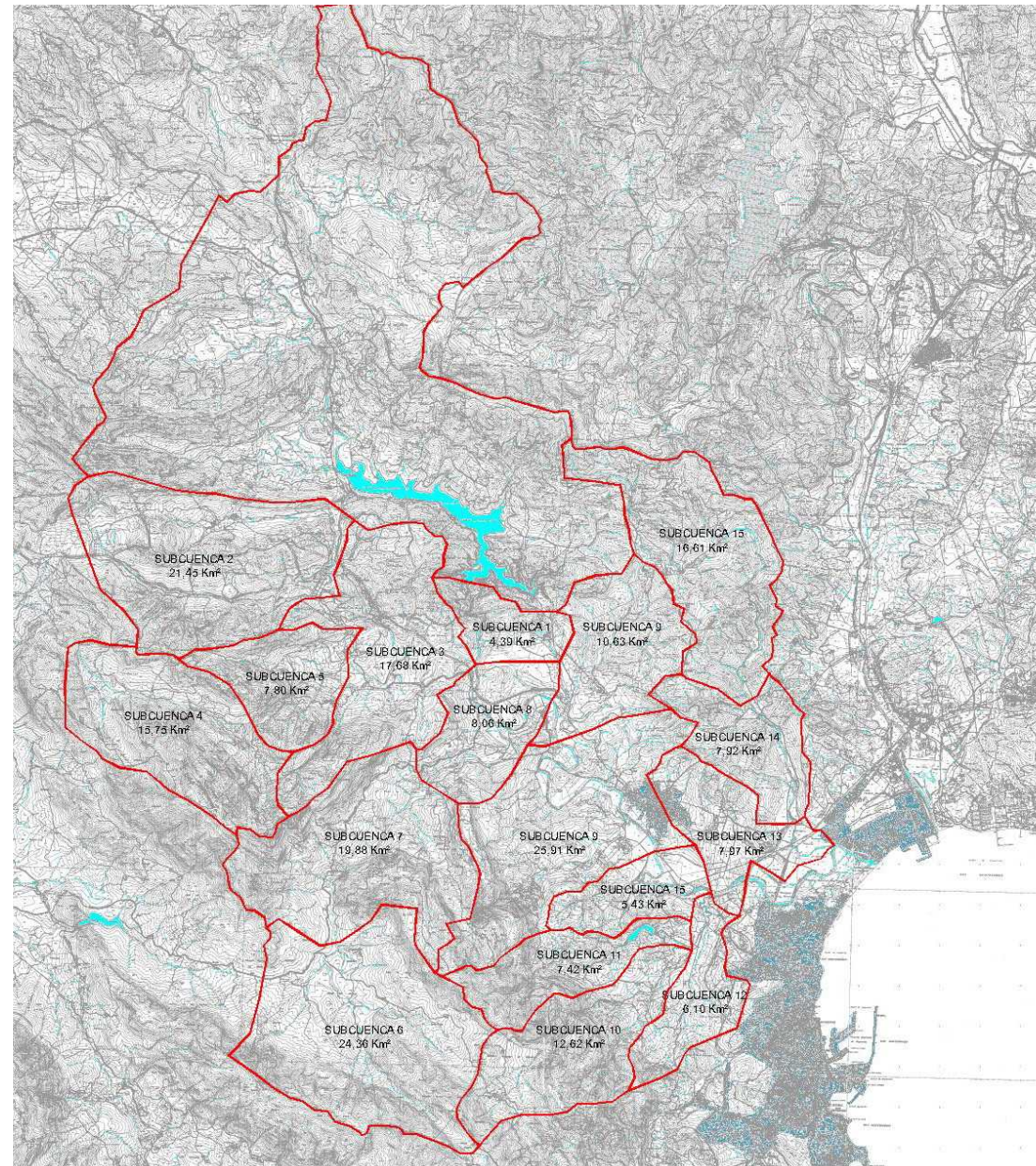
SUBCUENCA	SUPERFICIE (Km <sup>2</sup> )
1	3,37
2	21,23
3	18,56
4	14,85
5	6,58
6	23,99
7	17,48
8	22,26
9	27,86
10	12,40
11	7,34
12	6,26
13	7,54

TABLA 5.1 - SUPERFICIES DE LAS SUBCUENCAS DEL RÍO PALMONES.

##### RÍO GUADACORTES

SUBCUENCA	SUPERFICIE (Km <sup>2</sup> )
14	9,24
15	16,52

TABLA 5.2 - SUPERFICIES DE LAS SUBCUENCAS DEL RÍO GUADACORTES.



PLANO 02- SUPERFICIES DE LAS SUBCUENCAS DEL RÍO PALMONES Y GUADACORTES.

## 4.2 INTENSIDAD MEDIA DE PRECIPITACIÓN

La intensidad  $I_1$  de precipitación a emplear en la estimación de caudales de referencia por métodos hidrometeorológicos se podrá obtener por medio de la expresión general de las curvas intensidad - duración según la siguiente fórmula:

$$\frac{I}{I_d} = \left( \frac{I_1}{I_d} \right)^\alpha \quad / \quad \alpha = \frac{28^{0.1} - D^{0.1}}{28^{0.1} - 1} = \frac{28^{0.1} - D^{0.1}}{0.4}$$

donde:

$I_d$  = (mm/ h): intensidad media de precipitación, correspondiente al periodo de retorno considerado.  $I_d = P_d / 24$

$P_d$  = (mm): precipitación total diaria correspondiente a dicho periodo de retorno, que se obtiene, tras realizar el ajuste correspondiente, a partir de los datos sobre precipitaciones, procedentes preferentemente del Instituto Nacional de Meteorología.

En nuestro caso hemos obtenido los datos de precipitación según se indica en el apartado 3.3. y 3.4.

$I_1$  = (mm/ h): intensidad horaria de precipitación, correspondiente al periodo de retorno considerado. El valor de razón ( $I_1 / I_d$ ) se podrá tomar del mapa que se adjunta.

$D$  = duración del aguacero, que se toma igual al Tiempo de concentración  $T_C$ , siendo:

$$T_C = 0.3 \left[ \left( \frac{L}{J} \right)^{0.76} \right]^{1/4}$$

donde:

$T_C$  = Tiempo de concentración en horas

$J$  = Longitud del curso principal en (km)

$L$  = Pendiente media del curso principal (mm)



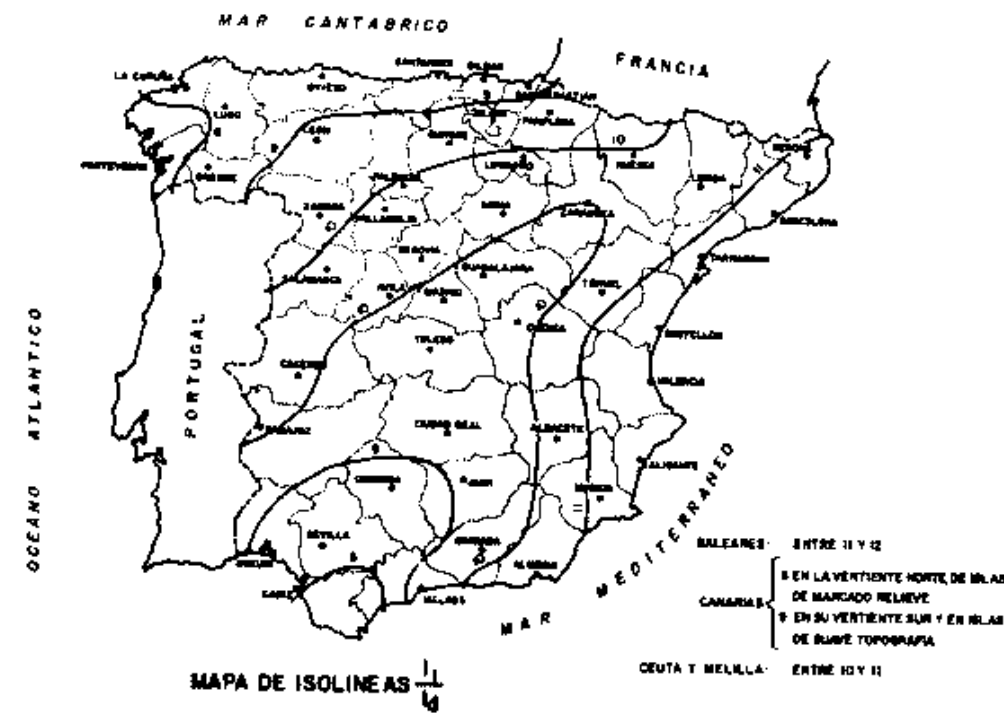


FIGURA 1 - MAPA DE ISOLÍNEAS  $I_1/I_0$ .

MAPA DEL COEFICIENTE CORRECTOR DEL UMBRAL DE ESCORRENTIA



FIGURA 2 - MAPA DEL MULTIPLICADOR REGIONAL.

INTENSIDAD MEDIA DE PRECIPITACION

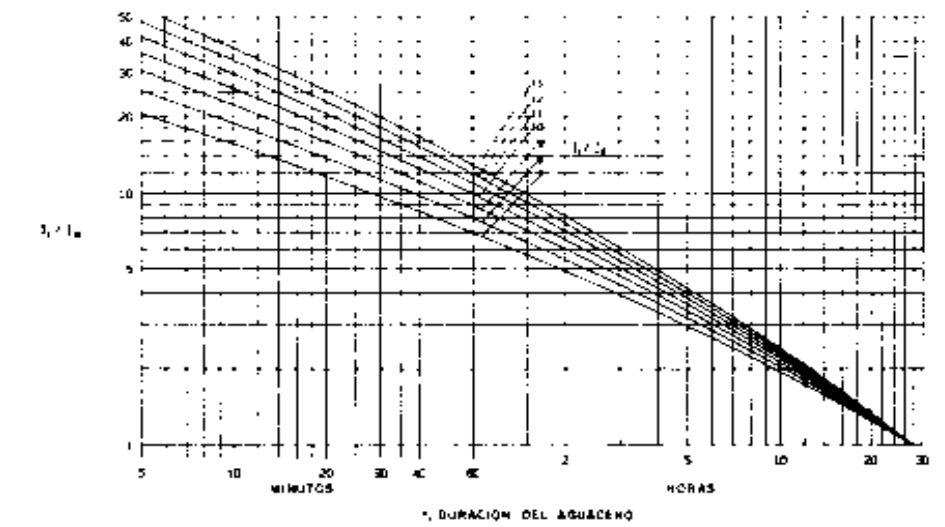


FIGURA 3 - INTENSIDAD MEDIA DE PRECIPITACION.

Se realiza el cálculo detallado de una de las subcuencas a modo explicativo del proceso seguido para la obtención de los valores resultantes en el estudio del Ríos Palmones y el Río Guadacortes:

SUBCUENCA 1:

$S = 3.37 \text{ km}^2$   
 $L = 2.380 \text{ km}$   
 $h_1 = + 50 \text{ m}$   
 $h_2 = + 12 \text{ m}$

$$J = \frac{50 - 12}{2380} = 0,016 \text{ m/m}$$

Luego:

$$T_c = 0.3 \left( \frac{2.380}{0,016^{1/4}} \right)^{0.76} = 1.27 \text{ h}$$

$$R = 1 + \frac{1.27^{1.25}}{1.27^{1.25} + 14} = 1.088$$

Del mapa de isolíneas que se adjunta se deduce que para Los Barrios tenemos:

$$\frac{I}{I_d} = 8^\alpha \quad \text{Calculando } \alpha = \frac{28^{0.1} - 1.27^{0.1}}{0.4} = 0.93$$

tenemos que:

$$\frac{I}{I_d} = 8^{0.93} = 6.88$$

De los datos expuestos anteriormente:

$$P_d = 271.656 \text{ mm}$$

$$I_d = \frac{271.656}{24} = 11.32 \text{ mm/h}$$

$$\text{luego: } I_1 = 11.32 \cdot 6.88 = 77.90 \text{ mm/h}$$

A continuación se detallan los valores utilizados y los cálculos realizados en cada una de las subcuencas del ámbito de estudio del Río Palmones y Guadacortes con el fin de obtener los valores de las intensidades de precipitación, I, de cada una de ellas.

- En las tablas 6.1 Y 6.2 se indican los valores de pluviometría correspondientes a cada Subcuenca de los Ríos Palmones y Guadacortes en función de sus características, como ya hemos explicado anteriormente.

### RÍO PALMONES

SUBCUENCA	S	L	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	J	T <sub>c</sub>	α	P <sub>dm</sub>
1	3,37	2380	50	12	0,02	1,27	0,93	271,66
2	21,23	8950	630	100	0,06	2,71	0,73	221,70
3	18,56	7750	670	12	0,08	2,27	0,77	224,42
4	14,85	5250	450	195	0,05	1,88	0,83	221,70
5	6,58	4090	510	55	0,11	1,33	0,92	221,70
6	23,99	7090	750	190	0,08	2,15	0,79	277,82
7	17,48	6040	780	50	0,12	1,76	0,84	251,31
8	22,26	6910	50	8	0,01	3,44	0,66	269,48
9	27,86	11550	580	2	0,05	3,40	0,66	314,01
10	12,40	8620	750	7	0,09	2,46	0,75	349,10
11	7,34	7030	580	7	0,08	2,13	0,79	349,10
12	6,26	6520	400	2	0,06	2,12	0,79	349,10
13	7,54	7290	140	0	0,02	2,88	0,71	311,09

TABLA 6.1 - VALORES DE CÁLCULO DE LAS SUBCUENCAS DEL RÍO PALMONES.

### RÍO GUADACORTES

SUBCUENCA	S	L	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	J	T <sub>c</sub>	α	P <sub>d</sub>
14	9,24	8690,00	155,00	1,00	0,02	3,34	0,67	276,00
15	16,52	13440,00	460,00	20,00	0,03	4,14	0,61	276,00

TABLA 6.2. - VALORES DE CÁLCULO DE LAS SUBCUENCAS DEL RÍO GUADACORTES.

- En la tabla 7.1 y 7.2 se indican los valores de la intensidad de precipitación, I, obtenidos en cada Subcuenca en función de la pluviometría, del umbral de escorrentía y del multiplicador regional correspondiente a cada una de ellas.

RÍO PALMONES

SUBCUENCA	P <sub>dm</sub>	CN (AMC-III)	UMBRAL ESCORRENTÍA	MULT. REGIONAL	P <sub>0</sub>	I <sub>d</sub>	I/ I <sub>d</sub>	I / I <sub>d</sub>	I
1	271,66	87,00	7,50	2,90	21,75	11,32	8,00	6,88	77,90
2	221,70	81,00	11,70	2,90	33,93	9,24	8,00	4,53	41,80
3	224,42	79,00	13,30	2,90	38,57	9,35	8,00	5,01	46,83
4	221,70	81,00	11,70	2,90	33,93	9,24	8,00	5,57	51,44
5	221,70	79,00	13,30	2,90	38,57	9,24	8,00	6,73	62,14
6	277,82	79,00	13,30	2,90	38,57	11,58	8,00	5,16	59,76
7	251,31	81,00	11,70	2,90	33,93	10,47	8,00	5,78	60,50
8	269,48	90,00	5,60	2,90	16,24	11,23	8,00	3,95	44,31
9	314,01	76,00	15,80	2,90	45,82	13,08	8,00	3,97	51,93
10	349,10	88,00	6,80	2,90	19,72	14,55	8,00	4,79	69,70
11	349,10	85,00	8,80	2,90	25,52	14,55	8,00	5,20	75,62
12	349,10	88,00	6,80	2,90	19,72	14,55	8,00	5,21	75,72
13	311,09	78,00	14,10	2,90	40,89	12,96	8,00	4,38	56,73

TABLA 7.1 - VALORES DE LA INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN I DE LAS SUBCUENCAS DEL RÍO PALMONES.

RÍO GUADACORTES

SUBCUENCA	P <sub>dm</sub>	CN (AMC-III)	UMBRAL ESCORRENTÍA	MULT. REGIONAL	P <sub>0</sub>	I <sub>d</sub>	I/ I <sub>d</sub>	I / I <sub>d</sub>	I
14	276,00	88,00	6,80	2,90	19,72	11,50	8,00	4,01	46,16
15	276,00	81,00	11,70	2,90	33,93	11,50	8,00	3,53	40,64

TABLA 7.2 - VALORES DE LA INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN I DE LAS SUBCUENCAS DEL RÍO GUADACORTES.

4.3 COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

Define la proporción de la componente superficial de la precipitación de intensidad I, y depende de la razón entre la precipitación diaria P<sub>d</sub> correspondiente al periodo de retorno y el umbral de escorrentía P<sub>0</sub>, a partir del cual se inicia éste.

El valor del coeficiente de escorrentía se obtiene de la fórmula:

$$C = \frac{[(P_d / P_0) - 1] \cdot [(P_d / P_0) + 23]}{[(P_d / P_0) + 11]^2}$$

P<sub>d</sub> = Máxima precipitación anual en 24 h

P<sub>0</sub> = Parámetro igual a la precipitación acumulada desde el origen del aguacero hasta el instante considerado (mm)

La estima inicial de P<sub>0</sub> se realiza en función del tipo de uso de la tierra y características del terreno según la tabla adjunta; el valor final de P<sub>0</sub> se obtiene multiplicando por el coeficiente corrector indicado según el mapa adjunto.

Este coeficiente refleja la variación regional de la humedad habitual en el suelo al comienzo de aguaceros significativos e incluye una mayoración para evitar sobrevaloraciones del caudal de referencia a causa de ciertas simplificaciones del tratamiento estadístico del método hidrometeorológico, el cual ha sido contrastado en distintos ambientes de la geografía española.

SUBCUENCA 1:

Tomando valor del multiplicador regional igual 2.9, para un umbral de escorrentía inicial de 7.5 mm (según tabla adjunta a continuación), tenemos: P<sub>0</sub> = 2.9 · 7.5 = 21.75

$$C = \frac{[(271.66/ 21.75) - 1] \cdot [(271.66/ 21.75) + 23]}{[(271.66/ 21.75) + 11]^2} = 0.74$$

RÍO PALMONES

SUBCUENCA	P <sub>dm</sub>	P <sub>0</sub>	I <sub>d</sub>	I/ I <sub>d</sub>	I / I <sub>d</sub>	I	C
1	271,66	21,75	11,32	8,00	6,88	77,90	0,74
2	221,70	33,93	9,24	8,00	4,53	41,80	0,53
3	224,42	38,57	9,35	8,00	5,01	46,83	0,49
4	221,70	33,93	9,24	8,00	5,57	51,44	0,53
5	221,70	38,57	9,24	8,00	6,73	62,14	0,49
6	277,82	38,57	11,58	8,00	5,16	59,76	0,57
7	251,31	33,93	10,47	8,00	5,78	60,50	0,57
8	269,48	16,24	11,23	8,00	3,95	44,31	0,81
9	314,01	45,82	13,08	8,00	3,97	51,93	0,55
10	349,10	19,72	14,55	8,00	4,79	69,70	0,83
11	349,10	25,52	14,55	8,00	5,20	75,62	0,76
12	349,10	19,72	14,55	8,00	5,21	75,72	0,83
13	311,09	40,89	12,96	8,00	4,38	56,73	0,58

TABLA 8.1 - VALORES DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA DE LAS SUBCUENCAS DEL RÍO PALMONES.

RÍO GUADACORTES

SUBCUENCA	P <sub>dm</sub>	P <sub>0</sub>	I <sub>d</sub>	I <sub>l</sub> /I <sub>d</sub>	I/I <sub>d</sub>	I	C
14	276,00	19,72	11,50	8,00	4,01	46,16	0,77
15	276,00	33,93	11,50	8,00	3,53	40,64	0,61

TABLA 8.2 - VALORES DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA DE LAS SUBCUENCAS DEL RÍO GUADACORTES.

