ANEJO Nº 5. CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA Y DRENAJE

ANEJO Nº 5. CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA Y DRENAJE

ÍNDICE

1 CLIMATOLOGÍA 1
2 HIDROLOGÍA 2
2.1 ESTUDIO DE PRECIPITACIONES 2
2.2 ESTUDIO DE CAUDALES 5
2.2.1 Pequeñas cuencas 6
2.2.2 Río Guadalentín 14
3 DRENAJE 14
3.1 DRENAJE TRANSVERSAL 15
3.1.1 Condicionantes considerados 15
3.1.2 Comprobación hidráulica 15
3.1.3 Cuenca C-3 Río Guadalentín 18
3.1.4 Cuenca C-4 Rambla del Pino (Rambla de Las Chatas y de La Señorita) 19
4 DRENAJE LONGITUDINAL 22
4.1 CUNETAS 22
4.1.1 Cuneta de desmonte 22
4.1.2 Cuneta de guarda en desmonte o de pie de terraplén 24
4.2 OTROS ELEMENTOS 26
4.2.1 Drenaje longitudinal en los tramos de rampa y soterramiento 26
4.2.2 Drenaje en estaciones 28
4.2.3 Drenaje en tramo urbano con pantallas acústicas 28

APÉNDICES

APÉNDICE 1. ESTUDIO DE PRECIPITACIONES

MÉTODO DE GUMBEL

MÉTODO SQRT-ET max

APÉNDICE 2. PLANOS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS Y CUENCAS DEL ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

APÉNDICE 3. ESTUDIO HIDRÁULICO DE LA RAMBLA DE LAS CHATAS Y DE LA SEÑORITA

APÉNDICE 4. CUENCA DEL RÍO GUADALENTÍN

1 CLIMATOLOGÍA

Para caracterizar el entorno climático de Lorca se ha partido de los datos estadísticos básicos facilitados por la Agencia Estatal de Meteorología correspondientes a la estación de Alcantarilla en Murcia para los años 1971 – 2000, dada la proximidad entre esta estación y Lorca.

Estación	Código	Periodo	Altitud (m)	Latitud	Longitud
Alcantarilla, Base Aérea	7228	1971-2000	75	37°57' 28" N	1°13' 43" O

VALORES NORMALES												
Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	10.1	16.4	3.9	25	65	3	0	0	3	5	8	172
Febrero	11.7	18.2	5.2	28	61	3	0	0	2	2	6	176
Marzo	13.5	20.4	6.7	30	57	3	0	0	2	1	6	212
Abril	15.6	22.5	8.7	27	53	4	0	1	1	0	5	240
Mayo	19.0	25.8	12.2	32	54	4	0	2	1	0	5	280
Junio	23.1	30.0	16.2	20	51	2	0	2	1	0	9	310
Julio	26.2	33.4	19.0	5	51	1	0	1	0	0	16	338
Agosto	26.7	33.6	19.9	10	56	1	0	1	0	0	12	301
Septiembre	23.6	30.2	16.9	27	60	2	0	2	1	0	7	235
Octubre	18.8	25.0	12.7	44	64	4	0	1	1	0	5	203
Noviembre	14.1	20.0	8.2	32	67	4	0	0	2	0	6	169
Diciembre	11.1	17.0	5.2	21	68	4	0	0	3	3	7	159
Año	17.8	24.4	11.2	301	59	35	0	11	17	11	94	2797

Donde:

T Temperatura media mensual/anual (ºC)

TM Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (ºC)

Tm Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (ºC)

R Precipitación mensual/anual media (mm)

H Humedad relativa media (%)

DR Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm

DN Número medio mensual/anual de días de nieve

DT Número medio mensual/anual de días de tormenta

DF Número medio mensual/anual de días de niebla

DH Número medio mensual/anual de días de helada

DD Número medio mensual/anual de días despejados

I Número medio mensual/anual de horas de sol

VALORES EXTREMOS	
Intervalos de validez por variables: **Precipitación: 1940-2013 Temperatura: 1940-2013 Viento: 1961-2013**	
Variable	**Anual**
Máximo número de días de lluvia en el mes	25 (dic 1963)
Máximo número de días de nieve en el mes	2 (dic 1962)
Máximo número de días de tormenta en el mes	10 (jun 1992)
Precipitación máxima en un día (l/m^2)	136.0 (10 oct 1943)
Precipitación mensual más alta (l/m^2)	191.6 (abr 1946)
Precipitación mensual más baja (l/m^2)	0.0 (nov 1981)
Racha máxima viento: velocidad y dirección (Km/h)	Vel 103, Dir 320 (15 jul 1974 11:10)
Temperatura máxima absoluta (ºC)	46.1 (04 jul 1994)
Temperatura media de las máximas más alta (ºC)	36.8 (ago 2012)
Temperatura media de las mínimas más baja (ºC)	0.3 (ene 1944)
Temperatura media más alta (ºC)	29.7 (ago 2012)
Temperatura media más baja (ºC)	6.5 (feb 1956)
Temperatura mínima absoluta (ºC)	-6.0 (21 dic 1941)

También se ha tenido en cuenta el estudio climatológico realizado en el "*Estudio Informativo del Proyecto Corredor Mediterráneo de alta velocidad. Tramo: Murcia – Almería.*" De dicho estudio se extrae la caracterización climática correspondiente a la estación de Lorca. Se puede observar la similitud de los datos de las dos estaciones contempladas.

Estación	Código	Altitud (m)	Latitud	Longitud
Lorca "C.H. Segura"	7208	335	37°40' 22" N	1°42' 02" O

Precipitaciones anuales (mm)	261
Número de días de precipitación al año	38
Temperatura media anual (ºC)	18.1
Media anual de las temperaturas máximas (ºC)	24.5
Media anual de las temperaturas mínimas (ºC)	11.8

2 HIDROLOGÍA

2.1 ESTUDIO DE PRECIPITACIONES

La zona del Estudio Informativo se encuentra situada dentro de la cuenca hidrográfica del río Segura en la provincia de Murcia.

El cauce más importante es el **río Guadalentín** que atraviesa la localidad de Lorca. El río Guadalentín es un importante afluente de la margen derecha del río Segura, que está regulado en su cabecera por los embalses más antiguos de la cuenca (Puentes y Valdeinfierno) y cuya misión es doble: defender a las ciudades del Valle contra la acentuada torrencialidad y procurar recursos (escasos) para el regadío tradicional de Lorca.

El estudio pluviométrico se ha realizado para las siguientes estaciones meteorológicas:

Estación	Código	Altitud (m)	Latitud	Longitud
Lorca “C.H. Segura”	7208	335	37°40' 22" N	1°42' 02" O
Embalse de Puentes	7205	450	37°44' 12" N	1°49' 09" O

Dichas estaciones han sido seleccionadas por su:

- Proximidad a las cuencas definidas.
- Altitud similar a la del entorno de las cuencas.
- Nº de registros significativo (mayor que 30 en todos los casos) y con series mayoritariamente continuas.

Para el cálculo de los caudales de avenida se utilizan los valores de la precipitación máxima anual en 24 h en cada una de las estaciones facilitados por la Agencia Estatal de Meteorología.

Los valores seleccionados corresponden a años completos (donde el número de registros es 10 o más) considerados como representativos, esto es, desestimándose aquellos años que no recojan datos correspondientes a los meses de mayor pluviosidad de la zona de la estación correspondiente.

PRECIPITACIÓN MAXIMA EN 24 HORAS					
ESTACIÓN: 7208 Lorca “C.H. Segura”			ESTACIÓN: 7205 Embalse de Puentes		
AÑO	MES	Pmax (mm)	AÑO	MES	Pmax (mm)
1934	Septiembre	31,3	1934	Marzo	19,0
1935	Enero	57,0	1935	Mayo	41,0
1937	Octubre	15,0	1937	Octubre	14,0
1938	Septiembre	36,0	1938	Enero	25,0
1939	Octubre	26,0	1939	Octubre	33,0
1940	Enero	47,0	1940	Enero	44,0
1942	Marzo	21,6	1942	Marzo	24,0
1943	Octubre	48,4	1943	Diciembre	51,0
1944	Diciembre	86,2	1947	Mayo	28,4
1947	Septiembre	24,0	1948	Octubre	75,0
1948	Octubre	69,0	1949	Enero	46,0
1949	Abril	50,5	1950	Octubre	40,4
1950	Octubre	98,6	1951	Abril	45,0
1951	Abril	91,0	1952	Abril	45,0
1952	Abril	85,0	1953	Noviembre	31,5
1953	Octubre	38,1	1954	Diciembre	30,0
1954	Abril	37,7	1955	Noviembre	26,8
1955	Diciembre	14,5	1956	Enero	29,0
1956	Enero	50,0	1957	Mayo	38,0
1957	Octubre	38,8	1958	Abril	44,1
1958	Abril	55,3	1959	Mayo	28,0
1959	Septiembre	61,0	1960	Octubre	36,4
1960	Junio	37,5	1961	Junio	20,0
1961	Noviembre	16,5	1962	Marzo	20,7
1962	Octubre	29,7	1963	Septiembre	73,2
1963	Septiembre	26,4	1964	Diciembre	42,0
1964	Diciembre	70,5	1965	Agosto	39,5

PRECIPITACIÓN MAXIMA EN 24 HORAS					
ESTACIÓN: 7208 Lorca "C.H. Segura"			ESTACIÓN: 7205 Embalse de Puentes		
AÑO	MES	Pmax (mm)	AÑO	MES	Pmax (mm)
1965	Octubre	24,7	1966	Octubre	55,5
1966	Junio	61,0	1967	Junio	26,7
1967	Abril	29,8	1968	Marzo	42,7
1968	Marzo	29,1	1969	Octubre	78,0
1969	Octubre	86,4	1970	Octubre	19,2
1970	Diciembre	15,0	1971	Septiembre	72,0
1971	Noviembre	45,3	1972	Octubre	24,2
1972	Octubre	27,2	1973	Octubre	72,0
1973	Octubre	90,0	1974	Junio	51,8
1974	Junio	33,2	1975	Febrero	28,2
1975	Febrero	32,8	1976	Mayo	58,0
1976	Abril	55,0	1977	Octubre	36,4
1977	Octubre	37,6	1978	Abril	16,3
1978	Abril	18,6	1979	Enero	23,5
1979	Octubre	15,0	1980	Enero	43,6
1980	Enero	36,5	1981	Junio	22,5
1981	Abril	16,0	1982	Octubre	38,0
1983	Agosto	31,0	1983	Noviembre	21,0
1984	Mayo	25,0	1984	Mayo	21,9
1985	Noviembre	37,5	1985	Noviembre	46,0
1986	Marzo	76,0	1986	Marzo	64,5
1987	Octubre	32,5	1987	Octubre	31,8
1988	Febrero	29,0	1988	Febrero	61,6
1989	Octubre	114,0	1989	Septiembre	92,0
1990	Septiembre	50,0	1990	Abril	44,5
1991	Enero	49,0	1991	Enero	38,0
1992	Junio	47,0	1992	Junio	55,2
1993	Mayo	50,0	1993	Mayo	46,4
1994	Octubre	44,0	1994	Septiembre	40,0
1995	Junio	15,0	1995	Marzo	16,4
1996	Enero	17,3	1996	Febrero	27,3
1997	Septiembre	41,4	1997	Diciembre	36,0
1998	Septiembre	23,0	1998	Septiembre	29,0
			1999	Enero	36,0

Se han calculado las precipitaciones anuales en 24 horas para los distintos períodos de retorno, a partir de los datos pluviométricos de cada estación correspondientes a las series de máximas precipitaciones en 24 horas de cada año. Los periodos de retorno para los que se calculan las precipitaciones son 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 300 y 500 años.

Este cálculo se ha realizado mediante el tratamiento estadístico de las series pluviométricas utilizando el ajuste de la distribución de Gumbel y la ley SQRT-ET máx. Esta última muestra un mayor ajuste para períodos de retorno elevados, por ello se han utilizado las dos leyes con el fin de comparar los resultados obtenidos.

La Ley de Distribución de Gumbel presenta una gran estabilidad para bajos períodos de retorno. La distribución responde a la siguiente expresión:

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-x_0)}}$$

Donde F(x) es la probabilidad de no superar el valor de x. En la que sus parámetros x_0 y α son ajustados por el método de máxima verosimilitud. Sin embargo, para altos períodos de retorno la experiencia indica que los valores calculados resultan generalmente inferiores a los observados y conduce en estos casos a resultados del lado de la inseguridad.

Con la ley SQRT-ET máx se han obtenido resultados, en general, más realistas y más conservadores que los obtenidos con Gumbel. La expresión de la distribución SQRT-ET máx es la siguiente:

$$F(x) = e^{-\lambda(1+\sqrt{\beta x})\exp(-\sqrt{\beta x})}$$

Donde F(x) es la probabilidad de no superar el valor de x. Donde β (parámetro de escala) y λ (parámetro de frecuencia), definen la ley y deben ser ajustados a los datos existentes. El método de ajuste utilizado es el Método de máxima verosimilitud. Dicho método se basa en la suposición de que los datos obtenidos al ser los que se han registrado deben presentar la máxima probabilidad asociada.

A continuación, y a efectos comparativos, se presentan los resultados de ambos ajustes para cada una de las estaciones utilizadas, y para los períodos de retorno considerados.

Estación	Código	Periodo de retorno (años)	Gumbel (mm)	SQRT-ET max (mm)
Lorca "C.H. Segura"	7208	2	39	37
		5	58	59
		10	71	75
		25	87	99
		50	99	117
		100	111	139
		200	123	159
		300	130	176
		500	139	191
Embalse de Puentes	7205	2	36	35
		5	51	52
		10	61	64
		25	73	81
		50	82	95
		100	92	110
		200	101	126
		300	105	133
		500	113	148

Para períodos de retorno bajos, ambas leyes de distribución muestran valores similares. Sin embargo, para períodos de retorno de 50 años o superiores, la distribución SQRT-ET máx proporciona valores más conservadores que Gumbel.

Los listados y gráficos desarrollados con el criterio expuesto se incluyen en el **Apéndice 1** del presente Anejo.

Se ha consultado también la publicación del Ministerio de Fomento, Dirección General de Carreteras, 1.999 "Máximas lluvias diarias en la España peninsular". Para conocer el valor de la precipitación máxima diaria de la zona (Pd(mm)), se parte del "Mapa para el cálculo de las máximas precipitaciones diarias en la España Peninsular", donde en función de la zona, se aprecia la precipitación máxima diaria P, y el coeficiente de variación Cv. Para poder extrapolar los datos a un período de retorno T, es necesario el factor de amplificación K_T, función del período de retorno y del coeficiente de variación.

$$Pd\ (mm) = K_T\ (T,Cv) * P$$

Donde:

Pd (mm): precipitación máxima diaria para un período de retorno T

T: período de retorno.

Cv: coeficiente de variación (según mapa).

P(mm/día): precipitación máxima diaria anual (según mapa).

K_T: factor de amplificación función de T y Cv según tabla del citado mapa.

Siguiendo el método propuesto en el "*Mapa para el cálculo de las máximas precipitaciones diarias en la España Peninsular*" se han obtenido los valores correspondientes a la zona de proyecto.

Periodo de retorno (años)	Ubicación estación 7208 P=48 mm Cv=0,495		Ubicación estación 7205 P=45 mm Cv=0,471	
	K_T	Pt (mm)	K_T	Pt (mm)
2	0,886	43	0,892	40
5	1,295	62	1,286	58
10	1,606	77	1,579	71
25	2,037	98	1,991	90
50	2,388	115	2,312	104
100	2,762	132	2,663	121
200	3,158	152	3,044	137
300	3,416	164	3,266	147
500	3,707	178	3,555	161

Una vez analizados los resultados se ha decidido adoptar para el cálculo los valores que se obtienen por el método SQRT-ETmax para la estación 7208 Lorca "C.H. Segura".

P2 (mm)	P5 (mm)	P10 (mm)	P25 (mm)	P50 (mm)	P100 (mm)	P200 (mm)	P300 (mm)	P500 (mm)
37	59	75	99	117	139	159	176	191

2.2 ESTUDIO DE CAUDALES

Como se indica en el anejo de antecedentes, el ámbito de actuación del estudio informativo se ha visto reducido tras la redacción del Estudio Funcional de la línea Murcia – Almería en 2016, que refleja cambios importantes en el esquema funcional de toda la línea. Con esto, la estación de Lorca San Diego ha quedado fuera del ámbito.

Así, los límites del estudio informativo están condicionados por los nuevos proyectos constructivos que ya se están redactando y que desarrollan el nuevo esquema funcional. Corresponden a los tramos Sangonera – Lorca y Lorca – Pulpí.

El punto final del tramo Sangonera – Lorca marca el nuevo origen del estudio informativo de Lorca. Se fija en el P.K. 201+737,954 del presente estudio informativo de Lorca, que corresponde al P.K. 248+354,40 del tramo Sangonera – Lorca, al P.K. 48+889 del Estudio Informativo original de la línea Murcia – Almería y al P.K. 1/085 de la línea actual Lorca Sutullena – Lorca San Diego.

El tramo Lorca – Pulpí condiciona el nuevo punto final del estudio informativo de Lorca. Se fija en el P.K. 204+907 del presente estudio informativo de Lorca, que corresponde al P.K. 400+754 del tramo Lorca – Pulpí, al P.K. 52+055 del Estudio Informativo original de la línea Murcia – Almería y al P.K. 2/090 de la línea actual Lorca – Baza.

Como también se indica en el anejo de antecedentes, en noviembre de 2.014 se redacta el “Estudio de Alternativas del Proyecto de Integración Urbana y Adaptación a Altas Prestaciones de la Red Ferroviaria de Lorca”. Se ha partido del estudio hidrológico realizado en dicho documento para la redacción del presente anejo, desarrollando con mayor profundidad, y en base a la nueva normativa de drenaje, el estudio de los cauces interceptados por la traza, al margen del río Guadalentín.

El Estudio de Alternativas se dividió en tres tramos, resultando el ámbito del presente estudio informativo como parte del denominado tramo 2 en dicho estudio.

Para el Estudio de Alternativas se caracterizaron una serie de cuencas de la nueva línea ferroviaria, abarcando todo el ámbito de actuación previsto en el momento de su redacción. La relación completa es la que sigue:

CUENCA	DESCRIPCIÓN VAGUADA O CAUCE PRINCIPAL	TRAMO DEL ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	OBSERVACIONES
C-1	Sin cauce definido. Punto bajo de desagüe	Tramo 1	Fuera de ámbito actual
C-2	Rambla de Pintado o Rosendo	Tramo 1-Tramo 2	Fuera de ámbito actual
C-3	Río Guadalentín	Tramo 2	-
C-4	Rambla del Pino	Tramo 2	-
C-5	Rambla de la Torrecilla	Tramo 2-Tramo 3	Fuera de ámbito actual
C-6	Vaguada	Tramo 3	Fuera de ámbito actual

En los planos que se incluyen en el **Apéndice 2** se delimitan las cuencas consideradas en el Estudio de Alternativas. Dichas cuencas se han definido sobre los mapas a escala 1:25.000.

Quedan dentro del ámbito del presente estudio informativo las cuencas denominadas C-3 y C-4.

Los datos geométricos necesarios de la cuenca son los siguientes:

- A (km^2) Área de la cuenca de aportación, según plano adjunto.
- L (km) Longitud del cauce principal, según plano adjunto
- i (m/m) Pendiente media del cauce principal

CUENCA	MARGEN	P.K. INICIAL (TRAMO/E.I)	P.K. FINAL (TRAMO/E.I)	P.K. VAGUADA (TRAMO/E.I)	A (km^2)	L (km)	i (m/m)
C-3	MD	201+645/ 48+800	202+575/ 49+730/	202+275/ 49+430/	1.837,65	69,70	
C-4	MD	202+575/ 49+730	204+845/ 52+000	204+545/ 51+700	5,36	4,15	0,090

2.2.1 Pequeñas cuencas

Para el cálculo de caudales de avenida de las cuencas estudiadas, a excepción de la del río Guadalentín, se ha utilizado el método racional generalizado y mejorado por J.R. Témez Peláez en aquellas cuencas cuya superficie de aportación es menor de 3.000 km^2 y donde el Tc varía entre 0,25 y 24 h.

La expresión del método racional generalizado y mejorado es la siguiente:

$$Q = \frac{CIA}{3{,}6} K$$

Siendo:

Q (m^3/s)= caudal punta correspondiente a un período de retorno T
I (mm/h)= máxima intensidad media en el intervalo de duración Tc, para el mismo período de retorno (T)
A (km^2)= superficie de la cuenca
C = coeficiente de escorrentía
K = coeficiente de uniformidad

Para llevar a cabo este apartado se ha utilizado la siguiente documentación:

- Instrucción 5.2-IC (1.990) Drenaje Superficial, MOPU, Dirección General de Carreteras.
- Mapa Topográfico Nacional de España. E: 1/25.000. Instituto Geográfico Nacional, IGN
  - 953-III Lorca
  - 953-IV La Hoya
  - 975-I Campillo
  - 975-II Campo López
- Mapa Geológico de España. E: 1/50.000. Instituto Geológico y Minero de España, IGME.
  - 953 Lorca
  - 975 Puerto Lumbreras
- Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España. SIOSE_Murcia_2005. Base de datos de ocupación del suelo de la Región de Murcia, a escala cartográfica de referencia 1:25.000 y con referencia temporal del año 2005. Dirección General del Instituto Geográfico Nacional (Ministerio de Fomento) y Ministerio de Medio Ambiente.

Es necesario conocer la clasificación del suelo, con el fin de estimar el umbral de escorrentía (Po) según la clasificación de las tablas 2-1 y 2-2 de la Instrucción 5.2. IC Drenaje Superficial, MOPU, Dirección General de Carreteras (1990). El umbral de escorrentía Po (mm), depende de los usos del suelo, de la pendiente de la zona, del grupo de suelo y de las características hidrológicas.

Uso de la tierra	Pendiente (%)	Características hidrológicas	Grupo de suelo			
			A	B	C	D
Barbecho	≥3	R	15	8	6	4
		N	17	11	8	6
	<3	R/N	20	14	11	8
Cultivos en hilera	≥3	R	23	13	8	6
		N	25	16	11	8
	<3	R/N	28	19	14	11
Cereales de invierno	≥3	R	29	17	10	8
		N	32	19	12	10
	<3	R/N	34	21	14	12
Rotación de cultivos pobres	≥3	R	26	15	9	6
		N	28	17	11	8
	<3	R/N	30	19	13	10
Rotación de cultivos densos	≥3	R	37	20	12	9
		N	42	23	14	11
	<3	R/N	47	25	16	13
Praderas	≥3	Pobre	24	14	8	6
		Media	53	23	14	9
		Buena	*	33	18	13
		Muy Buena	*	41	22	15
	<3	Pobre	58	25	12	7
		Media	*	35	17	10
		Buena	*	*	22	14
		Muy Buena	*	*	25	16
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal	≥3	Pobre	62	26	15	10
		Media	*	34	19	14
		Buena	*	42	22	15

Uso de la tierra	Pendiente (%)	Características hidrológicas	Grupo de suelo			
			A	B	C	D
	<3	Pobre	*	34	19	14
		Media	*	42	22	15
		Buena	*	50	25	16
Masas forestales (Bosques, Monte Bajo, etc.)		Muy clara	40	17	8	5
		Clara	60	24	14	10
		Media	*	34	22	16
		Espesa	*	47	31	23
		Muy espesa	*	65	43	33

Notas:

1. N: denota cultivo según las curvas de nivel.
   R: denota cultivo según la línea de máxima pendiente
2. *: denota que esa parte de cuenca debe considerarse inexistente a efectos de cálculo de caudales de avenida.
3. Las zonas abancaladas se incluirán entre las de pendiente menor del 3 por 100.

Tipo de terreno	Pendiente (%)	Umbral de escorrentía (mm)
Rocas permeables	≥3	3
	<3	5
Rocas impermeables	≥3	2
	<3	4
Firmes granulares sin pavimento		2
Adoquinados		1,5
Pavimentos bituminosos o de hormigón		1

También es necesario un coeficiente corrector del umbral de escorrentía que refleja la variación regional de la humedad en el suelo, según la ubicación geográfica de la zona, de acuerdo con la fig 2.5 de la citada Instrucción. En nuestro caso, para la zona de la obra valdrá 3,1.

Debido a que estos coeficientes están siendo revisados a la baja, es conveniente multiplicar esta cifra por 0,75, valor que se registra como Po* (mm).

Para el cálculo del umbral de escorrentía se ha seguido el siguiente proceso:

1.- Estudio de los cultivos existentes en cada área y el porcentaje de suelo que representa.

2.- Asignación de los umbrales de escorrentía a cada cultivo.

3.- Cálculo del umbral de escorrentía total de la cuenca como media ponderada de los correspondientes a cada cultivo en función de su superficie.

El ámbito de nuestro proyecto está caracterizado por la presencia de los siguientes tipos de suelos tal como se definen en la leyenda del mapa geológico:

GRUPO A	Calcarenitas, intercalaciones de conglomerados, areniscas y margas
GRUPO B	Cuaternario indiferenciado Margas yesíferas y potentes bancos de yeso Conglomerados, arcillas rojas, areniscas y margas claras Dolomías oscuras recristalizadas Carbonatos, filitas y cuarcitas Conglomerados, a veces encalichados
GRUPO C	Calizas Grauwacas, areniscas y pizarras Areniscas, cuarcitas y conglomerados Argilitas rojas, pizarras y cuarcitas
GRUPO D	Cuarcitas claras, areniscas, filitas y metaconglomerados Micaesquistos y filitas claras Carbonatos negruzcos, dolomíticos y grises Conglomerado poligénico Pizarras rojizas, cuarcitas, filitas gris azuladas, púrpura, violáceas y verde claro Cuarcitas, filitas grises y micaesquistos Micaesquistos, cuarcitas y dolomías marmóreas

La clasificación representada en el Mapa de Ocupación del Suelo queda agrupada, según la Instrucción de drenaje, de la siguiente forma:

Cultivos en hilera	Cultivos leñosos (Frutales cítricos, Frutales no cítricos, Viñedo, Olivar)
Rotación de cultivos pobres	Zona verde artificial y Arbolado urbano
Rotación de cultivos densos	Cultivos herbáceos
Praderas	Pastizal
Masas forestales	Coníferas, Matorral

Suelo desnudo	Suelo desnudo, Ramblas, Afloramientos rocosos y roquedos
Urbano	Edificación, Vial, Aparcamiento o Zona peatonal sin vegetación, Otras construcciones, Suelo no edificado

En la siguiente tabla se indica el umbral de escorrentía de las cuencas, obtenido por ponderación de los correspondientes a cada tipo de cultivo y suelo, en función de la superficie ocupada.

CUENCA / SUBCUENCA	Característica	Cultivos en hilera	Rotación de cultivos pobres	Rotación de cultivos densos	Praderas	Masas forestales	Suelo desnudo	Urbano	Agua	Po(mm)	Po* (mm)
C-4	Porcentaje	0,55%	1,54%	0,28%	0,19%		0,09%	31,45%	0,00%		
	Tipo Suelo	B	B	B	B		B				
	Característica	< 3 %	< 3 %	< 3 %	< 3 % media		< 3 %				
	Umbral Po(mm)	19	19	25	35		5	3			
	Porcentaje	0,04%			1,73%	0,81%	0,38%				
	Tipo Suelo	B			B	B	B				
	Característica	> 3 % N			> 3 % media	media	> 3 %				
	Umbral Po(mm)	16			23	34	3				
	Porcentaje	0,06%	0,31%		27,71%	9,24%	5,53%				
	Tipo Suelo	D	D		D	D	D				
	Característica	> 3 % N	> 3 % N		> 3 % media	media	> 3 %				
	Umbral Po(mm)	8	8		9	16	2				
	Porcentaje		0,27%		11,64%	7,00%	1,17%				
	Tipo Suelo		C		C	C	C				
	Característica		> 3 % N		> 3 % media	media	> 3 %				
	Umbral Po(mm)		11		14	22	3			**9,52**	**22,13**

El tiempo de concentración de la lluvia viene dado por la expresión:

$$T_c = 0{,}3.\left[\frac{L}{i^{1/4}}\right]^{0{,}76}$$

Donde:

Tc (h): tiempo de concentración
L (km): longitud del curso principal
i (m/m): pendiente media del curso principal

Para el cálculo del caudal se ha considerado que el caso más desfavorable es aquel en que el aguacero tiene una duración igual a la del tiempo de concentración.

Al contar sólo con datos de precipitaciones máximas diarias, no se pueden extrapolar los valores de las intensidades de aguaceros de distinta duración, por lo que para determinarlos se ha de recurrir a las curvas intensidad-duración, elaboradas para un conjunto de estaciones españolas. Consultando el mapa de isolíneas de los valores I1 / Id para España que figura en la Norma 5.2-IC., siendo I1 la intensidad horaria e Id la intensidad media diaria, se obtiene para la zona de estudio:

I1 / Id = 11

Para calcular la intensidad correspondiente a un aguacero de duración igual al tiempo de concentración se ha partido de la expresión general de las curvas intensidad-duración, siendo:

$$\frac{I_t}{I_d} = \left(\frac{I_1}{I_d}\right)^{\frac{28^{0,1} - t^{0,1}}{28^{0,1} - 1}}$$

donde:

It(mm/h) es la intensidad media de la precipitación en el intervalo t=Tc.
Id es la intensidad media diaria
I1 la intensidad media horaria para un período de retorno T

Debido a la no simultaneidad de la precipitación de un mismo período de retorno en toda la superficie de la cuenca, la precipitación máxima diaria viene afectada por el factor reductor K_A, que para superficies entre 1 y 3.000 km^2 tiene la siguiente expresión:

$$K_A = 1 - \frac{\log A}{15}$$

Siendo A el área de la cuenca en km^2.

por tanto Pd*(mm/día)= Pd(mm/día)*K_A

El coeficiente de escorrentía C se obtiene de la siguiente expresión:

$$C = \frac{(P_d * - P_0 *).(P_d * + 23.P_0 *)}{(P_d * + 11.P_0 *)^2}$$

donde:

Pd*(mm/día), es la lluvia diaria, corregida con el factor K_A.
P_0*(mm/día) es el umbral de escorrentía, corregido.

Para considerar el reparto uniforme de la escorrentía dentro del intervalo de duración del aguacero Tc, se introduce el coeficiente de uniformidad K, cuya expresión es:

$$K = 1 + \frac{T_c^{1,25}}{T_c^{1,25} + 14}$$

donde Tc es el tiempo de concentración.

A continuación se detallan las características físicas de las cuencas:

CUENCA	A (km^2)	L (km)	COTA MAX (m)	COTA MIN (m)	i (m/m)	Tc (h)	I1/Id	Po* (mm)
C-4	5,36	4,15	700	326	0,090	1,40	11	22,13

Conocida la precipitación y la geometría y características de la cuenca, obtenemos los caudales para los distintos periodos de retorno según la fórmula propuesta:

$$Q(m^3/s) = \frac{CIA}{3{,}6}K$$

CUENCA	Q2 (m^3/s)	Q5 (m^3/s)	Q10 (m^3/s)	Q25 (m^3/s)	Q50 (m^3/s)	Q100 (m^3/s)	Q200 (m^3/s)	Q300 (m^3/s)	Q500 (m^3/s)
C-4	1,97	7,03	12,54	21,47	30,28	39,83	50,98	59,96	67,54

CAUDALES PARA T=2 AÑOS																						
CUENCA	**CAUCE**	**MARGEN**	**TRAMO**	**P.K. INICIAL TRAMO/E.I**	**P.K. FINAL TRAMO/E.I**	**P.K. VAGUADA TRAMO/E.I**	**AREA (km^2)**	**LONG. (km)**	**COTA MAX (m)**	**COTA MIN (m)**	**PEND. (m/m)**	**Tc (h)**	**Pd (mm)**	**ARF**	**Pd* (mm)**	**I1/Id**	**Id (mm/h)**	**I (mm/h)**	**Po* (mm)**	**K**	**C**	**Q (m^3/s)**
C-4	Rambla del Pino	MD	2	202+575/ 49+730	204+845/ 52+000	204+545/ 51+700	5,36	4,15	700,0	326,0	0,090	1,40	37,00	0,951	35,20	11	1,47	13,12	22,13	1,10	0,09	**1,97**

CAUDALES PARA T=5 AÑOS																						
CUENCA	**CAUCE**	**MARGEN**	**TRAMO**	**P.K. INICIAL TRAMO/E.I**	**P.K. FINAL TRAMO/E.I**	**P.K. VAGUADA TRAMO/E.I**	**AREA (km^2)**	**LONG. (km)**	**COTA MAX (m)**	**COTA MIN (m)**	**PEND. (m/m)**	**Tc (h)**	**Pd (mm)**	**ARF**	**Pd* (mm)**	**I1/Id**	**Id (mm/h)**	**I (mm/h)**	**Po* (mm)**	**K**	**C**	**Q (m^3/s)**
C-4	Rambla del Pino	MD	2	202+575/ 49+730	204+845/ 52+000	204+545/ 51+700	5,36	4,15	700,0	326,0	0,090	1,40	58,00	0,951	55,18	11	2,30	20,57	22,13	1,10	0,21	**7,03**

CAUDALES PARA T=10 AÑOS																						
CUENCA	**CAUCE**	**MARGEN**	**TRAMO**	**P.K. INICIAL TRAMO/E.I**	**P.K. FINAL TRAMO/E.I**	**P.K. VAGUADA TRAMO/E.I**	**AREA (km^2)**	**LONG. (km)**	**COTA MAX (m)**	**COTA MIN (m)**	**PEND. (m/m)**	**Tc (h)**	**Pd (mm)**	**ARF**	**Pd* (mm)**	**I1/Id**	**Id (mm/h)**	**I (mm/h)**	**Po* (mm)**	**K**	**C**	**Q (m^3/s)**
C-4	Rambla del Pino	MD	2	202+575/ 49+730	204+845/ 52+000	204+545/ 51+700	5,36	4,15	700,0	326,0	0,090	1,40	75,00	0,951	71,35	11	2,97	26,60	22,13	1,10	0,29	**12,54**

CAUDALES PARA T=25 AÑOS																						
CUENCA	**CAUCE**	**MARGEN**	**TRAMO**	**P.K. INICIAL TRAMO/E.I**	**P.K. FINAL TRAMO/E.I**	**P.K. VAGUADA TRAMO/E.I**	**AREA (km^2)**	**LONG. (km)**	**COTA MAX (m)**	**COTA MIN (m)**	**PEND (m/m)**	**Tc (h)**	**Pd (mm)**	**ARF**	**Pd* (mm)**	**I1/Id**	**Id (mm/h)**	**I (mm/h)**	**Po* (mm)**	**K**	**C**	**Q (m^3/s)**
C-4	Rambla del Pino	MD	2	202+575/ 49+730	204+845/ 52+000	204+545/ 51+700	5,36	4,15	700,0	326,0	0,090	1,40	98,00	0,951	93,24	11	3,88	34,76	22,13	1,10	0,38	**21,47**

CAUDALES PARA T=50 AÑOS																						
CUENCA	**CAUCE**	**MARGEN**	**TRAMO**	**P.K. INICIAL TRAMO/E.I**	**P.K. FINAL TRAMO/E.I**	**P.K. VAGUADA TRAMO/E.I**	**AREA (km^2)**	**LONG. (km)**	**COTA MAX (m)**	**COTA MIN (m)**	**PEND (m/m)**	**Tc (h)**	**Pd (mm)**	**ARF**	**Pd* (mm)**	**I1/Id**	**Id (mm/ h)**	**I (mm/ h)**	**Po* (mm)**	**K**	**C**	**Q (m^3/s)**
C-4	Rambla del Pino	MD	2	202+575/ 49+730	204+845/ 52+000	204+545/ 51+700	5,36	4,15	700,0	326,0	0,090	1,40	118,00	0,951	112,26	11	4,68	41,86	22,13	1,10	0,44	**30,28**

CAUDALES PARA T=100 AÑOS																							
CUENCA	**CAUCE**	**MARGEN**	**TRAMO**	**P.K. INICIAL TRAMO/E.I**	**P.K. FINAL TRAMO/E.I**	**P.K. VAGUADA TRAMO/E.I**	**AREA (km^2)**	**LONG. (km)**	**COTA MAX (m)**	**COTA MIN (m)**	**PEND (m/m)**	**Tc (h)**	**Pd (mm)**	**ARF**	**Pd* (mm)**	**I1/Id**	**Id (mm/h)**	**I (mm/h)**	**Po* (mm)**	**K**	**C**	**Q (m^3/s)**
C-4	Rambla del Pino	MD	2	202+575/ 49+730	204+845/ 52+000	204+545/ 51+700	5,36	4,15	700,0	326,0	0,090	1,40	138,00	0,951	131,29	11	5,47	48,95	22,13	1,10	0,50	**39,83**

CAUDALES PARA T=200 AÑOS																							
CUENCA	**CAUCE**	**MARGEN**	**TRAMO**	**P.K. INICIAL TRAMO/E.I**	**P.K. FINAL TRAMO/E.I**	**P.K. VAGUADA TRAMO/E.I**	**AREA (km^2)**	**LONG. (km)**	**COTA MAX (m)**	**COTA MIN (m)**	**PEND (m/m)**	**Tc (h)**	**Pd (mm)**	**ARF**	**Pd* (mm)**	**I1/Id**	**Id (mm/h)**	**I (mm/h)**	**Po* (mm)**	**K**	**C**	**Q (m^3/s)**
C-4	Rambla del Pino	MD	2	202+575/ 49+730	204+845/ 52+000	204+545/ 51+700	5,36	4,15	700,0	326,0	0,090	1,40	160,00	0,951	152,22	11	6,34	56,75	22,13	1,10	0,55	**50,98**

CAUDALES PARA T=300 AÑOS																							
CUENCA	**CAUCE**	**MARGEN**	**TRAMO**	**P.K. INICIAL TRAMO/E.I**	**P.K. FINAL TRAMO/E.I**	**P.K. VAGUADA TRAMO/E.I**	**AREA (km^2)**	**LONG. (km)**	**COTA MAX (m)**	**COTA MIN (m)**	**PEND (m/m)**	**Tc (h)**	**Pd (mm)**	**ARF**	**Pd* (mm)**	**I1/Id**	**Id (mm/h)**	**I (mm/h)**	**Po* (mm)**	**K**	**C**	**Q (m^3/s)**
C-4	Rambla del Pino	MD	2	202+575/ 49+730	204+845/ 52+000	204+545/ 51+700	5,36	4,15	700,0	326,0	0,090	1,40	177,00	0,951	168,40	11	7,02	62,78	22,13	1,10	0,58	**59,96**

CAUDALES PARA T=500 AÑOS																							
CUENCA	**CAUCE**	**MARGEN**	**TRAMO**	**P.K. INICIAL TRAMO/E.I**	**P.K. FINAL TRAMO/E.I**	**P.K. VAGUADA TRAMO/E.I**	**AREA (km^2)**	**LONG. (km)**	**COTA MAX (m)**	**COTA MIN (m)**	**PEND (m/m)**	**Tc (h)**	**Pd (mm)**	**ARF**	**Pd* (mm)**	**I1/Id**	**Id (mm/h)**	**I (mm/h)**	**Po* (mm)**	**K**	**C**	**Q (m^3/s)**
C-4	Rambla del Pino	MD	2	202+575/ 49+730	204+845/ 52+000	204+545/ 51+700	5,36	4,15	700,0	326,0	0,090	1,40	191,00	0,951	181,72	11	7,57	67,75	22,13	1,10	0,61	**67,54**

2.2.2 Río Guadalentín

Para el caso de la cuenca del río Guadalentín se ha recurrido al "Mapa de caudales máximos de avenida para la red fluvial de la España peninsular" elaborado por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX, por encargo de la Dirección General del Agua dependiente de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, dentro del Convenio "Asistencia técnica, investigación y desarrollo en materia de Gestión del Dominio Público Hidráulico y explotación de obras" firmado entre ambas entidades.

La consulta de los mapas de caudales máximos se ha realizado a través de la aplicación sobre SIG denominada "caumax", versión 2.0 de junio de 2011. Dichos mapas abarcan el ámbito territorial de las demarcaciones hidrográficas con cuencas intercomunitarias, entre ellas la cuenca hidrográfica del río Segura.

Los mapas ofrecen información sobre los caudales punta de avenida en régimen natural en aquellos puntos de la red fluvial con una superficie de cuenca vertiente igual o superior a 50 km^2, para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 100 y 500 años.

Para otros periodos de retorno la aplicación informática permite realizar estimaciones de los caudales mediante interpolación entre los valores facilitados por los mapas. Para ello emplea la función de distribución de Valores Extremos de Dos Componentes en las zonas costeras del levante y sureste peninsular, como es el caso de la región estadística 72 en la que está integrada la cuenca del río Guadalentín.

La metodología aplicada para la elaboración de los mapas de caudales máximos ha partido de la selección de estaciones de aforos y embalses con suficiente información sobre caudales máximos como para realizar una estimación suficientemente fiable de los valores correspondientes a distintas probabilidades o periodos de retorno (cuantiles). A las series de datos seleccionadas se les han aplicado diversas técnicas estadísticas para verificar la calidad de la información, así como la coherencia en la información de las distintas estaciones entre sí, y se les ha ajustado una función de distribución con la finalidad de determinar sus cuantiles, es decir, su ley de frecuencia, habiéndose seleccionado los siguientes periodos de retorno para el trabajo: 2, 5, 10, 25, 100 y 500 años.

Los caudales obtenidos en el cruce del río Guadalentín con la línea ferroviaria a través de la aplicación caumax se resumen en la tabla siguiente y se recogen en el **Apéndice 4**.

CUENCA	Q2 (m^3/s)	Q5 (m^3/s)	Q10 (m^3/s)	Q25 (m^3/s)	Q50 (m^3/s)	Q100 (m^3/s)	Q200 (m^3/s)	Q300 (m^3/s)	Q500 (m^3/s)
C-3	46	112	165	321	1.184	2.230	3.273	3.881	4.648

3 DRENAJE

En el presente estudio informativo se plantean dos alternativas, una en superficie y otra soterrada, ambas con plataforma de vía doble y una estación de alta velocidad en Lorca Sutullena. A continuación se describen dichas alternativas, clasificadas y denominadas de la siguiente forma:

- **Alternativa 1**. En superficie. Trazado en vía doble. Estación de alta velocidad en Sutullena.
- **Alternativa 2**. Soterrada. Trazado en vía doble. Estación de alta velocidad en Sutullena.

Las dos alternativas comienzan y finalizan en el mismo punto, P.K. 201+737,954 a P.K. 204+907, donde conectan con los tramos de plataforma Sangonera – Lorca y Lorca – Pulpí. La longitud total es por tanto de 3.169,046 m.

Las dos alternativas coinciden en planta aprovechando el corredor ferroviario actual, definiendo una plataforma de vía doble con entreeje reducido de 4,0 m, en lugar de la vía única existente. En cuanto al alzado, la primera discurre en superficie con pequeñas variaciones respecto a la plataforma actual, condicionada por la mejora del drenaje o el cruce con otras infraestructuras. La segunda alternativa plantea el soterramiento de la línea desde su origen, la salida de la estación de San Diego, hasta pasar el cruce con la carretera RM-11, es decir, la práctica totalidad de su recorrido. La longitud de

soterramiento es 2.550 m, a los que hay que sumar las rampas de acceso definidas en el tramo, 312,046 m a la entrada y 270 m a la salida. Hay que señalar que la rampa de entrada al soterramiento tiene su origen en el tramo anterior, Sangonera – Lorca.

Las dos alternativas plantean una estación de alta velocidad en Sutullena, con la misma configuración de vías en planta, diferenciándose en el alzado, una va en superficie y la otra soterrada. La estación está constituida por dos vías generales y una vía de apartado izquierda, con dos andenes de 400 m de longitud, uno exterior en el lado derecho, de 6,0 m de ancho y otro interior entre la vía de apartado y la vía general izquierda, de 9,0 m de ancho. Se mantiene el edificio de viajeros actual, recientemente remodelado tras los daños sufridos en el terremoto, aunque ampliándolo para dar acceso a los andenes.

En este trayecto se suprimen todos los pasos a nivel existentes, un total de seis, reponiéndolos en la misma ubicación, o agrupando su reposición en puntos viables dependiendo de las características del trazado.

3.1 DRENAJE TRANSVERSAL

El objeto de este apartado es la descripción y aplicación de los criterios adoptados para el dimensionamiento del drenaje transversal de las principales vaguadas interceptadas por el trazado en cada una de las alternativas que se presentan.

Para el diseño de estas obras de drenaje de la nueva línea ferroviaria se han seguido las recomendaciones de la Dirección General de Ferrocarriles para líneas de alta velocidad así como la Instrucción 5.2-IC. Drenaje Superficial.

3.1.1 Condicionantes considerados

A continuación se detallan los principales condicionantes tenidos en cuenta:

- Según las Recomendaciones habituales de la DGF para este tipo de proyectos, el tamaño mínimo previsto con carácter general es el tubo ø 1800 mm (que en ocasiones excepcionales podrá ser sustituido por el tubo de ø 1500 mm). En los casos en que estas dimensiones planteen problemas, se prevén conductos o marcos que sean compatibles con las operaciones de limpieza, como es el caso de marcos de 2,5 x 1,25 m.
- Las **pequeñas obras de drenaje transversal se han dimensionado para un período de retorno de 500 años** para incrementar las garantías señaladas en la Instrucción de no producir daños a la propia vía y no contaminar el balasto. Así, se tienen en cuenta los siguientes criterios:
  - Afecciones a terceros. Todas las obras de desagüe transversal se dimensionan de modo que la presencia de la obra no produzca daños a terceros.
  - Daños a la propia vía. Se establece que la lámina de agua no debe alcanzar la base del balasto en ningún punto del trazado durante el paso de la avenida de 500 años de período de retorno por la obra de drenaje transversal.
- En las **estructuras sobre cauces importantes**, como es el caso del río Guadalentín, **se dimensionará para 500 años** manteniendo un resguardo mínimo de 1,50 m bajo el intradós. Por tanto, los viaductos se deberían comprobar hidráulicamente para la avenida de 500 años.
- Las obras de drenaje respetan en la medida de lo posible el flujo natural de la avenida. La pendiente de los conductos se mantienen sensiblemente similar a la del cauce considerando como pendiente mínima en todo caso, el 0,5 % para que no se produzcan aterramientos en su interior.

3.1.2 Comprobación hidráulica

Las tipologías de las pequeñas obras de drenaje transversal previstas en este tramo son:

- Marco 2,5x1,5 m
- Arco 3x2 m

Se ha realizado la comprobación del correcto funcionamiento hidráulico de las obras de drenaje definidas mediante la fórmula de Manning:

$$Q = V \cdot S = \frac{1}{n} \cdot R_H^{\ 2/3} \cdot J^{1/2} \cdot S$$

siendo:

Q = Caudal (m^3/s)

R_H = Radio hidráulico de la sección (m)

J = Pendiente media de la obra (m/m)

S = Sección de la obra (m^2)

n = Coeficiente de Manning

En conductos de hormigón se adopta un coeficiente n=0,015 (ampliable a 0,025 en caso de aumentar la rugosidad del acabado por motivos cinéticos). Para revestimientos de escollera se adopta un valor n=0,035 y en el caso de cauces naturales valores desde n=0,033 en caso de fondos de cauces sin obstáculos o en modo aislado, hasta 0,045 en caso de fondos accidentados o con profusa vegetación.

La tipología de la obra a disponer, se establece de forma que su comportamiento hidráulico sea satisfactorio. Para ello, se comprueba que a partir de la fórmula de Manning, y en función del caudal a transportar, las dimensiones, pendiente y rugosidad de la obra de drenaje, se obtengan calados y velocidades de flujo admisibles. En este último aspecto, se han considerado como admisibles velocidades inferiores a 6 m/s en el interior de la obra (zonas revestidas de hormigón), y del orden de 4,5 m/s en obras donde la escorrentía circula por el terreno natural (o en el caso de revestimientos de escollera).

Es recomendable que los desagües sean moderados para facilitar así el control de las erosiones, por lo que se procurará no superar los 3 m^2/s con los caudales unitarios por metro de ancho en cauces difusos, ni los 6 m^2/s en los cauces incisos. En esas circunstancias no se necesita protección en las embocaduras, y en las salidas será suficiente el dispositivo previsto en la 5.2.-I.C consistente en una solera de hormigón entre aletas rematada con un rastrillo. La profundidad del rastrillo r se define a continuación en función del caudal unitario (q) en el conducto según la fórmula:

$$r = \text{máx}\left(0{,}6\left(\frac{q}{\sqrt{g}}\right)^{2/3}, r_{min}\right)$$

Siempre que q es mayor de 0,5 m^2/s y, siendo g= 9,8 m/s^2 la aceleración de la gravedad. Se define un rastrillo mínimo ($r_{mín}$) de 0,30 para todas las obras de drenaje.

Los calados máximos se han evaluado en cada caso considerando una altura máxima de llenado del 80% en todas las obras.

Como se indicó anteriormente, las nuevas ODTs se comprueban para un periodo de retorno de 500 años. En el caso de obras existentes en la línea actual con especial relevancia para la valoración del desagüe natural en dicho punto, se considera un periodo de retorno de 300 años en el estado actual y 500 años en caso de su sustitución por una nueva de drenaje transversal.

A continuación, se adjunta una tabla con los resultados de la comprobación hidráulica para cada alternativa de las obras de drenaje mencionadas, incluyendo además, la situación de las mismas, la cuenca de aportación de cada una de las obras y el caudal de cálculo.

Cuenca	Obra proyectada					Q total (m^3/s)		Nº Manning	Pendiente (%)	Calado (m)	Sección (m^2)	Pm (m)	Rh (m)	Velocidad (m/s)	Caudal asociado (m^3/s)	Ancho lámina (m)	Q específico (m^2/s)
	Designación	PK Situación	Longitud (m)	Observaciones	Dimensiones	Q (m^3/s)	T (años)										
ALTERNATIVA 1																	
C3	Viaducto sobre río Guadalentín	202+303			Viaducto (82,0 x 4,60) m	3.881,00	300	0,033	1,90	4,46	365,69	90,92	4,02	10,56	3863,27		
	ODT existente: Arco de mampostería	202+245	ampliación 5 m		1 Marco (3,0 x 2,00) m		300	0,025	1,20	1,60	4,80	6,20	0,77	3,69	17,73	3,00	5,91
C4	O.D. Rambla de las Chatas	204+268	17,00	Apéndice 3	3 Marcos (3,0 x 2,00) m												
C4	O.D. Rambla de la Señorita	204+565	17,00	Apéndice 3	3 Marcos (3,0 x 2,50) m												
ALTERNATIVA 2																	
C4	-	204+268			SIN ACTUACIÓN												
C4	-	204+565			SIN ACTUACIÓN												

3.1.3 Cuenca C-3 Río Guadalentín

El cauce principal de esta cuenca es el Río Guadalentín, para el cual se han estimado en el apartado 2.2.2 los siguientes valores de caudal.

CUENCA	Q300 (m^3/s)	Q500 (m^3/s)
C-3 Río Guadalentín	3.881	4.648

En la actualidad, el ferrocarril pasa sobre el cauce mediante un puente metálico de las siguientes características:

LINEA	PK	TIPOLOGÍA	LONGITUD (m)	P.K. E.I. MURCIA ALMERÍA	P.K. TRAMO
LORCA SUTULLENA A LORCA S.DIEGO	0/560 – 0/475	Puente metálico 1 vano	85	49+405 – 49+490	202+256 – 202+340

Viaducto del ffcc actual en 202+303 (PK 49+450 E.I.)

Cabe indicar que en todos los casos y con respecto al resguardo, según la Instrucción 5.2-IC, para riesgo de obstrucción alto, el resguardo mínimo deberá ser de 1,5 m para una anchura de vano no inferior a 12 m, debiendo ser objeto de estudio en detalle (simulaciones hidráulicas conforme a una modelización del cauce en el entorno del cruce con la línea de alta velocidad).

Unos metros antes, según progresiva, se localiza la siguiente obra de drenaje, de dimensiones interiores libres 3 x 2 m (altura en clave).

ODT existente en PK 202+245 (PK 49+400 E.I.)

Soluciones en cada alternativa

- Alternativa 1: Duplicación del viaducto sobre el río Guadalentín

Se duplica el viaducto del río Guadalentín y se amplía la obra de drenaje existente en el P.K. 202+245.

Se ha realizado una comprobación hidráulica en régimen uniforme para la situación actual, considerando la condición más desfavorable, en que la totalidad del caudal de la cuenca C-3 esté siendo drenado a través del viaducto.

Se incluye a continuación los resultados de la comprobación hidráulica realizada:

ESTRUCTURA	Cota terreno (m)	CCC (m)	Altura lámina agua T = 300 años (m)	Velocidad (m/s)	Sobreelevación T=300 años (m/s)
VIADUCTO EXISTENTE	323,4	329	4,5	10,6	-

La estructura prevista se ha diseñado de modo que se igualen o mejoren las condiciones actuales de circulación del cauce a efectos de resguardo bajo tablero y sin modificar la ubicación de los estribos actuales por lo que no se producirán sobreelevaciones respecto a la situación actual.

El canto del tablero será distinto al existente, por lo que deberá estudiarse igualmente la existencia del resguardo que recomienda la 5.2.-I.C, requiriendo para ello la realización de estudios de más detalle.

Aparte de esta estructura, cabe mencionar que se prevé la ampliación del Paso inferior existente en el PK 202+070 (dimensiones interiores 6 x 4,35 m), que, al representar un punto bajo funcionará a su vez como ODT al facilitar el drenaje transversal del caudal transportado por las cunetas de la plataforma proyectadas en la margen derecha de la línea ferroviaria en dicho entorno. Dicho caudal es insignificante respecto al total correspondiente a la cuenca C-3, por lo que no se incluye comprobación hidráulica.

- Alternativa 2: Paso soterrado

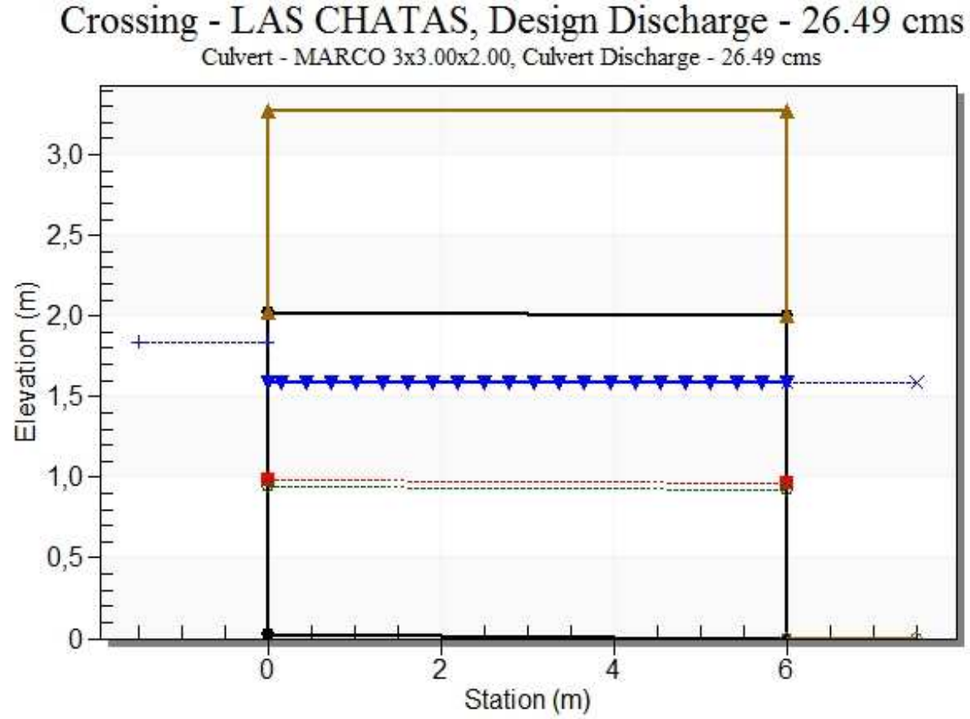
En esta alternativa no se modificarán las condiciones de circulación natural del cauce en la actualidad.

3.1.4 Cuenca C-4 Rambla del Pino (Rambla de Las Chatas y de La Señorita)

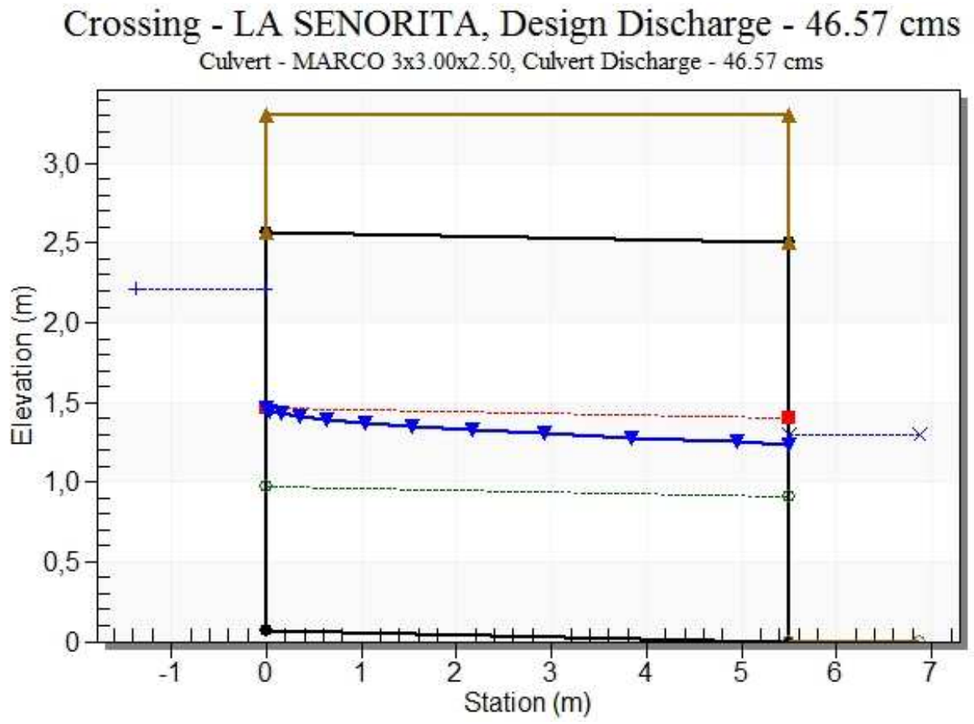
Se analiza en el Apéndice 3 del presente documento la influencia que, desde el punto de vista hidráulico, las dos (2) alternativas ferroviarias planteadas (Alternativa 1 – Superficie y Alternativa 2 – Soterrada) pudieran tener sobre la Rambla de las Chatas y sobre la Rambla de la Señorita a su paso por la localidad de Lorca, concluyendo lo siguiente:

Alternativa 1 – Superficie: Lleva asociada el diseño de sendas Obras de Drenaje Transversal – ODTs a su paso por las ramblas anteriormente citadas, cuya geometría y funcionamiento hidráulico se definen a continuación:

- **Rambla de Las Chatas**:
  - Marco 3 x (3,00 x 2,00) m
  - P.K. 204+268
  - El encaje de la ODT se realiza sin modificar el cauce actual de la rambla. La cota de la solera de la ODT proyectada en este punto se sitúa por tanto en los 322,856 m.
  - Funcionamiento hidráulico de la ODT verificado:
    - Sobreelevación: $H_W < 1{,}20\ H$ | $1{,}819 < 2{,}40$ ✓
    - Velocidad: $1{,}855 < 6$ m/s ✓
    - Resguardo: $r_{ODT} \geq 0{,}50$ m ✓



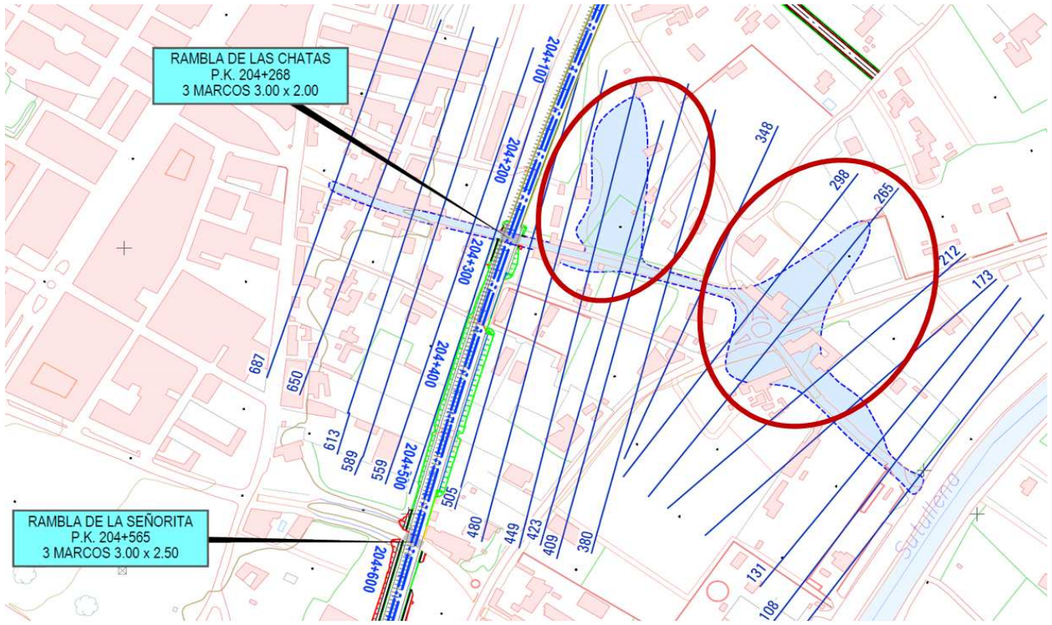
ODT existente en P.K. 204+268 (Rambla de Las Chatas)



- **Rambla de La Señorita**:
  - Marco 3 x (3,00 x 2,50) m
  - P.K. 204+565
  - El encaje de la ODT se realiza deprimiendo la embocadura del marco hasta la cota 320,751 m. La cota de solera a la entrada se sitúa 2,014 m bajo la cota actual de la rambla en este punto, entorno a los 322,765 m.
  - Esta actuación lleva asociada la adaptación del perfil longitudinal de la rambla actual, tanto aguas arriba (103,50 m | i = 4,27%) como aguas abajo de la ODT proyectada (91,00 m | 1,18%).
  - Funcionamiento hidráulico de la ODT verificado:
    - Sobreelevación: $H_W < 1{,}20\ H$ | 2,149 < 3,00 ✓
    - Velocidad: 4,179 < 6 m/s ✓
    - Resguardo: $r_{ODT} \geq 0{,}50$ m ✓

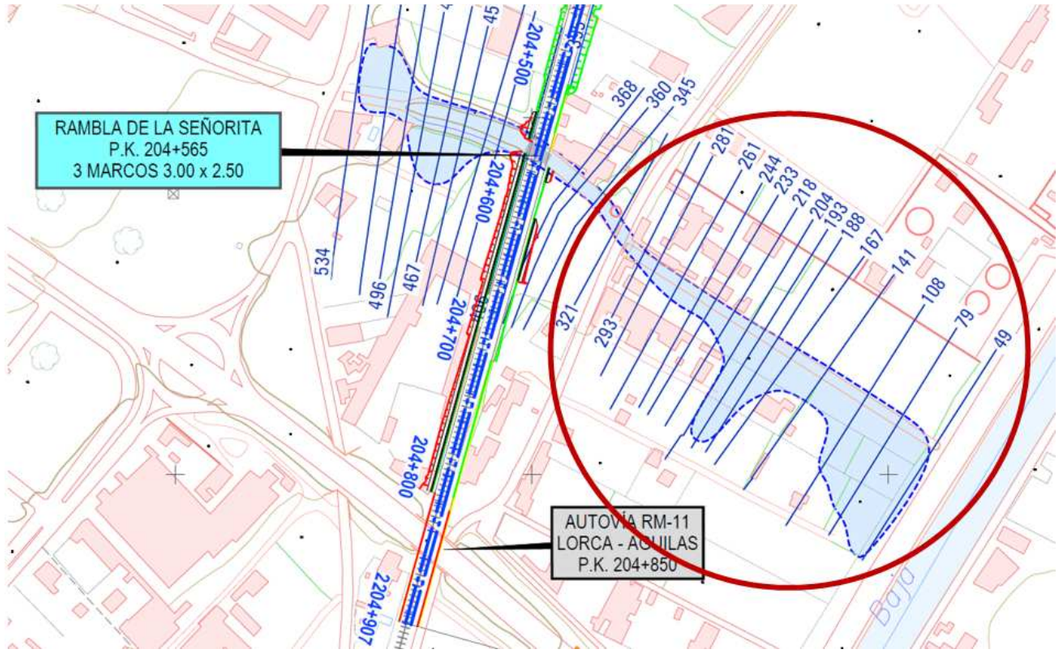
ODT existente en P.K. 204+565 (Rambla de La Señorita)

Respecto del **estudio de las láminas de inundación** se concluye lo siguiente, en la **Rambla de las Chatas**, **el resultado en ambos casos es similar**: el agua permanece en su cauce actual, salvo entre las secciones 480 - 409 (entre la línea del ferrocarril actual y la calle Sutullena) y 295 - 265 (a la altura de la glorieta dónde confluyen la calle Sutullena, la calle Martín Mora y el camino Hondo), en las que se desborda, lo que **no afecta al trazado** proyectado. Esto se debe a que el cauce actual está muy marcado e incluso la demolición de la estructura existente no producirá grandes cambios.