ESTIMACIÓN INICIAL DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA Po (mm)

Uso de la tierra	Pendiente (%)	Características hidrológicas	Grupo del suelo			
			A	B	C	D
Barbecho	>	R	15	8	6	4
	=3	N	17	11	8	6
	<3	R/N	20	14	11	8
Cultivos en hilera	>	R	23	13	8	6
	=3	N	25	16	11	8
	<3	R/N	28	19	14	11
Cereales de invierno	>	R	29	17	10	8
	=3	N	32	19	12	10
	<3	R/N	34	21	14	12
Rotación de cultivos pobres	>	R	26	15	9	6
	=3	N	28	17	11	8
	<3	R/N	30	19	13	10
Rotación de cultivos densos	>	R	37	20	12	9
	=3	N	42	23	14	11
	<3	R/N	47	25	16	13

Uso de la tierra	Pendiente (%)	Características hidrológicas	Grupo del suelo			
			A	B	C	D
Praderas	>=3	Pobre	24	14	8	6
		Media	53	23	14	9
		Buena	*	33	18	13
		Muy Buena	*	41	22	15
		Pobre	58	25	12	7
	<3	Media	*	35	17	10
		Buena	*	*	22	14
		Muy Buena	*	*	25	16
		Pobre	62	26	15	10
		Media	*	34	19	14
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal	>=3	Buena	*	42	22	15
		Pobre	*	34	19	14
	<3	Media	*	42	22	15
		Buena	*	50	25	16
		Muy clara	40	17	8	5
Rotación de Cultivos densos		Clara	60	24	14	10
		Media	*	34	22	16
		Espesa	*	47	31	23
		Muy espesa	*	65	43	33

N: denota cultivo según las curvas de nivel  
 R: denota cultivo según la línea de máxima pendiente  
 \* : parte de cuenca a considerar inexistente a efectos de cálculo de caudales de avenida  
 Nota: las zonas abancaladas se incluirán entre las de pendiente menor del 3%

Tipo de terreno	Pendiente (%)	Umbral de escorrentía (mm)
Rocas permeables	>3	3.0
	<3	5.0
Rocas impermeables	>3	2.0
	<3	4.0
Firmes granulares sin pavimento		2.0
Adoquinados		1.5
Pavimentos bituminosos o de hormigón		1.0

#### 4.4 CAUDAL DE LA CUENCA VERTIENTE

Aplicando la formula que nos da el caudal se obtiene:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3.6} * R$$

SUBCUENCA 1:

$$Q_c = \frac{0.74 \cdot 77.90 \cdot 3.37}{3.6} * 1.088 = \mathbf{58.64 \text{ m}^3/\text{s}}$$

RÍO PALMONES

SUBCUENCA	Pdm	C	I	A	Q	R
1	271,66	0,74	<b>77,90</b>	3,37	<b>58,64</b>	1,088
2	221,70	0,53	<b>41,81</b>	21,23	<b>157,19</b>	1,199
3	224,42	0,49	<b>46,83</b>	18,56	<b>138,22</b>	1,166
4	221,70	0,53	<b>51,44</b>	14,85	<b>128,14</b>	1,136
5	221,70	0,49	<b>62,14</b>	6,58	<b>60,38</b>	1,092
6	277,82	0,57	<b>59,76</b>	23,90	<b>260,53</b>	1,157
7	251,31	0,57	<b>60,50</b>	17,48	<b>190,25</b>	1,126
8	269,48	0,81	<b>44,31</b>	22,26	<b>277,80</b>	1,251
9	314,01	0,55	<b>51,93</b>	27,86	<b>275,02</b>	1,248
10	349,10	0,83	<b>69,70</b>	12,40	<b>233,80</b>	1,180
11	349,10	0,76	<b>75,62</b>	7,34	<b>135,97</b>	1,155
12	349,10	0,83	<b>75,72</b>	6,26	<b>125,45</b>	1,155
13	311,09	0,58	<b>56,73</b>	7,54	<b>84,06</b>	1,211

TABLA 9.1 - VALORES DE LOS CAUDALES DE LAS SUBCUENCAS DEL RÍO PALMONES.

RÍO GUADACORTES

SUBCUENCA	Pdm	C	I	A	Q	R
14	276	0,77	<b>46,16</b>	9,24	<b>113,40</b>	1,244
15	276	0,61	<b>40,64</b>	16,52	<b>146,70</b>	1,297

TABLA 9.2 - VALORES DE LOS CAUDALES DE LAS SUBCUENCAS DEL RÍO GUADACORTES.

#### 4.5 CAUDAL ADMISIBLE EN CADA SECCIÓN

Datos de partida:

$P_M$  = perímetro mojado de cada perfil en m.

$S_M$  = sección mojada: sección útil en cada perfil estudiado en m<sup>2</sup>

$v$  = velocidad en m/s.

$R_h$  = Radio hidráulico: cociente entre la sección útil ( $S_M$ ) y el perímetro mojado ( $P_M$ ):

$$R_h = \frac{S_M}{P_M}$$

$n$  = coeficiente de rugosidad:  $n = 0.015$  para los pasos

$n = 0.033$  para las secciones de estudio (tierra con ligera vegetación)

$v$  = velocidad en m/ s: aplicamos la fórmula de Manning:

$$v = \frac{1}{n} R_h^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

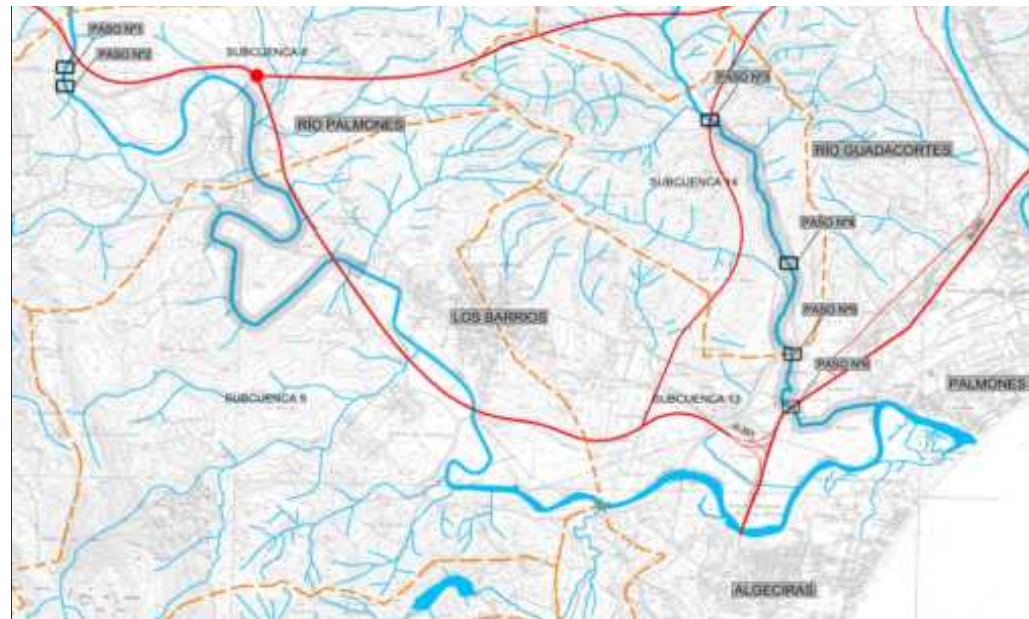
Tomando los datos de cada sección (sección y perímetro mojados) estudiamos la puesta en carga de éstas y comprobamos si tales secciones soportan el caudal el caudal estimado.

$$Q = v \cdot S_M$$

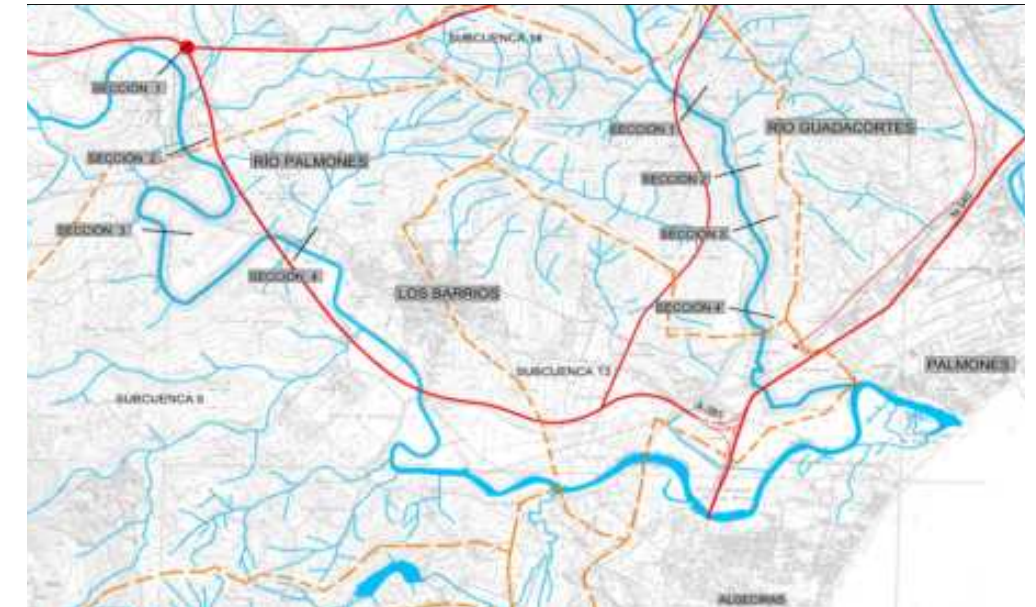
- CAPACIDAD DE LAS SECCIONES DE LOS PASOS ( $Q_{adm}$ )/ CAUDAL DE AVENIDA ( $Q_c$ ).

Se ha calculado la capacidad de las secciones de los pasos por los que discurre el Río Palmones y el Río Guadacortes para ver su comportamiento ante la avenida de agua en 500 años y como esto afecta a los terrenos de estudio.





PLANO 03 - SITUACIÓN DE LOS PASOS DE ESTUDIO.



PLANO 04 - SECCIONES DE ESTUDIO.

PASOS	S <sub>M</sub>	P <sub>M</sub>	R <sub>H</sub>	R <sub>H</sub> <sup>2/3</sup>	n	i	i <sup>1/2</sup>	v	Q	Q*
Paso 1	164,919	49,953	3,30	2,22	0,033	0,002	0,04	3,00	495,54	479,00
Paso 2	149,838	40,119	3,73	2,41	0,033	0,002	0,04	3,26	488,81	479,00

TABLA 10.1 - CAPACIDAD DE LAS SECCIONES DE LOS PASOS DEL RÍO PALMONES.

PASOS	S <sub>M</sub>	P <sub>M</sub>	R <sub>H</sub>	R <sub>H</sub> <sup>2/3</sup>	n	i	i <sup>1/2</sup>	v	Q	Q*
Paso 3	4,313	8,761	0,49	0,62	0,015	0,005	0,07	2,94	12,68	65,00
Paso 4	19,855	19,231	1,03	1,02	0,015	0,005	0,07	4,82	95,61	94,50
Paso 5	19,237	14,3	1,35	1,22	0,015	0,005	0,07	5,74	110,51	109,25
Paso 6	51,599	38,702	1,33	1,21	0,033	0,005	0,07	2,60	133,93	124,00

TABLA 10.2 - CAPACIDAD DE LAS SECCIONES DE LOS PASOS DEL RÍO GUADACORTES.

SECCIÓN	S <sub>M</sub>	P <sub>M</sub>	R <sub>H</sub>	R <sub>H</sub> <sup>2/3</sup>	n	i	i <sup>1/2</sup>	v	Q	Q*(m3/s)
01	426,53	407,55	1,05	1,03	0,04	0,002	0,04	1,15	491,57	479,00
02	692,56	352,98	1,96	1,57	0,045	0,002	0,04	1,56	1078,69	912,00
03	690,087	286,14	2,41	1,80	0,045	0,002	0,04	1,79	1233,35	912,00
04	109,38	72,3	1,51	1,32	0,033	0,05	0,22	8,93	976,73	912,00

TABLA 11.1 - CAPACIDAD DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES DEL RÍO PALMONES.

SECCIÓN	S <sub>M</sub>	P <sub>M</sub>	R <sub>H</sub>	R <sub>H</sub> <sup>2/3</sup>	n	i	i <sup>1/2</sup>	v	Q	Q*(m3/s)
1'	37,42	42,43	0,88	0,92	0,033	0,005	0,07	1,97	73,74	65,00
2'	52,87	54,72	0,97	0,98	0,033	0,005	0,07	2,09	110,72	94,50
3'	47,09	49,26	0,96	0,97	0,033	0,005	0,07	2,08	97,92	94,50
4'	51,35	40,11	1,28	1,18	0,033	0,005	0,07	2,53	129,73	94,50

TABLA 11.2 - CAPACIDAD DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES DEL RÍO GUADACORTES.

• CAPACIDAD DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES.

Todos los datos están reflejados en el plano de SECCIONES TRANSVERSALES, tanto para el ámbito del Río Palmones como para el ámbito del Río Guadacortes, indicando en cada sección la altura de la lámina de agua y los parámetros de superficie mojada, perímetro mojado, caudal admisible por la sección y el caudal del cálculo de la avenida a los 500 años.

5. CONCLUSIONES





Río Guadacortes

Todo el Estudio Hidrológico de las Cuenca Alta del Río Palmones y el Río Guadacortes se realiza para la avenida de periodo de retorno a 500 años.

Se ha estudiado la cuenca alta del Río Palmones desde su inicio, en la Presa de Charco Redondo, hasta el punto en que un desbordamiento en caso de avenida pudiera afectar a la zona en estudio, tomando como válido los datos facilitados por la empresa Tysa sobre un estudio anterior que dicha empresa realiza desde el límite de nuestros terrenos de estudio hasta la desembocadura del Río Palmones en el mar.

Para los terrenos situados en el Río Guadacortes, se ha estudiado la cuenca de dicho río desde su nacimiento hasta el punto en que un desbordamiento en caso de avenida pudiera afectar a la zona en estudio, en este caso hasta su desembocadura en el Río Palmones.

En el río Guadacortes comprobamos que las distintas obras de fábrica por las que dicho río discurre hasta su paso próximo a los terrenos de estudio, cuentan con sección suficiente para absorber el caudal de avenida de dicho río, a excepción del paso 3 el cual no cuenta con capacidad suficiente para absorber el caudal de avenida pero no afecta a nuestros terrenos de estudio debido a que el cauce en dicho punto sí absorbe dicho caudal. Estudiamos además la capacidad de la sección del cauce en el punto más desfavorable y, según los resultados del cálculo, llegamos a la conclusión de que cuenta con capacidad suficiente para absorber el caudal de una avenida de un periodo de retorno de 500 años sin desbordarse de su cauce natural.

Como conclusión, para poder urbanizar en los terrenos de estudio en los bordes del Río Palmones, se debe realizar un relleno en los mismos hasta llegar a una cota 1 m por encima de la cota de inundación para resguardo. Esta cota se indica en los planos, según cada sección del terreno. En el caso del Río Guadacortes se debe realizar también un relleno en las zonas afectadas por la permeabilidad de las aguas del Río Palmones en la cota de inundabilidad indicada en planos, dejando 1m de resguardo.



Río Guadacortes



Río Palmones.



Río Palmones.







cuenca alta del río Palmones y el río Guadacortes

## ANEJOS

ANEJO 1. TABLAS DE RESULTADOS

ANEJO 2. DATOS PLUVIOMÉTRICOS



ANEJO 1. TABLAS DE RESULTADOS





TABLAS DE RESULTADOS DE MAXIMAS PRECIPITACIONES

RÍO PALMONES

ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS																								
P1 P2 P3 P4																								
151,1 221,7 349,1 276																								
SUBCUENCAS	S (Km <sup>2</sup> )	L (m)	h <sub>1</sub> (m)	h <sub>2</sub> (m)	J(mm)	T <sub>c</sub> (h)	α	Tarifa-Facinas	Los Barrios-Dehesa Zanona	Algeciras	San Roque-Central Eléctrica	P <sub>dm</sub> (mm)	CN (AMC-III)	UMBRAL ESCORRENTÍA	MULT. REGIONAL	P <sub>0</sub> (mm)	I <sub>d</sub> (mm/h)	I <sub>1</sub> / I <sub>d</sub>	I / I <sub>d</sub>	C	I(mm/h)	A(Km <sup>2</sup> )	Q(m <sup>3</sup> /s)	R
1	3,37	2380	50	12	0,016	1,27	0,928	0%	8%	0%	92%	271,66	87	7,5	2,9	21,75	11,32	8	6,88	0,74	<b>77,90</b>	3,37	<b>58,63735</b>	1,088
2	21,23	8950	630	100	0,059	2,71	0,726	0%	100%	0%	0%	221,70	81	11,7	2,9	33,93	9,24	8	4,53	0,53	<b>41,81</b>	21,23	<b>157,1921</b>	1,199
3	18,56	7750	670	12	0,085	2,27	0,775	0%	95%	0%	5%	224,42	79	13,3	2,9	38,57	9,35	8	5,01	0,49	<b>46,83</b>	18,56	<b>138,2175</b>	1,166
4	14,85	5250	450	195	0,049	1,88	0,826	0%	100%	0%	0%	221,70	81	11,7	2,9	33,93	9,24	8	5,57	0,53	<b>51,44</b>	14,85	<b>128,1368</b>	1,136
5	6,58	4090	510	55	0,111	1,33	0,917	0%	100%	0%	0%	221,70	79	13,3	2,9	38,57	9,24	8	6,73	0,49	<b>62,14</b>	6,58	<b>60,38181</b>	1,092
6	23,99	7090	750	190	0,079	2,15	0,789	36%	0%	64%	0%	277,82	79	13,3	2,9	38,57	11,58	8	5,16	0,57	<b>59,76</b>	23,99	<b>260,5289</b>	1,157
7	17,48	6040	780	50	0,121	1,76	0,844	14%	55%	31%	0%	251,31	81	11,7	2,9	33,93	10,47	8	5,78	0,57	<b>60,50</b>	17,48	<b>190,248</b>	1,126
8	22,26	6910	50	8	0,006	3,44	0,660	0%	12%	0%	88%	269,48	90	5,6	2,9	16,24	11,23	8	3,95	0,81	<b>44,31</b>	22,26	<b>277,801</b>	1,251
9	27,86	11550	580	2	0,050	3,40	0,663	0%	0%	52%	48%	314,01	76	15,8	2,9	45,82	13,08	8	3,97	0,55	<b>51,93</b>	27,86	<b>275,0173</b>	1,248
10	12,40	8620	750	7	0,086	2,46	0,754	0%	0%	100%	0%	349,10	88	6,8	2,9	19,72	14,55	8	4,79	0,83	<b>69,70</b>	12,40	<b>233,7993</b>	1,180
11	7,34	7030	580	7	0,082	2,13	0,793	0%	0%	100%	0%	349,10	85	8,8	2,9	25,52	14,55	8	5,20	0,76	<b>75,62</b>	7,34	<b>135,9736</b>	1,155
12	6,26	6520	400	2	0,061	2,12	0,793	0%	0%	100%	0%	349,10	88	6,8	2,9	19,72	14,55	8	5,21	0,83	<b>75,72</b>	6,26	<b>125,4484</b>	1,155
13	7,54	7290	140	0	0,019	2,88	0,710	0%	0%	48%	52%	311,09	78	14,1	2,9	40,89	12,96	8	4,38	0,58	<b>56,73</b>	7,54	<b>84,06437</b>	1,211

RÍO GUADACORTES

ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS																								
P1 P2 P3 P4																								
151,1 221,7 349,1 276																								
SUBCUENCAS	S (Km <sup>2</sup> )	L (m)	h <sub>1</sub> (m)	h <sub>2</sub> (m)	J(mm)	T <sub>c</sub> (h)	α	Tarifa-Facinas	Los Barrios-Dehesa Zanona	Algeciras	San Roque-Central Eléctrica	P <sub>dm</sub> (mm)	CN (AMC-III)	UMBRAL ESC	MULT. REGIONAL	P <sub>0</sub> (mm)	I <sub>d</sub> (mm/h)	I <sub>1</sub> / I <sub>d</sub>	I / I <sub>d</sub>	C	I(mm/h)	A(Km <sup>2</sup> )	Q(m <sup>3</sup> /s)	R
14	9,24	8.690	155	1	0,018	3,34	0,668	0%	0%	0%	100%	276	88	6,8	2,9	19,72	11,5	8	4,01	0,77	<b>46,16</b>	9,24	<b>113,3946</b>	1,244
15	16,52	13.440	460	20	0,033	4,14	0,607	0%	0%	0%	100%	276	81	11,7	2,9	33,93	11,5	8	3,53	0,61	<b>40,64</b>	16,52	<b>146,7021</b>	1,297

TABLAS DE RESULTADOS DE CAUDALES EN PASOS Y SECCIONES

CAPACIDAD DE LAS SECCIONES

RÍO PALMONES

SECCIÓN	S <sub>M</sub> (m)	P <sub>M</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>H</sub>	R <sub>H</sub> <sup>2/3</sup>	n	i	i <sup>1/2</sup>	v(m/s)	Qadm(m <sup>3</sup> /s)	Qc(m <sup>3</sup> /s)
01	426,53	407,55	1,05	1,03	0,04	0,002	0,04	1,15	491,57	479,00
02	692,56	352,98	1,96	1,57	0,045	0,002	0,04	1,56	1078,69	912,00
03	690,087	286,14	2,41	1,80	0,045	0,002	0,04	1,79	1233,35	912,00
04	109,38	72,3	1,51	1,32	0,033	0,05	0,22	8,93	976,73	912,00

RÍO GUADACORTES

SECCIÓN	S <sub>M</sub> (m)	P <sub>M</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>H</sub>	R <sub>H</sub> <sup>2/3</sup>	n	i	i <sup>1/2</sup>	v(m/s)	Qadm(m <sup>3</sup> /s)	Qc(m <sup>3</sup> /s)
1'	37,42	42,43	0,88	0,92	0,033	0,005	0,07	1,97	73,74	65,00
2'	52,87	54,72	0,97	0,98	0,033	0,005	0,07	2,09	110,72	94,50
3'	47,09	49,26	0,96	0,97	0,033	0,005	0,07	2,08	97,92	94,50
4'	51,35	40,11	1,28	1,18	0,033	0,005	0,07	2,53	129,73	94,50

CAPACIDAD TOTAL DE LOS PASOS

RÍO PALMONES

PASOS	S <sub>M</sub> (m)	P <sub>M</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>H</sub>	R <sub>H</sub> <sup>2/3</sup>	n	i	i <sup>1/2</sup>	v(m/s)	Qadm(m <sup>3</sup> /s)	Qc(m <sup>3</sup> /s)
Paso 1	267,47	117,45	2,28	1,73	0,015	0,002	0,04	5,16	1380,29	479,00
Paso 2	259,858	84,068	3,09	2,12	0,015	0,002	0,04	6,33	1643,98	479,00

RÍO GUADACORTES

PASOS	S <sub>M</sub> (m)	P <sub>M</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>H</sub>	R <sub>H</sub> <sup>2/3</sup>	n	i	i <sup>1/2</sup>	v(m/s)	Qadm(m <sup>3</sup> /s)	Qc(m <sup>3</sup> /s)
Paso 3	4,313	8,761	0,49	0,62	0,015	0,005	0,07	2,94	12,68	65,00
Paso 4	77,93	57,98	1,34	1,22	0,015	0,005	0,07	5,74	447,42	94,50
Paso 5	41,67	25,7	1,62	1,38	0,015	0,005	0,07	6,51	271,11	109,25
Paso 6	167,04	89,59	1,86	1,51	0,015	0,005	0,07	7,14	1192,86	124,00

CAPACIDAD DE LOS PASOS EN AVENIDA DE 500 AÑOS

RÍO PALMONES

PASOS	S <sub>M</sub> (m)	P <sub>M</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>H</sub>	R <sub>H</sub> <sup>2/3</sup>	n	i	i <sup>1/2</sup>	v(m/s)	Qadm(m <sup>3</sup> /s)	Qc(m <sup>3</sup> /s)
Paso 1	164,919	49,953	3,30	2,22	0,033	0,002	0,04	3,00	495,54	479,00
Paso 2	149,838	40,119	3,73	2,41	0,033	0,002	0,04	3,26	488,81	479,00

RÍO GUADACORTES

PASOS	S <sub>M</sub> (m)	P <sub>M</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>H</sub>	R <sub>H</sub> <sup>2/3</sup>	n	i	i <sup>1/2</sup>	v(m/s)	Qadm(m <sup>3</sup> /s)	Qc(m <sup>3</sup> /s)
Paso 3	4,313	8,761	0,49	0,62	0,015	0,005	0,07	2,94	12,68	65,00
Paso 4	19,855	19,231	1,03	1,02	0,015	0,005	0,07	4,82	95,61	94,50
Paso 5	19,237	14,3	1,35	1,22	0,015	0,005	0,07	5,74	110,51	109,25
Paso 6	51,599	38,702	1,33	1,21	0,033	0,005	0,07	2,60	133,93	124,00

ANEJO 2. DATOS PLUVIOMÉTRICOS



Datos de las "Estaciones Pluviométricas" utilizados en el Estudio de caracterización hidráulica de las Cuencas del Río Palmones y el Río Guadacortes, son los que se detallan a continuación:

ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA	INDICATIVO	LOCALIZACIÓN	PERIODO REGISTRADO	VALOR ESPERADO PARA T=50 AÑOS (mm)	VALOR ESPERADO PARA T=500 AÑOS (mm)
TARIFA "FACINAS"	5-990	5° 42' 2" W 36° 8' 24" N	1951-1998	138,7	182,0
LOS BARRIOS "DEHESA ZANONA"	5-991	5° 39' 52" W 36° 14' 0" N	1951-1990	185,7	267,2
ALGECIRAS	6-006	5° 26' 55" W 36° 7' 30" N	1951-2000	266,0	420,6
SAN ROQUE "CENTRAL ELÉCTRICA"	6-026	5° 25' 57" W 36° 12' 55" N	1965-1998	214,5	332,5

TABLA 12- ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS.