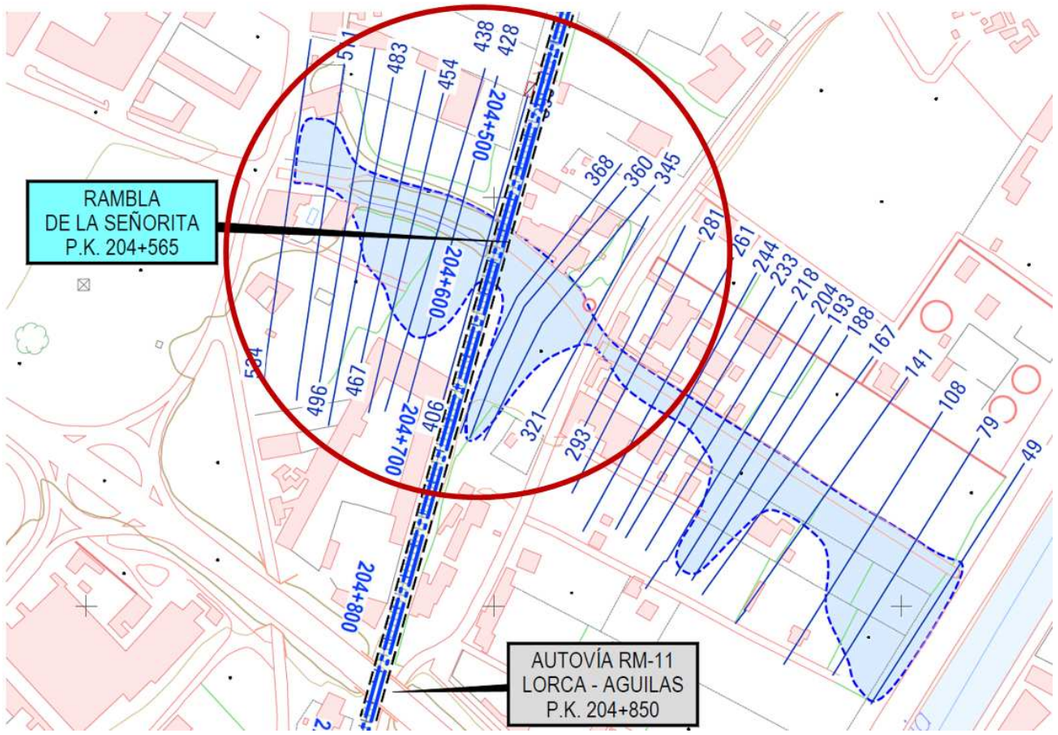
La velocidad máxima en el entorno del trazado será del orden de 3,50 m/s para el caudal correspondiente al período de retorno de 500 años, lo que queda dentro de los valores admisibles.

En la **Rambla de la Señorita**, en el caso de **trazado superficial**, se proyecta una **mejora de la pendiente longitudinal del cauce** con objeto de encajar geométricamente la ODT proyectada, lo que a su vez limita el desbordamiento en el entorno de la línea de ferrocarril. Los mayores desbordamientos se producen ya aguas debajo de la ODT, entre la calle Sutullena y la Ronda Sur y en la embocadura de la ODT existente bajo la Ronda Sur.



En la **alternativa soterrada**, **adicionalmente** a estos puntos aguas abajo de la infraestructura (entre calle Sutullena y la Ronda Sur), **se producirían ciertos desbordamientos del cauce existente** en las inmediaciones de la ubicación actual de la línea férrea (que discurrirá soterrada).

Estos **puntos de desbordamiento,** entre la Calle Camino Viejo del Puerto y la vía de ferrocarril actual y el entre la vía de ferrocarril actual y la Calle Sutullena**,** como se observa en los planos **no llegan a afectar a la zona de emboquille de salida del soterramiento**.



No obstante, se considera que una adecuación del cauce existente de la rambla de La Señorita en las proximidades de la línea de ferrocarril, similar a lo proyectado en la alternativa superficial, permitiría canalizar de manera más eficiente el flujo de agua y minimizar el riesgo de cualquier posible afección a la línea de ferrocarril, especialmente en el emboquille sur del soterramiento (P.K. 204+600).

4 DRENAJE LONGITUDINAL

El drenaje longitudinal de la línea ferroviaria se ha diseñado para evacuar el agua de escorrentía que recoge la plataforma y las zonas adyacentes a ella.

El agua procedente de la plataforma, de los taludes de desmontes y de algunas aportaciones de pequeñas cuencas es transportada mediante cunetas hasta los distintos puntos de desagüe, como recomienda la Instrucción de Drenaje 5.2.-IC, procurando tipificar los dispositivos de drenaje con vista a conseguir la mayor uniformidad posible en su diseño.

Los elementos básicos de recogida y transporte de este agua serán **cunetas de desmonte** y **cunetas de pie de terraplén o guarda en desmonte**.

Existen además, otros elementos secundarios que en unión con los citados contribuyen al buen funcionamiento de la red de drenaje. Tal es el caso de los **colectores, drenes,** etc.

4.1 CUNETAS

Se han definido distintos tipos de cunetas según el caudal y la función que desarrollan en la red de drenaje.

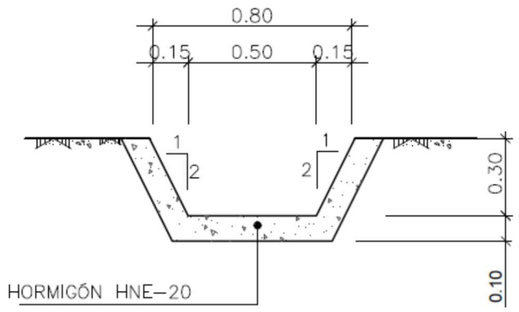
Todas las cunetas para el drenaje longitudinal de la plataforma ferroviaria se han considerado revestidas para evitar la acción erosiva del agua y evitar su aterramiento a bajas velocidades de circulación.

4.1.1 Cuneta de desmonte

Se han dispuesto para resolver el drenaje de la plataforma de los taludes de desmonte y de aportaciones puntuales del terreno que vierten en ellas. El caudal que transportan se conduce a otras cunetas de desmonte, arquetas o puntos de desagüe naturales.

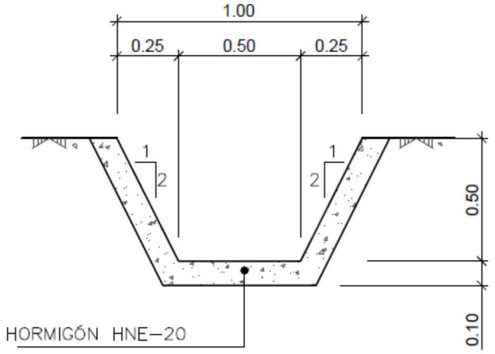
La tipología planteada es una cuneta revestida de hormigón, trapezoidal de base 0,50 m y calado 0,30 m.

Cuneta de desmonte revestida tipo 1



En caso de agotamiento de la capacidad hidráulica de esta cuneta, se dispondrá una cuneta trapezoidal de base 0,50 m y calado 0,50 m.

Cuneta de desmonte revestida tipo 2



En las siguientes tablas se especifica el caudal máximo que pueden transportar dichas cunetas en función de su pendiente (pendientes más representativas), considerando un resguardo mínimo de 5 cm y una velocidad máxima de circulación por hormigón inferior a 6 m/s.

En todos los casos se ha previsto una pendiente de la cuneta idéntica a la pendiente longitudinal de la plataforma ferroviaria.

Cuneta de desmonte tipo 1											
Nº Manning	Pend. (%)	Base (m)	Calado máx (m)	Talud1 1H:V	Talud2 1H:V	Ancho (m)	Sección (m^2)	Pm (m)	Rh (m)	V (m/s)	Caudal (m^3/s)
0,015	0,050	0,5	0,25	2,00	2,00	0,75	0,156	1,059	0,148	0,4	**0,07**
0,015	0,100	0,5	0,25	2,00	2,00	0,75	0,156	1,059	0,148	0,6	**0,09**
0,015	0,150	0,5	0,25	2,00	2,00	0,75	0,156	1,059	0,148	0,7	**0,11**
0,015	0,200	0,5	0,25	2,00	2,00	0,75	0,156	1,059	0,148	0,8	**0,13**
0,015	0,250	0,5	0,25	2,00	2,00	0,75	0,156	1,059	0,148	0,9	**0,15**
0,015	0,300	0,5	0,25	2,00	2,00	0,75	0,156	1,059	0,148	1,0	**0,16**
0,015	0,350	0,5	0,25	2,00	2,00	0,75	0,156	1,059	0,148	1,1	**0,17**
0,015	0,400	0,5	0,25	2,00	2,00	0,75	0,156	1,059	0,148	1,2	**0,18**
0,015	0,450	0,5	0,25	2,00	2,00	0,75	0,156	1,059	0,148	1,2	**0,20**
0,015	0,500	0,5	0,25	2,00	2,00	0,75	0,156	1,059	0,148	1,3	**0,21**
0,015	0,600	0,5	0,25	2,00	2,00	0,75	0,156	1,059	0,148	1,4	**0,23**
0,015	0,700	0,5	0,25	2,00	2,00	0,75	0,156	1,059	0,148	1,6	**0,24**
0,015	0,800	0,5	0,25	2,00	2,00	0,75	0,156	1,059	0,148	1,7	**0,26**
0,015	0,900	0,5	0,25	2,00	2,00	0,75	0,156	1,059	0,148	1,8	**0,28**
0,015	1,000	0,5	0,25	2,00	2,00	0,75	0,156	1,059	0,148	1,9	**0,29**
0,015	1,100	0,5	0,25	2,00	2,00	0,75	0,156	1,059	0,148	2,0	**0,31**
0,015	1,200	0,5	0,25	2,00	2,00	0,75	0,156	1,059	0,148	2,0	**0,32**
0,015	1,300	0,5	0,25	2,00	2,00	0,75	0,156	1,059	0,148	2,1	**0,33**
0,015	1,400	0,5	0,25	2,00	2,00	0,75	0,156	1,059	0,148	2,2	**0,34**
0,015	1,500	0,5	0,25	2,00	2,00	0,75	0,156	1,059	0,148	2,3	**0,36**
0,015	1,600	0,5	0,25	2,00	2,00	0,75	0,156	1,059	0,148	2,4	**0,37**
0,015	1,700	0,5	0,25	2,00	2,00	0,75	0,156	1,059	0,148	2,4	**0,38**
0,015	1,800	0,5	0,25	2,00	2,00	0,75	0,156	1,059	0,148	2,5	**0,39**

Cuneta de desmonte tipo 2											
Nº Manning	Pend. (%)	Base (m)	Calado máx (m)	Talud1 1H:V	Talud2 1H:V	Ancho (m)	Sección (m^2)	Pm (m)	Rh (m)	V (m/s)	Caudal (m^3/s)
0,015	0,050	0,5	0,45	2,00	2,00	0,95	0,326	1,506	0,217	0,5	**0,18**
0,015	0,100	0,5	0,45	2,00	2,00	0,95	0,326	1,506	0,217	0,8	**0,25**
0,015	0,150	0,5	0,45	2,00	2,00	0,95	0,326	1,506	0,217	0,9	**0,30**
0,015	0,200	0,5	0,45	2,00	2,00	0,95	0,326	1,506	0,217	1,1	**0,35**
0,015	0,250	0,5	0,45	2,00	2,00	0,95	0,326	1,506	0,217	1,2	**0,39**
0,015	0,300	0,5	0,45	2,00	2,00	0,95	0,326	1,506	0,217	1,3	**0,43**
0,015	0,350	0,5	0,45	2,00	2,00	0,95	0,326	1,506	0,217	1,4	**0,46**
0,015	0,400	0,5	0,45	2,00	2,00	0,95	0,326	1,506	0,217	1,5	**0,50**

Cuneta de desmonte tipo 2											
Nº Manning	Pend. (%)	Base (m)	Calado máx (m)	Talud1 1H:V	Talud2 1H:V	Ancho (m)	Sección (m^2)	Pm (m)	Rh (m)	V (m/s)	Caudal (m^3/s)
0,015	0,450	0,5	0,45	2,00	2,00	0,95	0,326	1,506	0,217	1,6	**0,53**
0,015	0,500	0,5	0,45	2,00	2,00	0,95	0,326	1,506	0,217	1,7	**0,55**
0,015	0,600	0,5	0,45	2,00	2,00	0,95	0,326	1,506	0,217	1,9	**0,61**
0,015	0,700	0,5	0,45	2,00	2,00	0,95	0,326	1,506	0,217	2,0	**0,66**
0,015	0,800	0,5	0,45	2,00	2,00	0,95	0,326	1,506	0,217	2,2	**0,70**
0,015	0,900	0,5	0,45	2,00	2,00	0,95	0,326	1,506	0,217	2,3	**0,74**
0,015	1,000	0,5	0,45	2,00	2,00	0,95	0,326	1,506	0,217	2,4	**0,78**
0,015	1,100	0,5	0,45	2,00	2,00	0,95	0,326	1,506	0,217	2,5	**0,82**
0,015	1,200	0,5	0,45	2,00	2,00	0,95	0,326	1,506	0,217	2,6	**0,86**
0,015	1,300	0,5	0,45	2,00	2,00	0,95	0,326	1,506	0,217	2,7	**0,89**
0,015	1,400	0,5	0,45	2,00	2,00	0,95	0,326	1,506	0,217	2,8	**0,93**
0,015	1,500	0,5	0,45	2,00	2,00	0,95	0,326	1,506	0,217	2,9	**0,96**
0,015	1,600	0,5	0,45	2,00	2,00	0,95	0,326	1,506	0,217	3,0	**0,99**
0,015	1,700	0,5	0,45	2,00	2,00	0,95	0,326	1,506	0,217	3,1	**1,02**
0,015	1,800	0,5	0,45	2,00	2,00	0,95	0,326	1,506	0,217	3,2	**1,05**

4.1.2 Cuneta de guarda en desmonte o de pie de terraplén

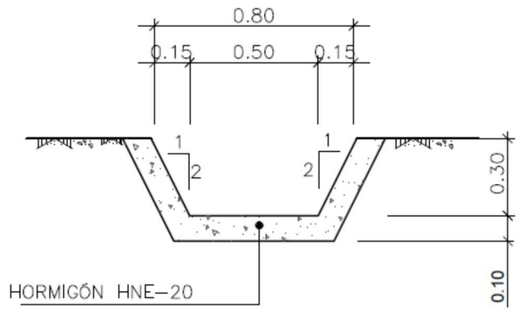
Estas cunetas se disponen en la nueva línea ferroviaria en todos los casos en que la pendiente del terreno hace que el agua de escorrentía incida sobre los taludes de desmonte o terraplén.

El agua recogida por ellas se traslada a otras obras de drenaje o a los cauces naturales más próximos.

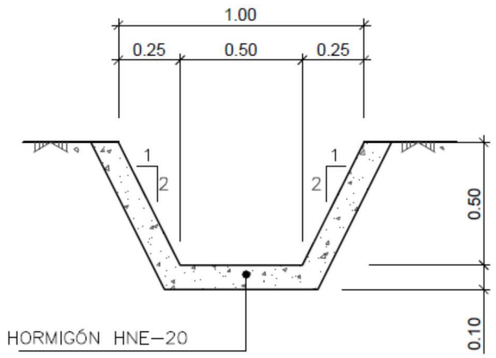
En general, las cunetas de pie de terraplén y guarda se ciñen al terreno quedando así definida su pendiente longitudinal.

En **tramos no urbanos** se plantean tipologías de cunetas revestidas de hormigón trapezoidales:

Cuneta de guarda en desmonte o pie de terraplén revestida tipo 3

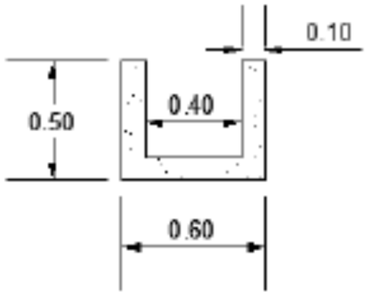


Cuneta de guarda en desmonte o pie de terraplén revestida tipo 4



En **tramos urbanos** del trazado, fundamentalmente en la alternativa 2 en el entorno de las rampas de acceso a la zona soterrada, así como en coronación del perímetro de los emboquilles del soterramiento se ha considerado una tipología rectangular que minimice la ocupación y sirva de protección, si bien se requiere en estas zonas menor capacidad hidráulica dada la existencia de una red de alcantarillado urbano.

Cuneta de guarda o pie de terraplén rectangular en zona urbana tipo 5



Esta tipología reducida se ha previsto también al pie de los muros proyectados en las márgenes de la línea ferroviaria a partir del P.K. 204+520, para la alternativa 1.

A continuación, se especifica el caudal máximo que pueden transportar dichas cunetas en función de su pendiente (pendientes más representativas), considerando un resguardo mínimo de 5 cm y una velocidad máxima de circulación por hormigón inferior a 6 m/s:

Cuneta de guarda o pie de terraplén tipo 3											
Nº Manning	Pend. (%)	Base (m)	Calado máx (m)	Talud1 1H:V	Talud2 1H:V	Ancho (m)	Sección (m^2)	Pm (m)	Rh (m)	V (m/s)	Caudal (m^3/s)
0,015	0,500	0,5	0,25	2,00	2,00	0,75	0,156	1,059	0,148	1,3	**0,21**
0,015	1,000	0,5	0,25	2,00	2,00	0,75	0,156	1,059	0,148	1,9	**0,29**
0,015	2,000	0,5	0,25	2,00	2,00	0,75	0,156	1,059	0,148	2,6	**0,41**
0,015	3,000	0,5	0,25	2,00	2,00	0,75	0,156	1,059	0,148	3,2	**0,50**
0,015	4,000	0,5	0,25	2,00	2,00	0,75	0,156	1,059	0,148	3,7	**0,58**
0,015	5,000	0,5	0,25	2,00	2,00	0,75	0,156	1,059	0,148	4,2	**0,65**
0,015	6,000	0,5	0,25	2,00	2,00	0,75	0,156	1,059	0,148	4,6	**0,71**
0,015	7,000	0,5	0,25	2,00	2,00	0,75	0,156	1,059	0,148	4,9	**0,77**
0,015	8,000	0,5	0,25	2,00	2,00	0,75	0,156	1,059	0,148	5,3	**0,82**
0,015	9,000	0,5	0,25	2,00	2,00	0,75	0,156	1,059	0,148	5,6	**0,87**
0,015	10,000	0,5	0,25	2,00	2,00	0,75	0,156	1,059	0,148	5,9	**0,92**
0,015	11,000	0,5	0,23	2,00	2,00	0,73	0,141	1,014	0,139	5,9	**0,84**
0,015	12,000	0,5	0,21	2,00	2,00	0,71	0,126	0,965	0,130	5,9	**0,75**
0,015	13,000	0,5	0,19	2,00	2,00	0,69	0,113	0,925	0,122	5,9	**0,67**
0,015	14,000	0,5	0,18	2,00	2,00	0,68	0,103	0,891	0,115	5,9	**0,61**

Cuneta de guarda o pie de terraplén tipo 3											
Nº Manning	Pend. (%)	Base (m)	Calado máx (m)	Talud1 1H:V	Talud2 1H:V	Ancho (m)	Sección (m^2)	Pm (m)	Rh (m)	V (m/s)	Caudal (m^3/s)
0,015	15,000	0,5	0,16	2,00	2,00	0,66	0,093	0,858	0,108	5,9	**0,54**
0,015	16,000	0,5	0,15	2,00	2,00	0,65	0,086	0,835	0,103	5,9	**0,51**
0,015	17,000	0,5	0,14	2,00	2,00	0,64	0,080	0,813	0,098	5,8	**0,47**
0,015	18,000	0,5	0,14	2,00	2,00	0,64	0,077	0,802	0,096	5,9	**0,45**
0,015	19,000	0,5	0,13	2,00	2,00	0,63	0,072	0,786	0,092	5,9	**0,43**
0,015	20,000	0,5	0,12	2,00	2,00	0,62	0,067	0,768	0,087	5,9	**0,39**

Cuneta de guarda o pie de terraplén tipo 4											
Nº Manning	Pend. (%)	Base (m)	Calado máx (m)	Talud1 1H:V	Talud2 1H:V	Ancho (m)	Sección (m^2)	Pm (m)	Rh (m)	V (m/s)	Caudal (m^3/s)
0,015	0,500	0,5	0,45	2,00	2,00	0,95	0,326	1,506	0,217	1,7	**0,55**
0,015	1,000	0,5	0,45	2,00	2,00	0,95	0,326	1,506	0,217	2,4	**0,78**
0,015	2,000	0,5	0,45	2,00	2,00	0,95	0,326	1,506	0,217	3,4	**1,11**
0,015	3,000	0,5	0,45	2,00	2,00	0,95	0,326	1,506	0,217	4,2	**1,36**
0,015	4,000	0,5	0,45	2,00	2,00	0,95	0,326	1,506	0,217	4,8	**1,57**
0,015	5,000	0,5	0,45	2,00	2,00	0,95	0,326	1,506	0,217	5,4	**1,75**
0,015	6,000	0,5	0,45	2,00	2,00	0,95	0,326	1,506	0,217	5,9	**1,92**
0,015	7,000	0,5	0,39	2,00	2,00	0,89	0,267	1,361	0,196	5,9	**1,59**
0,015	8,000	0,5	0,33	2,00	2,00	0,83	0,215	1,227	0,176	5,9	**1,27**
0,015	9,000	0,5	0,29	2,00	2,00	0,79	0,183	1,137	0,161	5,9	**1,08**
0,015	10,000	0,5	0,26	2,00	2,00	0,76	0,160	1,070	0,150	5,9	**0,95**
0,015	11,000	0,5	0,23	2,00	2,00	0,73	0,141	1,014	0,139	5,9	**0,84**
0,015	12,000	0,5	0,21	2,00	2,00	0,71	0,124	0,958	0,129	5,9	**0,73**
0,015	13,000	0,5	0,19	2,00	2,00	0,69	0,113	0,925	0,122	5,9	**0,67**
0,015	14,000	0,5	0,18	2,00	2,00	0,68	0,103	0,891	0,115	5,9	**0,61**
0,015	15,000	0,5	0,16	2,00	2,00	0,66	0,093	0,858	0,108	5,9	**0,54**
0,015	16,000	0,5	0,15	2,00	2,00	0,65	0,086	0,835	0,103	5,9	**0,51**
0,015	17,000	0,5	0,14	2,00	2,00	0,64	0,081	0,818	0,099	5,9	**0,48**
0,015	18,000	0,5	0,14	2,00	2,00	0,64	0,077	0,802	0,096	5,9	**0,45**
0,015	19,000	0,5	0,13	2,00	2,00	0,63	0,072	0,786	0,092	5,9	**0,43**
0,015	20,000	0,5	0,12	2,00	2,00	0,62	0,067	0,768	0,087	5,9	**0,39**

Cuneta de guarda o pie de terraplén tipo 5											
Nº Manning	Pend. (%)	Base (m)	Calado máx (m)	Talud1 1H:V	Talud2 1H:V	Ancho (m)	Sección (m^2)	Pm (m)	Rh (m)	V (m/s)	Caudal (m^3/s)
0,015	0,500	0,4	0,35			0,40	0,140	1,100	0,127	1,2	**0,17**
0,015	1,000	0,4	0,35			0,40	0,140	1,100	0,127	1,7	**0,24**
0,015	2,000	0,4	0,35			0,40	0,140	1,100	0,127	2,4	**0,33**
0,015	3,000	0,4	0,35			0,40	0,140	1,100	0,127	2,9	**0,41**
0,015	4,000	0,4	0,35			0,40	0,140	1,100	0,127	3,4	**0,47**
0,015	5,000	0,4	0,35			0,40	0,140	1,100	0,127	3,8	**0,53**
0,015	6,000	0,4	0,35			0,40	0,140	1,100	0,127	4,1	**0,58**
0,015	7,000	0,4	0,35			0,40	0,140	1,100	0,127	4,5	**0,62**
0,015	8,000	0,4	0,35			0,40	0,140	1,100	0,127	4,8	**0,67**
0,015	9,000	0,4	0,35			0,40	0,140	1,100	0,127	5,1	**0,71**
0,015	10,000	0,4	0,35			0,40	0,140	1,100	0,127	5,3	**0,75**
0,015	11,000	0,4	0,35			0,40	0,140	1,100	0,127	5,6	**0,78**
0,015	12,000	0,4	0,35			0,40	0,140	1,100	0,127	5,8	**0,82**
0,015	13,000	0,4	0,32			0,40	0,128	1,040	0,123	5,9	**0,76**
0,015	14,000	0,4	0,27			0,40	0,108	0,940	0,115	5,9	**0,64**
0,015	15,000	0,4	0,24			0,40	0,096	0,880	0,109	5,9	**0,57**
0,015	16,000	0,4	0,22			0,40	0,088	0,840	0,105	5,9	**0,52**
0,015	17,000	0,4	0,20			0,40	0,080	0,800	0,100	5,9	**0,47**
0,015	18,000	0,4	0,18			0,40	0,072	0,760	0,095	5,9	**0,42**
0,015	19,000	0,4	0,17			0,40	0,068	0,740	0,092	5,9	**0,40**
0,015	20,000	0,4	0,16			0,40	0,062	0,710	0,087	5,9	**0,36**

4.2 OTROS ELEMENTOS

4.2.1 Drenaje longitudinal en los tramos de rampa y soterramiento

Para transportar y recoger las aguas de escorrentía vertientes sobre la plataforma ferroviaria en los tramos a cielo abierto en rampa se han previsto sendas cunetas laterales como se observa en las secciones tipo.

Se ha procurado limitar la entrada de caudales de escorrentía al tramo soterrado mediante el proyecto de cunetas perimetrales en coronación de los muros que delimitan la depresión de la plataforma hasta el soterramiento completo.

A continuación se incluye el cálculo del caudal de escorrentía acumulado a considerar en el dimensionamiento del drenaje del tramo soterrado.

Caudales en accesos al soterramiento

I1/Id:	11,0
Po plataforma (mm):	8,0
Po taludes (mm):	5,6

ESCORRENTIA DE PLATAFORMA																
P.K. TRAMO	**Nº Manning**	**Longitud (km)**	**Pend. (%)**	**P50 (mm)**	**Longitud (m)**	**Ancho (m)**	**Pendiente (%)**	**Tc (h)**	**ARF**	**$P_{50areal}$ (mm)**	**I_{50} (mm/h)**	**I1 (mm/h)**	**I (mm/h)**	**C**	**K**	**Q_{50} (m^3/sg)**
Inicio soterramiento	-															
MD																
201+737 a 202+050 MD	0,015	0,313	1,50	118,00	313,0	5,2	5,00	0,142	1,00	118,0	4,92	54,08	158,57	0,783	1,01	0,056
MI																
201+737 a 202+050 MI	0,015	0,313	1,50	118,00	313,0	5,2	5,00	0,142	1,00	118,0	4,92	54,08	158,57	0,783	1,01	0,056
Final soterramiento																
MD																
204+600 a 204+907 MD	0,015	0,307	1,50	118,00	307,0	5,2	5,00	0,141	1,00	118,0	4,92	54,08	159,33	0,783	1,01	0,056
MI																
204+600 a 204+907 MI	0,015	0,307	1,50	118,00	307,0	5,2	5,00	0,141	1,00	118,0	4,92	54,08	159,33	0,783	1,01	0,056

4.2.2 Drenaje en estaciones

En la estación de nuevo proyecto en superficie, Lorca Sutullena, de la alternativa 1,existen puntos bajos en la zona interior de los haces de vías debido a la intersección de las plataformas ferroviarias, de modo que los caudales infiltrados a través de las distintas capas no tendrían salida (ver secciones tipo). Para recoger los caudales de infiltración y escorrentía se empleará un sistema consistente en una cuneta perfilada en la superficie y debajo un relleno filtrante con tubo dren de PVC ranurado ø 300 mm y un colector de hormigón ø 600 mm al que irán descargando los elementos anteriores a través de arquetas cada 50 m aproximadamente.

El desagüe al terreno natural del caudal recogido por este sistema a lo largo de la estación se producirá por ambas márgenes en el PK 203+400 mediante un colector ø 600 mm.

4.2.3 Drenaje en tramo urbano con pantallas acústicas

En la alternativa 1, en los tramos donde se ha proyectado una pantalla acústica, se dispone al pie de la plataforma ferroviaria, en la cara interna de la pantalla, un sistema de cuneta perfilada y debajo un relleno filtrante con tubo dren de PVC ranurado ø 300 mm y un colector de hormigón ø 600 mm, con conexiones mediante arquetas cada 50 m aproximadamente.

APÉNDICES

APÉNDICE 1. ESTUDIO DE PRECIPITACIONES

MÉTODO DE GUMBEL

Proyecto: LORCA
Estación: 7208

Numero de datos= 60

DATOS		ORDENADO	PROBABILIDAD
31.	1	15.	.0093
57.	2	15.	.0259
15.	3	15.	.0426
36.	4	15.	.0592
26.	5	15.	.0758
47.	6	16.	.0925
22.	7	17.	.1091
48.	8	17.	.1257
86.	9	19.	.1424
24.	10	22.	.1590
69.	11	23.	.1756
51.	12	24.	.1923
99.	13	25.	.2089
91.	14	25.	.2255
85.	15	26.	.2422
38.	16	26.	.2588
38.	17	27.	.2754
15.	18	29.	.2921
50.	19	29.	.3087
39.	20	30.	.3253
55.	21	30.	.3420
61.	22	31.	.3586
38.	23	31.	.3752
17.	24	33.	.3919
30.	25	33.	.4085
26.	26	33.	.4251
71.	27	36.	.4418
25.	28	37.	.4584
61.	29	38.	.4750
30.	30	38.	.4917
29.	31	38.	.5083
86.	32	38.	.5250
15.	33	38.	.5416
45.	34	39.	.5582
27.	35	41.	.5749
90.	36	44.	.5915
33.	37	45.	.6081
33.	38	47.	.6248
55.	39	47.	.6414
38.	40	48.	.6580
19.	41	49.	.6747
15.	42	50.	.6913
37.	43	50.	.7079
16.	44	50.	.7246
31.	45	51.	.7412
25.	46	55.	.7578
38.	47	55.	.7745
76.	48	57.	.7911
33.	49	61.	.8077
29.	50	61.	.8244
114.	51	69.	.8410
50.	52	71.	.8576
49.	53	76.	.8743
47.	54	85.	.8909
50.	55	86.	.9075
44.	56	86.	.9242
15.	57	90.	.9408
17.	58	91.	.9574
41.	59	99.	.9741
23.	60	114.	.9907

Numero de datos= 60

DATOS	ORDENADO	PROBABILIDAD

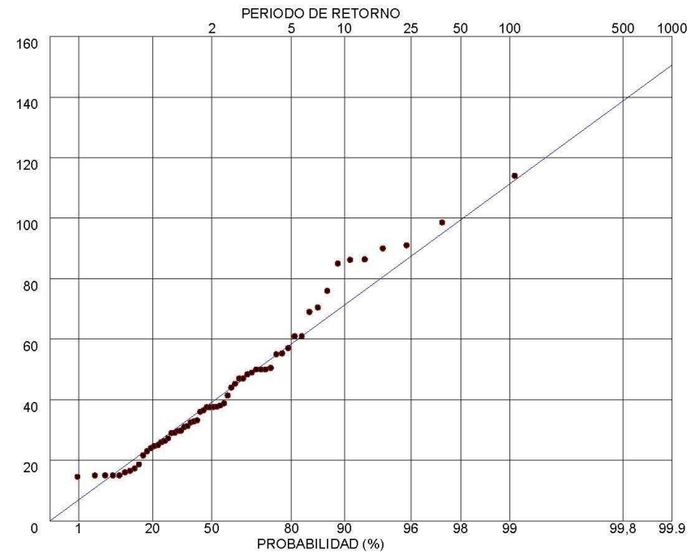
ESTIMAS MAXIMA VEROSIMILITUD FUNCION GUMBEL
X0 = 32.84 ALFA= 17.046

PERIODO RETORNO	PROBABILIDAD NO EXCEDENCIA	VALOR VARIABLE
2.	.50000	39.
5.	.80000	58.
10.	.90000	71.
25.	.96000	87.
50.	.98000	99.
100.	.99000	111.
200.	.99500	123.
500.	.99800	139.
1000.	.99900	151.
2000.	.99950	162.
5000.	.99980	178.
10000.	.99990	190.
20000.	.99995	202.

Proyecto: LORCA
Estación: 7208

Ley: Gumbel

Método: Máxima verosimilitud (ML)



Proyecto: LORCA
Estación: 7205

Numero de datos= 61

DATOS		ORDENADO	PROBABILIDAD
19.	1	14.	.0092
41.	2	16.	.0255
14.	3	16.	.0419
25.	4	19.	.0582
33.	5	19.	.0746
44.	6	20.	.0910
24.	7	21.	.1073
51.	8	21.	.1237
28.	9	22.	.1401
75.	10	23.	.1564
46.	11	24.	.1728
40.	12	24.	.1891
45.	13	24.	.2055
45.	14	25.	.2219
32.	15	27.	.2382
30.	16	27.	.2546
27.	17	27.	.2709
29.	18	28.	.2873
38.	19	28.	.3037
44.	20	28.	.3200
28.	21	29.	.3364
36.	22	29.	.3527
20.	23	30.	.3691
21.	24	32.	.3855
73.	25	32.	.4018
42.	26	33.	.4182
40.	27	36.	.4346
56.	28	36.	.4509
27.	29	36.	.4673
43.	30	36.	.4836
78.	31	38.	.5000
19.	32	38.	.5164
72.	33	38.	.5327
24.	34	40.	.5491
72.	35	40.	.5654
52.	36	40.	.5818
28.	37	41.	.5982
58.	38	42.	.6145
36.	39	43.	.6309
16.	40	44.	.6473
24.	41	44.	.6636
44.	42	44.	.6800
23.	43	45.	.6963
38.	44	45.	.7127
21.	45	45.	.7291
22.	46	46.	.7454
46.	47	46.	.7618
65.	48	46.	.7781
32.	49	51.	.7945
62.	50	52.	.8109
92.	51	55.	.8272
45.	52	56.	.8436
38.	53	58.	.8599
55.	54	62.	.8763
46.	55	65.	.8927
40.	56	72.	.9090
16.	57	72.	.9254
27.	58	73.	.9418
36.	59	75.	.9581
29.	60	78.	.9745

Numero de datos= 61

DATOS		ORDENADO	PROBABILIDAD
36.	61	92.	.9908

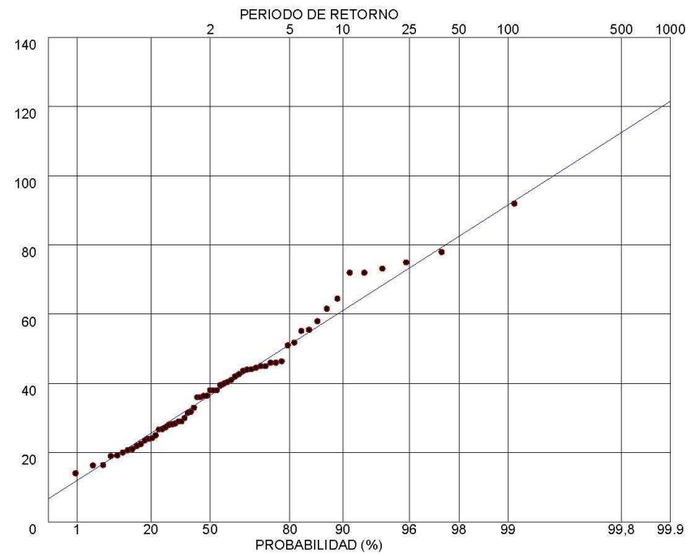
ESTIMAS MAXIMA VEROSIMILITUD FUNCION GUMBEL
X0 = 31.70 ALFA= 13.006

PERIODO RETORNO	PROBABILIDAD NO EXCEDENCIA	VALOR VARIABLE
2.	.50000	36.
5.	.80000	51.
10.	.90000	61.
25.	.96000	73.
50.	.98000	82.
100.	.99000	92.
200.	.99500	101.
500.	.99800	113.
1000.	.99900	122.
2000.	.99950	131.
5000.	.99980	142.
10000.	.99990	151.
20000.	.99995	161.

Proyecto: LORCA
Estación: 7205

Ley: Gumbel

Método: Máxima verosimilitud (ML)



MÉTODO SQRT-ET MAX

Proyecto: LORCA
Estación: 7208

Numero de datos= 60

DATOS		ORDENADO	PROBABILIDAD
31.	1	15.	.0093
57.	2	15.	.0259
15.	3	15.	.0426
36.	4	15.	.0592
26.	5	15.	.0758
47.	6	16.	.0925
22.	7	17.	.1091
48.	8	17.	.1257
86.	9	19.	.1424
24.	10	22.	.1590
69.	11	23.	.1756
51.	12	24.	.1923
99.	13	25.	.2089
91.	14	25.	.2255
85.	15	26.	.2422
38.	16	26.	.2588
38.	17	27.	.2754
15.	18	29.	.2921
50.	19	29.	.3087
39.	20	30.	.3253
55.	21	30.	.3420
61.	22	31.	.3586
38.	23	31.	.3752
17.	24	33.	.3919
30.	25	33.	.4085
26.	26	33.	.4251
71.	27	36.	.4418
25.	28	37.	.4584
61.	29	38.	.4750
30.	30	38.	.4917
29.	31	38.	.5083
86.	32	38.	.5250
15.	33	38.	.5416
45.	34	39.	.5582
27.	35	41.	.5749
90.	36	44.	.5915
33.	37	45.	.6081
33.	38	47.	.6248
55.	39	47.	.6414
38.	40	48.	.6580
19.	41	49.	.6747
15.	42	50.	.6913
37.	43	50.	.7079
16.	44	50.	.7246
31.	45	51.	.7412
25.	46	55.	.7578
38.	47	55.	.7745
76.	48	57.	.7911
33.	49	61.	.8077
29.	50	61.	.8244
114.	51	69.	.8410
50.	52	71.	.8576
49.	53	76.	.8743
47.	54	85.	.8909
50.	55	86.	.9075
44.	56	86.	.9242
15.	57	90.	.9408
17.	58	91.	.9574
41.	59	99.	.9741
23.	60	114.	.9907

Numero de datos= 60

DATOS	ORDENADO	PROBABILIDAD

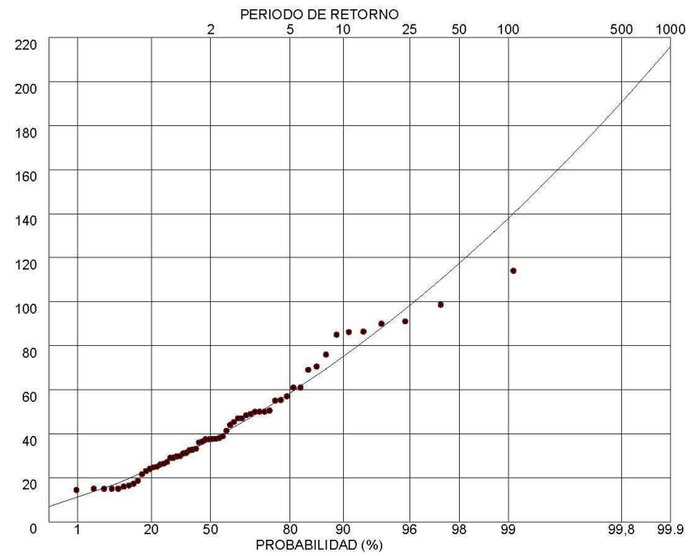
ESTIMAS MAXIMA VEROSIMILITUD FUNCION SQRT
LANDA= 20.05 BETA= .724

PERIODO RETORNO	PROBABILIDAD NO EXCEDENCIA	VALOR RESULTANTE
2.	.50000	37.
5.	.80000	59.
10.	.90000	75.
25.	.96000	99.
50.	.98000	117.
100.	.99000	139.
200.	.99500	159.
500.	.99800	191.
1000.	.99900	215.
2000.	.99950	242.
5000.	.99980	280.
10000.	.99990	309.
20000.	.99995	341.

Proyecto: LORCA
Estación: 7208

Ley: SQRT

Método: Máxima verosimilitud (ML)



Proyecto: LORCA
Estación: 7205

Numero de datos= 61

DATOS		ORDENADO	PROBABILIDAD
19.	1	14.	.0092
41.	2	16.	.0255
14.	3	16.	.0419
25.	4	19.	.0582
33.	5	19.	.0746
44.	6	20.	.0910
24.	7	21.	.1073
51.	8	21.	.1237
28.	9	22.	.1401
75.	10	23.	.1564
46.	11	24.	.1728
40.	12	24.	.1891
45.	13	24.	.2055
45.	14	25.	.2219
32.	15	27.	.2382
30.	16	27.	.2546
27.	17	27.	.2709
29.	18	28.	.2873
38.	19	28.	.3037
44.	20	28.	.3200
28.	21	29.	.3364
36.	22	29.	.3527
20.	23	30.	.3691
21.	24	32.	.3855
73.	25	32.	.4018
42.	26	33.	.4182
40.	27	36.	.4346
56.	28	36.	.4509
27.	29	36.	.4673
43.	30	36.	.4836
78.	31	38.	.5000
19.	32	38.	.5164
72.	33	38.	.5327
24.	34	40.	.5491
72.	35	40.	.5654
52.	36	40.	.5818
28.	37	41.	.5982
58.	38	42.	.6145
36.	39	43.	.6309
16.	40	44.	.6473
24.	41	44.	.6636
44.	42	44.	.6800
23.	43	45.	.6963
38.	44	45.	.7127
21.	45	45.	.7291
22.	46	46.	.7454
46.	47	46.	.7618
65.	48	46.	.7781
32.	49	51.	.7945
62.	50	52.	.8109
92.	51	55.	.8272
45.	52	56.	.8436
38.	53	58.	.8599
55.	54	62.	.8763
46.	55	65.	.8927
40.	56	72.	.9090
16.	57	72.	.9254
27.	58	73.	.9418
36.	59	75.	.9581
29.	60	78.	.9745

Numero de datos= 61

DATOS		ORDENADO	PROBABILIDAD
36.	61	92.	.9908

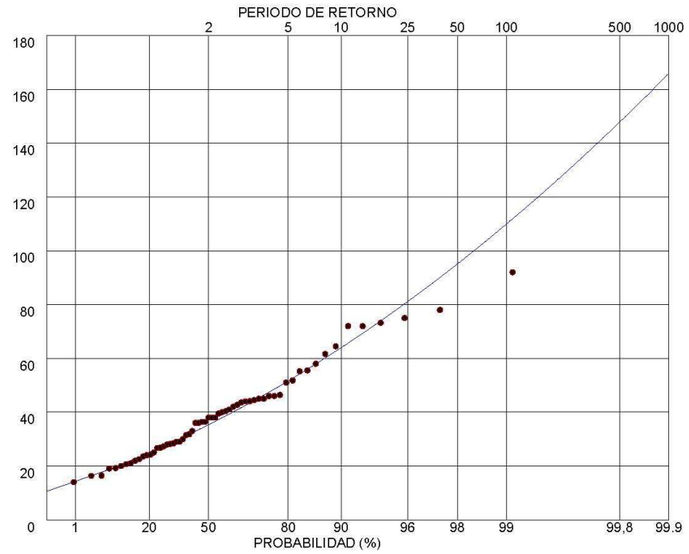
ESTIMAS MAXIMA VEROSIMILITUD FUNCION SQRT
LANDA= 47.18 BETA= 1.087

PERIODO RETORNO	PROBABILIDAD NO EXCEDENCIA	VALOR RESULTANTE
2.	.50000	35.
5.	.80000	52.
10.	.90000	64.
25.	.96000	81.
50.	.98000	95.
100.	.99000	110.
200.	.99500	126.
500.	.99800	148.
1000.	.99900	165.
2000.	.99950	185.
5000.	.99980	212.
10000.	.99990	233.
20000.	.99995	255.

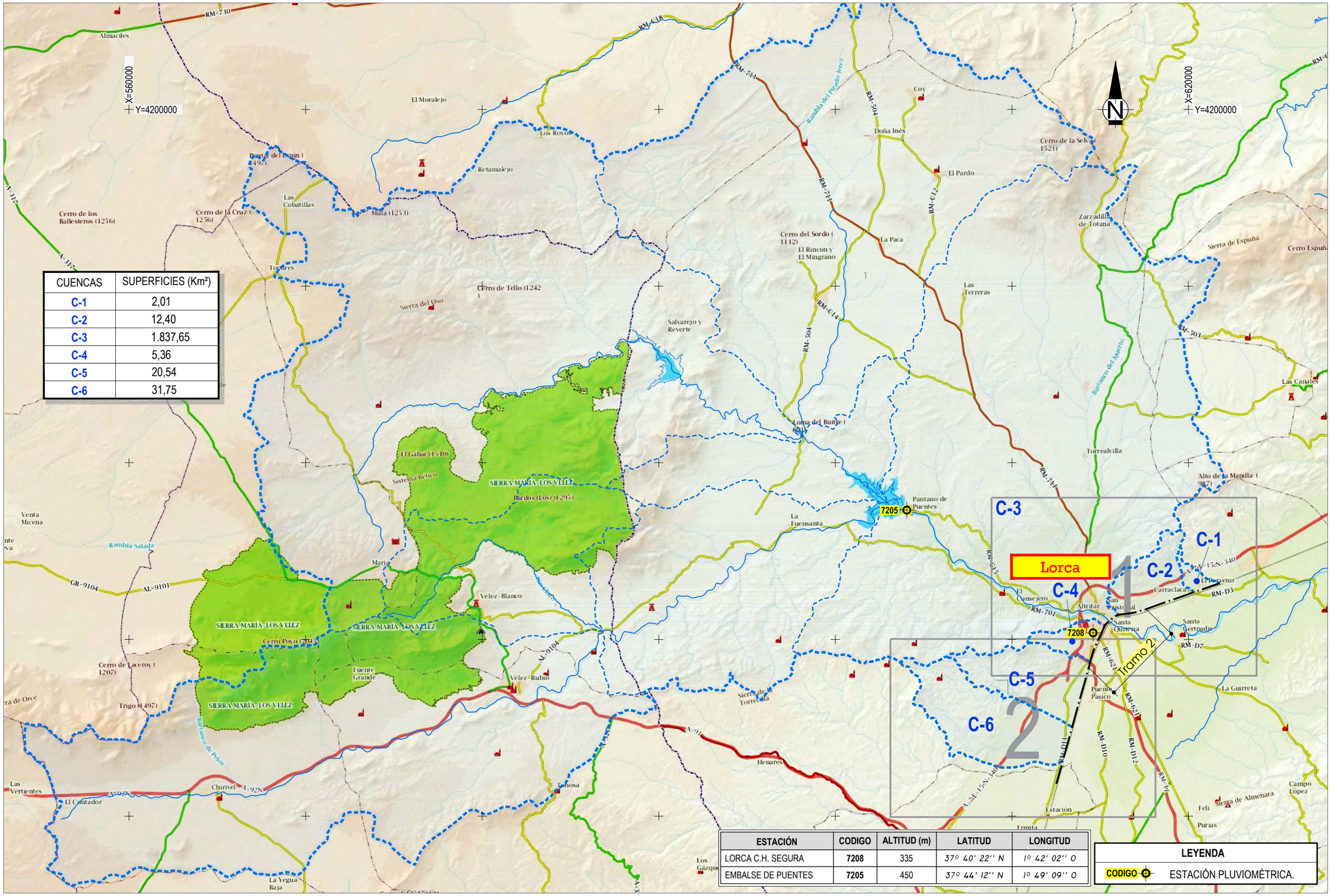
Proyecto: LORCA
Estación: 7205

Ley: SQRT

Método: Máxima verosimilitud (ML)



APÉNDICE 2. PLANOS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS Y CUENCAS DEL ESTUDIO DE ALTERNATIVAS



CUENCAS	SUPERFICIES (Km²)
C-1	2,01
C-2	12,40
C-3	1.837,65
C-4	5,36
C-5	20,54
C-6	31,75

ESTACIÓN	CODIGO	ALTITUD (m)	LATITUD	LONGITUD
LORCA C.H. SEGURA	7208	335	37º 40' 22'' N	1º 42' 02'' O
EMBALSE DE PUENTES	7205	450	37º 44' 12'' N	1º 49' 09'' O

LEYENDA

CODIGO — ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA.

MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES

TÍTULO

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS
DEL PROYECTO DE INTEGRACIÓN URBANA Y ADAPTACIÓN
A ALTAS PRESTACIONES DE LA RED FERROVIARIA DE LORCA.
TRAMO 2

AUTOR

getinsa GEOCONTROL

JUAN MANUEL FERNÁNDEZ JIMÉNEZ

ESCALA ORIGINAL A1

1:100.000

0 1 2 4 Km

NUMÉRICA GRÁFICA

FECHA

NOVIEMBRE 2014

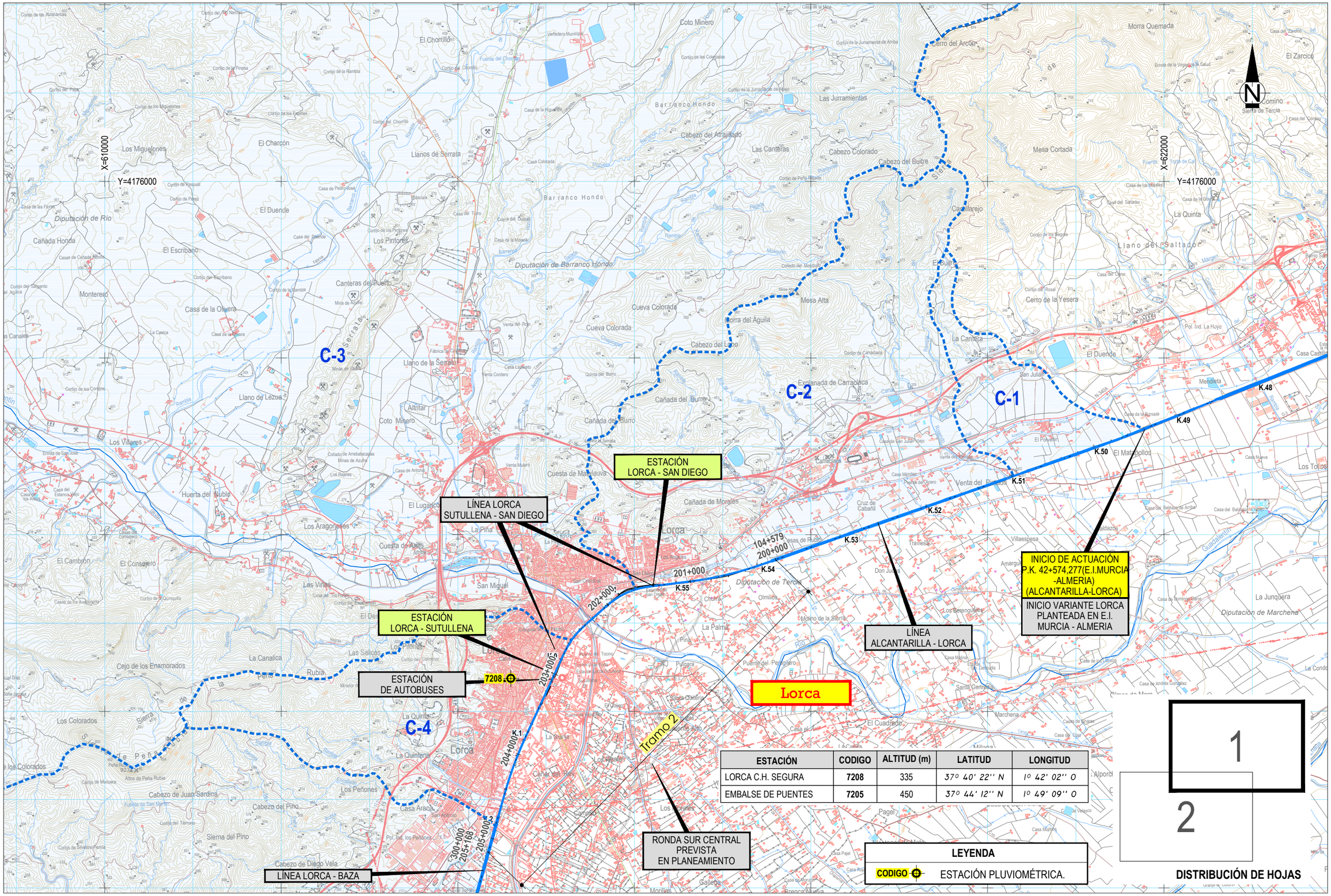
Nº DE PLANO

Anejo 5. 1

HOJA 1 DE 1

TÍTULO DEL PLANO

CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA Y DRENAJE
PLANTA

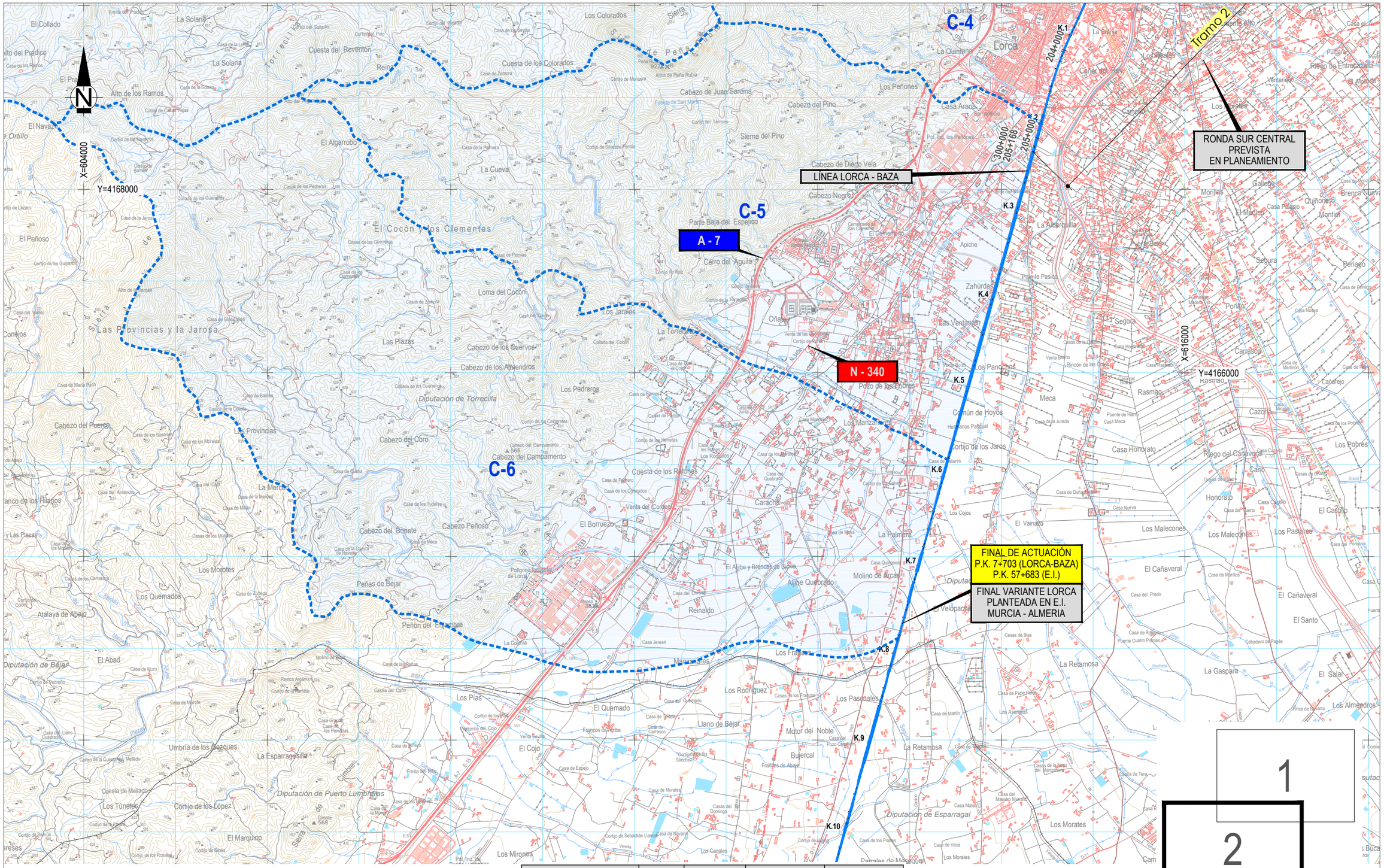


ESTACIÓN	CODIGO	ALTITUD (m)	LATITUD	LONGITUD
LORCA C.H. SEGURA	**7208**	335	37º 40' 22'' N	1º 42' 02'' O
EMBALSE DE PUENTES	**7205**	450	37º 44' 12'' N	1º 49' 09'' O

LEYENDA

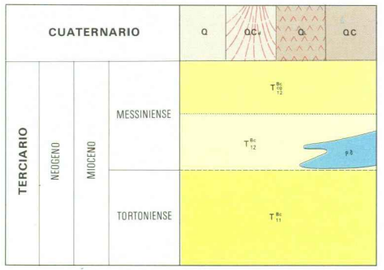
CODIGO — ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA.