Los valores resultantes de las precipitaciones aplicados al cálculo después de la aplicación del coeficiente de simultaneidad KA serán entonces:

ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA	RECURRENCIA 50 AÑOS (mm)	RECURRENCIA 500 AÑOS (mm)
TARIFA "FACINAS"	115,1	151,1
LOS BARRIOS "DEHESA ZANONA"	154,1	221,7
ALGECIRAS	220,8	349,1
SAN ROQUE "CENTRAL ELÉCTRICA"	178,1	276,0

TABLA 13 - VALORES PLUVIOMÉTRICOS CORREGIDOS SEGÚN COEFICIENTE KA.

El resultado del trazado de los Polígonos de Thiessen en las cuencas de actuación dan como resultado los siguientes datos de aplicación para cada una de dichas cuencas:

SUBCUENCA (RÍO PALMONES)	TARIFA "FACINAS" (5-990)	LOS BARRIOS "DEHESA ZANONA" (5-991)	ALGECIRAS (6-006)	SAN ROQUE "CENTRAL ELÉCTRICA" (6-026)
SUBCUENCA 1	0%	8%	0%	92%
SUBCUENCA 2	0%	100%	0%	0%
SUBCUENCA 3	0%	95%	0%	5%
SUBCUENCA 4	0%	100%	0%	0%
SUBCUENCA 5	0%	100%	0%	0%
SUBCUENCA 6	36%	0%	64%	0%
SUBCUENCA 7	14%	55%	31%	0%
SUBCUENCA 8	0%	12%	0%	88%
SUBCUENCA 9	0%	0%	52%	48%
SUBCUENCA 10	0%	0%	100%	0%
SUBCUENCA 11	0%	0%	100%	0%
SUBCUENCA 12	0%	0%	100%	0%
SUBCUENCA 13	0%	0%	48%	52%

TABLA 14.1 - INFLUENCIA DE CADA ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA EN LAS SUBCUENCAS DEL RÍO PALMONES SEGÚN LOS POLÍGONOS DE THIESSEN ( EN %).

SUBCUENCA (RÍO GUADACORTES)	TARIFA "FACINAS" (5-990)	LOS BARRIOS "DEHESA ZANONA" (5-991)	ALGECIRAS (6-006)	SAN ROQUE "CENTRAL ELÉCTRICA" (6-026)
SUBCUENCA 14	0%	0%	0%	100%
SUBCUENCA 15	0%	0%	0%	100%

TABLA 14.2 - INFLUENCIA DE CADA ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA EN LAS SUBCUENCAS DEL RÍO GUADACORTES SEGÚN LOS POLÍGONOS DE THIESSEN ( EN %).



a n e x o s

PASOS





PASOS EN EL RÍO PALMONES



PASO 1



PASO 2



PASO 3



PASO 4



PASO 5



PASOS EN EL RÍO GUADACORTES



PASO 3



PASO 5



PASO 4

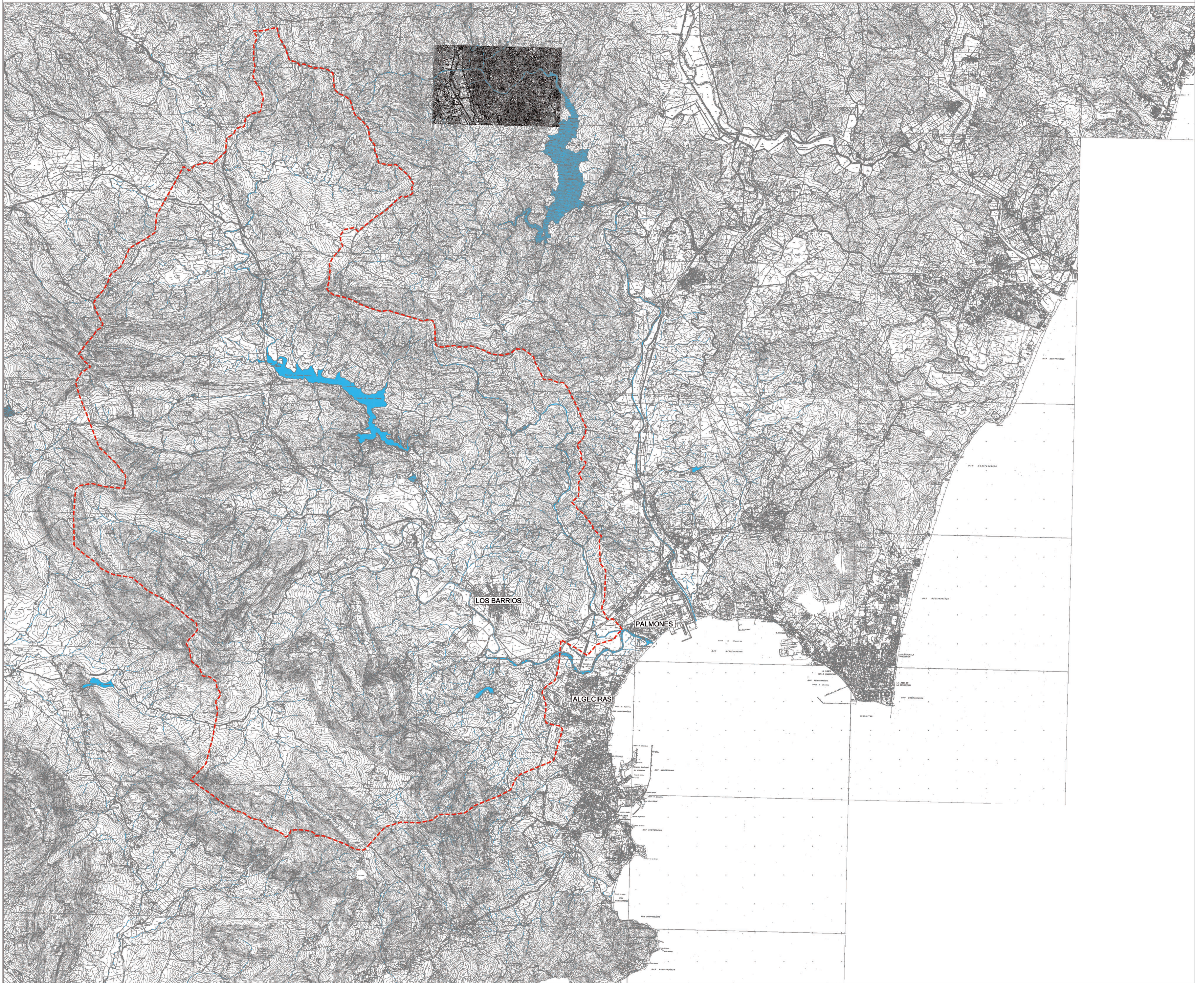


PASO 6

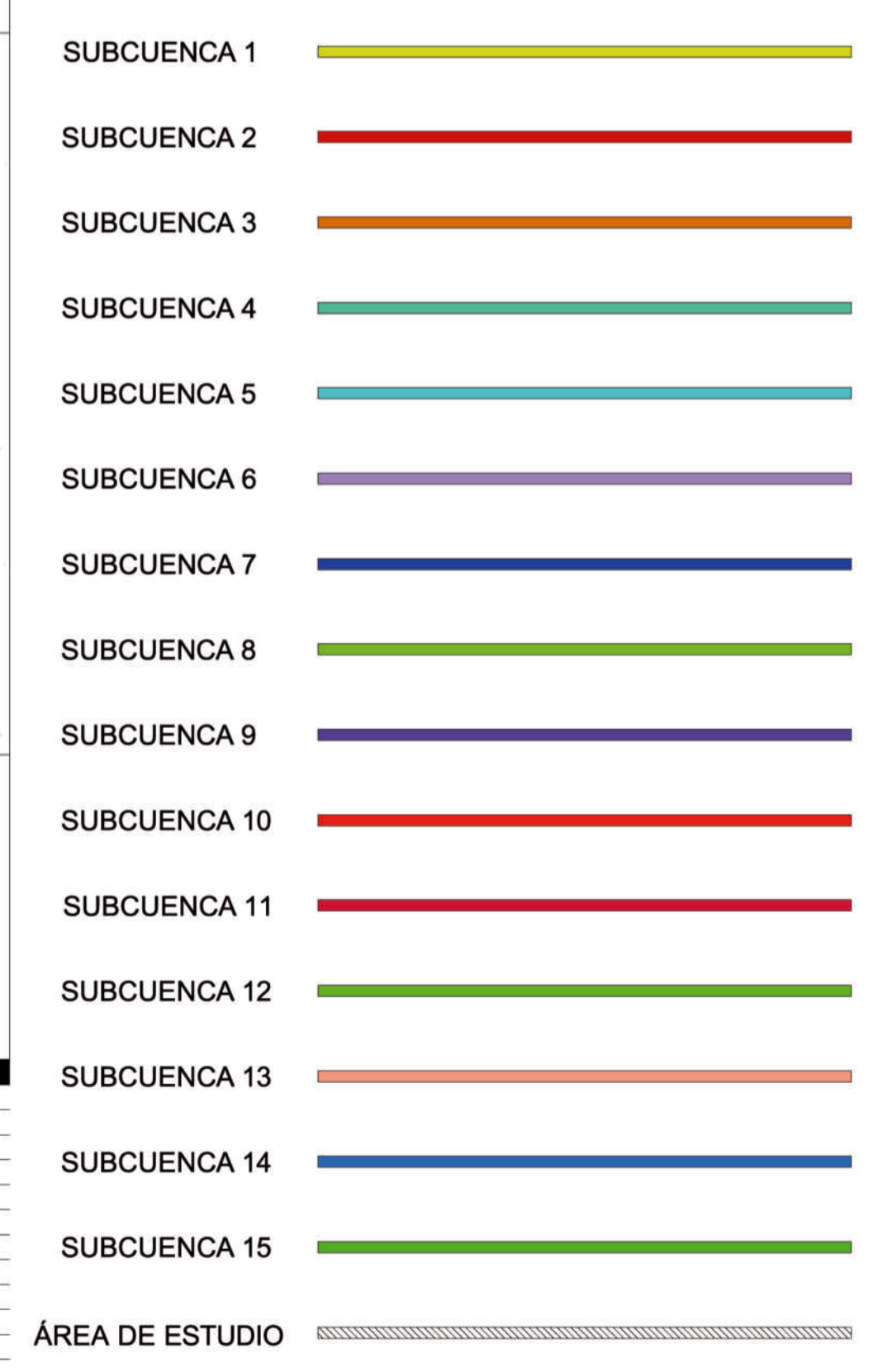
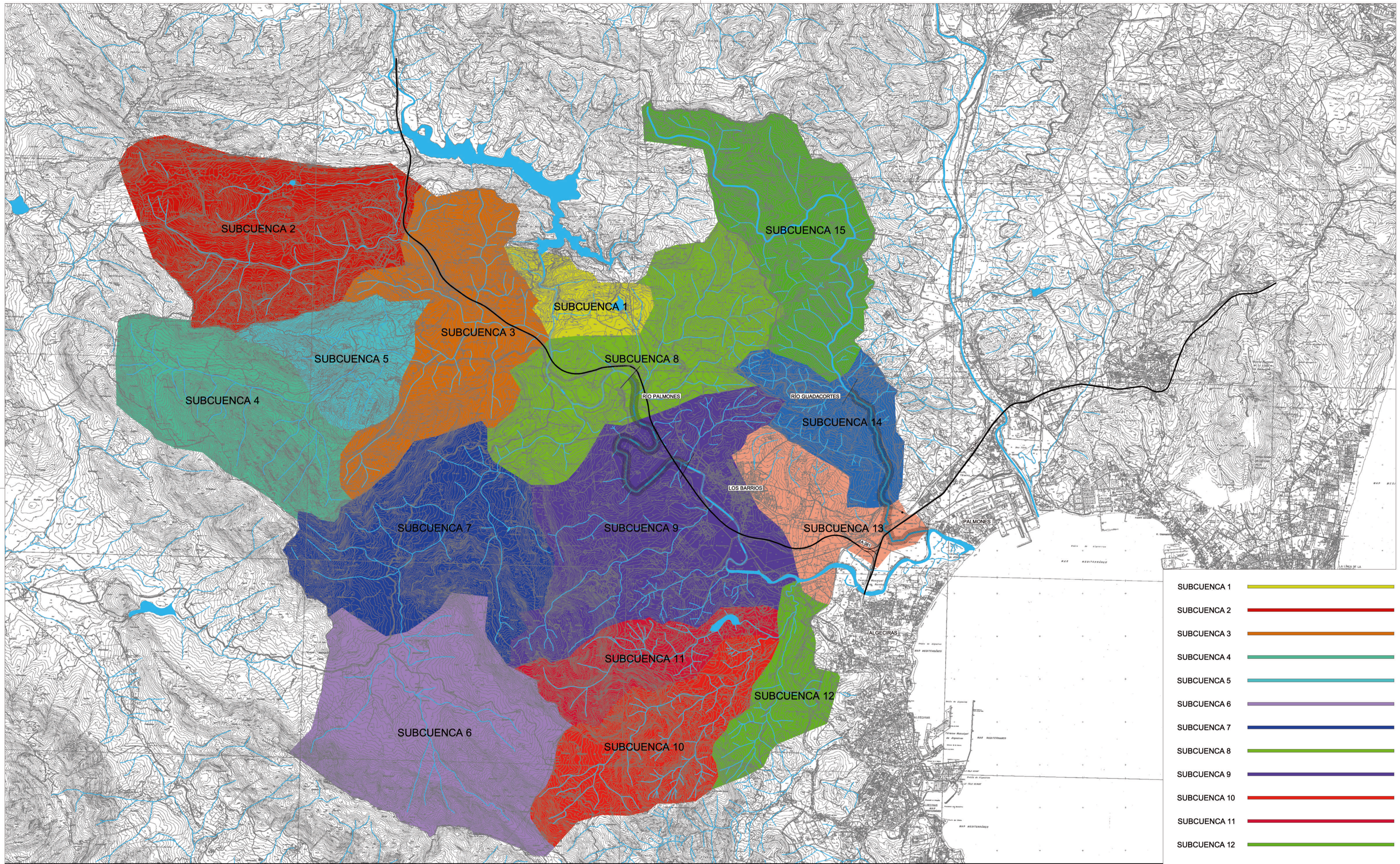
a n e x o s