MINISTERIO DE FOMENTO	SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES	TÍTULO ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DEL PROYECTO DE INTEGRACIÓN URBANA Y ADAPTACIÓN A ALTAS PRESTACIONES DE LA RED FERROVIARIA DE LORCA. TRAMO 2	AUTOR getinsa GEOCONTROL JUAN MANUEL FERNÁNDEZ JIMÉNEZ	ESCALA ORIGINAL A1 1:20.000 0 200 400 800 m NUMÉRICA GRÁFICA	FECHA NOVIEMBRE 2014	Nº DE PLANO **Anejo 5. 2** HOJA 1 DE 2	TÍTULO DEL PLANO CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA Y DRENAJE PLANTA


C-4
C-5
C-6
Tramo 2
RONDA SUR CENTRAL PREVISTA EN PLANEAMIENTO
LÍNEA LORCA - BAZA
A - 7
N - 340
FINAL DE ACTUACIÓN
P.K. 7+703 (LORCA-BAZA)
P.K. 57+683 (E.I.)
FINAL VARIANTE LORCA PLANTEADA EN E.I. MURCIA - ALMERIA
204+000
205+003
205+168
300+000
K.1
K.3
K.4
K.5
K.6
K.7
K.8
K.9
K.10
X=604000
Y=4168000
X=616000
Y=4166000
N
Lorca
Apiche
Zahúrdas
Las Ventanas
Los Panchos
Común de Hoyos
Cortijo de los Jaros
Meca
Rasmao
Casa Honorato
Los Malecones
El Cañaveral
El Vainazo
La Palmera
Caracha
Reinado
Los Frailes
Los Pasquales
Los Rodríguez
Motor del Noble
Buercal
La Retamosa
Los Morates
Los Mirones
Los Plas
Llano de Béjar
El Quemado
Diputación de Béjar
Diputación de Puerto Lumbreras
Diputación de Esparragal
Las Provincias y la Jarosa
El Cocón y los Clementes
Diputación de Torrecilla
Sierra de Peña Rubia
Sierra de Béjar
Sierra de Cimbres
Sierra de Enmedio
Sierra de Las Moras
Sierra de Torrecilla
Sierra de Los Gemelos
Sierra de Los Cuchillos
Sierra de Los Cuchillos
Sierra de Los Cuchill

LORCA	953
	25-38

LEYENDA

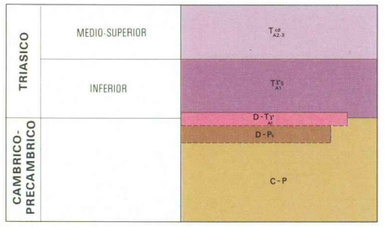


- Q. Derrubios de ladera
- Qc Coluvial
- Q Gravas, arenas y limos
- QC Conos de deyeccion
- Conglomerados groseros
- Margas y arenas margosas
- Riodacitas
- Conglomerados, arcillas rojas, areniscas y margas claras

COMPLEJO MALAGUIDE

- J Calizas
- Dolomias oscuras recristalizadas
- Areniscas, cuarcitas y conglomerados
- D-H Grauwacas, areniscas y pizarras

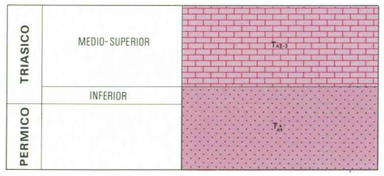
COMPLEJO ALPUJARRIDE



- Calizas y dolomias grises recristalizadas
- Filitas, cuarcitas y areniscas
- D-Ty Micaesquistos y filitas claras
- D-P Cuarcitas claras, areniscas, filitas y metaconglomerados
- C-P Cuarcitas y micaesquistos negros con granates, estaurolita y cloritoides

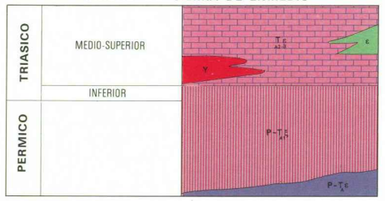
UNIDADES INTERMEDIAS

UNIDAD DE SIERRA DE LA ALMENARA



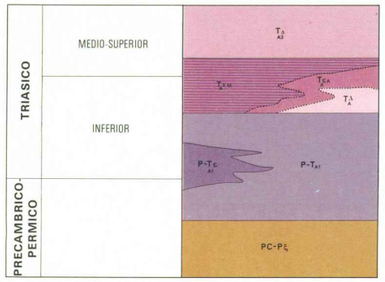
- Calizas recristalizadas color crema
- Areniscas rojas, filtas y cuarcitas

UNIDAD DE SIERRA DE ENMEDIO



- Calizas recristalizadas
- Y Yesos
- ε Diabasas y metabasitas
- Pizarras, filitas y cuarcitas
- Diabasas y metabasitas

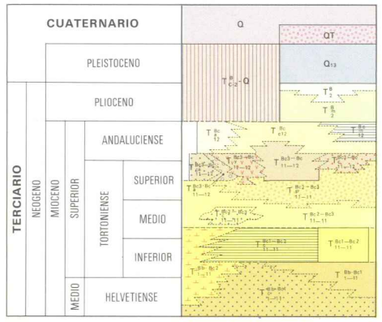
COMPLEJO NEVADO-FILABRIDE



- Mármoles calizos y dolomíticos de color crema
- Mármoles fajeados
- Anfibolitas epidóticas y gneis albíticos
- Micacitas con granates
- Diabasas y metabasitas
- Cuarcitas claras, micaesquistos plateados y gneises albíticos
- Micaesquistos, cuarcitas negras con granates, estaurolita y cloritoides

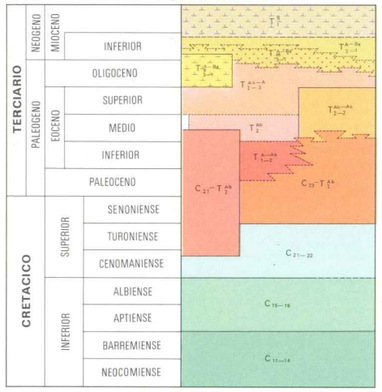
LEYENDA

SEDIMENTOS POST-MANTOS



- Q Indiferenciado
- QT Terrazas
- Q13 Conglomerados
- Conglomerados, areniscas y calizas
- Arenas, arcillas y margas
- Conglomerados, a veces encalichados
- Marga, arenisca y caliza
- Margas y arenas, y niveles de conglomerado
- Conglomerado poligénico y margas rojizas
- Calcarenita con niveles de conglomerado
- Alternancia de conglomerado, arenisca y marga
- Margas arenosas, pudingas intercaladas
- Margas yesíferas y potentes bancos de yeso
- Calcarenita
- Pudingas y margas
- Margas
- Conglomerados
- Calcarenita, intercalaciones de conglomerados, areniscas y margas
- Areniscas y margas
- Margas y areniscas
- Margas, yesos azulados, areniscas y conglomerados
- Conglomerado poligénico

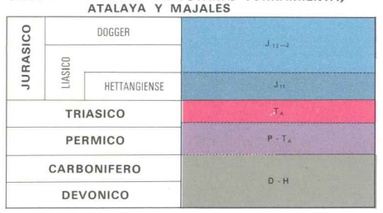
UNIDAD ALQUERIA (SUBBETICO)



- Margas
- Alternancia de calizas margosas y margas
- Alternancia de margas arenosas y calizas arenosas
- Margas verdes y areniscas
- Calizas
- Alternancia de calizas margosas y margas
- Calizas margosas y margas
- Alternancia de margas con yesos y calizas margosas
- Margas y margocalizas
- Margas y margocalizas
- Margocalizas con silex
- Margas
- Margas y margocalizas

COMPLEJO MALAGUIDE

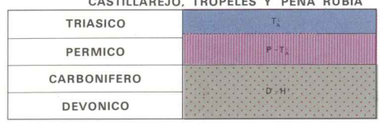
UNIDADES: MORRON DE TOTANA, JURRAMIENTA, ATALAYA Y MAJALES



- Calizas grises
- Dolomias
- Calizas y dolomias grises a veces con silex en la base
- Argilitas rojizas, cuarcitas, conglomerados, areniscas, pizarras rojas y yesos
- Grauvacas verdosas y carbonatos

UNIDADES INTERMEDIAS

UNIDADES: MORRON LARGO, SANTA-YECHAR, ARCON, CASTILLAREJO, TROPELES Y PEÑA RUBIA



- Carbonatos negruzcos, dolomíticos y grises, a veces con silex en la base
- Argilitas rojas, pizarras y cuarcitas
- Pizarra gris, grauvacas y cuarcitas

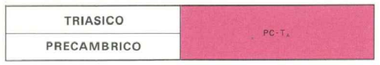
COMPLEJO ALPUJARRIDE

UNIDADES: GUILLERMOS, MOLINOS, CORTADA Y SALTADOR

- Dolomias y calizas dolomiticas gris oscuro y azuladas
- Pizarras rojizas, cuarcitas, filitas gris azuladas, púrpura, violáceas y verde claro
- Cuarcitas, filitas grises y micaesquistos
- Micaesquistos, cuarcitas y dolomias marmóreas

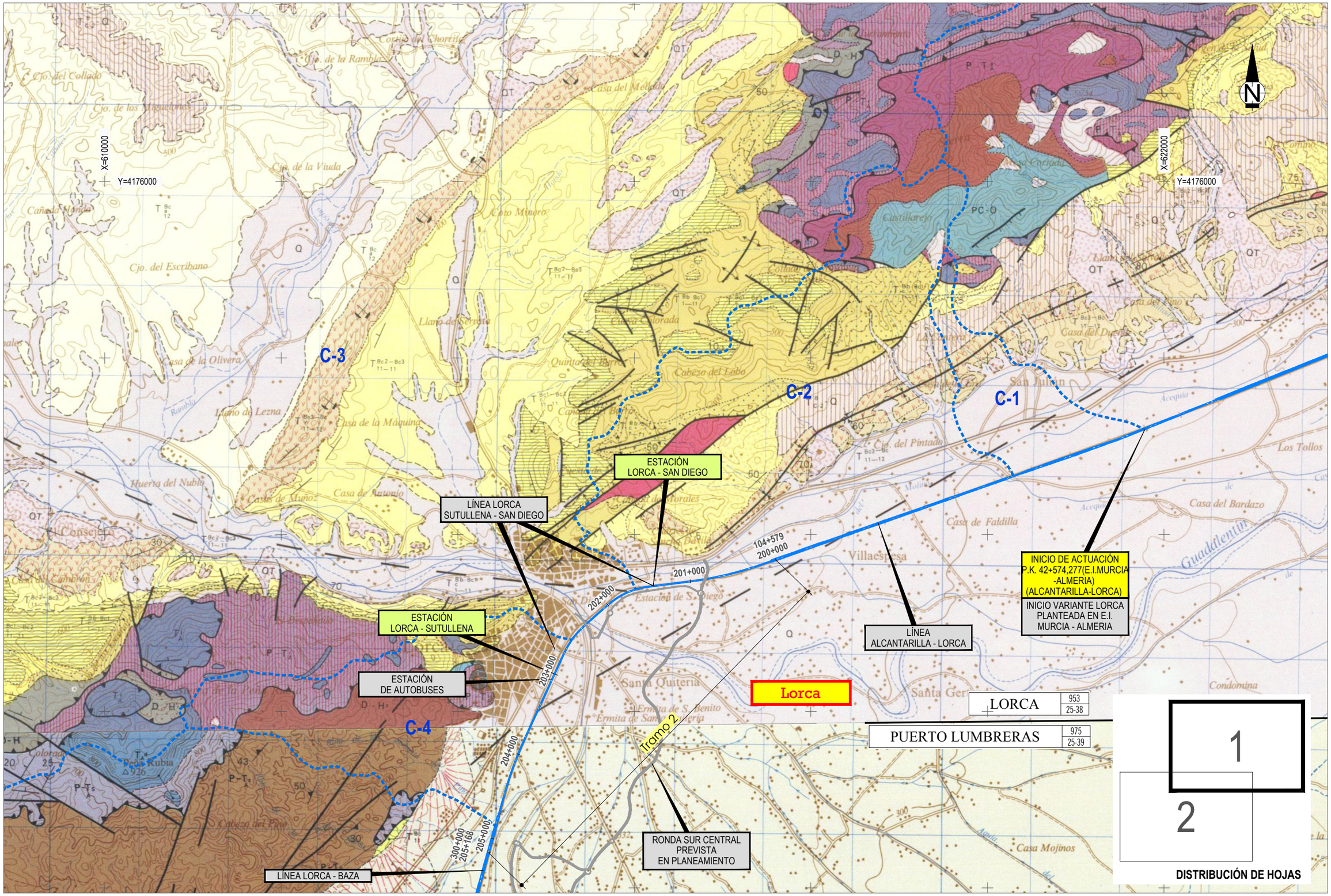
PUERTO LUMBRERAS	975
	25-39

BETICO INDIFERENCIADO



- PC-T Carbonatos, filitas y cuarcitas.

MINISTERIO DE FOMENTO SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES	TÍTULO ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DEL PROYECTO DE INTEGRACIÓN URBANA Y ADAPTACIÓN A ALTAS PRESTACIONES DE LA RED FERROVIARIA DE LORCA. TRAMO 2	AUTOR getinsa GEOCONTROL JUAN MANUEL FERNÁNDEZ JIMÉNEZ	ESCALA ORIGINAL A1 SIN ESCALA NUMÉRICA GRÁFICA	FECHA NOVIEMBRE 2014	Nº DE PLANO **Anejo 5. 3** HOJA 0 DE 2	TÍTULO DEL PLANO CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA Y DRENAJE PLANTA DE GEOLOGIA



MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES

TÍTULO

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS
DEL PROYECTO DE INTEGRACIÓN URBANA Y ADAPTACIÓN
A ALTAS PRESTACIONES DE LA RED FERROVIARIA DE LORCA.
TRAMO 2

AUTOR

getinsa GEOCONTROL

JUAN MANUEL FERNÁNDEZ JIMÉNEZ

ESCALA ORIGINAL A1

1:20.000

0 200 400 800 m

NUMÉRICA GRÁFICA

FECHA

NOVIEMBRE 2014

Nº DE PLANO

Anejo 5. 3

HOJA 1 DE 2

TÍTULO DEL PLANO

CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA Y DRENAJE
PLANTA DE GEOLOGIA

LORCA 953 / 25-38

PUERTO LUMBRERAS 975 / 25-39

N

X=604000

Y=4168000

C-4

C-5

C-6

Tramo 2

RONDA SUR CENTRAL PREVISTA EN PLANEAMIENTO

LÍNEA LORCA - BAZA

300+000
205+168
205+000
204+000

A - 7

N - 340

X=616000

Y=4166000

FINAL DE ACTUACIÓN
P.K. 7+703 (LORCA-BAZA)
P.K. 57+683 (E.I.)

FINAL VARIANTE LORCA PLANTEADA EN E.I. MURCIA - ALMERIA

Ermita de Santa Cruz

Casa del Bainaro

Casa Castillo

Cabezo del Campamen

Cabezo del Bonete

Cabezo del Peñoso

Venta del Coronel

Jaresa

Béjar

Cuesta del Mellado

Erta. de Lumbreras

1

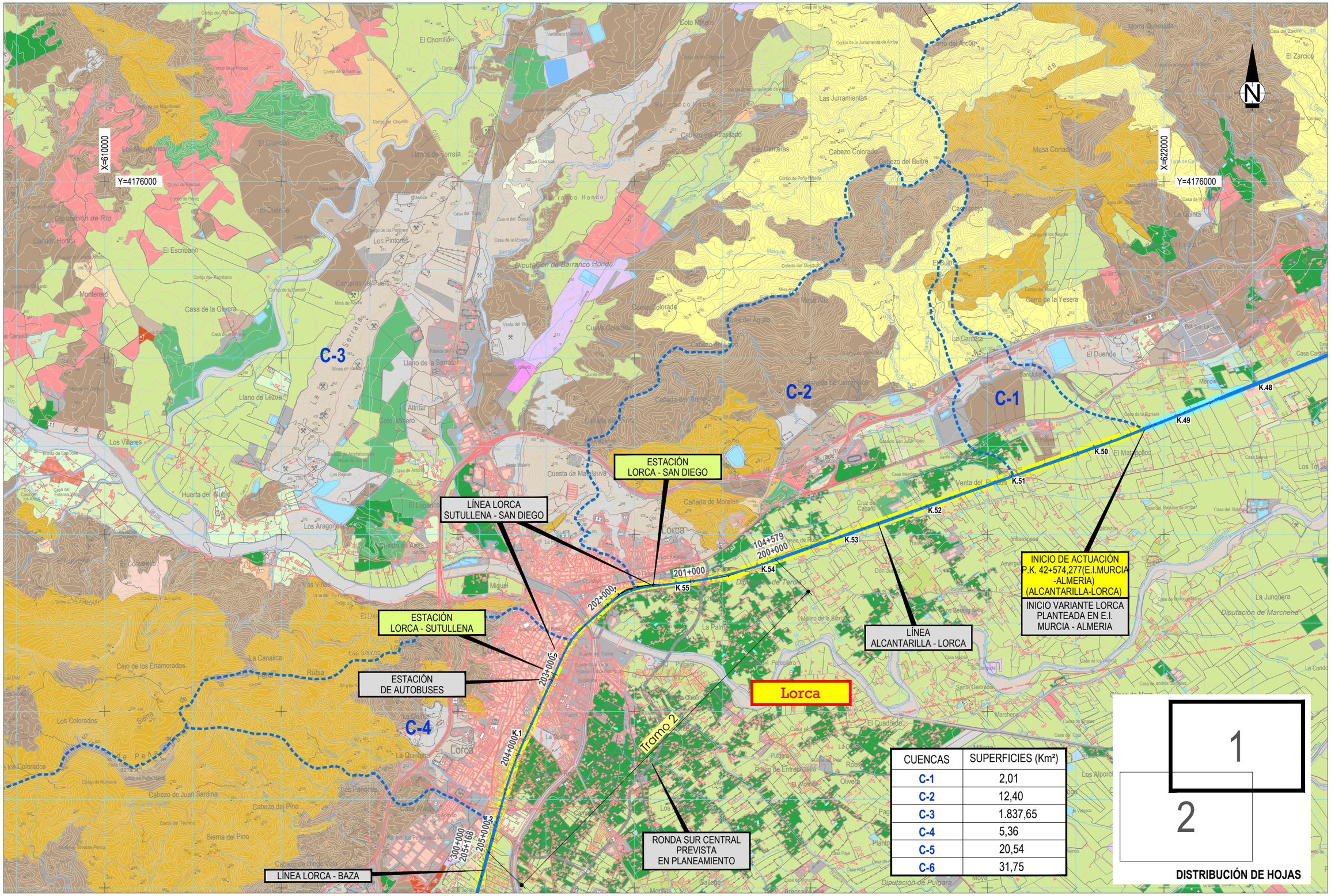
2

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

MINISTERIO DE FOMENTO SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES	TÍTULO ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DEL PROYECTO DE INTEGRACIÓN URBANA Y ADAPTACIÓN A ALTAS PRESTACIONES DE LA RED FERROVIARIA DE LORCA. TRAMO 2	AUTOR getinsa GEOCONTROL JUAN MANUEL FERNÁNDEZ JIMÉNEZ	ESCALA ORIGINAL A1 1:20.000 0 200 400 800 m NUMÉRICA GRÁFICA	FECHA NOVIEMBRE 2014	Nº DE PLANO Anejo 5. 3 HOJA 2 DE 2	TÍTULO DEL PLANO CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA Y DRENAJE PLANTA DE GEOLOGIA

LEYENDA

- ASOCIACIÓN CULTIVOS HERBÁCEOS Y CULTIVOS LEÑOSOS
- ASOCIACIÓN CULTIVOS HERBÁCEOS Y PASTIZAL
- ASOCIACIÓN CULTIVOS HERBÁCEOS Y PASTIZAL + IMPRODUCTIVO.
- ASOCIACIÓN CULTIVOS Y CONÍFERAS + IMPRODUCTIVO.
- ASOCIACIÓN CULTIVOS Y PASTIZAL.
- ASOCIACIÓN CULTIVOS Y PASTIZAL + IMPRODUCTIVO.
- ASOCIACIÓN PASTIZAL Y CONÍFERAS.
- ASOCIACIÓN PASTIZAL Y CONÍFERAS + IMPRODUCTIVO.
- ASOCIACIÓN PASTIZAL Y CULTIVOS LEÑOSOS.
- ASOCIACIÓN PASTIZAL Y CULTIVOS LEÑOSOS + IMPRODUCTIVO.
- ASOCIACIÓN PASTIZAL Y CULTIVOS LEÑOSOS + SUELO DESNUDO.
- CONÍFERAS.
- CULTIVOS + IMPRODUCTIVO.
- CULTIVOS HERBÁCEOS.
- CULTIVOS HERBÁCEOS + IMPRODUCTIVO.
- CULTIVOS HERBÁCEOS + SUELO DESNUDO.
- CULTIVOS LEÑOSOS.
- CULTIVOS LEÑOSOS + IMPRODUCTIVO.
- CULTIVOS LEÑOSOS + SUELO DESNUDO.
- FRUTALES CÍTRICOS.
- FRUTALES NO CÍTRICOS.
- IMPRODUCTIVO.
- LÁMINA DE AGUA ARTIFICIAL.
- OLIVAR.
- PASTIZAL.
- PASTIZAL + IMPRODUCTIVO.
- PASTIZAL + SUELO DESNUDO.
- SUELO DESNUDO.
- VIÑEDO.



CUENCAS	SUPERFICIES (Km²)
C-1	2,01
C-2	12,40
C-3	1.837,65
C-4	5,36
C-5	20,54
C-6	31,75

MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES

TÍTULO

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS
DEL PROYECTO DE INTEGRACIÓN URBANA Y ADAPTACIÓN
A ALTAS PRESTACIONES DE LA RED FERROVIARIA DE LORCA.
TRAMO 2

AUTOR

getinsa GEOCONTROL

JUAN MANUEL FERNÁNDEZ JIMÉNEZ

ESCALA ORIGINAL A1

1:20.000

0 200 400 800 m

NUMÉRICA GRÁFICA

FECHA

NOVIEMBRE 2014

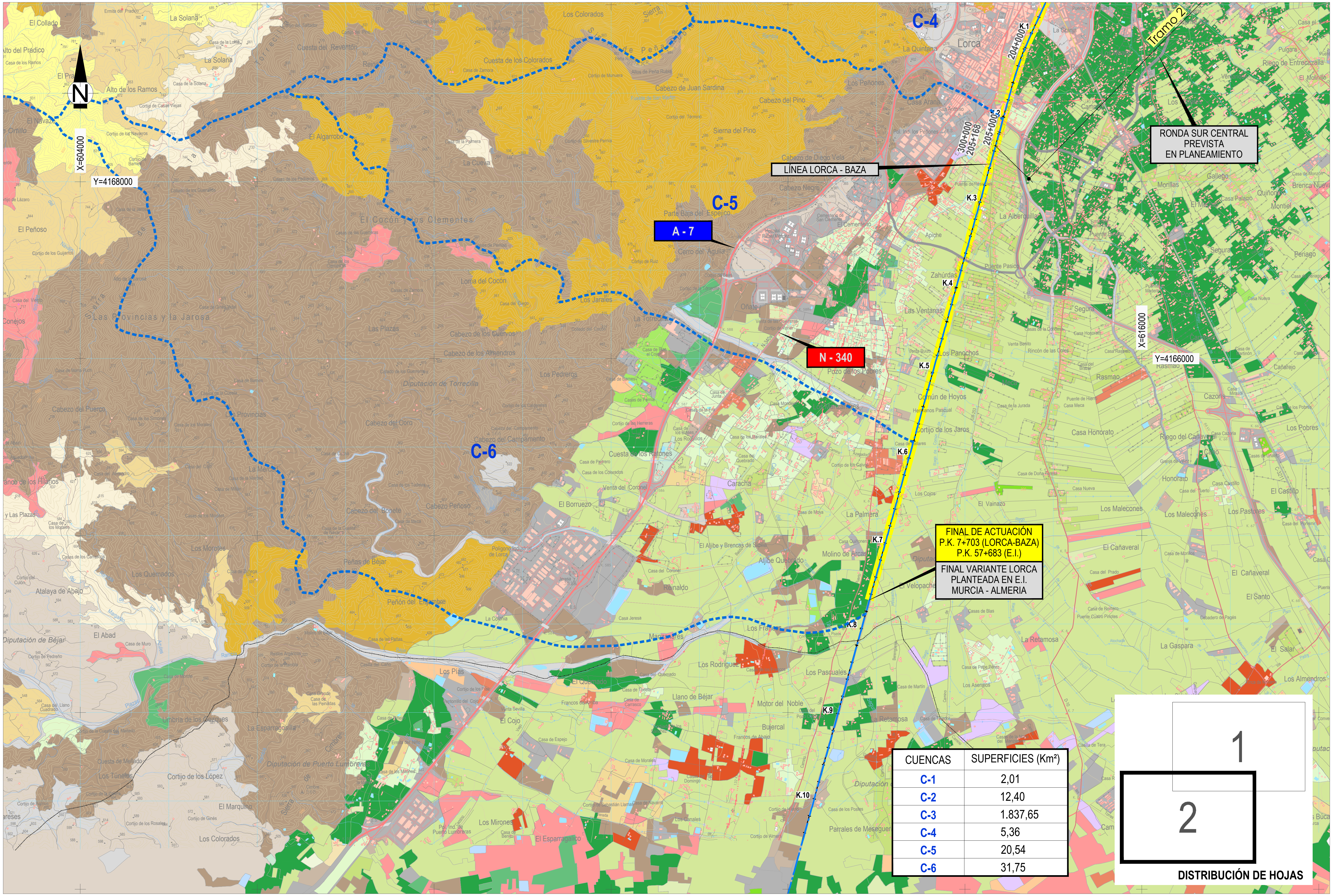
Nº DE PLANO

Anejo 5. 4

HOJA 1 DE 2

TÍTULO DEL PLANO

CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA Y DRENAJE
OCUPACIÓN DEL SUELO



CUENCAS	SUPERFICIES (Km²)
C-1	2,01
C-2	12,40
C-3	1.837,65
C-4	5,36
C-5	20,54
C-6	31,75

MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES

TÍTULO: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DEL PROYECTO DE INTEGRACIÓN URBANA Y ADAPTACIÓN A ALTAS PRESTACIONES DE LA RED FERROVIARIA DE LORCA. TRAMO 2

AUTOR: getinsa GEOCONTROL — JUAN MANUEL FERNÁNDEZ JIMÉNEZ

ESCALA ORIGINAL A1: NUMÉRICA 1:20.000 — GRÁFICA 0 200 400 800 m

FECHA: NOVIEMBRE 2014

Nº DE PLANO: Anejo 5. 4 — HOJA 2 DE 2

TÍTULO DEL PLANO: CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA Y DRENAJE. OCUPACIÓN DEL SUELO

APÉNDICE Nº 3. ESTUDIO HIDRÁULICO DE LA RAMBLA DE LAS CHATAS Y DE LA SEÑORITA

APÉNDICE Nº 3:

ESTUDIO HIDRÁULICO DE LA RAMBLA DE LAS CHATAS Y DE LA SEÑORITA

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 1
1.1 GENERALIDADES 1
1.2 PERIODOS DE RETORNO 1
1.3 CUENCAS 1
2 OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL EN ALTERNATIVA 1 - SUPERFICIE 2
2.1 TIPO Y ENCAJE DE LAS OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL 2
2.2 CÁLCULO DE CAUDALES 2
2.2.1 Intensidad de precipitación 3
2.2.2 Coeficiente de escorrentía 5
2.2.3 Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación 7
2.2.4 Caudales de cálculo 7
2.3 COMPROBACIÓN HIDRÁULICA 9
3 MODELO HIDRÁULICO 16
3.1 INTRODUCCIÓN 16
3.2 ESTUDIO HIDRÁULICO 16
3.3 RESULTADOS 17
4 CONCLUSIONES 22

PLANOS

PLANO 1. PLANTA DE CUENCAS ESCALA 1:25.000

PLANO 2. PLANTA GEOLÓGICA ESCALA 1:25.000

PLANO 3. OCUPACIÓN DEL SUELO ESCALA 1:25.000

PLANO 4. MODELO HIDRÁULICO (HEC-RAS)

1 INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

El objetivo del presente documento consiste en analizar la influencia que, desde el punto de vista hidráulico, las dos (2) alternativas ferroviarias planteadas (Alternativa 1 – Superficie y Alternativa 2 – Soterrada) pudieran tener sobre la Rambla de las Chatas y sobre la Rambla de la Señorita a su paso por la localidad de Lorca.

La alternativa 1 – Superficie lleva asociada el diseño de sendas Obras de Drenaje Transversal – ODTs a su paso por las ramblas anteriormente citadas, cuya geometría y funcionamiento hidráulico se definen a continuación.

Asimismo, se realiza un modelo hidráulico de ambas alternativas con objeto de acotar las láminas de inundación generadas por ambas soluciones y su impacto en el entorno próximo.

En síntesis, el presente estudio de drenaje consta de los siguientes aspectos:

- Recopilación de todos los datos y condicionantes que pudieran afectar a la definición del drenaje de la Rambla de las Chatas y Rambla de la Señorita y cálculo de los caudales de aportación de las cuencas asociadas.
- Justificación de la capacidad hidráulica de las obras de drenaje transversal proyectadas en la Alternativa 1 - Superficie para evacuar los caudales circulantes por dichas ramblas.
- Definición de un modelo hidráulico basado en perfiles transversales de ambas ramblas (procesado mediante el programa HEC-RAS) para las dos alternativas planteadas, con el objetivo de descartar cualquier afección de la lámina de agua a la nueva línea férrea.

Este estudio se ha realizado conforme a lo establecido en la Norma 5.2-IC Drenaje Superficial (B.O.E. 10 de marzo de 2016).

1.2 PERIODOS DE RETORNO

Para establecer los períodos de retorno que se utilizarán en el cálculo se sigue la normativa vigente.

El mínimo período de retorno a considerar en las obras de drenaje transversal es de 100 años (apartado 1.3.2 de la 5.2-IC). En el presente proyecto se ha considerado un periodo de retorno de 500 años acorde a los criterios habituales fijados por ADIF en sus recomendaciones para el diseño de líneas de alta velocidad, con objeto de asegurar la no afección a la superestructura de vía (daños a la propia vía o contaminación del balasto).

1.3 CUENCAS

Se definen las cuencas de aportación de ambas ramblas y calculan sus respectivos caudales. El área de las mismas se indica a continuación:

CUENCA	ÁREA (m^2)	ÁREA (km^2)
C1 – LAS CHATAS	812.729,47	0,8127
C2 – LA SEÑORITA	2.174.163,84	2,1742

2 OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL EN ALTERNATIVA 1 - SUPERFICIE

2.1 TIPO Y ENCAJE DE LAS OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL

La tipología de las Obras de Drenaje Transversal - ODTs a disponer en la Alternativa 1 – Superficie se establece de forma que su comportamiento hidráulico sea satisfactorio. Se han proyectado obras de tipo marco con las siguientes dimensiones:

- Rambla de Las Chatas:
  - Marco 3 x (3,00 x 2,00) m
  - P.K. 204+268
  - El encaje de la ODT se realiza sin modificar el cauce actual de la rambla. La cota de la solera de la ODT proyectada en este punto se sitúa por tanto en los 322,856 m.
- Rambla de La Señorita:
  - Marco 3 x (3,00 x 2,50) m
  - P.K. 204+565
  - El encaje de la ODT se realiza deprimiendo la embocadura del marco hasta la cota 320,751 m. La cota de solera a la entrada se sitúa 2,014 m bajo la cota actual de la rambla en este punto, entorno a los 322,765 m.
  - Esta actuación lleva asociada la adaptación del perfil longitudinal de la rambla actual, tanto aguas arriba como aguas abajo de la ODT proyectada conforme al siguiente detalle:
    - Aguas arriba de la ODT se ajusta el perfil de la rambla iniciando la excavación en la cota 325,170 m hasta los 320,751 m de la embocadura. Esta transición se desarrolla en aproximadamente cien metros (103,50 m), tramo de la rambla comprendido entre la Calle Camino Viejo del Puerto y la vía de ferrocarril actual, dotando al cauce de una pendiente uniforme del 4,27%.
    - Aguas abajo de la ODT se ajusta el perfil de la rambla excavando hasta encontrar la cota de salida, situada en los 319,610 m. Esta cota se alcanza aproximadamente a noventa metros (91,00 m) de la salida de la ODT (cota 320,686 m), tramo de la rambla comprendido entre la vía de ferrocarril actual y la Calle Sutullena, dotando al cauce de una pendiente uniforme de 1,18%.

2.2 CÁLCULO DE CAUDALES

Las cuencas de aportación se ubican en la región número setenta y dos (72) que caracteriza el coeficiente corrector del umbral de escorrentía (figura 2.9 de la Norma 5.2-IC). Para la obtención de los caudales de cálculo se utiliza el modelo regional desarrollado en el capítulo "*2.3 Método de cálculo para las cuencas pequeñas del Levante y Sureste peninsular*" de la Norma 5.2-IC.

$$Q_T = \varphi \cdot Q_{10}^{\lambda}$$

Donde:

Q_T	(m³/s)	Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno T (500 años)
Q_{10}	(m³/s)	Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno de diez (10) años, calculado el coeficiente corrector del umbral de escorrentía sin efectuar correcciones asociadas al nivel de confianza del ajuste estadístico utilizado
φ	6,9135	Coeficiente propio de la región (72) y periodo de retorno considerados (500 años)
λ	1,2631	Exponente propio de la región (72) y periodo de retorno considerados (500 años)

El cálculo del Q_{10} se realiza mediante el método racional, conforme a la siguiente expresión:

$$Q_{10} = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3{,}6}$$

Donde:

Q_T	(m^3/s)	Caudal máximo anual correspondiente al periodo de retorno T (10 años), en el punto de desagüe de la cuenca
I (T, t_c)	(mm/h)	Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno considerado T (10 años), para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración t_c, de la cuenca
C		Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie considerada
A	Km^2	Área de la cuenca o superficie considerada
K_t		Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación

2.2.1 Intensidad de precipitación

La intensidad de precipitación I (T, t) correspondiente a un período de retorno T, y a una duración del aguacero t, se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$I(T,t_c) = I_d \cdot F_{\text{int}}$$

Donde:

I (T, t_c)	(mm/h)	Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno considerado T, para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración t_c, de la cuenca
I_d	(mm/h)	Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno T
F_{int}		Factor de intensidad

La intensidad media diaria de precipitación corregida "I_d" se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$I_d = \frac{P_d \cdot K_A}{24}$$

Donde:

I_d	(mm/h)	Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno T
P_d	(mm)	Precipitación diaria correspondiente al período de retorno T
K_A		Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca

El proceso de cálculo completo de las precipitaciones diarias P_d correspondientes a un periodo de retorno T se desarrolla en el cuerpo del presente anejo. La siguiente tabla recoge los valores que se obtienen por el método SQRT-ET max para la estación 7208 Lorca "C.H. Segura":

P_2 (mm)	P_5 (mm)	P_{10} (mm)	P_{25} (mm)	P_{50} (mm)	P_{100} (mm)	P_{200} (mm)	P_{300} (mm)	P_{500} (mm)
37	59	75	99	117	139	159	176	191

El factor reductor de la precipitación por área de la cuenca "K_A" tiene en cuenta la no simultaneidad de la lluvia en toda su superficie. Este factor tiene en cuenta la no simultaneidad de la lluvia en toda su superficie. Se obtiene a partir de la siguiente formula:

Si A < 1 Km^2 $\qquad K_A = 1{,}00$

Si A ≥ 1 Km^2 $\qquad K_A = 1 - \frac{log_{10} A}{15}$

Donde:

K_A		Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca
A	(Km^2)	Área de la cuenca

El Factor de Intensidad "F_{int}" introduce la torrencialidad de la lluvia en el área de estudio y se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$F_{\text{int}} = \max(F_a, F_b)$$

Donde:

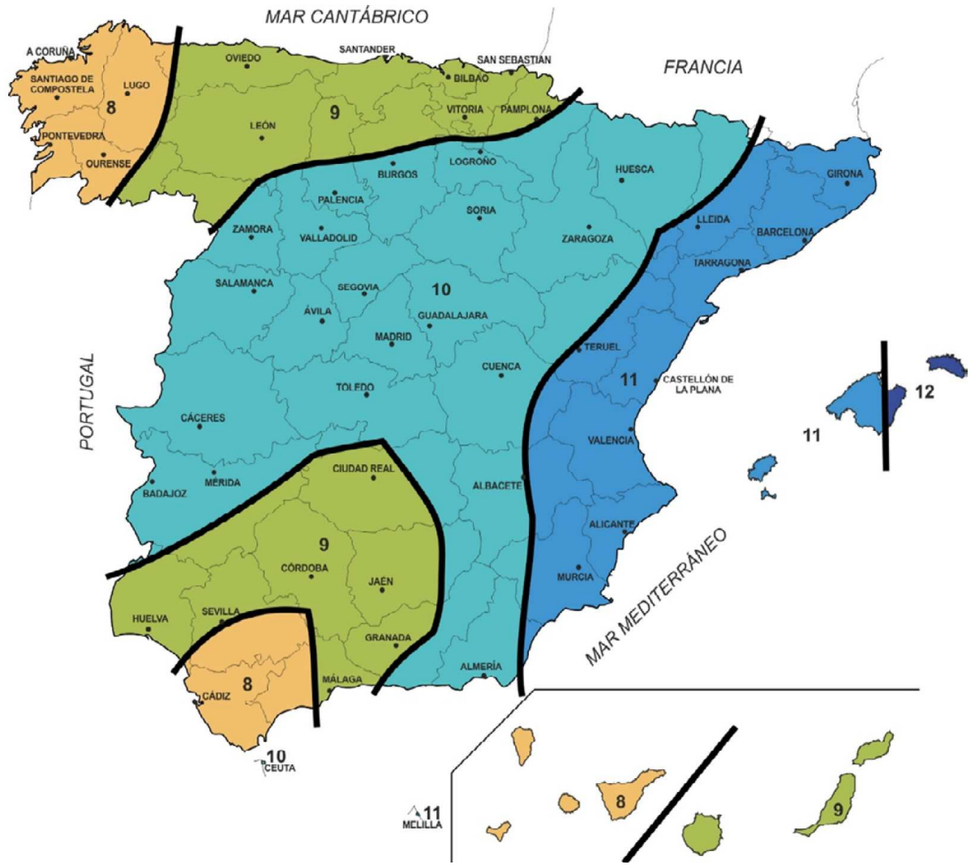
F_{int}	Factor de intensidad
F_a	Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad (I_1/I_d)
F_b	Factor obtenido a partir de las curvas Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF) de un pluviógrafo próximo

Al carecer de curvas Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF) en pluviógrafos próximos al área de estudio, el cálculo del factor de intensidad "F_{int}" se centra en la obtención del factor "F_a", obtenido a partir del índice de torrencialidad (I_1/I_d), tal y como se muestra a continuación.

$$F_a = \left(\frac{I_1}{I_d}\right)^{3.5287 - 2.5287 \cdot t^{0.1}}$$

Donde:

F_a	Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad (I_1/I_d)
I1 / Id	Índice de torrencialidad que expresa la relación entre la intensidad de precipitación horaria y la media diaria corregida. Su valor se determina en función de la zona geográfica
t	(horas) Duración del aguacero



El valor del índice de torrencialidad (I_1/I_d) que expresa la relación entre la intensidad de precipitación horaria y la media diaria corregida se determina en función de la zona geográfica.

El tramo objeto de proyecto se ubica en la zona que otorga un valor once (11) al índice de torrencialidad I_1 / I_d (Figura 2.4 – Mapa del Índice de Torrencialidad de la Norma 5.2 – IC Drenaje Superficial):

$$\left(\frac{I_1}{I_d}\right) = 11$$

El tiempo de concentración "t_c" es el tiempo mínimo necesario desde el comienzo del aguacero para que toda la superficie de la cuenca esté aportando escorrentía en el punto de desagüe. La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$t_c = 0{,}3 \cdot L_c^{0{,}76} \cdot J_c^{-0{,}19}$$

Donde:

t_c	(horas)	Tiempo de concentración
L_c	(Km)	Longitud del cauce
J_c		Pendiente media del cauce

Las cuencas aportantes se encuentran definidas en los planos adjuntos al final del presente apéndice a escala 1:25.000.

Los parámetros principales de dichas cuencas son los siguientes:

CUENCA	CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA						
	A (km^2)	L (km)	H_{max} (m)	H_{min} (m)	H (m)	J (m/m)	t_c (h)
1	0,8127	2,790	635,00	322,00	313,00	0,1122	0,99
2	2,1742	4,669	861,00	324,00	537,00	0,1150	1,46

El tiempo de concentración (t_c) calculado es superior en ambos casos a cero coma veinticinco horas ($t_c \leq 0{,}25$h) por tanto la aplicación la fórmula anteriormente descrita es válida.

La siguiente tabla sintetiza las principales variables descritas anteriormente y resume los valores de cálculo de la intensidad de precipitación I (10, t_c):

CUENCA	INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN						
	P_d (mm)	K_A	I_d (mm / h)	(I_1/I_d)	t_c (h)	Fa	I (10, t_c) (mm / h)
1	75,00	1,000	3,13	11,00	0,99	11,06	34,55
2	75,00	0,978	3,05	11,00	1,46	8,71	26,60

2.2.2 Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía define la parte de la precipitación de intensidad I (T, t_c) que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la subcuenca.

La Norma 5.2-IC estima dicho coeficiente mediante la siguiente expresión:

Si $P_d \cdot K_A > P_0$

$$C = \frac{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} - 1\right) \cdot \left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 11\right)}$$

Si $P_d \cdot K_A \leq P_0$ $\quad C = 0$

Donde:

C		Coeficiente de escorrentía
P_d	(mm)	Precipitación diaria correspondiente al período de retorno T considerado
K_A		Factor reductor de la precipitación por área de la subcuenca
P_0	(mm)	Umbral de escorrentía

El umbral de escorrentía "P_0" escorrentía define la precipitación mínima a partir de la cual se inicia la escorrentía, calculado según la siguiente fórmula:

$$P_0 = P_o^i \cdot \beta$$

Donde:

P_0	(mm)	Umbral de escorrentía
P_0^i	(mm)	Valor inicial del umbral de escorrentía
β		Coeficiente corrector del umbral de escorrentía

El valor inicial del umbral de escorrentía "P_0^i" es función del uso de suelo, la práctica de cultivo, la pendiente del terreno y sus características hidrogeológicas. El valor de umbral inicial de escorrentía se obtiene tomando como referencia los valores definidos en la Tabla 2.3 de la presente Norma 5.2.-I.C.

Para el estudio del valor inicial del umbral de escorrentía que corresponde aplicar a las subcuencas se ha utilizado, según señala la Norma 5.2.-I.C., el mapa de usos del suelo correspondiente al proyecto europeo Corine Land Cover 2000 y el mapa geológico del Instituto Geológico y Minero.

Al final del presente apéndice se adjunta la planta geológica y de ocupación del suelo a escala 1/25.000.

Para evaluar la capacidad de infiltración se ha procedido a distribuir la superficie de la cuenca vertiente entre los Grupos de Suelos establecidos en la presente norma, cuya identificación es la siguiente:

GRUPO A: Suelos con gran capacidad de infiltración, aun cuando están empapados; constituidos, fundamentalmente, por arenas y gravas intensa y profundamente drenadas.

GRUPO B: Suelos con grados de infiltración moderados cuando están empapados y que cuentan con un drenaje relativamente bueno y profundo con texturas intermedias entre fina y gruesa.

GRUPO C: Suelos con bajos niveles de infiltración cuando están completamente mojados; lo forman, básicamente, suelos con texturas entre fina y medianamente fina y aquellos donde exista un nivel impermeable que impida el movimiento del agua hacia capas inferiores.

GRUPO D: Corresponde a suelos con un potencial de infiltración muy bajo cuando están mojados. Este grupo lo forman suelos con un alto contenido en arcillas, con niveles freáticos altos, con estratos impermeables cerca de la superficie o aquellos formados por una capa de suelo superficial sobre materiales impermeables.

Tal y como se ha señalado anteriormente, el coeficiente corrector del umbral de escorrentía a adoptar en el cálculo se debe corresponder con el valor medio β_m recogido en la tabla 2.5 de la Norma 5.2-IC, sin efectuar correcciones asociadas al nivel de confianza del ajuste estadístico utilizado, por tanto:

$$\beta^{DT} = \beta_m = 2{,}10$$

Donde:

β^{DT}	Coeficiente corrector del umbral de escorrentía para drenaje transversal de la carretera
β_m	Valor medio en la región, del coeficiente corrector del umbral de escorrentía

A continuación se presentan los diferentes valores del umbral de escorrentía obtenido en cada una de las áreas parciales A_i en que se dividen las cuencas:

CUENCA	Superficie (m^2)	Código	J (%)	GEOLOGIA	$P0_i$ (mm)	β_m	P0 (mm)
1	390,26	12210	11,22%	B	1,00	2,10	2,10
1	57.641,50	32420	11,22%	D	16,00	2,10	33,60
1	226.291,51	33310	11,22%	D	6,00	2,10	12,60
1	35.578,62	24223	11,22%	B	33,00	2,10	69,30
1	33.630,41	11210	11,22%	B	14,00	2,10	29,40
1	6.307,39	32311	11,22%	D	16,00	2,10	33,60
1	1.000,01	11100	11,22%	D	1,00	2,10	2,10
1	5.279,44	24223	11,22%	C	18,00	2,10	37,80

CUENCA	Superficie (m^2)	Código	J (%)	GEOLOGIA	$P0_i$ (mm)	β_m	P0 (mm)
1	96.333,02	31210	11,22%	D	23,00	2,10	48,30
1	209.589,81	32311	11,22%	D	16,00	2,10	33,60
1	22.724,47	12210	11,22%	D	1,00	2,10	2,10
1	13.525,66	32311	11,22%	D	16,00	2,10	33,60
1	65.844,22	11100	11,22%	B	1,00	2,10	2,10
1	36.173,28	11210	11,22%	D	6,00	2,10	12,60
1	2.419,88	32311	11,22%	D	16,00	2,10	33,60
2	24.542,58	32311	11,50%	B	34,00	2,10	71,40
2	291.478,91	31210	11,50%	D	23,00	2,10	48,30
2	15.107,66	32420	11,50%	B	34,00	2,10	71,40
2	571.479,48	32420	11,50%	D	16,00	2,10	33,60
2	176,34	24223	11,50%	C	18,00	2,10	37,80
2	67.067,96	24223	11,50%	B	33,00	2,10	69,30
2	7.585,33	12210	11,50%	B	1,00	2,10	2,10
2	4.510,11	12210	11,50%	C	1,00	2,10	2,10
2	20.812,08	12210	11,50%	B	1,00	2,10	2,10
2	3.020,27	12210	11,50%	D	1,00	2,10	2,10
2	2.426,25	12210	11,50%	D	1,00	2,10	2,10
2	649,78	33310	11,50%	D	6,00	2,10	12,60
2	124,74	33310	11,50%	D	6,00	2,10	12,60
2	765.930,33	32311	11,50%	D	16,00	2,10	33,60
2	4.669,38	32312	11,50%	B	24,00	2,10	50,40
2	94.755,71	31210	11,50%	B	47,00	2,10	98,70
2	8.181,57	24223	11,50%	C	18,00	2,10	37,80
2	25.577,54	11210	11,50%	B	14,00	2,10	29,40
2	263.358,52	11100	11,50%	B	1,00	2,10	2,10
2	2.709,33	12210	11,50%	B	1,00	2,10	2,10

2.2.3 Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación

El coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación "K_t" se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14}$$

Donde:

K_t		Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación
t_c	(horas)	Tiempo de concentración de la cuenca

2.2.4 Caudales de cálculo

Debido a la heterogeneidad de las cuencas y conforme a lo definido en la Norma 5.2-IC, se dividen en áreas parciales A_i asociadas a un coeficiente de escorrentía C_i. Puesto que las cuencas analizadas poseen un tamaño relativamente pequeño se adopta un valor medio areal para la intensidad de precipitación I (T, t_c) en las mismas. La expresión final del caudal máximo anual Q_T asociado a un periodo de retorno T, es la siguiente:

$$Q_T = \frac{K_t}{3,6} \cdot I(T, t_c) \cdot \sum_i [C_i \cdot A_i]$$

Donde:

Q_T	(m^3/s)	Caudal máximo anual correspondiente al periodo de retorno T (10 años), en el punto de desagüe de la cuenca
I (T, t_c)	(mm/h)	Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno considerado T (10 años), para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración t_c, de la cuenca

C_i		Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie considerada
A_i	Km^2	Área de la cuenca o superficie considerada
K_t		Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación

En los cuadros siguientes se recopilan los caudales Q_{10} calculados por el método racional conforme a la metodología descrita anteriormente.

CUENCA	I (mm/h)	Kt	Ci	A (km^2)	Q_{10} (m^3/s)
1	34,55	1,07	0,93	0,0004	0,00
1	34,55	1,07	0,18	0,0576	0,10
1	34,55	1,07	0,50	0,2263	1,15
1	34,55	1,07	0,01	0,0356	0,00
1	34,55	1,07	0,22	0,0336	0,07
1	34,55	1,07	0,18	0,0063	0,01
1	34,55	1,07	0,93	0,0010	0,01
1	34,55	1,07	0,15	0,0053	0,01
1	34,55	1,07	0,09	0,0963	0,08
1	34,55	1,07	0,18	0,2096	0,38
1	34,55	1,07	0,93	0,0227	0,22
1	34,55	1,07	0,18	0,0135	0,02
1	34,55	1,07	0,93	0,0658	0,63
1	34,55	1,07	0,50	0,0362	0,18
1	34,55	1,07	0,18	0,0024	0,00
2	26,60	1,10	0,01	0,0245	0,00
2	26,60	1,10	0,09	0,2915	0,20
2	26,60	1,10	0,01	0,0151	0,00
2	26,60	1,10	0,18	0,5715	0,83
2	26,60	1,10	0,15	0,0002	0,00
2	26,60	1,10	0,01	0,0671	0,01
2	26,60	1,10	0,93	0,0076	0,06
2	26,60	1,10	0,93	0,0045	0,03
2	26,60	1,10	0,93	0,0208	0,16
2	26,60	1,10	0,93	0,0030	0,02
2	26,60	1,10	0,93	0,0024	0,02
2	26,60	1,10	0,50	0,0006	0,00
2	26,60	1,10	0,50	0,0001	0,00
2	26,60	1,10	0,18	0,7659	1,11
2	26,60	1,10	0,08	0,0047	0,00
2	26,60	1,10	0,00	0,0948	0,00
2	26,60	1,10	0,15	0,0082	0,01
2	26,60	1,10	0,22	0,0256	0,04
2	26,60	1,10	0,93	0,2634	2,00
2	26,60	1,10	0,93	0,0027	0,02

Tal y como se ha señalado anteriormente en el presente capítulo, para la región dónde se ubican las cuencas objeto del presente estudio (Nº72) el cálculo del caudal Q_{500} responde a la siguiente expresión:

$$Q_T = \varphi \cdot Q_{10}^{\lambda}$$

En el siguiente cuadro se resumen los caudales de cálculo Q_{500} para las cuencas anteriormente descritas:

CUENCA	Q_{10} (m^3/s)	φ (T =500)	Λ (T = 500)	Q_{500} (m^3/s)
1	2,90	6,9135	1,2631	26,49
2	4,53	6,9135	1,2631	46,57

2.3 COMPROBACIÓN HIDRÁULICA

El cálculo hidráulico de las obras de drenaje se realizará siguiendo la metodología promulgada por el Bureau of Public Roads (B.P.R.) de los Estados Unidos de América, desarrollada en la publicación “Obras pequeñas de paso. Dimensionamiento Hidráulico” editada por la Dirección General de Carreteras.

Según esta metodología, se trata de determinar las llamadas “condiciones de funcionamiento” de las obras de desagüe que, sin ser las únicas posibles, se recogen en una figura en la que se presentan 8 condiciones típicas de funcionamiento. Esta figura se adjunta a continuación:

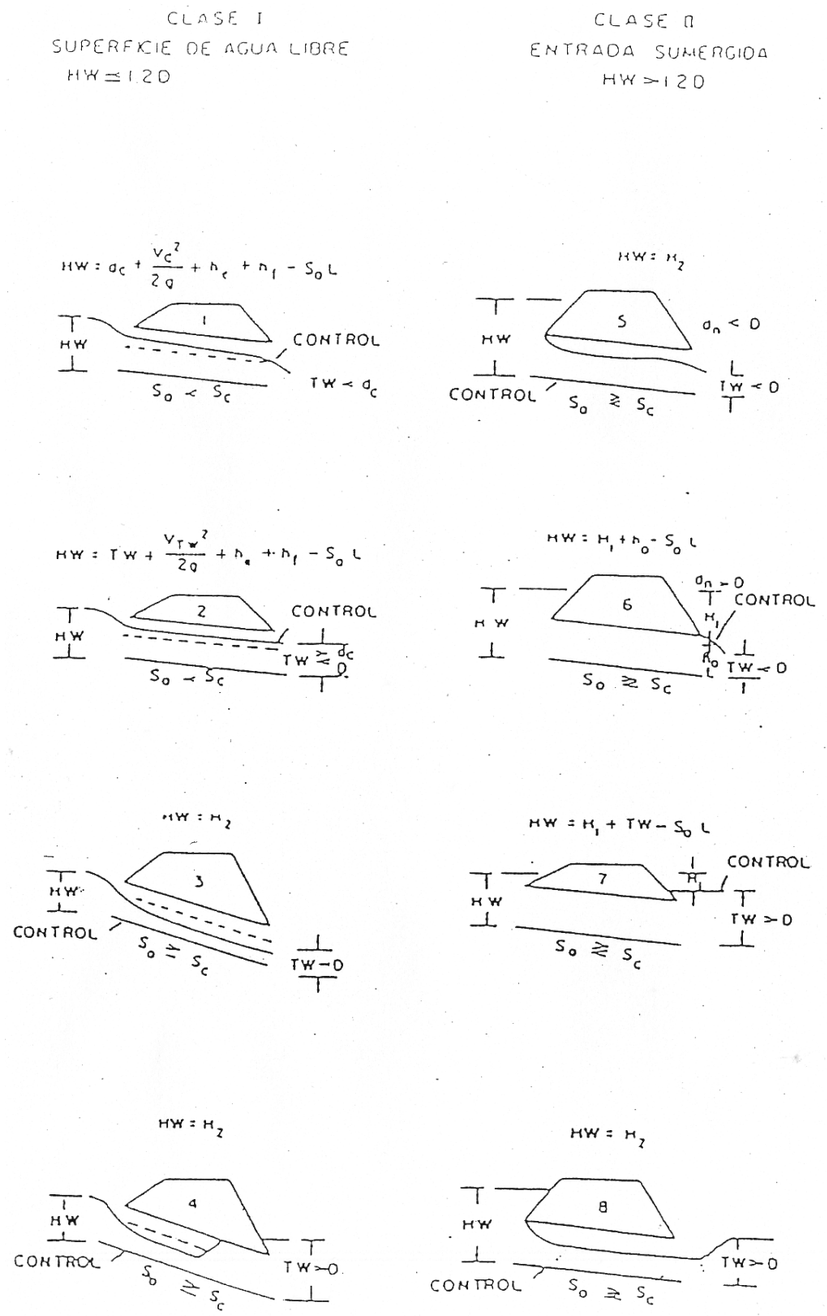


Fig-1.- Condiciones de funcionamiento típicas de obras de desagüe

Para la determinación del tipo de funcionamiento de cada obra concreta de drenaje proyectada, se han obtenido todos los datos y determinaciones previas necesarias para la aplicación del método. Estos, son:

1º.- Datos de Cálculo en la Entrada del Colector de Desagüe

Los datos de cálculo necesario para la aplicación del método propuesto por el Bureau of Public Roads son:

- Tipología de la entrada: Define el coeficiente K_e de pérdidas de carga en la entrada h_e.
- Cota de entrada: Z_e, necesaria para obtener el desnivel entre la entrada y salida y, junto con la longitud de la obra, obtener su pendiente.

2º.- Datos de Cálculo en el Colector del Desagüe

De manera análoga, serán necesarios conocer:

- Tipología del colector: Determinará las distintas formulaciones a emplear en los cálculos hidráulicos relativas al tirante, al perímetro y a la superficie mojadas que quedan definidas al establecerse la geometría de la sección del desagüe (circular, rectangular, etc.).
- Dimensiones del colector: son las que darán valores concretos a las formulaciones establecidas para las distintas tipologías de colector utilizadas al definir su tamaño. La altura de la sección se denomina D para respetar la nomenclatura del B.P.R.
- Longitud de la obra: L, es necesaria para calcular la pendiente de la misma, que será única en todas las obras proyectadas, así como las pérdidas de carga producidas en el colector por el rozamiento del agua, hf.
- Pendiente de la obra: S_o, será necesaria para ver si la pendiente de la obra es fuerte o suave en relación con la pendiente crítica determinada exclusivamente por la geometría, dimensiones y el caudal de la sección estudiada.
- Rugosidad del material: n, es el coeficiente de rugosidad de Manning, que depende fundamentalmente del material del colector y de sus dimensiones. Es necesario para determinar las pérdidas por fricción en el interior del colector, hf, que después se detallarán.

3º.- Datos de Cálculo en la Salida del Colector del Desagüe

Independientemente de su tipología y dimensiones, se necesitarán:

- Cota de salida: Z_S, es necesaria, como se ha visto antes, para determinar la pendiente de la obra, S_o, conjuntamente con su longitud.
- Cota de lámina: TW, que es la lámina que tiene el cauce de salida y puede ser debida a la circulación por el mismo del caudal desaguado o bien a una lámina impuesta por otros agentes como p.ej. la lámina del lugar en el que se realiza dicho desagüe (río en avenidas, embalse, etc.).

4º.- Datos comunes a la Entrada-Colector-Salida

- Caudal de diseño: Q, es evidentemente el dato base de partida de todos los cálculos hidráulicos que se van a realizar con objeto de dimensionar los distintos elementos de la obra de drenaje a proyectar. Se obtiene del Anejo de Climatología e Hidrología.

El objetivo de los cálculos que a continuación se van a exponer es conseguir diseñar, para cada caso, una obra de drenaje que cumpla con una serie de restricciones que se le imponen y que son:

a) Sobreelevación del nivel de la corriente provocada por la presencia de la Obra de Drenaje Transversal (ODT):

   i. La altura de la lámina de agua a la entrada del conducto inferior a uno coma dos veces la altura libre del conducto ($H_W < 1{,}20$ D).

b) Velocidades V_e y V_s a la entrada y salida, con lo que, para la pendiente y alineaciones únicas establecidas en estas obras, se garantiza en cualquier punto intermedio, menores a 6 m/s.

c) El resguardo libre existente hasta la plataforma debe ser superior a cero coma cinco metros ($r_{ODT} \geq 0{,}50$ m).

El proceso seguido ha consistido en determinar la altura de agua a la entrada de cada obra de drenaje como si fuera de cada uno de los 8 tipos presentados en la figura del B.P.R. que se mostró al principio de este apartado. De esta forma, se determinan las condiciones de los parámetros que definen cada tipo de funcionamiento y, si las condiciones son cumplidas, ese tipo de funcionamiento es factible dentro de nuestra obra y en caso contrario queda descartado.

En caso de existir un solo tipo de los 8 que cumpla todas las condiciones necesarias para serlo, esta será la solución. En caso de existir más de un tipo se adoptará como solución a aquel que sea más conservador con objeto de aumentar la seguridad en el dimensionamiento de la obra, y no de reducirla. Finalmente, en caso de que la obra en estudio no tenga un funcionamiento recogido por ninguno de los 8 casos presentados por el B.P.R., se estudiará el por qué determinando a qué tipo pertenecería en caso de cambiar alguna de las condiciones no cumplidas o se tanteará una nueva obra con diferentes características, tipología, pendiente, cotas de entrada-salida, etc. hasta encontrar una solución.

Este modo de trabajo se ha sistematizado mediante el empleo de un software (HY-8) desarrollado por la Federal Highway Administration (FHWA) que permite el rápido cálculo de las obras de drenaje y la obtención de datos analíticos y gráficos del funcionamiento de la ODT, con resultados contrastados en base a las normas y directrices publicadas en el documento de la propia FHWA, HDS 5 - Hydraulic Design of Highway Culverts¸ manual de uso extendido para el diseño de obras de drenaje transversal.

El proceso seguido para evaluar el funcionamiento de las obras de drenaje es el siguiente:

1º.- Se introducen los datos previos, que podemos diferenciar entre directos e indirectos. Los primeros son los ya descritos de dimensiones, cotas, caudal, geometría, coeficientes de pérdidas, etc. Los segundos son en realidad uno sólo: TW. Este calado en el cauce de salida se obtiene tras el cálculo del calado para dicho caudal de diseño, tanto del régimen uniforme como del crítico, en una sección aguas abajo de la salida de la obra de drenaje, ya en dicho cauce. Para ello se introducen como datos la geometría y la pendiente del cauce. De esta forma, se calculan el régimen uniforme y el crítico en dicha sección y se estima, a raíz de los mismos, el TW a la salida de la obra de drenaje con los siguientes criterios: si el régimen es rápido (calado uniforme inferior al crítico) se asumirá como TW el crítico ya que en un cauce de salida natural nunca se alcanza el régimen rápido debido a las turbulencias y a la sucesión de resaltes que se originan; si el régimen es lento se asumirá el uniforme ya que se irá remansando hacia él. En cualquiera de los dos casos, se asume el TW mayor, quedando del lado de la seguridad.

2º.- A continuación se proceden a calcular las siguientes condiciones de funcionamiento en el interior del conducto:

- Régimen uniforme, que nos da el calado uniforme d_n dentro de la obra deduciéndolo según la expresión de las pérdidas por la fórmula de Manning:

$$I = \frac{n^2 v^2}{R_H^{4/3}}$$

con:

o I = So, pendiente del desagüe

o n = rugosidad de Manning

o V = Vn = Q/S velocidad en régimen uniforme con Q, el caudal de diseño y S, la superficie mojada para el calado uniforme d_n

o RH = S/P radio hidráulico con S, vista al definir V y P, perímetro mojado para el calado uniforme d_n

- Régimen crítico, que nos da el calado crítico dc y la pendiente crítica Sc para la sección de desagüe estudiada deduciéndolos según las siguientes expresiones:

a)

$$F = \frac{v}{\left(g * \frac{S}{T}\right)^{1/2}}$$

Con:

- F = 1, número de Froude
- V = Vc, vista al definir el régimen uniforme, pero para el calado crítico d_c
- S = ídem que V
- T = tirante de la lámina de agua en el desagüe para el calado crítico dc

b)

$$I = \frac{n^2 v^2}{R_H^{4/3}}$$

Con todas las variables iguales que la del régimen uniforme y siendo en este caso para el crítico, con lo que se obtiene: $S_c = I$

- Régimen marcado por un calado TW en el desagüe. Se calcula como el uniforme para este calado que en caso de ser superior a la altura del desagüe se calculará para un calado igual a dicha altura, es decir, a sección llena.
- Régimen marcado por un calado 1,1 d_c. Se calcula igual para este calado o a sección llena en caso de superar la altura de la obra.
- Régimen marcado por un calado de 2/3 de la altura. Se calcula igual que las anteriores para este calado.