PLANOS



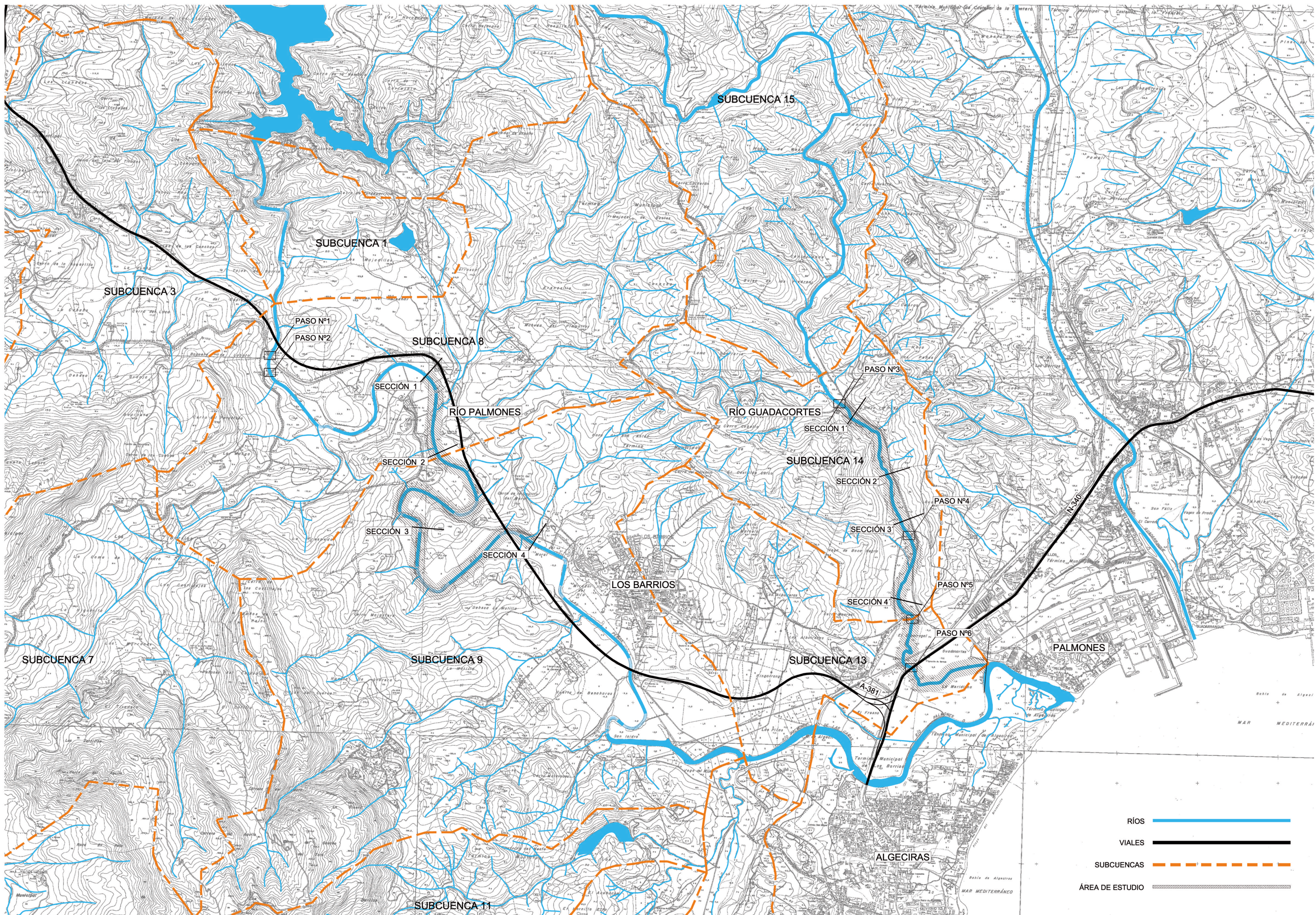






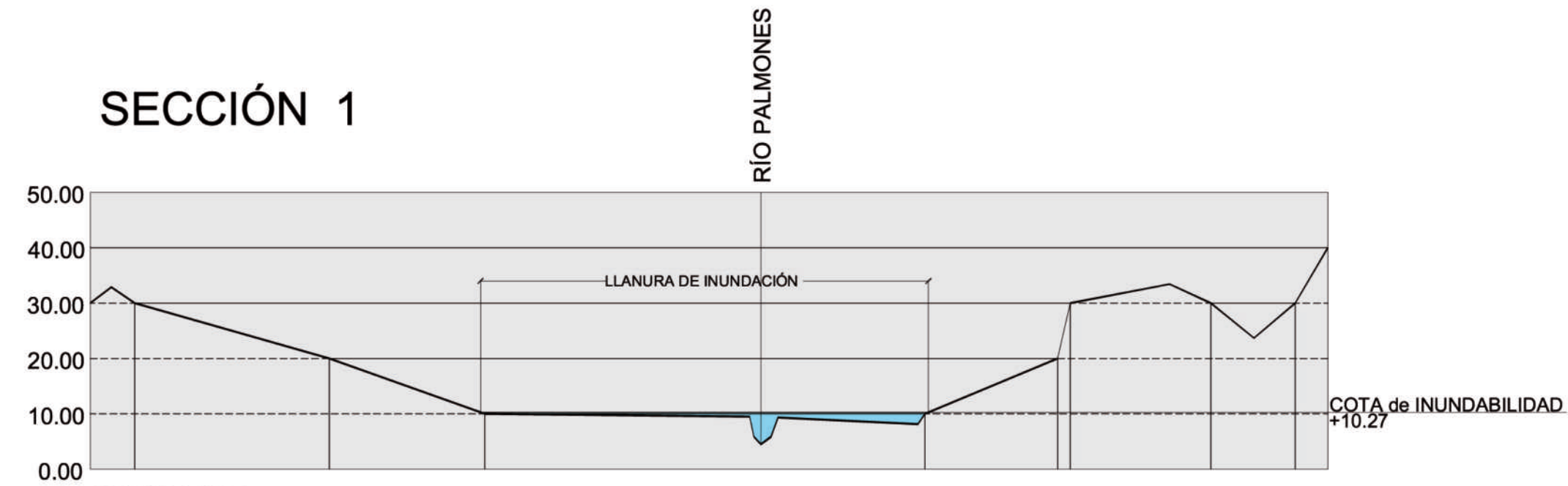
3.37	2360	50	12	0.01596639	1.27265439	0.02762952	271.856	7.5	2.9	21.75	11.319	6.88227506
21.23	9950	630	100	0.05921789	2.71491902	0.72898231	221.7	11.7	2.9	33.93	9.2375	4.5259433
18.56	7750	670	12	0.08490323	2.27245322	0.77476434	224.415	13.3	2.9	38.57	9.350625	5.0082029
14.85	5250	450	195	0.04857143	1.87944646	0.82580991	221.7	11.7	2.9	33.93	9.2375	5.56904417
6.58	4090	510	55	0.11124694	1.32811668	0.91668066	221.7	13.3	2.9	38.57	9.2375	6.72736706
23.99	7090	750	190	0.07898449	2.15317562	0.78935713	277.82	13.3	2.9	38.57	11.5798333	5.1625054
17.48	5040	790	50	0.12086093	1.75822723	0.84360406	251.31	11.7	2.9	33.93	10.47125	5.7777007
22.26	6910	50	8	0.06007815	3.43222588	0.66010709	269.484	6.6	2.9	18.24	11.2295	3.94569637
27.86	11550	580	2	0.05004329	3.40257613	0.66297144	314.012	15.8	2.9	45.82	13.0838333	3.9693818
12.40	8620	750	7	0.0861949	2.45677443	0.75351628	349.1	8.8	2.9	19.72	14.5458333	4.79173737
7.34	7030	580	7	0.08150782	2.12656879	0.79271133	349.1	8.8	2.9	25.52	14.5458333	5.19863803
6.26	8520	400	2	0.06104294	2.12167416	0.79333248	349.1	8.8	2.9	19.72	14.5458333	5.20535819
7.54	7290	140	0	0.01920439	2.87705444	0.70989103	311.088	14.1	2.9	40.89	12.962	4.37700211
9.24	8890	155	1	0.01772152	3.33857476	0.66833196	276	6.6	2.9	19.72	11.5	4.01387556
16.52	13440	460	20	0.0327381	4.13851517	0.60709849	276	11.7	2.9	33.93	11.5	3.53398389





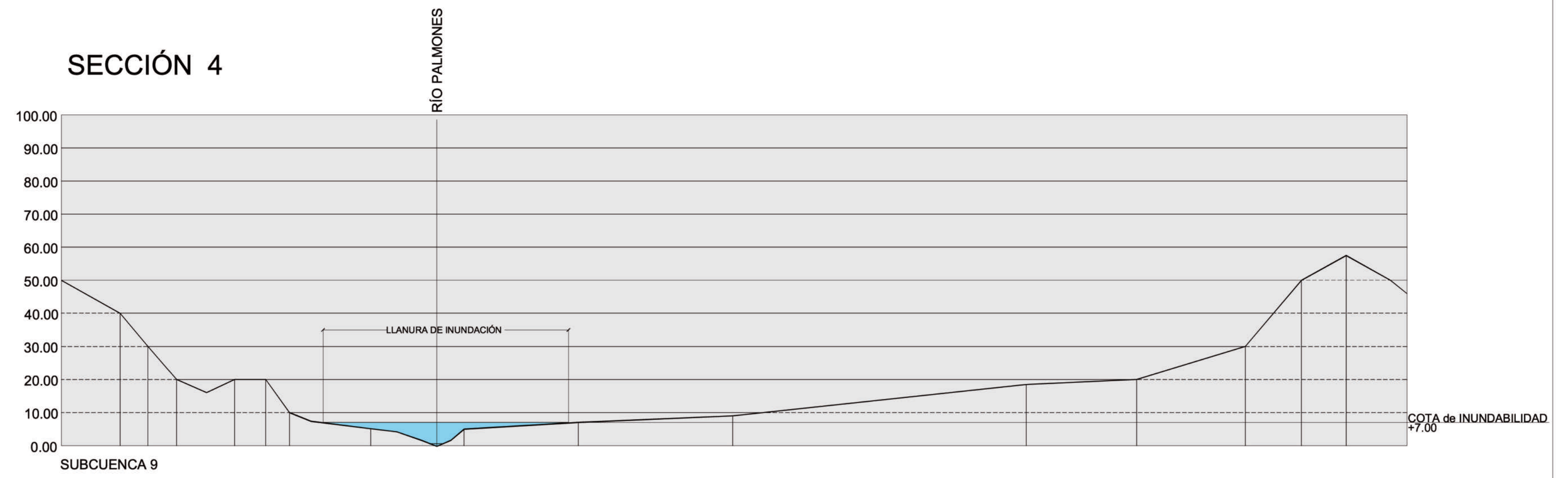


### SECCIÓN 1



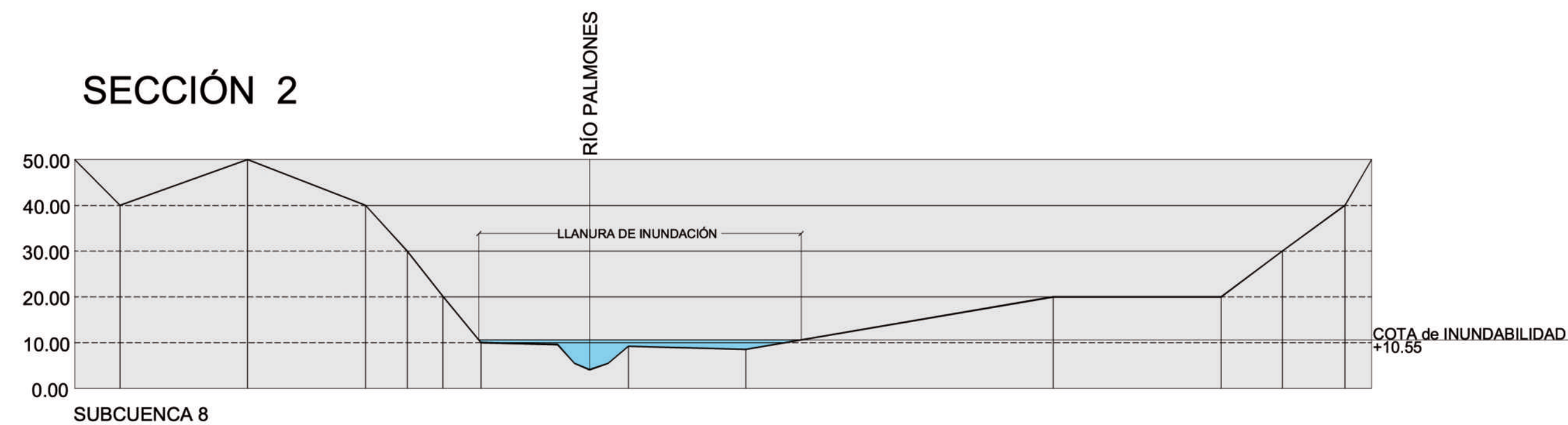
$P_n = 407,55 \text{ m}$      $Q_{ADM} = 491,57 \text{ m}^3/\text{s}$   
 $S_n = 426,53 \text{ m}^2$      $Q_c = 479 \text{ m}^3/\text{s}$

### SECCIÓN 4



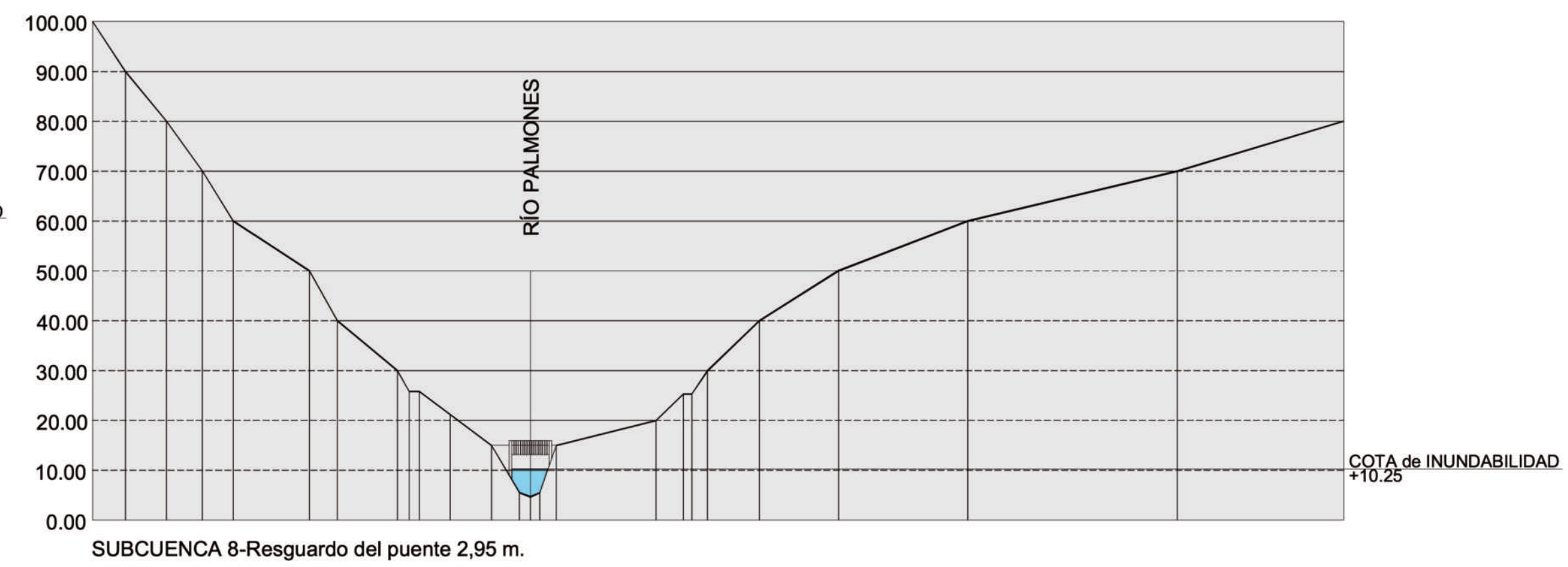
$P_n = 371,48 \text{ m}$      $Q_{ADM} = 1227,21 \text{ m}^3/\text{s}$   
 $S_n = 834,66 \text{ m}^2$      $Q_c = 912,00 \text{ m}^3/\text{s}$

### SECCIÓN 2



$P_n = 352,98 \text{ m}$      $Q_{ADM} = 1078,69 \text{ m}^3/\text{s}$   
 $S_n = 692,56 \text{ m}^2$      $Q_c = 912 \text{ m}^3/\text{s}$

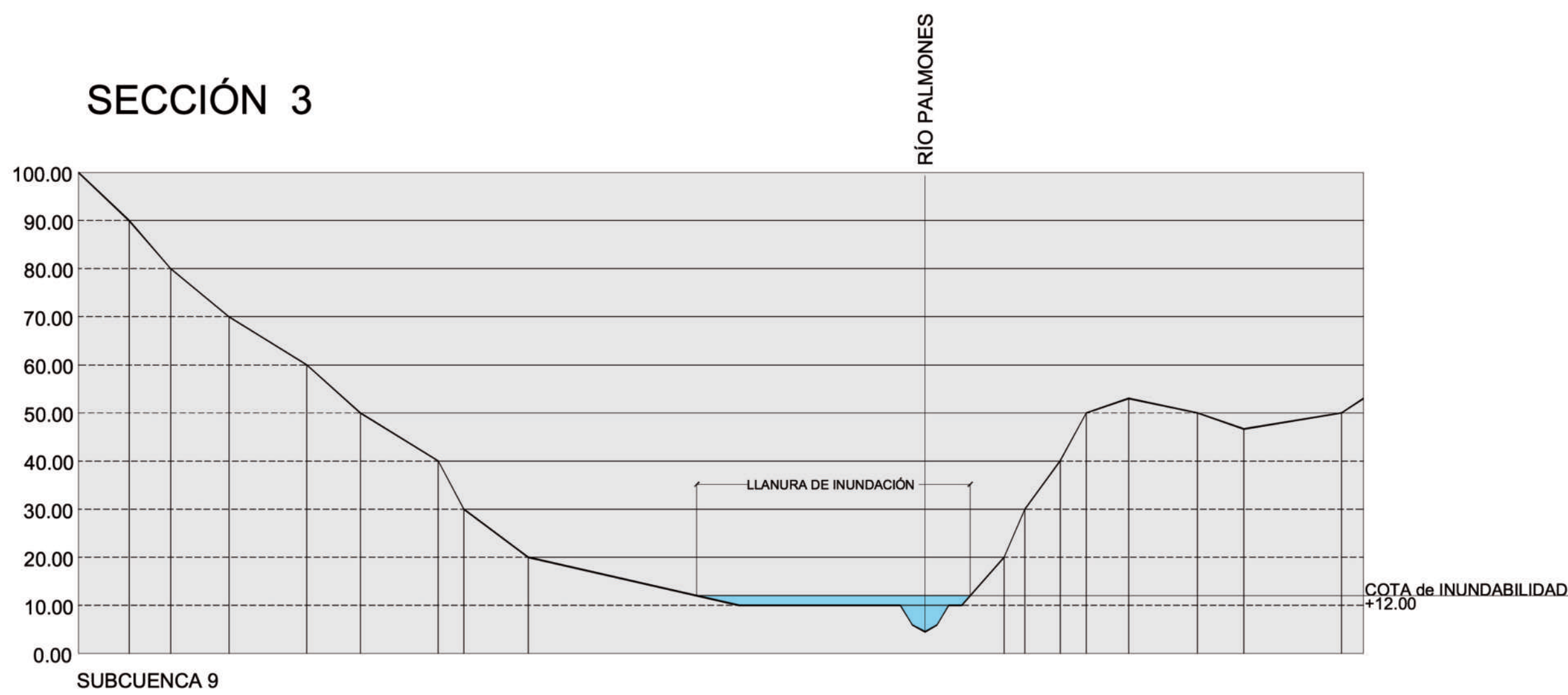
### PASO 2. "PUENTE DE VEGA"



$P_n = 40,119 \text{ m}$      $Q_{ADM} = 488,81 \text{ m}^3/\text{s}$   
 $S_n = 149,838 \text{ m}^2$      $Q_c = 479 \text{ m}^3/\text{s}$

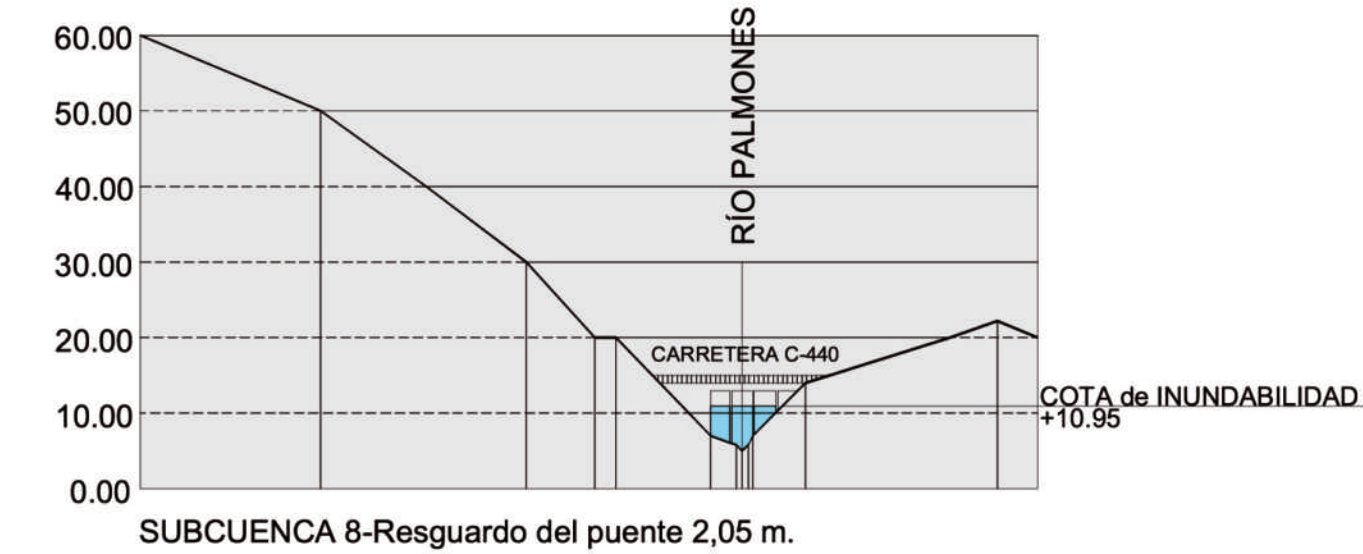
Sin RESGUARDO el PUENTE ABSORBE 1643,98 m<sup>3</sup>/s

### SECCIÓN 3



$P_n = 286,14 \text{ m}$      $Q_{ADM} = 1233,35 \text{ m}^3/\text{s}$   
 $S_n = 690,08 \text{ m}^2$      $Q_c = 912 \text{ m}^3/\text{s}$

### PASO 1. "PUENTE DE HIERROS"



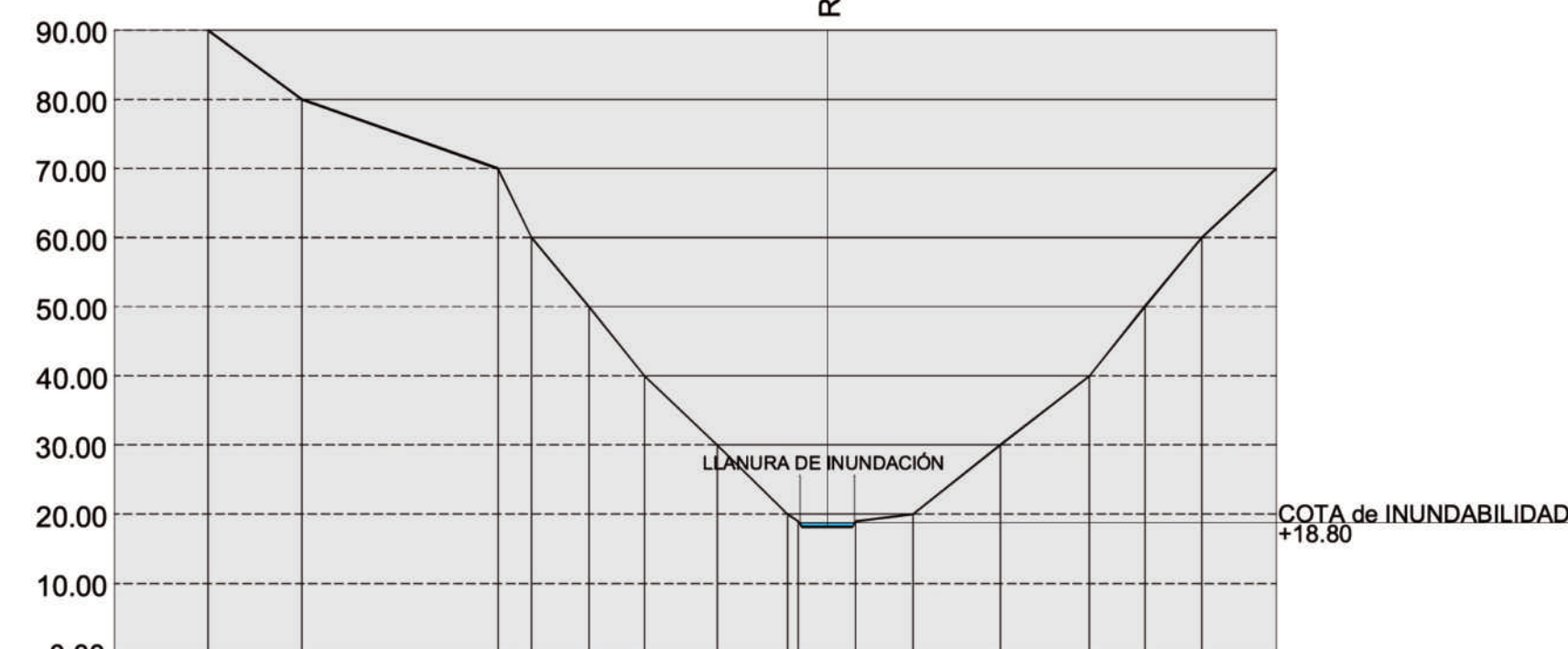
$P_n = 49,953 \text{ m}$      $Q_{ADM} = 495,54 \text{ m}^3/\text{s}$   
 $S_n = 164,919 \text{ m}^2$      $Q_c = 479 \text{ m}^3/\text{s}$

Sin RESGUARDO el PUENTE ABSORBE 1380,29 m<sup>3</sup>/s



### SECCIÓN 1'

RIO GUADACORTES



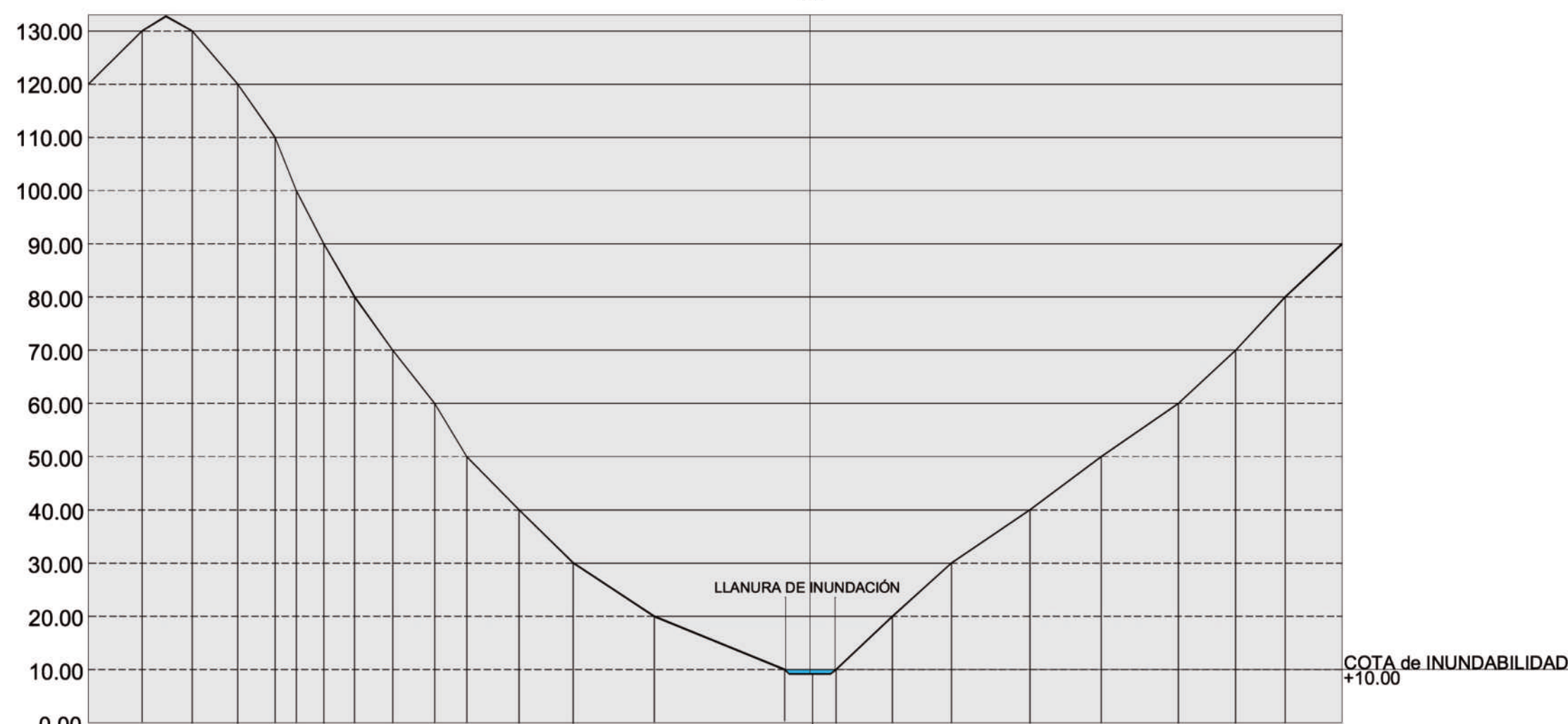
SUBCUENCA 14

$P_r = 40,30 \text{ m}$      $Q_{\text{cap}} = 65,20 \text{ m}^3/\text{s}$   
 $S_r = 23,30 \text{ m}^2$      $Q_r = 65,00 \text{ m}^3/\text{s}$

RIO GUADACORTES

### SECCIÓN 2'

RIO GUADACORTES



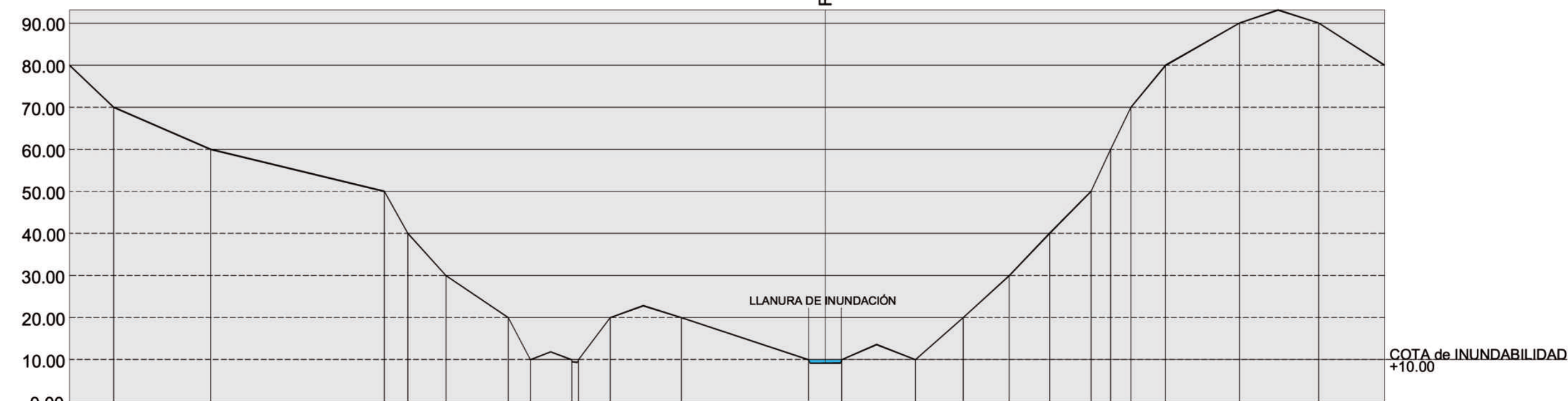
SUBCUENCA 14

$P_r = 48,49 \text{ m}$      $Q_{\text{cap}} = 109,36 \text{ m}^3/\text{s}$   
 $S_r = 34,95 \text{ m}^2$      $Q_r = 94,50 \text{ m}^3/\text{s}$

RIO GUADACORTES

### SECCIÓN 3'

RIO GUADACORTES

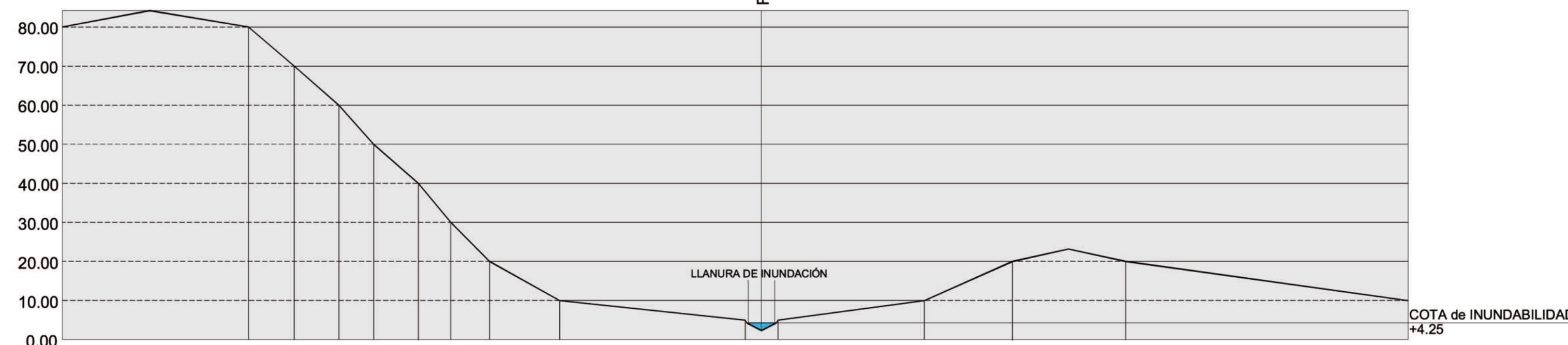


SUBCUENCA 14

$P_r = 39,89 \text{ m}$      $Q_{\text{cap}} = 97,75 \text{ m}^3/\text{s}$   
 $S_r = 31,65 \text{ m}^2$      $Q_r = 94,50 \text{ m}^3/\text{s}$

### SECCIÓN 4'

RIO GUADACORTES

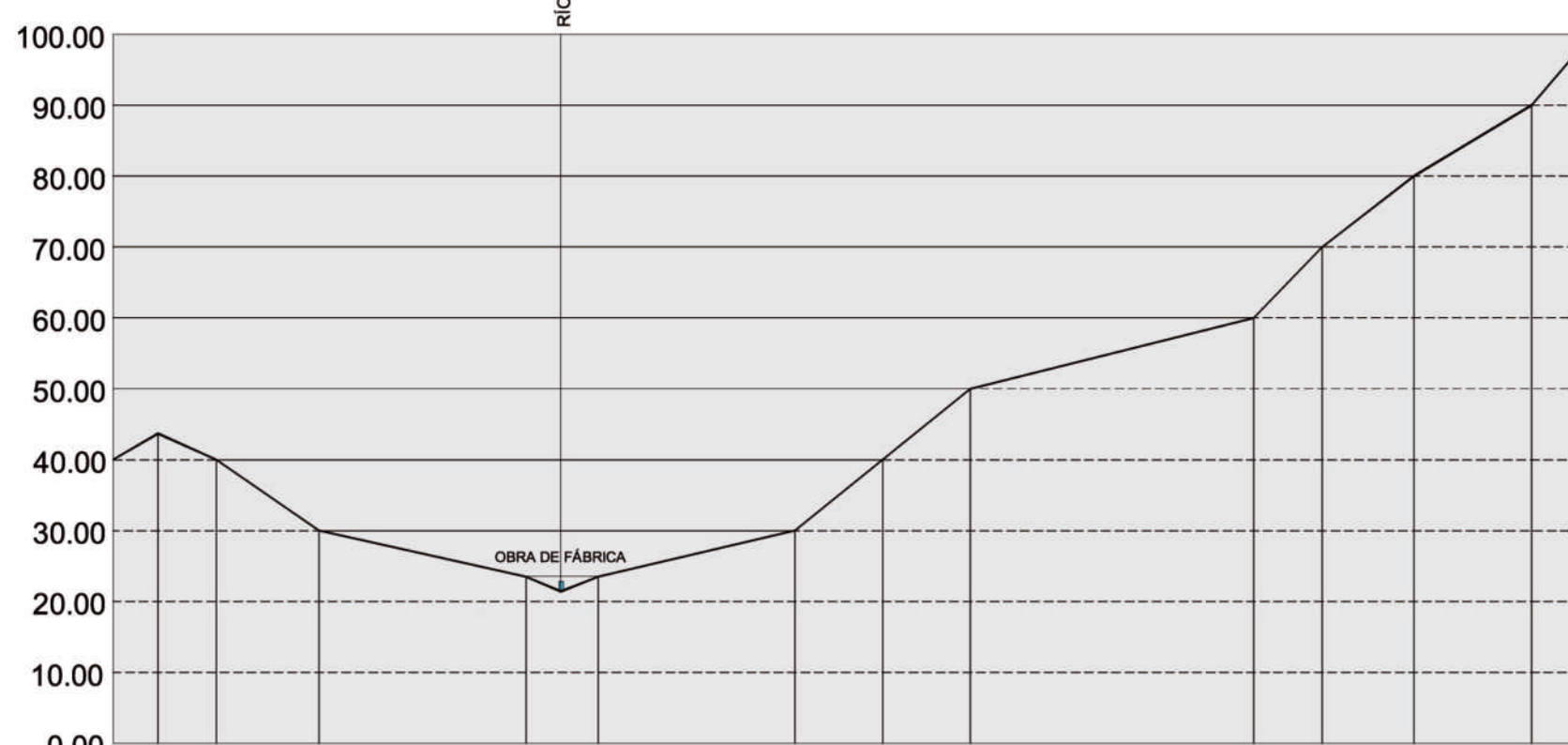


SUBCUENCA 14

$P_r = 37,92 \text{ m}$      $Q_{\text{cap}} = 146,02 \text{ m}^3/\text{s}$   
 $S_r = 36,89 \text{ m}^2$      $Q_r = 94,50 \text{ m}^3/\text{s}$

### PASO 3

RIO GUADACORTES

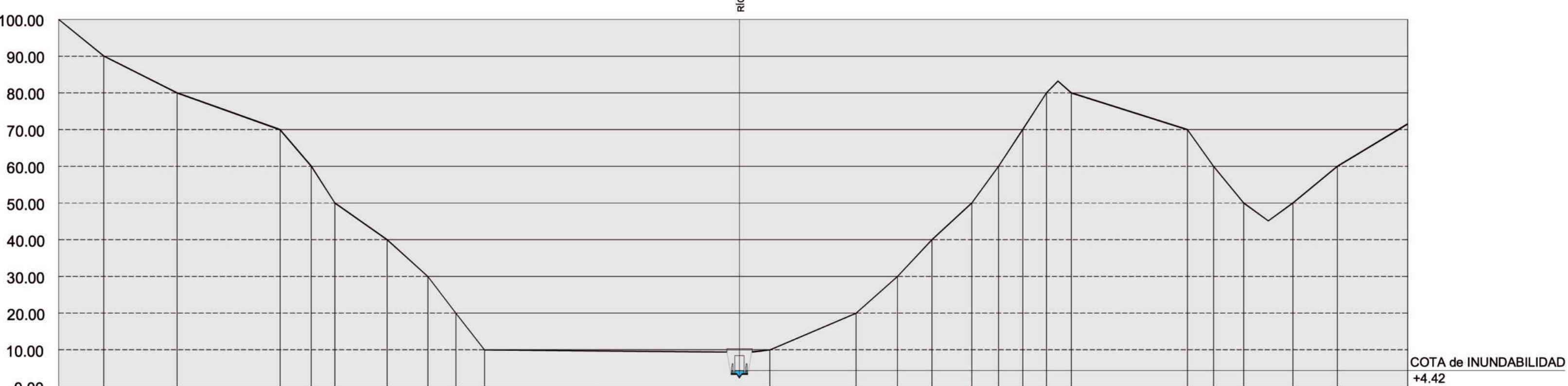


SUBCUENCA 15- Obra de fábrica claramente insuficiente, creando desbordamiento e inundaciones habrá que colocar un paso que absorba 65 m<sup>3</sup>/s.

$P_r = 8,76 \text{ m}$      $Q_{\text{cap}} = 12,68 \text{ m}^3/\text{s}$   
 $S_r = 4,13 \text{ m}^2$      $Q_r = 65 \text{ m}^3/\text{s}$

### PASO 4

RIO GUADACORTES

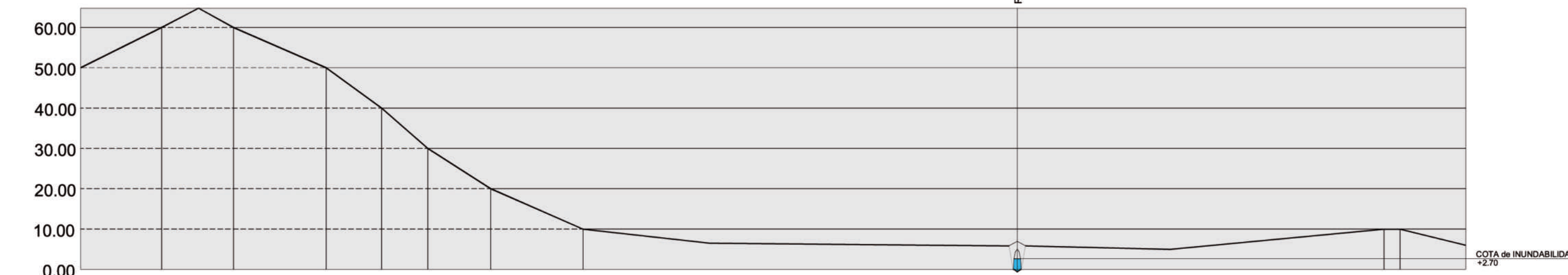


SUBCUENCA 14-Resguardo del puente 4,03 m.

$P_r = 19,231 \text{ m}$      $Q_{\text{cap}} = 95,61 \text{ m}^3/\text{s}$   
 $S_r = 19,855 \text{ m}^2$      $Q_r = 94,50 \text{ m}^3/\text{s}$  Sin RESGUARDO el PUENTE ABSORBE 447,42 m<sup>3</sup>/s

### PASO 5

RIO GUADACORTES

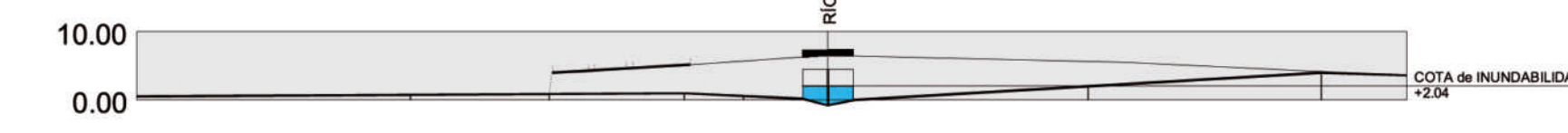


SUBCUENCA 8-Resguardo del puente 2,25 m.

$P_r = 14,30 \text{ m}$      $Q_{\text{cap}} = 110,51 \text{ m}^3/\text{s}$   
 $S_r = 19,237 \text{ m}^2$      $Q_r = 109,25 \text{ m}^3/\text{s}$  Sin RESGUARDO el PUENTE ABSORBE 271,11 m<sup>3</sup>/s

### PASO 6

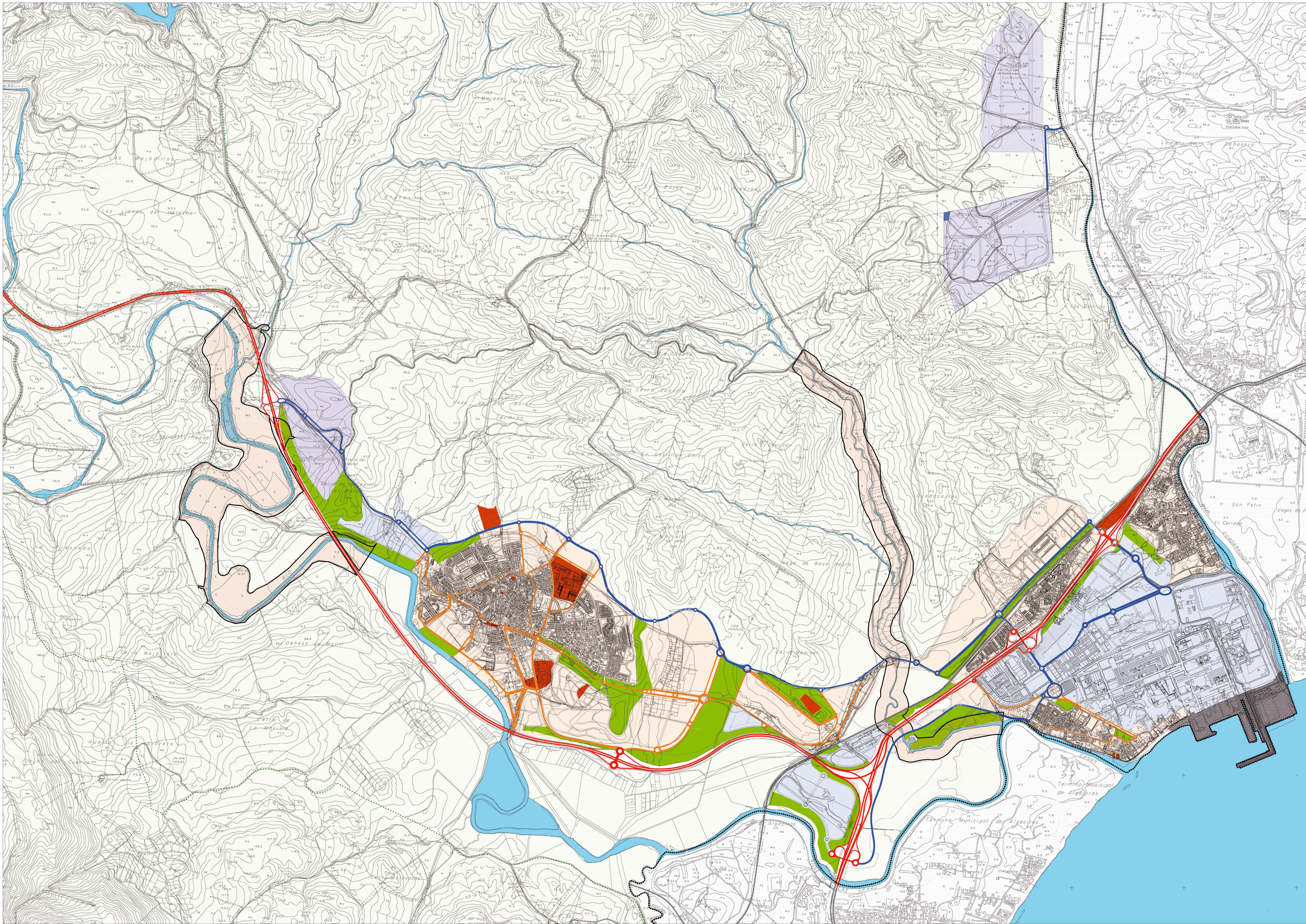
RIO GUADACORTES



SUBCUENCA 13-Resguardo del puente 2,46 m.