3º.- Una vez realizados estos cálculos, se determinan las pérdidas continuas en el interior de la obra de desagüe estudiada, h_f, tomándose estas como las dadas por la fórmula de Manning, en la que todos los términos que aparecen ya han sido descritos:

$$h_f = \frac{n^2 v^2}{R_H^{4/3}} * L$$

Estas pérdidas se determinan para todos los regímenes que se han estudiado (con calados, dn, dc, 1.1d_c y D) y se adoptan para el cálculo las siguientes:

- si So < Sc (pendiente suave), se adoptan las dadas por el calado menor entre d_n 1.1 d_c
- si So = Sc (pendiente crítica), se adoptan las dadas por el calado crítico d_c
- si So > Sc (pendiente fuerte), se adoptan las dadas por el calado uniforme d_n

En ningún caso se toma esta pérdida menor a la dada por el calado correspondiente a la sección llena, D, ya que éste será el mayor que se pueda presentar en el desagüe.

4º.- En este momento de los cálculos, se determina la altura de agua en la entrada de la obra para cada caso según las siguientes ecuaciones. Los ábacos que se mencionan a continuación están presentes en el documento “Obras pequeñas de paso. Dimensionamiento Hidráulico” mencionado con anterioridad:

TIPO 1

$$H_w(I.1) = d_c + \frac{v^2{}_c}{2g} + k_e \frac{v^2{}_e}{2g} + h_f - S_o L$$

Siendo h_f y V_e los correspondientes al menor calado entre d_n y 1.1. d_c.

TIPO 2

$$H_w(I.2) = T_w + \frac{v^2{}_{T_w}}{2g} + k_e \frac{v^2{}_e}{2g} + h_f - S_o L$$

Siendo V_{TW} la correspondiente al menor calado entre D y T_W y h_f y V_e los correspondientes al menor calado entre d_n y 1.1. d_c.

TIPO 3 H_W (I.3) = Se determina por ábacos 1 y 2

TIPO 4 H_W (I.4) = Se determina por los ábacos 1 y 2

TIPO 5 H_W (II.5) = Se determina por los ábacos 1 y 2

TIPO 6 $H_W(II.6) = H_1 + h_o - S_oL$

Determinándose H_1 por los ábacos 3 y 4 y siendo ho el mayor calado entre T_W y $(d_c + D)/2$ y sin superar el valor de D

TIPO 7

H_W (II.7) = H_1 + TW - S_oL

Determinándose H_1 por los ábacos 3 y 4.

TIPO 8 HW (II.8) = Se determina por los ábacos 1 y 2

5º.- Es ahora cuando se pueden determinar, supuesto cada uno de los 8 casos tipificados en la figura mostrada el principio de este apartado, las condiciones que determinan si es o no el modo de funcionamiento de nuestra obra de drenaje en estudio, y que son, para cada tipo, las que se recogen en el siguiente cuadro:

CONDICIONES	CLASE - TIPO DE FUNCIONAMIENTO							
	I.1	I.2	I.3	I.4	II.5	II.6	II.7	II.8
HW ≤ 1,2 D	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	NO	NO
$S_o < S_c$	SÍ	SÍ	NO	NO	-	-	-	-
TW < D	SÍ	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ	NO	NO
TW < d_c	SÍ	NO	-	-	-	-	-	-
d_n < D	-	-	-	-	SÍ	NO	-	-
(TW+h_f) < (S_oL+D)	-	-	-	SÍ	-	-	NO	-
SECCIÓN DE CONTROL	SALIDA	SALIDA	ENTRADA	ENTRADA	ENTRADA	SALIDA	SALIDA	ENTRADA

El procedimiento seguido es comprobar si las condiciones establecidas para cada tipo se cumplen de acuerdo con dicho cuadro para un desagüe en estudio. En caso de cumplirse únicamente las de un tipo, ese será el modo de funcionamiento del desagüe. En caso de que cumpla con las condiciones establecidas para varios tipos, se supone el más desfavorable a efectos de inundación de la carretera, es decir, la de mayor lámina en la entrada HW.

6º.- Las velocidades que corresponden a cada tipo de funcionamiento, tanto en la entrada como en la salida de la otra de drenaje, se rigen por el siguiente esquema:

TIPO 1

$V_{entrada}$= la máxima para los calados d_n y 1.1. d_c

V_{salida}= la dada por d_c

TIPO 2

$V_{entrada}$= la máxima para los calados dn y 1.1. d_c y T_W

V^{salida}= la dada por T_W

TIPO 3

$V_{entrada}$= la dada por d_c

Vsalida= la dada por d_n

TIPO 4

$V_{entrada}$= la dada por d_c

V_{salida}= la dada por D a sección llena

TIPO 5

$V_{entrada}$= la dada por D a sección llena

V_{salida}= la máxima para los calados d_n y 2/3 d_n

TIPO 6

$V_{entrada}$= la dada por D a sección llena

V_{salida}= la dada por D a sección llena

TIPO 7

$V_{entrada}$= la dada por D a sección llena

V_{salida}= la dada por D a sección llena

TIPO 8

$V_{entrada}$= la dada por D a sección llena

V_{salida}= la máxima para los calados dn y 2/3 D

Se han verificado en todas las obras proyectadas las restricciones descritas con anterioridad (sobreelevaciones, velocidades y resguardos), (i) el calado de entrada (H_W) es inferior a 1,2 D y (ii) la velocidad más desfavorable es inferior a la máxima admisible de 6 m/s. La siguiente sintetiza los resultados obtenidos.

		i: ALTURA LÁMINA LIBRE H_W < 1,20 H m			ii: VELOCIDAD Vs< 6 m/s	
Situación	Dimensiones mínimas	H_W	1,20 · H	¿✓?	Vs (m/s)	¿✓?
Rambla de LAS CHATAS	3 MARCOS 3,00x2,00	1,819	2,40	✓	1,855	✓
Rambla de LA SEÑORITA	3 MARCOS 3,00x2,50	2,149	3,00	✓	4,179	✓

A continuación, se presenta el cálculo hidráulico de cada una de las ODT presentes en el proyecto con los correspondientes gráficos de funcionamiento de las obras, (iii) garantizando que el resguardo libre existente hasta la plataforma es siempre superior a cero coma cinco metros ($r_{ODT} \geq 0{,}50$ m).

Rambla LAS CHATAS

Site Data - MARCO 3x3.00x2.00

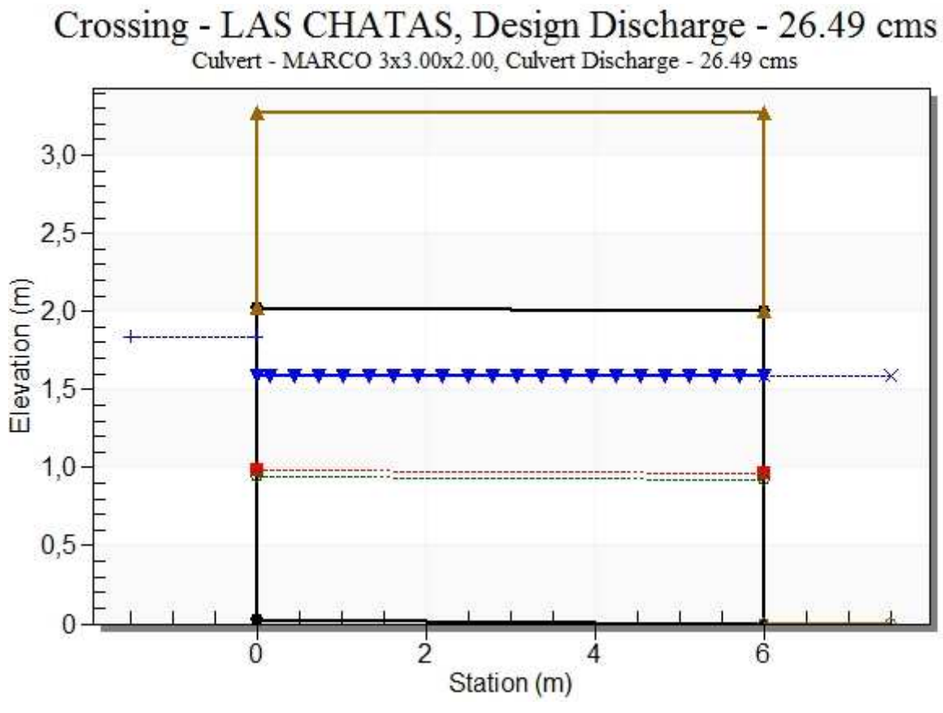
Site Data Option: Culvert Invert Data
Inlet Station: 0.00 m
Inlet Elevation: 0.02 m
Outlet Station: 6.00 m
Outlet Elevation: 0.00 m
Number of Barrels: 3

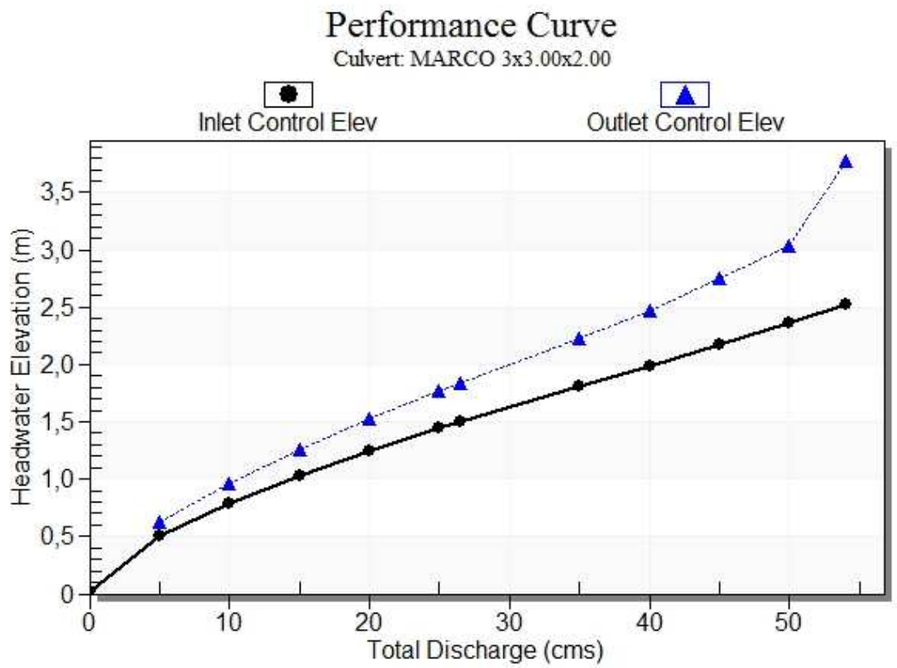
Culvert Data Summary - MARCO 3x3.00x2.00

Barrel Shape: Concrete Box
Barrel Span: 3000.00 mm
Barrel Rise: 2000.00 mm
Barrel Material: Concrete
Embedment: 0.00 mm
Barrel Manning's n: 0.0150
Culvert Type: Straight
Inlet Configuration: Square Edge (30-75º flare) Wingwall

Culvert Summary Table: MARCO 3x3.00x2.00

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	0.02	0.000	0.000	0-NF	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5.00	5.00	0.62	0.483	0.598	1-S1t	0.292	0.316	0.537	0.537	1.035	1.164
10.00	10.00	0.97	0.767	0.947	1-S1t	0.468	0.501	0.835	0.835	1.331	1.498
15.00	15.00	1.26	1.006	1.240	1-S1t	0.618	0.657	1.087	1.087	1.534	1.726
20.00	20.00	1.53	1.225	1.504	1-S1t	0.756	0.795	1.314	1.314	1.691	1.903
25.00	25.00	1.77	1.423	1.749	1-S1t	0.886	0.923	1.526	1.526	1.820	2.048
26.49	26.49	1.84	1.479	1.819	1-S1t	0.924	0.959	1.587	1.587	1.855	2.087
35.00	35.00	2.22	1.787	2.199	1-S1t	1.130	1.155	1.919	1.919	2.026	2.279
40.00	40.00	2.47	1.966	2.449	4-FFf	1.247	1.263	2.000	2.105	2.222	2.375
45.00	45.00	2.75	2.148	2.726	4-FFf	1.361	1.366	2.000	2.286	2.500	2.461
50.00	50.00	3.03	2.338	3.011	4-FFf	1.474	1.465	2.000	2.462	2.778	2.538





Rambla LA SEÑORITA

Site Data - MARCO 3x3.00x2.50

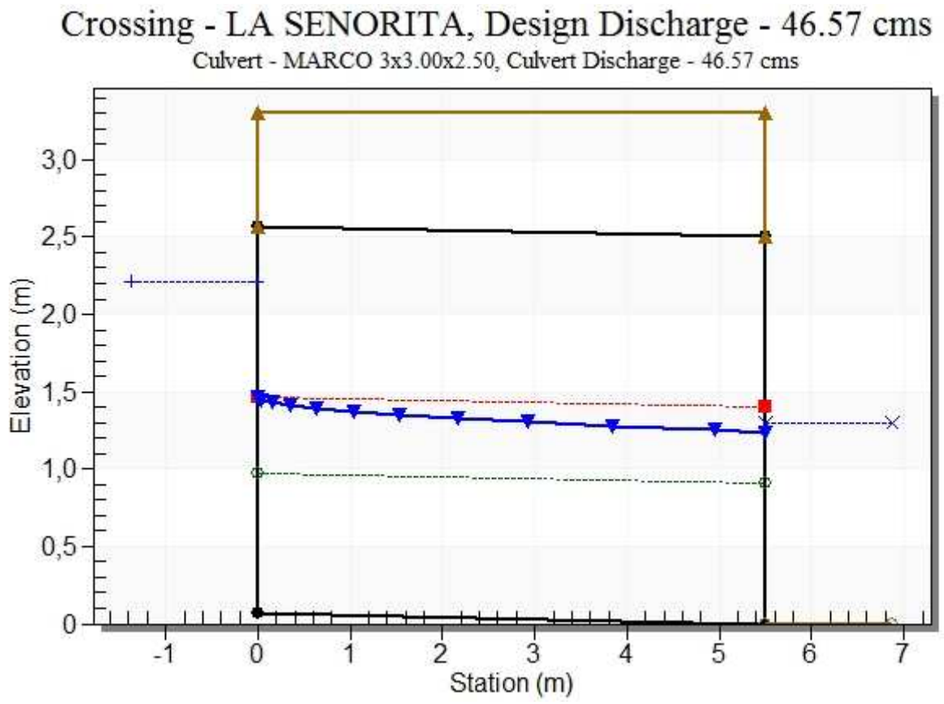
Site Data Option: Culvert Invert Data
Inlet Station: 0.00 m
Inlet Elevation: 0.07 m
Outlet Station: 5.50 m
Outlet Elevation: 0.00 m
Number of Barrels: 3

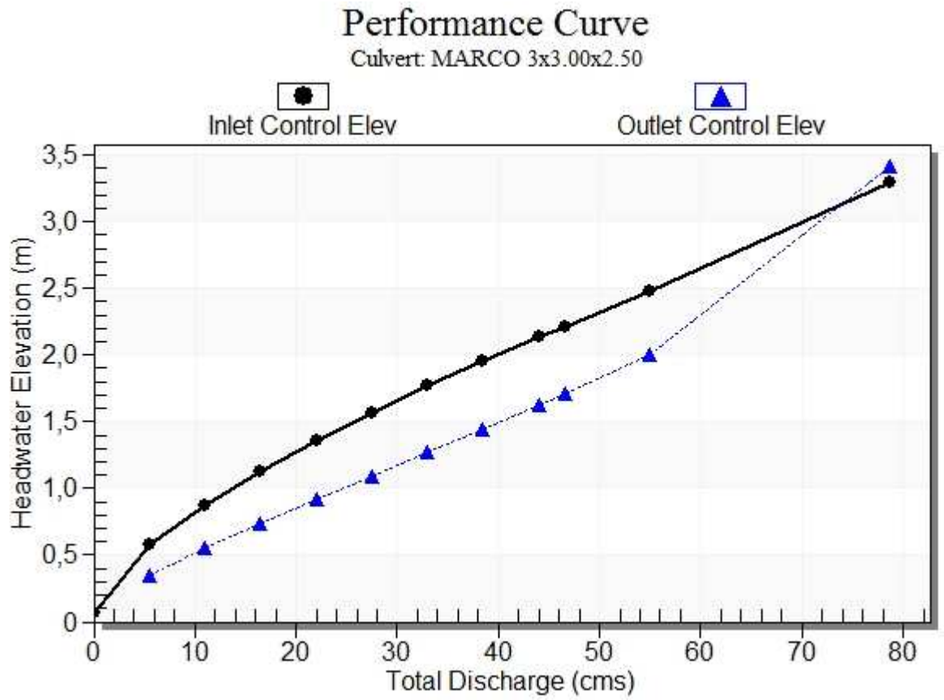
Culvert Data Summary - MARCO 3x3.00x2.50

Barrel Shape: Concrete Box
Barrel Span: 3000.00 mm
Barrel Rise: 2500.00 mm
Barrel Material: Concrete
Embedment: 0.00 mm
Barrel Manning's n: 0.0150
Culvert Type: Straight
Inlet Configuration: Square Edge (30-75º flare) Wingwall

Culvert Summary Table: MARCO 3x3.00x2.50

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	0.07	0.000	0.000	0-NF	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5.50	5.50	0.58	0.511	0.278	1-S2n	0.214	0.336	0.269	0.339	2.268	1.547
11.00	11.00	0.88	0.811	0.486	1-S2n	0.332	0.534	0.442	0.520	2.768	2.015
16.50	16.50	1.13	1.063	0.674	1-S2n	0.444	0.700	0.590	0.670	3.107	2.346
22.00	22.00	1.36	1.290	0.853	1-S2n	0.536	0.848	0.725	0.803	3.372	2.609
27.50	27.50	1.57	1.504	1.028	1-S2n	0.626	0.983	0.851	0.926	3.593	2.830
33.00	33.00	1.77	1.702	1.203	1-S2n	0.713	1.111	0.969	1.040	3.785	3.021
38.50	38.50	1.95	1.888	1.381	1-S2n	0.793	1.231	1.081	1.149	3.956	3.192
44.00	44.00	2.13	2.067	1.561	1-S2n	0.873	1.345	1.189	1.253	4.111	3.345
46.57	46.57	2.21	2.149	1.647	1-S2n	0.910	1.397	1.238	1.300	4.179	3.412
55.00	55.00	2.48	2.418	1.935	1-S2n	1.024	1.561	1.394	1.449	4.385	3.614





3 MODELO HIDRÁULICO

3.1 INTRODUCCIÓN

Se han definido unos perfiles de cálculo, tanto para la rambla de Las Chatas como para la rambla de La Señorita, según se muestran en los planos adjuntos al final del presente apéndice. A partir de la topografía obtenida, se han obtenido los cortes del terreno con estos perfiles. Estas secciones se han introducido al programa HEC-RAS junto con los caudales calculados anteriormente. Se han modelizado, asimismo, las estructuras existentes en ambas ramblas.

3.2 ESTUDIO HIDRÁULICO

El cálculo se ha realizado mediante la definición de un modelo hidráulico basado en perfiles transversales de las ramblas. Este modelo se ha procesado mediante el programa HEC-RAS, que resuelve la ecuación de Bernoulli partiendo de las siguientes hipótesis básicas:

- El flujo es estacionario: Los valores de las variables no dependen del tiempo, que no interviene en los cálculos.
- El flujo es gradualmente variado: No hay cambios bruscos ni fuertes curvaturas, de manera que puede suponerse una distribución hidrostática de la presión en la sección transversal.
- La pendiente del cauce ha de ser menor a un 10%.
- La pendiente de la línea de energía es constante entre dos secciones transversales.
- El lecho del cauce es fijo.
- El flujo se considera unidimensional con corrección para distribución horizontal de la velocidad. La altura de energía es igual para todos los puntos de cada sección.

Para realizar los cálculos el cauce se divide transversalmente en tres subcauces conectados entre sí: el central, que se corresponde con el cauce principal, y los dos laterales, correspondientes a las superficies de inundación. Para definir los coeficientes de rugosidad del cauce y de las llanuras de inundación se ha estudiado su morfología y su

cubierta vegetal mediante las visitas de campo realizadas. Se ha considerado un valor de 0,035 en el cauce y de 0,045 en las márgenes.

El método empleado precisa establecer una condición de partida del proceso de cálculo, a la que se denomina condición de contorno. Dado que a priori no se conoce si el régimen del cauce será lento o rápido, se establecen dos condiciones: en la sección aguas abajo y en la sección aguas arriba, de manera que el proceso de cálculo de remansos se pueda realizar de aguas abajo hacia aguas arriba o a la inversa. En ambos puntos se ha considerado que el calado será el crítico.

Con los perfiles del terreno y los caudales mencionados anteriormente, se realiza el cálculo hidráulico. De esta manera se calcula la lámina de agua y otros datos (velocidad, número de Froude, etc.), tanto para la Alternativa 1 – Superficie como para la Alternativa 2 – Soterrada en la Rambla de Las Chatas así como en la Rambla de La Señorita.

3.3 RESULTADOS

Se ha estudiado el comportamiento hidráulico de las ramblas de las Chatas y de la Señorita en el entorno de la línea de alta velocidad para las dos alternativas en estudio:

- Trazado superficial: para el cruce de las ramblas, se proyectarán sendas estructuras: tres marcos de 3,00x2,00 sobre las Chatas y tres marcos de 3,00x2,50 sobre la Señorita.
- Trazado soterrado en túnel. En este caso, se demolerá la vía existente, incluyendo las estructuras sobre ambas ramblas, manteniéndose la fisonomía de los cauces actuales.

En la Rambla de las Chatas, el resultado en ambos casos es similar: el agua permanece en su cauce actual, salvo entre las secciones 480 - 409 (entre la línea del ferrocarril actual y la calle Sutullena) y 295 - 265 (a la altura de la glorieta dónde confluyen la calle Sutullena, la calle Martín Mora y el camino Hondo), en las que se desborda, lo que no afecta, en ninguno de los dos casos, al trazado proyectado. Esto se debe a que el cauce actual está muy marcado e incluso la demolición de la estructura existente no producirá grandes cambios.

La velocidad máxima en el entorno del trazado será del orden de 3,50 m/s para el caudal correspondiente al período de retorno de 500 años, lo que queda dentro de los valores admisibles. La obra de drenaje proyectada en la solución en superficie es, por tanto, válida para desaguar el caudal de cálculo.

En la Rambla de la Señorita, en el caso de trazado superficial, se proyecta una mejora de la pendiente longitudinal del cauce con objeto de encajar geométricamente la ODT proyectada, lo que a su vez limita el desbordamiento en el entorno de la línea de ferrocarril. Los mayores desbordamientos se producen en las secciones 182 (entre la calle Sutullena y la Ronda Sur) y 49 (en la embocadura de la ODT existente bajo la Ronda Sur).

En la alternativa soterrada, adicionalmente a estos puntos aguas abajo de la infraestructura (entre calle Sutullena y la Ronda Sur), se producirían ciertos desbordamientos del cauce existente en las inmediaciones de la ubicación actual de la línea férrea (que discurrirá soterrada). Estos puntos de desbordamiento, entre la Calle Camino Viejo del Puerto y la vía de ferrocarril actual y el entre la vía de ferrocarril actual y la Calle Sutullena, como se observa en los planos no llegan a afectar a la zona de emboquille de salida del soterramiento.

No obstante, se considera que una adecuación del cauce existente de la rambla de La Señorita en las proximidades de la línea de ferrocarril, similar a lo proyectado en la alternativa superficial, permitiría canalizar de manera más eficiente el flujo de agua y minimizar el riesgo de cualquier posible afección a la línea de ferrocarril, especialmente en el emboquille sur del soterramiento (P.K. 204+600).

En ambos trazados, la máxima velocidad en las inmediaciones de la nueva obra será de 5,50 m/s para el caudal de 500 años, que es un valor elevado pero admisible. La obra de drenaje proyectada en la solución en superficie es, por tanto, válida para desaguar el caudal de cálculo.

En la siguiente tabla se incluyen las cotas de inundación obtenidas del cálculo, para los distintos perfiles y para el caudal de 500 años. Asimismo, en los planos se reflejan las láminas de inundación.

RAMBLA DE LAS CHATAS. ALTERNATIVA 1 – SUPERFICIE

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
1	687	Q500	30,65	325,3	326,63	326,5	327,11	0,011535	3,06	10,02	7,68	0,85
1	650	Q500	30,65	325	326,33	326,16	326,7	0,008997	2,73	11,25	9,61	0,8
1	613	Q500	30,65	324,5	325,72	325,72	326,27	0,014635	3,26	9,41	8,63	1
1	589	Q500	30,65	323,91	325,55	325,15	325,89	0,006903	2,59	11,82	7,38	0,65
1	559	Q500	30,65	323,57	325,42	324,84	325,7	0,004952	2,33	13,14	7,47	0,56
1	538	Q500	30,65	323	324,84	324,84	325,49	0,015984	3,57	8,58	6,59	1
1	520		Culvert									
1	505	Q500	30,65	322,86	324,67	324,67	324,67	0,000002	0,03	568,7	231,76	0,01
1	480	Q500	30,65	322,72	323,93	323,93	323,93	0,000003	0,03	452,4	219,9	0,01
1	449	Q500	30,65	322,35	323,52	323,52	323,52	0,000005	0,06	330,95	153,24	0,02
1	423	Q500	30,65	321,91	322,89	320,2	322,89	0,000025	0,12	155,13	64,36	0,04
1	409	Q500	30,65	321,85	322,89	322,89	322,89	0,000006	0,05	299,07	124,98	0,02
1	380	Q500	30,65	321,48	322,82	322,05	322,85	0,000671	0,75	40,79	38,12	0,23
1	348	Q500	30,65	320,43	322,29	322,29	322,75	0,015459	3	10,25	11,43	1
1	298	Q500	30,65	320,57	321,65	321,03	321,68	0,000747	0,77	39,94	40,39	0,25
1	265	Q500	30,65	320,4	321,67	320,36	321,67	0,000029	0,16	213,8	170,91	0,05
1	212	Q500	30,65	319,97	321,11	321,11	321,61	0,013831	3,15	9,86	10,38	0,99
1	173	Q500	30,65	319	319,5	319,74	320,43	0,101586	5,29	8,86	35,18	2,45
1	131	Q500	30,65	318,5	319,54	319,54	319,7	0,010374	2,43	21,19	52,22	0,83
1	108	Q500	30,65	318,31	319,4	319,4	319,5	0,005176	1,88	30,78	92,37	0,61
1	83	Q500	30,65	318,3	319,4	319,4	319,41	0,000412	0,54	93,77	163,03	0,17

RAMBLA DE LAS CHATAS. ALTERNATIVA 2 – SOTERRADA

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
1	687	Q500	30,65	325,3	326,63	326,5	327,11	0,011535	3,06	10,02	7,68	0,85
1	650	Q500	30,65	325	326,33	326,16	326,7	0,008997	2,73	11,25	9,61	0,8
1	613	Q500	30,65	324,5	325,72	325,72	326,27	0,014635	3,26	9,41	8,63	1
1	589	Q500	30,65	323,91	325,55	325,15	325,89	0,006903	2,59	11,82	7,38	0,65
1	559	Q500	30,65	323,57	325,42	324,84	325,7	0,004952	2,33	13,14	7,47	0,56
1	538	Q500	30,65	323	324,84	324,84	325,49	0,015984	3,57	8,58	6,59	1
1	505	Q500	30,65	322,86	324,67	324,67	324,67	0,000002	0,03	568,7	231,76	0,01
1	480	Q500	30,65	322,72	323,93	323,93	323,93	0,000003	0,03	452,4	219,9	0,01
1	449	Q500	30,65	322,35	323,52	323,52	323,52	0,000005	0,06	330,95	153,24	0,02
1	423	Q500	30,65	321,91	322,89	320,2	322,89	0,000025	0,12	155,13	64,36	0,04
1	409	Q500	30,65	321,85	322,89	322,89	322,89	0,000006	0,05	299,07	124,98	0,02
1	380	Q500	30,65	321,48	322,82	322,05	322,85	0,000671	0,75	40,79	38,12	0,23
1	348	Q500	30,65	320,43	322,29	322,29	322,75	0,015459	3	10,25	11,43	1
1	298	Q500	30,65	320,57	321,65	321,03	321,68	0,000747	0,77	39,94	40,39	0,25
1	265	Q500	30,65	320,4	321,67	320,36	321,67	0,000029	0,16	213,8	170,91	0,05
1	212	Q500	30,65	319,97	321,11	321,11	321,61	0,013831	3,15	9,86	10,38	0,99
1	173	Q500	30,65	319	319,5	319,74	320,43	0,101586	5,29	8,86	35,18	2,45
1	131	Q500	30,65	318,5	319,54	319,54	319,7	0,010374	2,43	21,19	52,22	0,83
1	108	Q500	30,65	318,31	319,4	319,4	319,5	0,005176	1,88	30,78	92,37	0,61
1	83	Q500	30,65	318,3	319,4	319,4	319,41	0,000412	0,54	93,77	163,03	0,17

RAMBLA DE LA SEÑORITA. ALTERNATIVA 1 – SUPERFICIE

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
1	534	Q500	53,79	327	327,94	327,81	328,15	0,0112	2,46	27,04	36,3	0,82
1	511	Q500	53,79	325,49	327,59	327,59	327,95	0,006661	2,89	25,77	36,98	0,66
1	496	Q500	53,79	324,79	326,3	326,3	327	0,013723	3,71	14,49	10,2	0,99
1	483	Q500	53,79	324,21	325,68	324,47	325,7	0,000353	0,65	89,64	54,72	0,17
1	467	Q500	53,79	323,47	324,95	324,95	325,62	0,013107	3,63	14,84	10,99	1
1	454	Q500	53,79	322,88	324,05	324,41	325,31	0,032251	4,97	10,83	9,65	1,5
1	438	Q500	53,79	322,12	323,01	323,48	324,59	0,053332	5,57	9,66	11,25	1,92
1	428	Q500	53,79	321,66	322,49	322,95	324,04	0,055937	5,51	9,77	11,92	1,94
1	406	Q500	53,79	320,69	322,89	322,22	323,22	0,004348	2,55	21,13	10,56	0,57
1	400		Culvert									
1	395	Q500	53,79	320,55	322,39	321,96	322,79	0,006371	2,82	19,08	10,56	0,67
1	368	Q500	53,79	320,23	322,1	321,74	322,6	0,008087	3,11	17,27	9,26	0,73
1	360	Q500	53,79	320,13	322,07	321,65	322,52	0,007155	2,99	17,97	9,4	0,69
1	345	Q500	53,79	319,96	322,09	321,39	322,4	0,004238	2,44	22	11,14	0,56
1	321	Q500	53,79	319,68	321,7	321,37	322,24	0,00818	3,25	16,54	8,86	0,76
1	315		Bridge									
1	293	Q500	53,79	317,8	320,52	320,52	321,18	0,01541	3,6	14,92	11,14	0,99
1	281	Q500	53,79	317,8	320,48	320,04	320,74	0,004711	2,26	23,82	17,21	0,61
1	261	Q500	53,79	317,8	320,42	319,94	320,65	0,004107	2,1	25,64	19,04	0,58
1	244	Q500	53,79	317,8	320,29	319,93	320,56	0,005406	2,33	23,11	18,19	0,66
1	233	Q500	53,79	317,8	319,93	319,93	320,45	0,013066	3,18	16,89	16,27	1
1	218	Q500	53,79	317,68	318,15	318,57	319,86	0,14393	5,8	9,28	23,28	2,93
1	204	Q500	53,79	317,65	318,83	318,58	319,02	0,005064	1,89	28,44	31,22	0,63
1	193	Q500	53,79	317	318,94	317,96	318,96	0,000363	0,69	110,16	92,28	0,17
1	182	Q500	53,79	317	318,84	318,4	318,94	0,002631	1,84	44,35	47,8	0,45
1	167	Q500	53,79	317	318,71	318,41	318,88	0,003966	2,28	32,97	30,99	0,57
1	141	Q500	53,79	317	318,45	318,45	318,71	0,010944	2,76	27,19	43,55	0,88
1	108	Q500	53,79	316	318,53	317,95	318,56	0,000823	1,2	72,52	66,9	0,25
1	79	Q500	53,79	316	318,52	317,68	318,54	0,000503	0,9	93,43	81,41	0,18
1	49	Q500	53,79	315,5	318,32	318,32	318,49	0,004317	2,36	44,9	97,88	0,49