$P_r = 38,70 \text{ m}$      $Q_{\text{cap}} = 133,93 \text{ m}^3/\text{s}$   
 $S_r = 51,60 \text{ m}^2$      $Q_r = 124 \text{ m}^3/\text{s}$  Sin RESGUARDO el PUENTE ABSORBE 1192,86 m<sup>3</sup>/s





1. CLASIFICACIÓN Y CATEGORÍAS DE SUELO

SUELO NO URBANIZABLE

2. USOS GLOBALES

- RESIDENCIAL
- ACTIVIDADES ECONÓMICAS
- CENTRO DE TRANSPORTES DE MERCANCIAS
- PARQUE TECNOLÓGICO
- DOTACIONES Y SERVICIOS PÚBLICOS
- ESPACIOS LIBRES

3. ESTUDIO HIDRAULICO

LLANURA DE INUNDACIÓN DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO PALMONES Y GUADACORTES

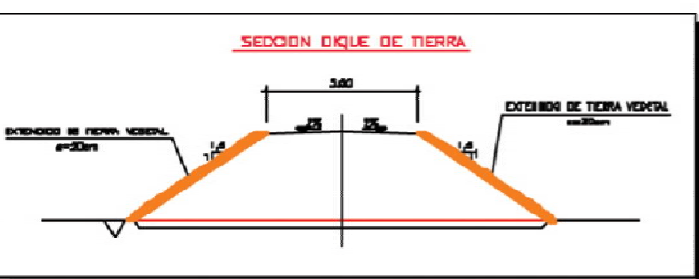
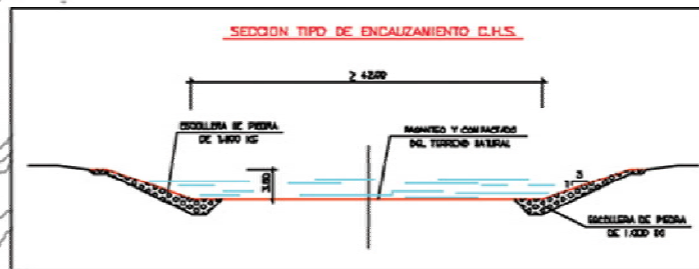
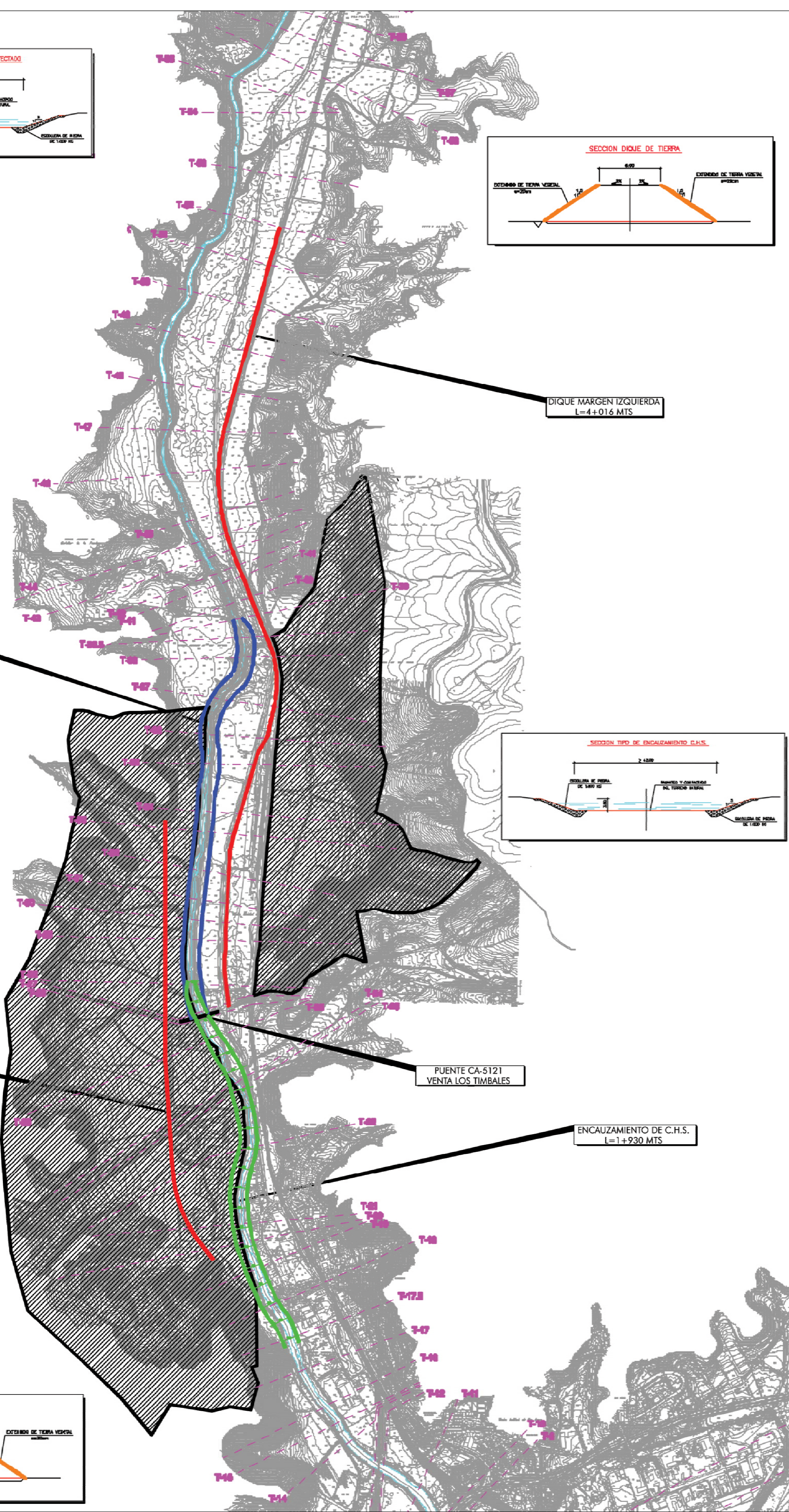
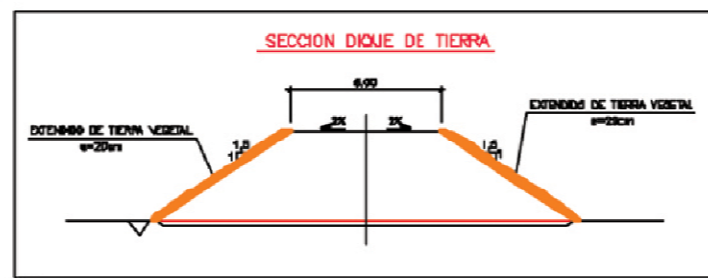
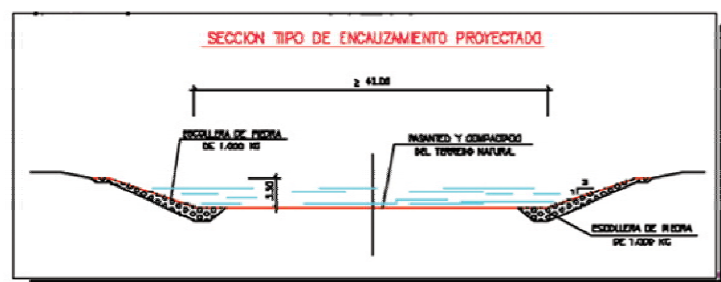
RÍOS

VIALES

ÁREA DE ESTUDIO

NOTA:  
EL ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA BAJA DEL PALMONES FUE REALIZADO POR TYPISA EN JUNIO 2.003.







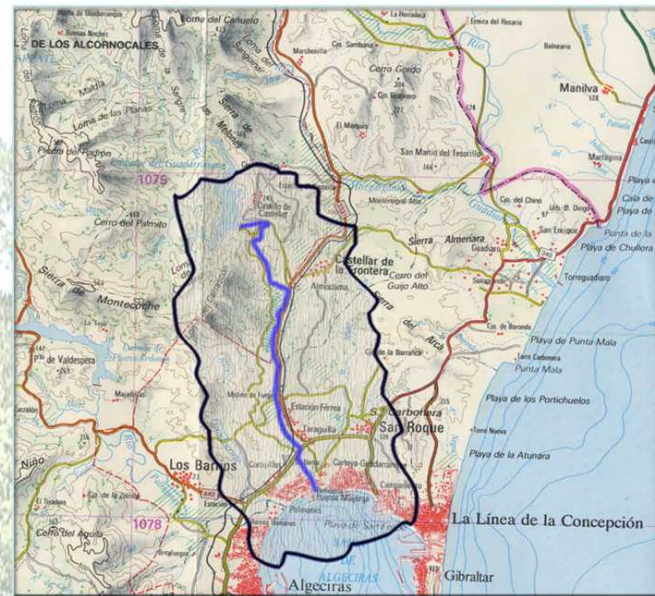


## ANEXO 2-B:

# ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA DE LA CUENCA VERTIENTE AL ENTORNO DE LA ZAL DEL CAMPO DE GIBRALTAR



**ESTUDIO DE CARACTERIZACION HIDRAULICA DE LA CUENCA VERTIENTE AL ENTORNO DE LA Z.A.L. DEL CAMPO DE GIBRALTAR (CADIZ)**



**DOCUMENTO RESUMEN**

**DOCUMENTO RESUMEN**

**DOCUMENTO RESUMEN**

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETO DEL ESTUDIO.....	1
3. DESCRIPCIÓN Y SITUACIÓN DEL ENTORNO.....	2
4. RECOPIACIÓN DE DOCUMENTACIÓN. ANTECEDENTES TÉCNICOS.....	2
5. MARCO NORMATIVO.....	3
6. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA UTILIZADA.....	3
7. ESTUDIO HIDROLÓGICO.....	4
7.1. Introducción. Antecedentes.....	4
7.2. Caracterización de la cuenca de aportación.....	5
7.3. Análisis de precipitaciones máximas.....	7
7.3.1. Precipitaciones máximas diarias.....	7
7.3.2. Definición del aguacero de diseño.....	8
7.4. Embalse de Guadarranque.....	8
7.5. Modelo de Simulación.....	9
8. ESTUDIO HIDRÁULICO.....	9
8.1. Introducción.....	9
8.2. Cartografía y topografía utilizada.....	10
8.3. Distribución de perfiles transversales.....	10
8.4. Simulación de obstáculos.....	10
8.5. Condiciones de contorno.....	10
8.6. Caudales de avenida adoptados.....	11
8.7. Escenario de análisis inicial: Escenario 0 (situación actual).....	11
8.8. Acciones correctoras. Escenarios de análisis estudiados.....	12
8.8.2. Escenario 1. Situación actual + diques de defensa.....	13
8.8.3. Escenario 2.1. Situación actual + diques de defensa + encauzamiento aguas arriba del puente de la carretera CA-5121.....	14
8.8.4. Escenario 2.2. Situación actual + diques de defensa + encauzamiento de C.H.S. aguas abajo del puente de la carretera CA-5121.....	14
8.8.5. Escenario 2.3. Situación actual + diques de defensa + eliminación del puente de la carretera CA-5121.....	14
8.8.6. Escenario 3.1. Situación actual + diques de defensa + encauzamientos aguas arriba y abajo del puente de la carretera CA-5121.....	15

8.8.7. Escenario 3.2. Situación actual + diques de defensa + encauzamiento aguas arriba del puente de la carretera CA-5121 + eliminación del puente.....	15
8.8.8. Escenario 3.3. Situación actual + diques de defensa + encauzamiento aguas abajo del puente de la carretera CA-5121 + eliminación del puente.....	15
8.8.9. Escenario 4. Situación actual + diques de defensa + encauzamientos aguas arriba y abajo del puente de la carretera CA-5121 + eliminación del puente.....	16
8.9. Presentación de tablas y gráficos.....	16
9. ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS.....	20
9.1. Escenario 1 (situación actual + diques de defensa).....	20
9.2. Escenarios con doble acción correctora (escenarios 2.1, 2.2 y 2.3).....	20
9.3. Escenarios con triple acción correctora (escenarios 3.1, 3.2 y 3.3).....	22
9.4. Escenarios con cuádruple acción correctora (escenario 4).....	23
10. ESTIMACIÓN PRESUPUESTARIA.....	23
10.1. Encauzamiento.....	23
10.2. Diques de defensa.....	23
11. CONCLUSIONES.....	25

**ANEJOS**

Anejo nº 1.- Planos



**DOCUMENTO RESUMEN****1. INTRODUCCIÓN**

El presente Estudio se enmarca dentro de la serie de trabajos de definición, análisis y caracterización del territorio que están realizando diversos organismos de la Administración para promover la realización de la Zona de Actividades Logísticas del Campo de Gibraltar.

Al objeto de estudiar el abanico de posibles implantaciones de la Z.A.L. en la cuenca baja del Guadarranque y su interacción con las zonas de avenida del citado río, se ha realizado el presente Estudio por parte de la Empresa Pública de Puertos de Andalucía. Este organismo decide adjudicar el 16 de julio de 2.002 a la empresa Aguas y Estructuras, S.A. (AYESA) por procedimiento negociado sin publicidad (art. 210 del R.D. Legislativo 2/2.000, de 16 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la LCAP) el contrato de Consultoría y Asistencia para la elaboración del "Estudio de caracterización hidráulica de la cuenca vertiente al entorno de la Z.A.L. del Campo de Gibraltar (Cádiz)".

Esta actuación estratégica está promovida por la Empresa Pública de Puertos de Andalucía (EPPA), la Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras, el Instituto de Fomento de Andalucía (IFA), los Ayuntamientos de San Roque y Los Barrios y el Consorcio de la Zona Franca de Cádiz (CZF), y formará parte de las actuaciones en materia de infraestructuras de comunicaciones y transportes que potenciará toda la comarca como nodo logístico de primer orden.

**2. OBJETO DEL ESTUDIO.**

Es realizar los estudios hidrológicos e hidráulicos del río Guadarranque en el entorno situado aguas abajo de la presa del mismo nombre para conocer con detalle las zonas susceptibles de ser invadidas por las crecidas del citado curso, con el fin de delimitar las mismas y posteriormente proponer las actuaciones más adecuadas para evitarlas en determinados lugares.

Para ello, se ha realizado el Estudio Hidrológico de toda la cuenca del río Guadarranque, mediante la aplicación de un modelo hidrológico de simulación del proceso precipitación-escorrentía, con el que se han obtenido los caudales de avenidas para distintos períodos de retorno en distintos puntos de control.

Tras la obtención de estos caudales se ha procedido a la elaboración de un modelo hidráulico de simulación del flujo estacionario para el cálculo de los niveles de agua en el cauce del río Guadarranque. El tramo objeto del estudio hidráulico, tiene como origen la Estación de La Almoraima, situada aguas abajo de la presa, y como punto final la desembocadura en el mar Mediterráneo.

De esta forma, se ha desarrollado el presente estudio de inundabilidad de la zona, de tal forma que se tenga el soporte técnico adecuado para la toma de decisiones sobre la ubicación y delimitación exacta que debe tener dicha Área de Transporte y sobre las acciones correctoras que se puedan promover para lograr un emplazamiento óptimo de la misma en relación con las crecidas del río Guadarranque.

**3. DESCRIPCIÓN Y SITUACIÓN DEL ENTORNO.**

El río Guadarranque se sitúa en la provincia de Cádiz, al sur de España. Inicia su recorrido en las sierras del Parque Natural de los Alcornocales, y desemboca en la bahía de Algeciras. A poco más de 19 km de su desembocadura se encuentra la presa del mismo nombre, la cual además de regular en crecidas los caudales aportados por la cuenca superior del río, sirve para el abastecimiento de agua a las poblaciones del entorno y para usos agrícolas.

Pariendo de la presa y tras pasar la estación de ferrocarril de La Almoraima, se llega a la terminal TECO San Roque ubicada en la margen izquierda, antes de llegar al puente de la carretera CA-5121.

Siguiendo el cauce, dejando atrás un paso de tubería de abastecimiento de agua, se llega a la población de la Estación de San Roque.

Más abajo se encuentra otro paso de tubería, el paso de la línea de ferrocarril y el paso de la carretera N-340 con doble puente, por hallarse desdoblada en este punto, y en la margen izquierda la población de Taraguilla, perteneciente al término municipal de San Roque. Ya en las inmediaciones de la desembocadura, en la margen derecha quedan las urbanizaciones Pueblo Sur y Guadacorte, prácticamente contiguas al cauce del río Guadarranque, y por último la Central Térmica. En la otra margen queda el núcleo urbano de Carteya-Guadarranque.

**4. RECOPILACIÓN DE DOCUMENTACIÓN. ANTECEDENTES TÉCNICOS.**

Como labor previa al inicio de los trabajos, se ha recopilado información sobre toda la documentación existente referida a la zona de estudio en cuanto a antecedentes técnicos se refiere. De esta forma, se ha conseguido la siguiente documentación:

- Proyecto de construcción de "Encauzamiento del río Guadarranque a su paso por la Estación de San Roque"<sup>1</sup>, realizado por la Confederación Hidrográfica del Sur en noviembre de 1.997.
- Estudio para "Propuesta de clasificación en función del riesgo potencial de la presa de Guadarranque", realizado por la Confederación Hidrográfica del Sur en noviembre de 1.997.
- Estudio sobre "Actualización del archivo técnico, redacción de las normas de explotación y revisión detallada de las presas de Charco Redondo, Guadarranque y La Concepción"<sup>2</sup>, realizado por la Confederación Hidrográfica del Sur en septiembre de 1.999.
- "Plan de Prevención contra avenidas e inundaciones en cauces urbanos andaluces"<sup>3</sup>, concretamente para el término municipal de San Roque, de fecha julio de 2002, de la Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía.

#### 5. MARCO NORMATIVO.

- Reglamento del Dominio Público Hidráulico (R.D. 849/1986, de 11 de abril). art.14.
- Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica (R.D. 927/1988, de 29 de julio). art.87.
- Contenido normativo del Plan Hidrológico de la Cuenca del Sur (Orden del 6 de septiembre de 1999). art. 32 y 33.
- Texto refundido de la Ley de Aguas (R.D.L. 1/2001, de 20 de julio). art. 11.
- Plan Hidrológico Nacional (ley 10/2001, de 5 de julio). art. 28.
- Plan de prevención de avenidas e inundaciones en cauces urbanos andaluces (Decreto 189/2002, de 2 de julio). arts. 6 y 14.

#### 6. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA UTILIZADA.

Para el cálculo de avenidas en la cuenca integral del río Guadarranque, se ha elaborado un modelo de avenidas basado en el método hidrometeorológico del hidrograma unitario.

<sup>1</sup> Abreviadamente, Proyecto de encauzamiento del Guadarranque.

<sup>2</sup> Abreviadamente, Estudio CHS.

<sup>3</sup> Abreviadamente, Plan de Prevención de Avenidas.

Para este estudio se ha realizado un modelo único que engloba la cuenca total del Guadarranque y que incluye los efectos de regulación de crecidas en la cuenca baja del río.

De esta forma se han establecido los caudales máximos de crecida en función de diferentes períodos de recurrencia en distintos puntos de la cuenca del río Guadarranque y, a su vez, la caracterización de la forma de presentación de estos caudales a través de la definición de su hidrograma correspondiente.

El trabajo desarrollado para el estudio hidrológico se ha estructurado en los siguientes bloques:

- Caracterización de la cuenca de aportación y de todas sus subcuencas.
- Estudio del régimen pluviométrico.
- Aplicación de un modelo hidrológico de precipitación- escorrentía.
- Síntesis de resultados y conclusiones.

Posteriormente se ha llevado a cabo la elaboración de un modelo hidráulico de simulación del flujo estacionario para el cálculo de los niveles de agua en el cauce del río Guadarranque, en el tramo objeto del presente Estudio (Estación de La Almoraima- desembocadura). Para este tipo de cálculo se ha empleado la aplicación HEC-RAS, del Hydrologic Engineering Center del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos.

Sobre el modelo del cauce actual, se han realizado diversos cálculos para la determinación de las áreas de inundación en el tramo mencionado, para la serie de avenidas contempladas, a saber, las correspondientes a los periodos de retorno de 50, 100 y 500 años.

Tomando este modelo como base de partida, se han realizado otros que simulan los distintos escenarios planteados como alternativas posibles para la defensa contra avenidas de las márgenes del río estudiadas para la futura ubicación del Área de Transporte.

Como resultado gráfico de los cálculos realizados, se han confeccionado planos en los que se recogen las zonas de inundación para cada uno de los distintos periodos de retorno contemplados. De igual forma, se representan las distintas alternativas estudiadas en las que mediante modificación del entorno, se ha buscado la no inundabilidad de determinadas zonas.

#### 7. ESTUDIO HIDROLÓGICO.

##### 7.1. Introducción. Antecedentes.

El cálculo de los hidrogramas de máximas avenidas para distintos períodos de retorno se ha realizado tomando como elemento básico de referencia el Estudio Hidrológico elaborado dentro del más general "Actualización del Archivo Técnico, Redacción de las Normas de Explotación y Revisión Detallada de las presas de Charco Redondo, Guadarranque y La

Concepción", realizado por la Confederación Hidrográfica del Sur en septiembre de 1.999, con algunas variantes sobre el mismo que se describen en el presente Estudio.

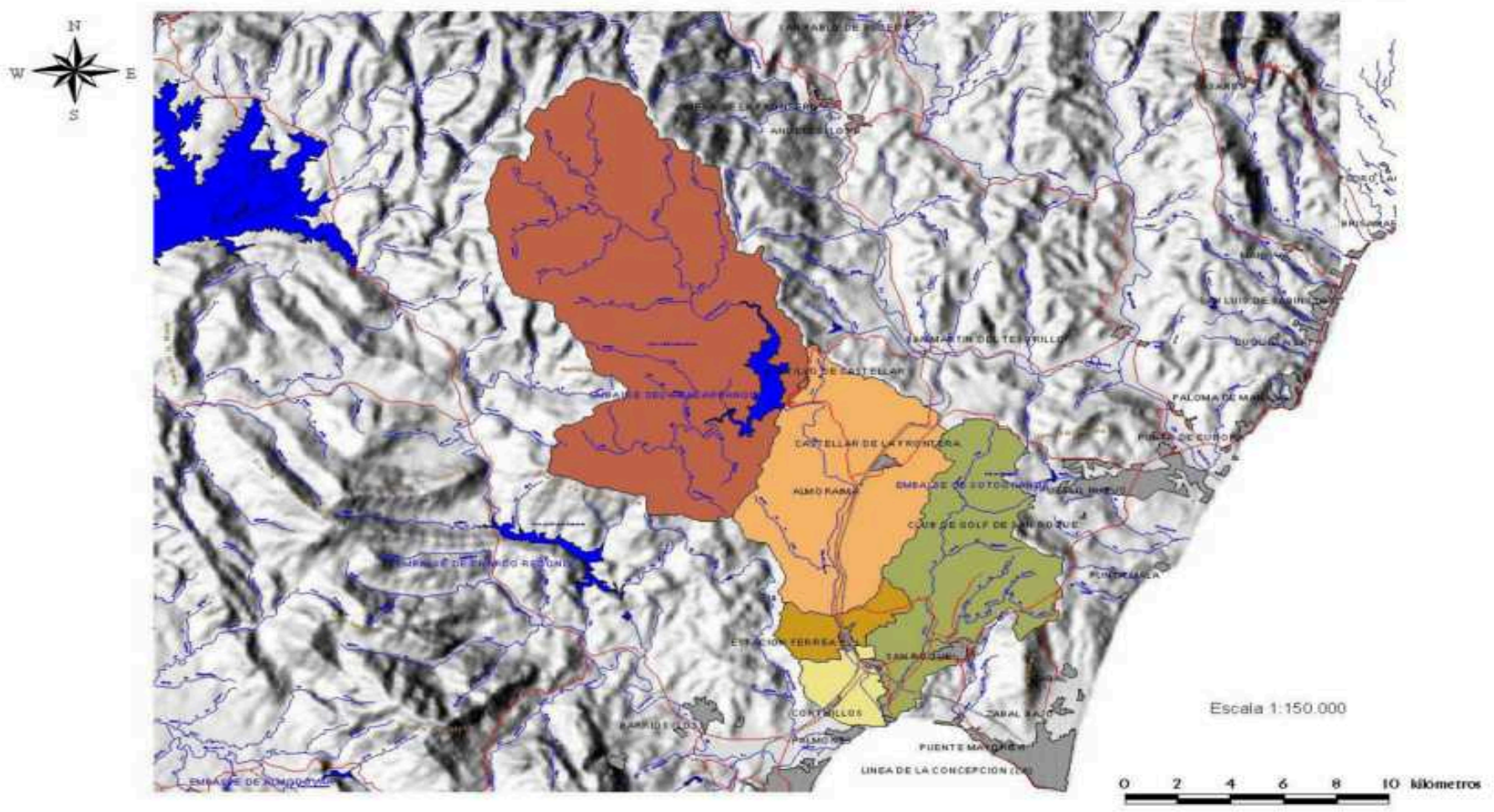
#### 7.2. Caracterización de la cuenca de aportación.

La superficie total de la cuenca del río Guadarranque es de 270,41 km<sup>2</sup>; la parte correspondiente a la cuenca superior existente hasta el embalse de Guadarranque suma un total de 144,75 km<sup>2</sup>, mientras que la cuenca baja asciende a 125,66 km<sup>2</sup>.

A continuación se adjunta una tabla con la distribución de subcuencas considerada en el presente Estudio. Esta discretización se puede consultar en el plano que se aquí se adjunta.

ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA DE LA CUENCA VERTIENTE AL ENTORNO DE LA ZONA DE ACTIVIDADES LOGÍSTICAS DEL CAMPO DE GIBRALTAR (CÁDIZ)

### CUENCA DE APORTACIÓN DEL RÍO GUADARRANQUE



1. CUENCA DEL GUADARRANQUE AGUAS ARRIBA DEL EMBALSE

Código	Arroyo	Superficie (km²)
A.1	Guadarranque hasta confluencia ayo. del Tiesto	35.51
A.2	Guadarranque desde confluencia ayo. del Tiesto hasta confluencia ayo. de las Cañas	25.17
A.3	Arroyo de las Cañas hasta el río Guadarranque	8.87
A.4	Guadarranque desde ayo. de las Cañas hasta el embalse	26.23
A.5	Arroyo del Quejigo hasta el río de los Codos	14.56
A.6	Río de los Codos hasta confluencia con ayo. del Quejigo	23.44
A.7	Río de los Codos desde confluencia con ayo. del Quejigo hasta el embalse	10.98
<b>A</b>	<b>Río Guadarranque hasta el embalse</b>	<b>144.75</b>

2. CUENCA DEL GUADARRANQUE AGUAS ABAJO DEL EMBALSE

Código	Arroyo	Superficie (km²)
B.1	Guadarranque desde embalse hasta Puente de la Venta de Los Timbales (CA-5121)	58.74
B.2	Guadarranque desde Puente de Los Timbales hasta la Est. San Roque (Depuradora)	8.85
B.3	Guadarranque desde Est. San Roque (Depuradora) hasta desembocadura	8.54
B.4	Ayo. de la Madre Vieja	49.53
<b>B</b>	<b>Río Guadarranque desde el embalse hasta la desembocadura</b>	<b>125.66</b>

3. CUENCA TOTAL DEL GUADARRANQUE

Código	Arroyo	Superficie (km²)
<b>C</b>	<b>Río Guadarranque total</b>	<b>270.41</b>

7.3. Análisis de precipitaciones máximas.

7.3.1. Precipitaciones máximas diarias.

Se ha utilizado la reciente publicación "Mapa para el Cálculo de Máximas Precipitaciones Diarias en la España Peninsular" (escala 1:1.000.000), Ministerio de Fomento, 1998. A continuación se adjuntan las precipitaciones máximas diarias para distintos periodos de retorno en la cuenca de Estudio.

1. CUENCA DEL GUADARRANQUE AGUAS ARRIBA DEL EMBALSE

T	Pd (mm)
2	80
5	110
10	131
25	162
50	186
100	212
200	237
500	276
1000	306
10000	416

2. CUENCA DEL GUADARRANQUE AGUAS ABAJO DEL EMBALSE

T	Pd (mm)
2	77
5	106
10	127
25	156
50	179
100	204
200	229
500	267
1000	296
10000	404

7.3.2. Definición del aguacero de diseño.

Los aguaceros en la zona que han provocado las crecidas más importantes se han producido para lluvias con una duración del orden de las 24 horas. En consecuencia, éste ha sido el período de tiempo adoptado para nuestra lluvia de diseño.

Se ha sintetizado el cálculo de las intensidades de lluvia a intervalos de 30 minutos, y su distribución en el tiempo hasta obtener el hietograma adimensional de bloques alternos con intensidad máxima centrada en el tiempo de cálculo.

Para la evaluación del factor reductor por superficie se ha utilizado la fórmula de Témez deducida a partir de recientes estudios realizados en España para lluvias de 24 horas y que se adjunta en la monografía del CEDEX "Recomendaciones para el cálculo hidrometeorológico de avenidas":

7.4. Embalse de Guadarranque.

En el presente epígrafe se incluyen todos los datos de la presa y embalse del Guadarranque que son necesarios para su posterior inclusión en el modelo de precipitación-



escorrentía y así poder evaluar el efecto laminador que el mismo provoca en el curso bajo del río .

Las simulaciones realizadas en el presente Estudio mediante el modelo descrito en el epígrafe siguiente tienen en cuenta tres posibles hipótesis de partida en el embalse de Guadarranque:

- H1.- Nivel inicial en el embalse = cota umbral aliviadero y desagües de fondo cerrados
- H2.- Nivel inicial en el embalse = cota umbral aliviadero y desagües de fondo abiertos
- H3.- Nivel inicial en el embalse = cota 71 (nivel con resguardo en invierno) y DF cerrados

7.5. Modelo de Simulación.

La determinación de los caudales máximos por medio del método hidrometeorológico aplicado se ha llevado a cabo mediante la utilización de un modelo de simulación del proceso de precipitación- escorrentía basado en el programa HEC-HMS, versión 2.1.1 para Windows del programa HEC-1.

Como caudales de diseño se proponen los correspondientes a la simulación con hipótesis de nivel inicial del embalse en nivel máximo normal (coincidente con el umbral del aliviadero) y desagües de fondo cerrados (H1) y que se adjuntan a continuación.

Caudales de avenida de diseño, en m³/s, para distintos periodos de retorno

1. CUENCA DEL GUADARRANQUE AGUAS ARRIBA DEL EMBALSE

Código	Arroyo	T-2	T-5	T-10	T-25	T-50	T-100	T-500
PC-1	Confluencia del Guadarranque con el arroyo del Tiesto	17	42	64	99	128	201	331
PC-2	Confluencia del Guadarranque con el arroyo de las Cañas	34	81	120	186	240	375	615
PC-3	Confluencia del arroyo del Quejigo con el río de los Codos	25	59	88	134	172	262	423
	Río Guadarranque hasta el embalse	62	139	204	310	398	611	995

2. CUENCA DEL GUADARRANQUE AGUAS ABAJO DEL EMBALSE

Código	Arroyo	T-2	T-5	T-10	T-25	T-50	T-100	T-500
	Río Guadarranque aguas abajo del embalse	26	56	94	157	216	368	670
PC-4	Guadarranque en el Puente de la Venta de Los Timbales (CA- 5121)	43	85	121	186	250	407	720
PC-5	Guadarranque en la Est. San Roque (Depuradora)	47	92	130	190	254	412	728
PC-6	Guadarranque en desembocadura	70	139	196	280	350	504	803

8. ESTUDIO HIDRÁULICO.

8.1. Introducción.

Los cálculos hidráulicos realizados han consistido en la aplicación de un modelo hidráulico de simulación del tramo sometido a estudio del río Guadarranque. Sobre cada modelo del cauce, se han realizado diversos cálculos para la determinación de las áreas

de inundación en el tramo mencionado, para la serie de avenidas contempladas, a saber, para periodos de retorno de 50, 100 y 500 años.

Los cálculos se han realizado en régimen estacionario para los caudales de avenida deducidos del estudio hidrológico. Con estos caudales se ha determinado el perfil de la lámina de agua en cada una de las secciones estudiadas. Para este tipo de cálculo se emplea la aplicación HEC-RAS, del Hidrologic Engineering Center del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos, en su versión 3.0.1 de marzo 2.001.

8.2. Cartografía y topografía utilizada.

Para la introducción de la geometría del modelo hidráulico del río Guadarranque en el entorno en cuestión, se ha tomado como cartografía base de referencia la obtenida a escala 1:2.000 con equidistancia de 0,5 m en formato digital del Estudio CHS (septiembre 1.999), restituida a partir de vuelo fotogramétrico a escala 1:5.000 (agosto 1.998) con apoyo de campo.

Por otra parte, como información complementaria se ha contado con las hojas a escala 1:10.000 con equidistancia de diez metros, en formato ráster, del Instituto de Cartografía de Andalucía de la Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía.

Se ha llevado a cabo una comprobación en campo mediante levantamiento de perfiles con topografía clásica de los obstáculos que se encuentran en el cauce.

8.3. Distribución de perfiles transversales.

Se han tomado un total de 66 perfiles transversales en un tramo de 12,2 km de longitud, además de los adicionales necesarios para modelizar los obstáculos existentes en el tramo. Los perfiles se han numerado desde aguas abajo hacia aguas arriba.

8.4. Simulación de obstáculos.

Una vez introducidos todos y cada uno de los datos que definen los perfiles transversales tomados a lo largo del tramo en estudio, se procede a la simulación de aquellos obstáculos que afectarán al flujo en caso de avenida.

8.5. Condiciones de contorno.

Para tener en cuenta en la modelización la proximidad de la desembocadura se ha considerado el valor medio de las pleamares máximas vivas equinocciales registradas entre los años 1.995 y 1.999. En este caso, se ha comprobado que dicha cota, la 0.60 m.s.n.m. coincide

con la pleamar viva equinoccial tomada de los datos publicados en el **Anuario de Mareas del año 2.000** en el puerto de Algeciras, editado por la Sección de Oceanografía del Instituto Hidrográfico de la Marina del Ministerio de Defensa.

8.6. Caudales de avenida adoptados.

Según se desprende del Estudio Hidrológico realizado al efecto para la cuenca del río Guadarranque, los caudales considerados para la modelización hidráulica han sido los siguientes:

T (años)	Caudal (m³/s)
50	250
100	407
500	720

8.7. Escenario de análisis inicial: Escenario 0 (situación actual).

Al objeto de conocer las zonas susceptibles de ser invadidas por las crecidas del citado curso, con el fin de delimitar las mismas y posteriormente proponer las actuaciones más adecuadas para evitarlas en determinados lugares, se parte en este análisis hidráulico de la modelización de la situación actual existente en la zona de estudio para situaciones de crecidas (ver plano nº3).

De los cálculos llevados a cabo en el modelo descrito, se desprende que la capacidad del cauce en su estado actual queda muy limitada. De hecho, la avenida de 50 años desborda el cauce en numerosos puntos, inunda ambas márgenes, y rebasa en varios tramos la cota existente en la carretera A-369 Carteya-Ronda, concretamente entre los perfiles de cálculo 29 y 34 (ver plano nº2):

Perfil	Cota ctra.	Cota lámina	Calado
29	5.26	5.51	0.25
30	4.96	5.56	0.60
31	5.18	5.58	0.40
32	5.53	5.62	0.09
33	5.33	5.67	0.34
34	5.19	5.69	0.50

Para esta avenida de 50 años, quedarían aisladas varias zonas por encima de la cota de inundación, entre ellas el "Molino de Fuego" y parte de la factoría de prefabricados de

Dragados. Aguas abajo del puente de la carretera CA-5121 (Los Timbales), esta avenida inundaría la margen izquierda por encima de la vía del ferrocarril, hasta llegar al núcleo de Estación de San Roque, donde ya el agua no la sobrepasaría.

Estos resultados coinciden prácticamente con los establecidos en el Estudio CHS, en el que para la avenida de 50 años se establecieron las siguientes zonas afectadas: Estación de San Roque, Carteya- Guadarranque, Urbanización Guadacorte, Estación TECO San Roque, Fábrica de Tubos, Depuradora de Guadacorte, Estación RENFE- Estación San Roque, Casa junto a venta Los Timbales, Central Térmica Los Barrios, Refinería CEPSA, Venta Juan Carlos y Venta Los Timbales.

8.8. Acciones correctoras. Escenarios de análisis estudiados.

8.8.1.1. Descripción de escenarios

Las diferentes alternativas se han planteado en orden creciente de complejidad, tanto técnica, como económica y medioambientalmente, en diversos modelos hidráulicos de simulación que se mencionan a continuación y que se describen posteriormente:

**Escenario 0.-** Situación actual

**Escenario 1.-** Situación actual + diques de defensa

**Escenario 2.1.-** Situación actual + diques de defensa + encauzamiento aguas arriba

**Escenario 2.2.-** Situación actual + diques de defensa + encauzamiento CHS

**Escenario 2.3.-** Situación actual + diques de defensa + eliminación del puente CA-5121

**Escenario 3.1.-** Situación actual + diques de defensa + encauzamientos

**Escenario 3.2.-**Situación actual + diques de defensa + encauzamiento aguas arriba + eliminación del puente

**Escenario 3.3.-** Situación actual + diques de defensa + encauzamiento CHS + eliminación del puente

**Escenario 4.-** Situación actual + diques de defensa + encauzamientos + eliminación del puente

Las avenidas modelizadas en cada escenario han sido las correspondientes a los periodos de retorno de 50, 100 y 500 años.

#### 8.8.2. Escenario 1. Situación actual + diques de defensa.

El dique de la margen izquierda, de mayor longitud que el de margen derecha alcanzaría una longitud máxima<sup>4</sup> de 4.016 m y se desarrolla entre los perfiles de cálculo 27 y 52. De aguas arriba hacia aguas abajo se inicia paralelo a la línea de ferrocarril Bobadilla-Algeciras con una distancia de 11 m entre el derrame exterior de la plataforma del ferrocarril y el eje del dique. Continúa de esta forma hasta que llega a la terminal TECO San Roque. Se separa de las vías para pegarse a la carretera A-369 (Carteya-Ronda) hasta terminar en el cruce con la carretera CA-5121, con la misma disposición en planta que en caso anterior<sup>5</sup>.

El dique de margen derecha, con una longitud máxima de 2.150 m se resuelve entre los perfiles de cálculo 20 y 33.

##### 8.8.2.1. Consideración adicional.

Se ha comprobado que, en el paso inferior del ferrocarril bajo la carretera CA-5121 situado en las proximidades de la Venta Los Timbales, existe un posible punto de entrada de agua por reflujo de la avenida hacia el entorno de la TECO San Roque.

Según la cartografía 1/2.000 de referencia, sería necesario que la lámina de agua de una hipotética crecida rebasara la cota 4,72 m para que el reflujo de la avenida pasara bajo el paso inferior del ferrocarril.

Como solución a esta incidencia, y con la necesidad de verificación con un modelo hidráulico de simulación bidimensional de flujo, se considera en principio necesario prolongar el trazado del dique de margen izquierda hacia aguas abajo. Esta prolongación alcanzaría aproximadamente hasta el perfil 22 de cálculo, lo que supondría una longitud adicional de dique de unos 725 m. No se ha incluido el trazado de este tramo de dique en planos por interactuar el mismo con las obras definidas en el Proyecto de encauzamiento del Guadalquivir redactado por la C.H.S. y con la carretera A-369, y por tanto ser necesaria una coordinación y consenso entre las Administraciones implicadas para la definición del trazado comentado.

Con esta disposición se puede asegurar, a partir de la comprobación hidráulica realizada en el presente Estudio, que las crecidas de 50 y 100 años no sobrepasarían por reflujo el paso inferior del ferrocarril. Sin embargo, para la crecida de 500 años habría que realizar una verificación con el modelo bidimensional citado para poder delimitar alguna conclusión en este sentido.

<sup>4</sup> La longitud del dique, en este escenario y en los siguientes, depende del periodo de retorno de la avenida considerada y de las acciones correctoras que se planteen (escenario analizado).

<sup>5</sup> Cumpliendo el art.12 (zona de dominio público adyacente) de la Ley 8/2001, de 12 de julio, de Carreteras de Andalucía.

Es necesario matizar que en los apartados que siguen, y mientras no se indique lo contrario, todas las referencias que aluden a longitudes de dique en margen izquierda no incluyen la longitud adicional necesaria comentada en este epígrafe.

#### 8.8.3. Escenario 2.1. Situación actual + diques de defensa + encauzamiento aguas arriba del puente de la carretera CA-5121.

En este Escenario 2.1, se añade al Escenario 1 un encauzamiento planteado aguas arriba del puente de la carretera CA-5121 (Los Timbales). El trazado se desarrolla entre los perfiles de cálculo 27 y 39, con sendas transiciones en inicio y final. La caja planteada es similar a la diseñada en el Proyecto de Encauzamiento del río Guadalquivir redactado por la C.H.S., ubicado aguas abajo del mismo puente:

- sección trapezoidal con ancho inferior de 64 m
- taludes laterales 3H:1V
- altura tipo de 3.50 m
- revestimiento de escollera en taludes

#### 8.8.4. Escenario 2.2. Situación actual + diques de defensa + encauzamiento de C.H.S. aguas abajo del puente de la carretera CA-5121.

Análogo al anterior, este escenario se crea tomando como base de partida el Escenario 1 (Situación actual + diques de defensa), al cual se le ha sumado el encauzamiento planteado aguas abajo del puente de la carretera CA-5121 (Los Timbales), desarrollado en el Proyecto de Encauzamiento redactado por la C.H.S. El trazado se desarrolla entre los perfiles de cálculo 17.5 y 28, incluyendo transiciones en inicio y final. La longitud del encauzamiento propuesto es de 1.930 m. La sección proyectada es la siguiente:

- sección trapezoidal con ancho inferior de 64 m
- taludes laterales 3H:1V
- altura tipo de 3.50 m
- revestimiento de escollera en taludes

#### 8.8.5. Escenario 2.3. Situación actual + diques de defensa + eliminación del puente de la carretera CA-5121.

Tomando como modelo base el Escenario 1 (Situación actual + diques de defensa) se elimina el puente de la carretera CA-5121 (Los Timbales).



8.8.6. Escenario 3.1. Situación actual + diques de defensa + encauzamientos aguas arriba y abajo del puente de la carretera CA-5121.

Tomando el modelo del Escenario 2.1, se añade el encauzamiento aguas abajo del puente de la carretera CA-5121 (Los Timbales), desarrollado en el Proyecto de Encauzamiento redactado por la C.H.S.

Con esta medida correctora los resultados obtenidos son prácticamente semejantes a los del Escenario 2.1 en cuanto al dique de la margen izquierda (incluso habría que aumentar en unos 250 m la longitud de dique necesaria en la margen izquierda para la avenida T-50) y notablemente peores, en comparación con el mismo escenario, en cuanto al dique de la margen derecha.

8.8.7. Escenario 3.2. Situación actual + diques de defensa + encauzamiento aguas arriba del puente de la carretera CA-5121 + eliminación del puente.

Tomando el modelo del Escenario 2.1, se elimina el puente de la carretera CA-5121 (Los Timbales).

Con esta medida correctora los resultados obtenidos son notablemente mejores a los del Escenario 2.1 en cuanto al dique de la margen izquierda (la altura máxima de dique disminuye una media de 30 cm y la longitud de dique necesaria en la avenida T-100 disminuye en casi 800 m) y sensiblemente mejores también, en comparación con el mismo escenario, en cuanto al dique de la margen derecha (la altura máxima de dique disminuye una media de 20 cm).

En comparación con el escenario 2.2., los resultados obtenidos son mejores en cuanto a la longitud de dique necesaria en la margen izquierda (aproximadamente, 1.500 m menos en la avenida T-50 y unos 650 m en la T-100) y peores en cuanto a la altura máxima de dique necesaria en ambas márgenes (aproximadamente, una media de 25 cm más en la margen izquierda y 30 cm más en la margen derecha).

8.8.8. Escenario 3.3. Situación actual + diques de defensa + encauzamiento aguas abajo del puente de la carretera CA-5121 + eliminación del puente.

Tomando el modelo del Escenario 2.2, se elimina el puente de la carretera CA-5121 (Los Timbales).

En comparación con el escenario 2.2., los resultados obtenidos son semejantes en cuanto a la longitud de dique necesaria en la margen izquierda y derecha (serían necesarios unos 425 m más de dique en la margen derecha para T-100), y peores en cuanto a la altura máxima de dique necesaria en ambas márgenes.

8.8.9. Escenario 4. Situación actual + diques de defensa + encauzamientos aguas arriba y abajo del puente de la carretera CA-5121 + eliminación del puente.

Tomando el modelo del Escenario 3.1, se elimina el puente de la carretera CA-5121 (Los Timbales).

Con estas medidas correctoras los resultados obtenidos son prácticamente semejantes a los del Escenario 3.1 en cuanto a longitud y altura máxima de dique necesarias en ambas márgenes (solo disminuiría la altura del dique de la margen izquierda en 20 cm para la avenida T-500).

8.9. Presentación de tablas y gráficos.

A continuación se presentan tablas- resumen de todos los cálculos llevados a cabo en cada uno de los escenarios modelizados.









9. ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS.

9.1. Escenario 1 (situación actual + diques de defensa).

A la vista de los resultados expuestos en el apartado anterior, las sobreelevaciones producidas en la cota de la lámina en el Escenario 1 respecto a la situación actual alcanzan los siguientes valores para las avenidas modelizadas:

- Para la **avenida de 500 años** la sobreelevación alcanza una media de 0.50 m, llegando en el peor de los casos a 0.70 m (aguas arriba del camino al Cortijo de la Manga, perfil 46). La altura media de los diques de defensa necesarios es de 2.75 y 3.00 m para margen izquierda y derecha respectivamente. Las alturas máximas alcanzan los valores de 4.58 m para la margen izquierda y 3.77 m para la derecha. Las longitudes de dique necesarias son de 4.016 m para el de la margen izquierda y 2.150 m para el de la derecha.

- Para la **avenida de 100 años** la sobreelevación alcanza una media de 0.20 m, llegando en el peor de los casos a 0.54 m (aguas abajo del camino al Cortijo de la Manga, perfil 35). La altura media de los diques de defensa necesarios es de 1.65 y 1.75 m para margen izquierda y derecha respectivamente. Las alturas máximas alcanzan los valores de 3.30 m para la margen izquierda y 2.93 m para la derecha. Las longitudes de dique necesarias son de 4.016 m para el de la margen izquierda y 2.150 m para el de la derecha.

- Para la **avenida de 50 años** la sobreelevación alcanza una media de 0.15 m, llegando en el peor de los casos a 0.44 m (aguas abajo del camino al Cortijo de la Manga, perfil 35). La altura media de los diques de defensa necesarios es de 1.65 y 1.75 m para margen izquierda y derecha respectivamente. Las alturas máximas alcanzan los valores de 2.45 m para la margen izquierda y 1.99 m para la derecha. Las longitudes de dique necesarias son de 3.600 m para el de la margen izquierda y 1.980 m para el de la derecha, lo que supone una disminución respectivamente de 416 m y 170 m con respecto a los dos casos anteriores.

9.2. Escenarios con doble acción correctora (escenarios 2.1, 2.2 y 2.3).

Si a los diques de defensa planteados en el Escenario 1 se les acompaña de un encauzamiento, aguas arriba o aguas abajo del puente de la CA- 5121, se producen decrementos notorios en la lámina de agua. Dependiendo de qué encauzamiento se trate (Escenario 2.1 ó 2.2), los descensos se reflejan en distintos tramos del cauce:

- Escenario 2.1: entre los P.K. 3+700 y 6+300
- Escenario 2.2: entre los P.K. 5+581 y 9+357

Teniendo en cuenta que el dique de margen izquierda comienza en el P.K. 2+027 y termina en el P.K. 6+308, y que el dique de margen derecha comienza en el P.K. 5+386 y termina en el P.K.7+546, dependiendo de qué encauzamiento se lleve a cabo, se reducirán sus alturas. Esto se ve claramente en el siguiente cuadro que indica las alturas medias de cada uno (para la avenida de 100 años):

Dique	Escenario 1	Escenario 2.1	Escenario 2.2
margen izquierda	1.65	1.27	1.45
margen derecha	1.75	1.57	1.17

Analizando el descenso medio en cota de lámina, en el Escenario 2.1 éste se cifra en 0.13 m, mientras que en el Escenario 2.2 es de 0.08 m.

Donde realmente se aprecia la diferencia entre los escenarios 2.1 y 2.2 es en la altura máxima de dique necesaria en ambas márgenes. Como prueba de la bondad de la solución planteada en el escenario 2.2. con respecto a las planteadas en los escenarios anteriores, se presenta a continuación la altura máxima y longitud de dique necesarias en las tres primeras simulaciones con inclusión de acciones correctoras y para las distintas avenidas modelizadas:

Avenida	Dique	Altura máxima (m)		
		Escenario 1	Escenario 2.1	Escenario 2.2
50 años	Margen izquierda	2.45	2.03	1.66
	Margen derecha	1.99	1.99	1.49
100 años	Margen izquierda	3.30	2.94	2.71
	Margen derecha	2.93	2.93	2.54
500 años	Margen izquierda	4.58	4.11	3.41
	Margen derecha	3.77	3.77	3.31

Avenida	Dique	Longitud dique (m)		
		Escenario 1	Escenario 2.1	Escenario 2.2
50 años	Margen izquierda	3.600	1.468	3.048
	Margen derecha	1.980	1.980	1.980
100 años	Margen izquierda	4.016	3.820	3.690
	Margen derecha	2.150	2.150	2.150
500 años	Margen izquierda	4.016	4.106	4.106
	Margen derecha	2.150	2.150	2.150

Excepto la longitud de dique necesaria en la margen izquierda para la avenida de 50 años, el resto de resultados es claramente más favorable en el escenario 2.2 que en el resto.

La última alternativa contemplada con doble acción correctora (escenario 2.3), aunque disminuiría la altura necesaria en los diques respecto al Escenario 1, sería menos efectiva que la conseguida en los escenarios 2.1 y 2.2.

9.3. Escenarios con triple acción correctora (escenarios 3.1, 3.2 y 3.3).

Las medidas correctoras planteadas en el **escenario 3.1** son las mismas que las propuestas en el escenario 2.1 (situación actual + diques de defensa + encauzamiento aguas arriba del puente de la carretera CA- 5121) a las que se le añade el encauzamiento de C.H.S. aguas abajo del citado puente. Los resultados obtenidos en el escenario 3.1 son prácticamente semejantes a los del escenario 2.1 en cuanto al dique de la margen izquierda (incluso habría que aumentar en unos 250 m la longitud de dique necesaria en la margen izquierda para la avenida T-50) y notablemente peores, en comparación con el mismo escenario, en cuanto al dique de la margen derecha.

Las medidas correctoras planteadas en el **escenario 3.2** son las mismas que las propuestas en el escenario 2.1 (situación actual + diques de defensa + encauzamiento aguas arriba del puente de la carretera CA- 5121) a las que se le añade la eliminación del puente de la carretera CA- 5121. Los resultados obtenidos son notablemente mejores a los del escenario 2.1 en cuanto al dique de la margen izquierda (la altura máxima de dique disminuye una media de 30 cm y la longitud de dique necesaria en la avenida T-100 disminuye en casi 800 m) y sensiblemente mejores también, en comparación con el mismo escenario, en cuanto al dique de la margen derecha (la altura máxima de dique disminuye una media de 20 cm). En comparación con el escenario 2.2., los resultados obtenidos son mejores en cuanto a la longitud de dique necesaria en la margen izquierda (aproximadamente, 1.500 m menos en la avenida T-50 y unos 650 m en la T-100) y peores en cuanto a la altura máxima de dique necesaria en ambas márgenes (aproximadamente, una media de 25 cm más en la margen izquierda y 30 cm más en la margen derecha).

Las medidas correctoras planteadas en el **escenario 3.3** son las mismas que las propuestas en el escenario 2.2 (situación actual + diques de defensa + encauzamiento de C.H.S. aguas abajo del puente de la carretera CA- 5121) a las que se le añade la eliminación del puente de la carretera CA- 5121. En comparación con el escenario 2.2., los resultados obtenidos son semejantes en cuanto a la longitud de dique necesaria en la margen izquierda y derecha (serían necesarios unos 425 m más de dique en la margen derecha para T-100), y peores en cuanto a la altura máxima de dique necesaria en ambas márgenes.

9.4. Escenarios con cuádruple acción correctora (escenario 4).

Las medidas correctoras planteadas en este escenario contemplan la suma de las contempladas en el presente Estudio, a saber: diques de defensa + encauzamiento aguas arriba del puente de la carretera CA- 5121 + encauzamiento de C.H.S. aguas abajo del puente de la carretera CA- 5121 + eliminación del puente.

Con estas medidas correctoras los resultados obtenidos son prácticamente semejantes a los del Escenario 3.1 en cuanto a longitud y altura máxima de dique necesarias en ambas márgenes (solo disminuiría la altura del dique de la margen izquierda en 20 cm para la avenida T-500).

10. ESTIMACIÓN PRESUPUESTARIA.

Tomando como alternativa propuesta la correspondiente al Escenario 2.2 (Situación actual + diques de defensa + encauzamiento C.H.S.)<sup>6</sup>, se ha llevado a cabo una estimación del presupuesto de las obras estudiadas.

10.1. Encauzamiento.

Según consta en el Proyecto de construcción de "Encauzamiento del río Guadarranque a su paso por la Estación de San Roque", realizado por la Confederación Hidrográfica del Sur en noviembre de 1.997.

10.2. Diques de defensa.

Es importante indicar que este presupuesto estimativo SOLO incluye la ejecución de los mismos, sin contar con el resto de obras especiales y complementarias asociadas, expropiaciones, reposición de servicios afectados, medidas correctoras ambientales,...

Para ello, tomando como avenida de diseño la correspondiente al periodo de retorno de 100 años, los datos necesarios serían los siguientes:

<b><u>Dique margen izquierda.-</u></b>	
Longitud total:	4.415 (3.690 + 725) m
Ancho en coronación:	5,00 m
Taludes a ambos lados:	1,5H/1V

<sup>6</sup> Según se justifica en el apartado de conclusiones de este documento resumen.



**Dique margen derecha.-**

Longitud total:	2.150 m
Ancho en coronación:	5,00 m
Taludes a ambos lados:	1,5H/1V

Presupuesto	Medición	Precio (€)	Importe (€)
M² despeje, desbroce del terreno	52.213	0,30	15.663,90
M³ terraplén con suelo adecuado	55.585	3,95	219.560,75
M³ zahorra natural	7.590	10,50	79.695,00
M³ extendido de tierra vegetal	2.967	0,70	2.076,90
Ml cuneta revestida de hormigón	12.144	11,75	142.692,00
M² protección taludes internos	17.683	32,25	570.276,75
<b>TOTAL:</b>			<b>1.029.965,30</b>

Asciende el Presupuesto de Ejecución Material a la cantidad de un millón veintinueve mil novecientos sesenta y cinco euros con treinta céntimos (1.029.965,30 €).

Presupuesto de Ejecución Material	1.029.965,30 €
Gastos Generales (17%)	175.094,10 €
Beneficio industrial (6%)	61.797,92 €
<b>Total</b>	<b>1.266.857,32 €</b>
I.V.A. (16%)	202.697,17 €
<b>Presupuesto Base de Licitación</b>	<b>1.469.554,49 €</b>

Asciende el presente Presupuesto Base de Licitación a la cantidad de un millón cuatrocientos sesenta y nueve mil quinientos cincuenta y cuatro euros con cuarenta y nueve céntimos (1.469.554,49 €).

Es importante reseñar que para la concreción más estricta del presupuesto de las actuaciones aquí propuestas será necesario desarrollar los correspondientes Proyectos Básicos y/o Proyectos Constructivos. Teniendo presente esta circunstancia, y en base a la experiencia aportada en la ejecución de acciones correctoras similares a las incluidas en el presente Estudio, se puede indicar que el Presupuesto Base de Licitación de las obras de diques de defensa descritas en este Estudio, incluyendo todos los aspectos no contemplados con anterioridad (reposición de servicios afectados, obras complementarias...) excepto expropiaciones, puede aproximadamente ascender al doble del indicado con anterioridad, es decir, a unos **DOS MILLONES NOVECIENTOS CUARENTA MIL EUROS (2.940.000 €)**.

**11. CONCLUSIONES.**

Una vez analizada la problemática hidrológico- hidráulica derivada de las crecidas del río Guadarranque en el entorno de la zona de estudio se pueden extraer las siguientes conclusiones:

1. Ante una eventual crecida, del análisis de la modelización en situación actual (escenario 1) se desprende que la capacidad del cauce en su estado actual queda muy limitada. De hecho, la avenida de 50 años desborda el cauce en numerosos puntos, inunda ambos márgenes, y rebasa en varios tramos la cota existente en la carretera A-369 Carteya-Ronda.

Para esta avenida de 50 años, quedarían aisladas varias zonas por encima de la cota de inundación, entre ellas el "Molino de Fuego" y parte de la factoría de prefabricados de Dragados. Aguas abajo del puente de la carretera CA-5121 (Los Timbales), esta avenida inundaría la margen izquierda por encima de la vía del ferrocarril, hasta llegar al núcleo de Estación de San Roque, donde ya el agua no la sobrepasaría. Estos resultados coinciden prácticamente con los establecidos en estudios previos realizados por la Confederación Hidrográfica del Sur.

2. Como consecuencia de lo anterior, se han analizado diversas medidas infraestructurales tendentes a proteger los posibles emplazamientos de la Zona de Actividades Logísticas frente a las crecidas del río Guadarranque. Las acciones correctoras planteadas y estudiadas, individual o conjuntamente, han sido las siguientes:

- Construcción de diques de defensa de tierras en ambos márgenes del río.
- Ejecución de un encauzamiento aguas arriba del puente de la carretera CA- 5121 en el entorno de la Venta "Los Timbales".
- Ejecución del encauzamiento proyectado por la Confederación Hidrográfica del Sur aguas abajo del citado puente.
- Eliminación del puente de referencia.

3. A la vista de los resultados extraídos en cada uno de los modelos de simulación hidráulica realizados, cabe destacar como primera conclusión importante la necesidad de construir los diques de defensa en ambos márgenes del río, independientemente del resto de acciones correctoras que se planteen. Lo único que variará será la longitud y altura necesaria de los diques en función de las obras que se programen dentro del abanico de posibilidades estudiado.

4. Del análisis de resultados de los cálculos llevados a cabo con los modelos diseñados, se considera que la solución más favorable, teniendo en cuenta condicionantes económicos, técnicos y ambientales, es la representada en el Escenario 2.2 (Situación actual + diques de defensa + encauzamiento C.H.S. aguas abajo del puente de la carretera CA- 5121).

5. Teniendo en cuenta las prescripciones contenidas en el artículo 14 del *Plan de prevención de avenidas e inundaciones en cauces urbanos andaluces (Decreto 189/2002, de 2 de julio)* y que las infraestructuras de defensa frente a crecidas contenidas en el *"Proyecto de encauzamiento del río Guadarranque a su paso por la Estación de San Roque"*, redactado en noviembre de 1.997 por la Confederación Hidrográfica del Sur, están dimensionadas para la avenida de 100 años, se considera justificado proponer como tal la avenida de diseño para las acciones correctoras planteadas en el presente Estudio.

Esta circunstancia no implica que, caso de adoptarse esta solución como definitiva, en la fase de redacción del proyecto de las obras indicadas en la presente propuesta, no deba estudiarse la posibilidad de diseñar técnica y medioambiental las mismas para un período de retorno de las crecidas del Guadarranque de 500 años.

6. Con el planteamiento anteriormente expuesto, la solución óptima propuesta en este Estudio contaría con los siguientes parámetros básicos de diseño:

Dique de la margen izquierda

- Longitud: 3.690 m  
- Altura media: 1,45 m  
- Altura máxima: 2,71 m

Dique de la margen derecha

- Longitud: 2.150 m  
- Altura media: 1,17 m  
- Altura máxima: 2,54 m

7. Es imprescindible puntualizar, según se explica en el apartado 8.8.2.1, que será necesario evitar que, con las acciones correctoras propuestas, el reflujo de caudales pueda remontar por el paso inferior del ferrocarril bajo la carretera CA- 5121 situado en las proximidades de la Venta Los Timbales hacia el entorno de la TECO San Roque.

Como solución a esta incidencia, y con la necesidad de verificación con un modelo hidráulico de simulación bidimensional de flujo, se considera en principio necesario prolongar el trazado del dique de margen izquierda hasta las primeras viviendas de la Estación de San Roque. Esta prolongación alcanzaría aproximadamente hasta el perfil 22 de cálculo lo que supondría una longitud adicional de dique de unos 725 m.

Con este trazado del dique se puede asegurar, a partir de la comprobación hidráulica realizada en el presente Estudio, que la crecida de 50 y 100 años no sobrepasaría

Con este trazado del dique se puede asegurar, a partir de la comprobación hidráulica realizada en el presente Estudio, que la crecida de 50 y 100 años no sobrepasaría por reflujo el paso inferior del ferrocarril. Sin embargo, para las crecidas de 500 años habría que realizar una verificación con un modelo bidimensional para poder delimitar alguna conclusión en este sentido.

8. Para finalizar, hay que indicar que la solución propuesta en el presente Estudio evita las crecidas del río Guadarranque en las márgenes previstas para la posible ubicación futura de la Z.A.L. del Campo de Gibraltar (Cádiz). Sin embargo no lo hace de la escorrentía lateral que se pueda generar en situación de lluvias intensas en la zona, en la que previsiblemente habrá que diseñar una red de colectores que den salida a estos caudales laterales y que habrá de apoyarse en estaciones de bombeo de pluviales estratégicamente ubicadas.

Sevilla, octubre de 2.002

El Ingeniero Autor:

El Ingeniero Director:

Fdo: José Ramón Delgado González

Fdo: Ramón M. Reigada Granda

**ANEJO N° 1. PLANOS**

ÍNDICE DE PLANOS

N°	DESIGNACIÓN	ESCALA	HOJAS
1.	Planta de emplazamiento.	VARIAS	1
2.	Zona objeto del Estudio Hidráulico. Planta general y distribución de hojas. Perfiles transversales de cálculo.	1/20.000	3
3.	Identificación de las zonas de avenida en situación actual. Planta general en el entorno de la Estación de San Roque.	1/5.000	1
4.	Acciones correctoras planteadas. Planta general	1/10.000	1