RAMBLA DE LA SEÑORITA. ALTERNATIVA 2 – SOTERRADA

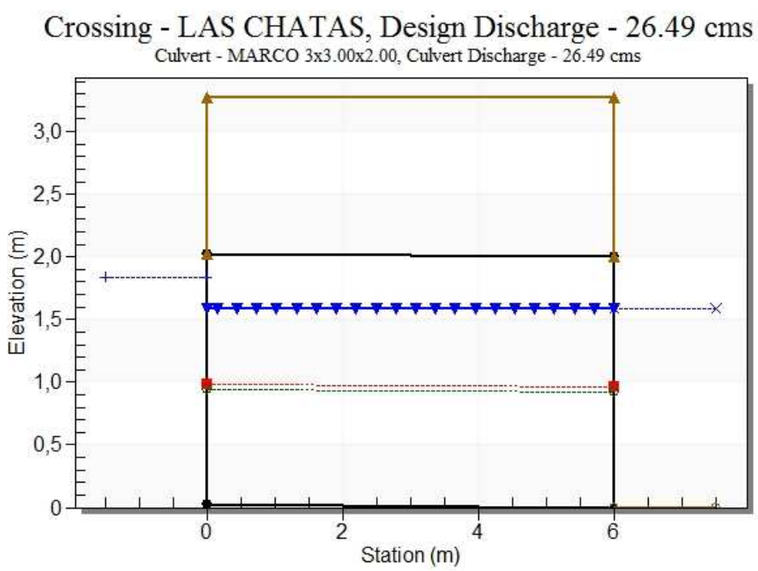
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
1	534	Q500	53,79	327	328,21	327,81	328,32	0,004337	1,77	37,19	39,52	0,52
1	511	Q500	53,79	326,89	327,85	327,85	328,13	0,018443	2,95	23,71	39,73	1,09
1	496	Q500	53,79	324,8	326,04	326,5	327,58	0,044728	5,49	9,8	8,96	1,68
1	483	Q500	53,79	325	325,78	324,48	325,81	0,000502	0,47	79,69	54,95	0,19
1	467	Q500	53,79	325	325,78	324,35	325,8	0,000397	0,41	86,72	57,44	0,17
1	454	Q500	53,79	325	325,77	324,47	325,79	0,000455	0,44	84,28	58,77	0,18
1	438	Q500	53,79	325	325,77	325,76	325,78	0,000329	0,38	114,16	95,43	0,15
1	428	Q500	53,79	325	325,76	325,76	325,78	0,000689	0,55	92,35	97,52	0,22
1	406	Q500	53,79	323,01	323,96	324,46	325,57	0,053001	5,62	9,57	11,48	1,97
1	395	Q500	53,79	322,59	323,54	323,98	324,92	0,046101	5,21	10,33	12,43	1,82
1	368	Q500	53,79	322	323,58	323,59	324,16	0,010726	3,45	17,26	17,9	0,88
1	360	Q500	53,79	322	323,3	323,3	323,31	0,000154	0,37	160,31	116,92	0,1
1	345	Q500	53,79	321,9	322,99	322,99	322,99	0,00007	0,22	196,6	110,37	0,07
1	321	Q500	53,79	319,5	320,58	321,23	322,77	0,056871	6,61	8,41	8,21	2,08
1	315		Bridge									
1	293	Q500	53,79	317,8	320,52	320,52	321,18	0,01541	3,6	14,92	11,14	0,99
1	281	Q500	53,79	317,8	320,48	320,04	320,74	0,004711	2,26	23,82	17,21	0,61
1	261	Q500	53,79	317,8	320,42	319,94	320,65	0,004107	2,1	25,64	19,04	0,58
1	244	Q500	53,79	317,8	320,29	319,93	320,56	0,005406	2,33	23,11	18,19	0,66
1	233	Q500	53,79	317,8	319,93	319,93	320,45	0,013066	3,18	16,89	16,27	1
1	218	Q500	53,79	317,68	318,15	318,57	319,86	0,14393	5,8	9,28	23,28	2,93
1	204	Q500	53,79	317,65	318,83	318,58	319,02	0,005064	1,89	28,44	31,22	0,63
1	193	Q500	53,79	317	318,94	317,96	318,96	0,000363	0,69	110,16	92,28	0,17
1	182	Q500	53,79	317	318,84	318,4	318,94	0,002631	1,84	44,35	47,8	0,45
1	167	Q500	53,79	317	318,71	318,41	318,88	0,003966	2,28	32,97	30,99	0,57
1	141	Q500	53,79	317	318,45	318,45	318,71	0,010944	2,76	27,19	43,55	0,88
1	108	Q500	53,79	316	318,53	317,95	318,56	0,000823	1,2	72,52	66,9	0,25
1	79	Q500	53,79	316	318,52	317,68	318,54	0,000503	0,9	93,43	81,41	0,18
1	49	Q500	53,79	315,5	318,32	318,32	318,49	0,004317	2,36	44,9	97,88	0,49

4 CONCLUSIONES

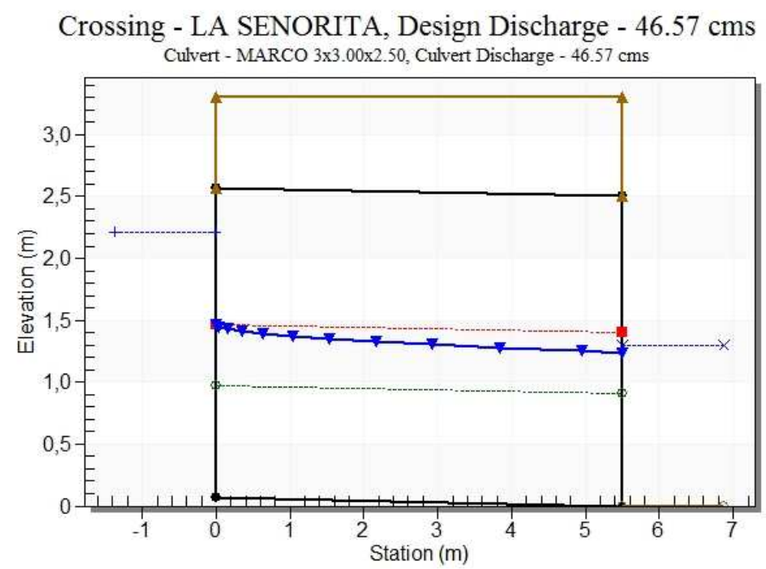
Una vez analizada la influencia que, desde el punto de vista hidráulico, las dos (2) alternativas ferroviarias planteadas pudieran tener sobre la Rambla de las Chatas y sobre la Rambla de la Señorita se concluye lo siguiente:

Alternativa 1 – Superficie: Lleva asociada el diseño de sendas Obras de Drenaje Transversal – ODTs a su paso por las ramblas anteriormente citadas, cuya geometría y funcionamiento hidráulico se definen a continuación:

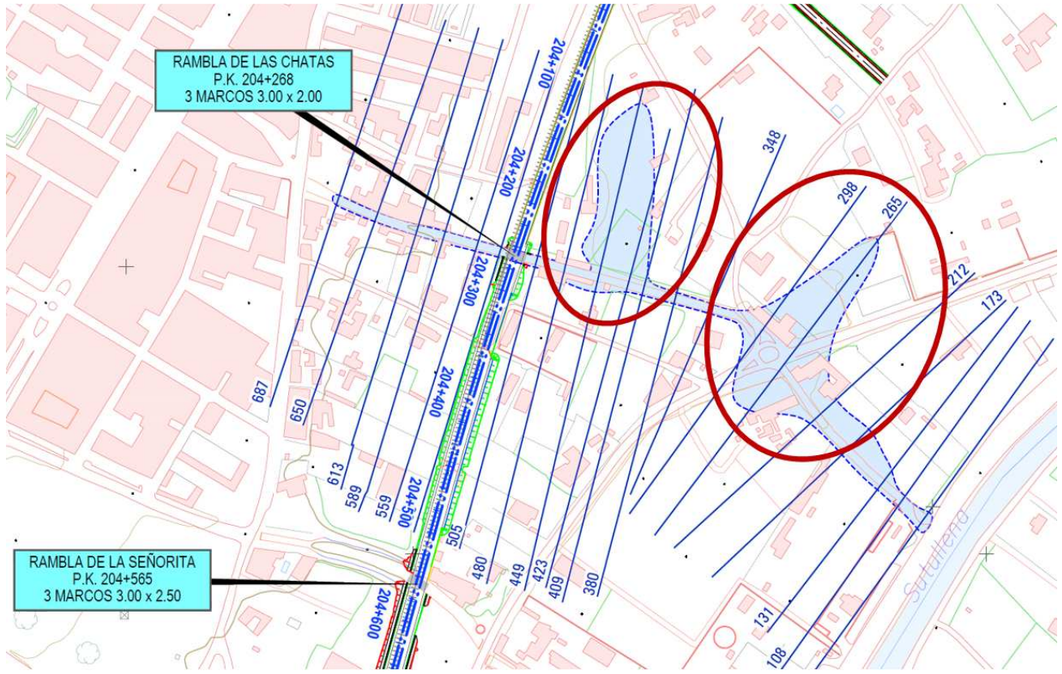
- **Rambla de Las Chatas**:
  - Marco 3 x (3,00 x 2,00) m
  - P.K. 204+268
  - El encaje de la ODT se realiza sin modificar el cauce actual de la rambla. La cota de la solera de la ODT proyectada en este punto se sitúa por tanto en los 322,856 m.
  - Funcionamiento hidráulico de la ODT verificado:
    - Sobreelevación: $H_W < 1{,}20\ H$ | 1,819 < 2,40 ✓
    - Velocidad: 1,855 < 6 m/s ✓
    - Resguardo: $r_{ODT} \geq 0{,}50$ m ✓



- **Rambla de La Señorita**:
  - Marco 3 x (3,00 x 2,50) m
  - P.K. 204+565
  - El encaje de la ODT se realiza deprimiendo la embocadura del marco hasta la cota 320,751 m. La cota de solera a la entrada se sitúa 2,014 m bajo la cota actual de la rambla en este punto, entorno a los 322,765 m.
  - Esta actuación lleva asociada la adaptación del perfil longitudinal de la rambla actual, tanto aguas arriba (103,50 m | i = 4,27%) como aguas abajo de la ODT proyectada (91,00 m | 1,18%).
  - Funcionamiento hidráulico de la ODT verificado:
    - Sobreelevación: $H_W < 1{,}20\ H$ | 2,149 < 3,00 ✓
    - Velocidad: 4,179 < 6 m/s ✓
    - Resguardo: $r_{ODT} \geq 0{,}50$ m ✓

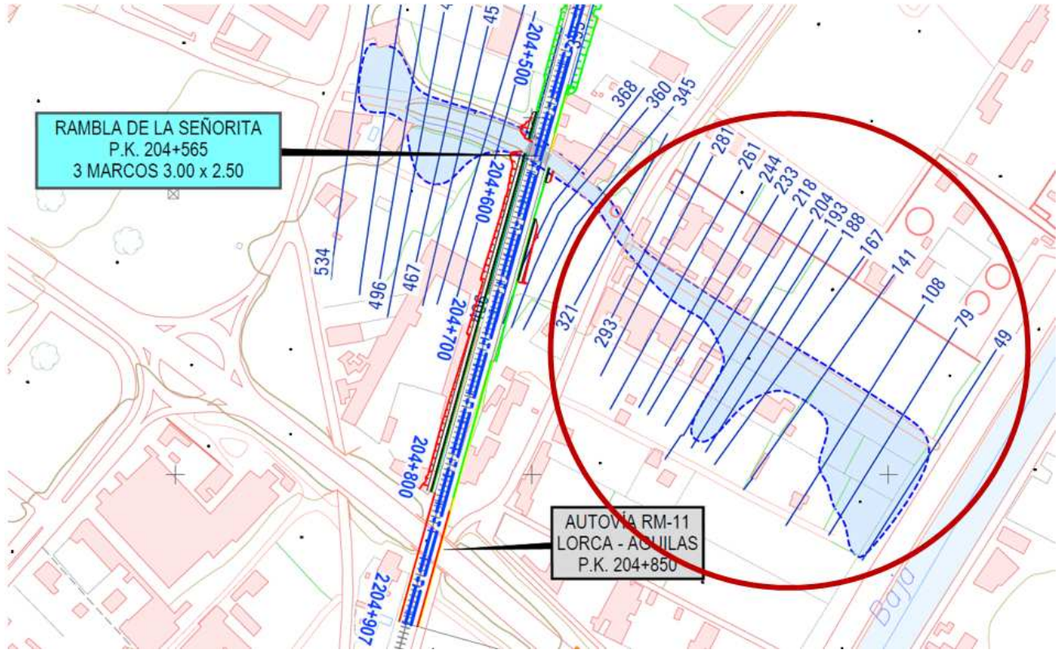


Respecto del **estudio de las láminas de inundación** se concluye lo siguiente, en la **Rambla de las Chatas**, **el resultado en ambos casos es similar**: el agua permanece en su cauce actual, salvo entre las secciones 480 - 409 (entre la línea del ferrocarril actual y la calle Sutullena) y 295 - 265 (a la altura de la glorieta dónde confluyen la calle Sutullena, la calle Martín Mora y el camino Hondo), en las que se desborda, lo que **no afecta al trazado** proyectado. Esto se debe a que el cauce actual está muy marcado e incluso la demolición de la estructura existente no producirá grandes cambios.



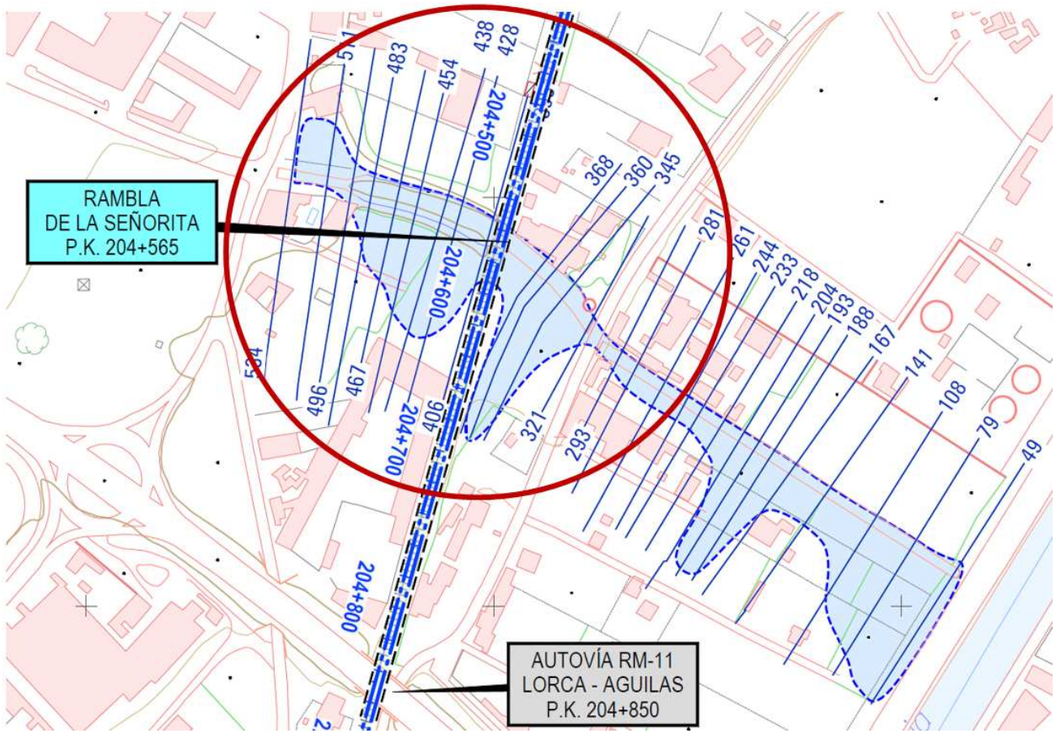
La velocidad máxima en el entorno del trazado será del orden de 3,50 m/s para el caudal correspondiente al período de retorno de 500 años, lo que queda dentro de los valores admisibles.

En la **Rambla de la Señorita**, en el caso de **trazado superficial**, se proyecta una **mejora de la pendiente longitudinal del cauce** con objeto de encajar geométricamente la ODT proyectada, lo que a su vez limita el desbordamiento en el entorno de la línea de ferrocarril. Los mayores desbordamientos se producen ya aguas debajo de la ODT, entre la calle Sutullena y la Ronda Sur y en la embocadura de la ODT existente bajo la Ronda Sur.



En la **alternativa soterrada**, **adicionalmente** a estos puntos aguas abajo de la infraestructura (entre calle Sutullena y la Ronda Sur), **se producirían ciertos desbordamientos del cauce existente** en las inmediaciones de la ubicación actual de la línea férrea (que discurrirá soterrada).

Estos **puntos de desbordamiento,** entre la Calle Camino Viejo del Puerto y la vía de ferrocarril actual y el entre la vía de ferrocarril actual y la Calle Sutullena**,** como se observa en los planos **no llegan a afectar a la zona de emboquille de salida del soterramiento**.

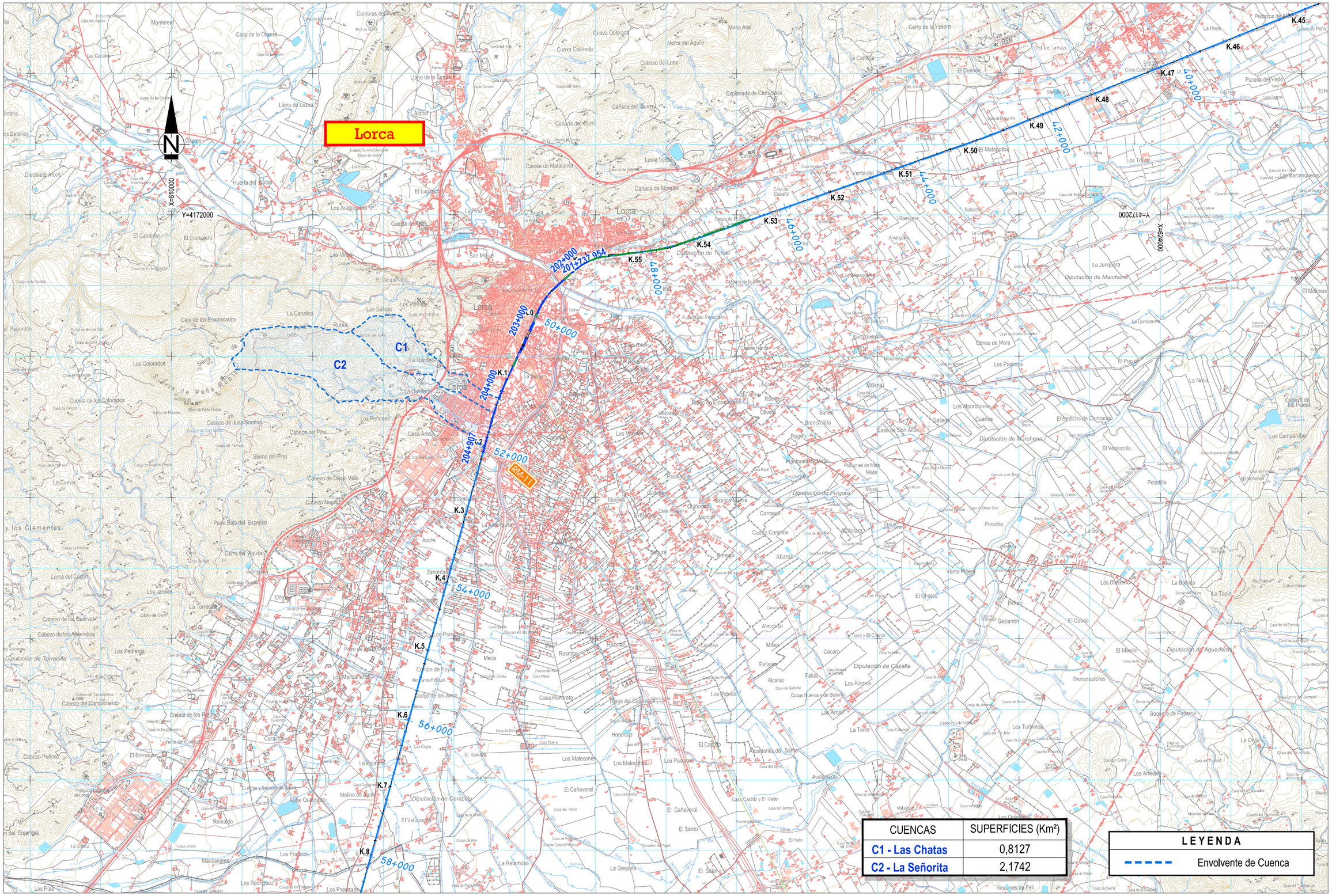


No obstante, se considera que una adecuación del cauce existente de la rambla de La Señorita en las proximidades de la línea de ferrocarril, similar a lo proyectado en la alternativa superficial, permitiría canalizar de manera más eficiente el flujo de agua y minimizar el riesgo de cualquier posible afección a la línea de ferrocarril, especialmente en el emboquille sur del soterramiento (P.K. 204+600).

En ambos trazados, la máxima velocidad en las inmediaciones de la nueva obra será de 5,50 m/s para el caudal de 500 años, que es un valor elevado pero admisible.

PLANOS

PLANO 1. PLANTA DE CUENCAS ESCALA 1:25.000



CUENCAS	SUPERFICIES (Km²)
C1 - Las Chatas	0,8127
C2 - La Señorita	2,1742

LEYENDA	
- - - - -	Envolvente de Cuenca

MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN FERROVIARIA

TÍTULO

ESTUDIO INFORMATIVO
DEL PROYECTO DE INTEGRACIÓN URBANA Y ADAPTACIÓN
A ALTAS PRESTACIONES DE LA RED FERROVIARIA DE LORCA.

AUTOR

getinsa-euroestudios · GEOCONTROL · TPF INGENIERÍA

JUAN MANUEL FERNÁNDEZ JIMÉNEZ

ESCALA ORIGINAL A1

NUMÉRICA 1:25.000

GRÁFICA 0 250 500 1.000 m

FECHA

JUNIO 2018

Nº DE PLANO

A.5.Ap.3.1

HOJA 1 DE 1

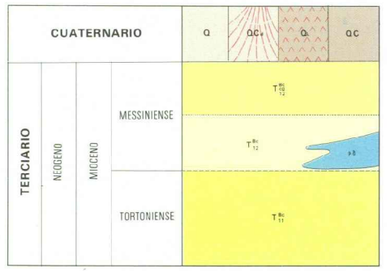
TÍTULO DEL PLANO

CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA Y DRENAJE
ESTUDIO DE LA "RAMBLA DE LAS CHATAS" Y
"RAMBLA DE LA SEÑORITA"
PLANTA DE CUENCAS

PLANO 2. PLANTA GEOLÓGICA ESCALA 1:25.000

LORCA	953
	25-38

LEYENDA

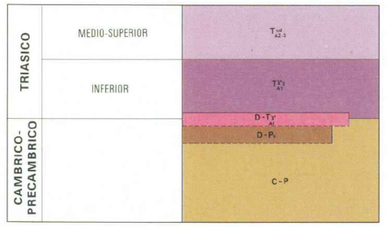


Q. Derrubios de ladera
Qc Coluvial
Q Gravas, arenas y limos
QC Conos de deyección
Conglomerados groseros
Margas y arenas margosas
Riodacitas
Conglomerados, arcillas rojas, areniscas y margas claras

COMPLEJO MALAGUIDE

J Calizas
Dolomías oscuras recristalizadas
Areniscas, cuarcitas y conglomerados
D-H Grauwacas, areniscas y pizarras

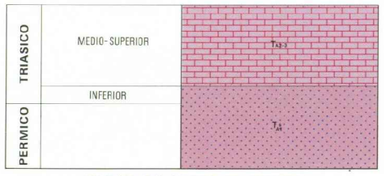
COMPLEJO ALPUJARRIDE



Calizas y dolomías grises recristalizadas
Filitas, cuarcitas y areniscas
Micaesquistos y filitas claras
Cuarcitas claras, areniscas, filitas y metaconglomerados
C-P Cuarcitas y micaesquistos negros con granates, estaurolita y cloritoides

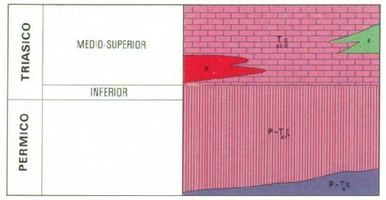
UNIDADES INTERMEDIAS

UNIDAD DE SIERRA DE LA ALMENARA



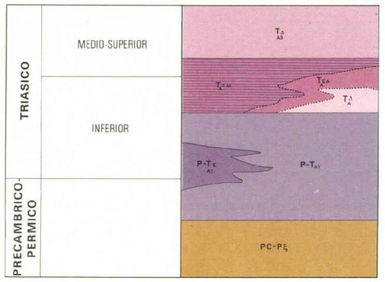
Calizas recristalizadas color crema
Areniscas rojas, filitas y cuarcitas

UNIDAD DE SIERRA DE ENMEDIO



Calizas recristalizadas
Y Yesos
ε Diabasas y metabasitas
Pizarras, filitas y cuarcitas
Diabasas y metabasitas

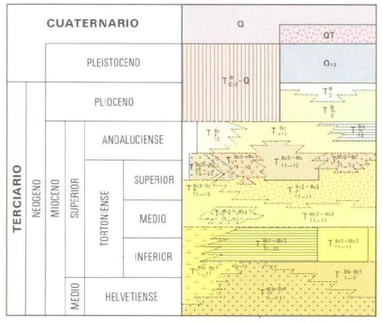
COMPLEJO NEVADO-FILABRIDE



Mármoles calizos y dolomíticos de color crema
Mármoles fajeados
Anfibolitas epidóticas y gneis albíticos
Micacitas con granates
Diabasas y metabasitas
Cuarcitas claras, micaesquistos plateados y gneises albíticos
PC-P Micaesquistos, cuarcitas negras con granates, estaurolita y cloritoides

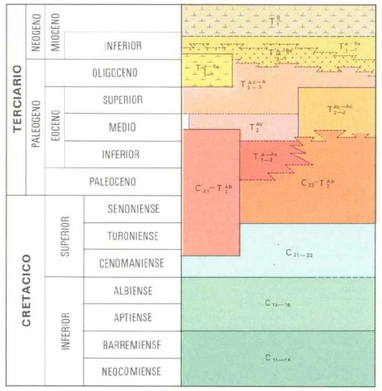
LEYENDA

SEDIMENTOS POST-MANTOS



Q Indiferenciado
QT Terrazas
Conglomerados
Conglomerados, areniscas y calizas
Arenas, arcillas y margas
Conglomerados, a veces encalichados
Marga, arenisca y caliza
Margas y arenas, y niveles de conglomerado
Conglomerado poligénico y margas rojizas
Calcarenita con niveles de conglomerado
Alternancia de conglomerado, arenisca y marga
Margas arenosas, pudingas intercaladas
Margas yesíferas y potentes bancos de yeso
Calcarenita
Pudingas y margas
Margas
Conglomerados
Calcarenita, intercalaciones de conglomerados, areniscas y margas
Areniscas y margas
Margas y areniscas
Margas, yesos azulados, areniscas y conglomerados
Conglomerado poligénico

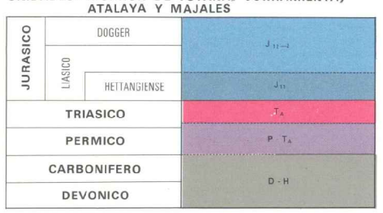
UNIDAD ALQUERIA (SUBBETICO)



Margas
Alternancia de calizas margosas y margas
Alternancia de margas arenosas y calizas arenosas
Margas verdes y areniscas
Calizas
Alternancia de calizas margosas y margas
Calizas margosas y margas
Alternancia de margas con yesos y calizas margosas
Margas y margocalizas
Margas y margocalizas
Margocalizas con sílex
Margas
Margas y margocalizas

COMPLEJO MALAGUIDE

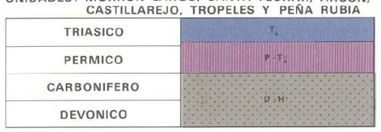
UNIDADES: MORRON DE TOTANA, JURRAMIENTA, ATALAYA Y MAJALES



Calizas grises
Dolomías
Calizas y dolomías grises a veces con sílex en la base
Arcillitas rojizas, cuarcitas, conglomerados, areniscas, pizarras rojas y yesos
D-H Grauvacas verdosas y carbonatos

UNIDADES INTERMEDIAS

UNIDADES: MORRON LARGO, SANTA-YECHAR, ARCON, CASTILLAREJO, TROPELES Y PEÑA RUBIA



Carbonatos negruzcos, dolomíticos y grises, a veces con sílex en la base
Arcillitas rojas, pizarras y cuarcitas
Pizarra gris, grauvacas y cuarcitas

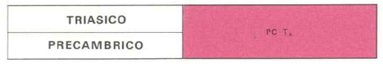
COMPLEJO ALPUJARRIDE

UNIDADES: GUILLERMOS, MOLINOS, CORTADA Y SALTADOR

Dolomías y calizas dolomíticas gris oscuro y azuladas
Pizarras rojizas, cuarcitas, filitas gris azuladas, púrpura, violáceas y verde claro
Cuarcitas, filitas grises y micaesquistos
PC-O Micaesquistos, cuarcitas y dolomías mármoreas

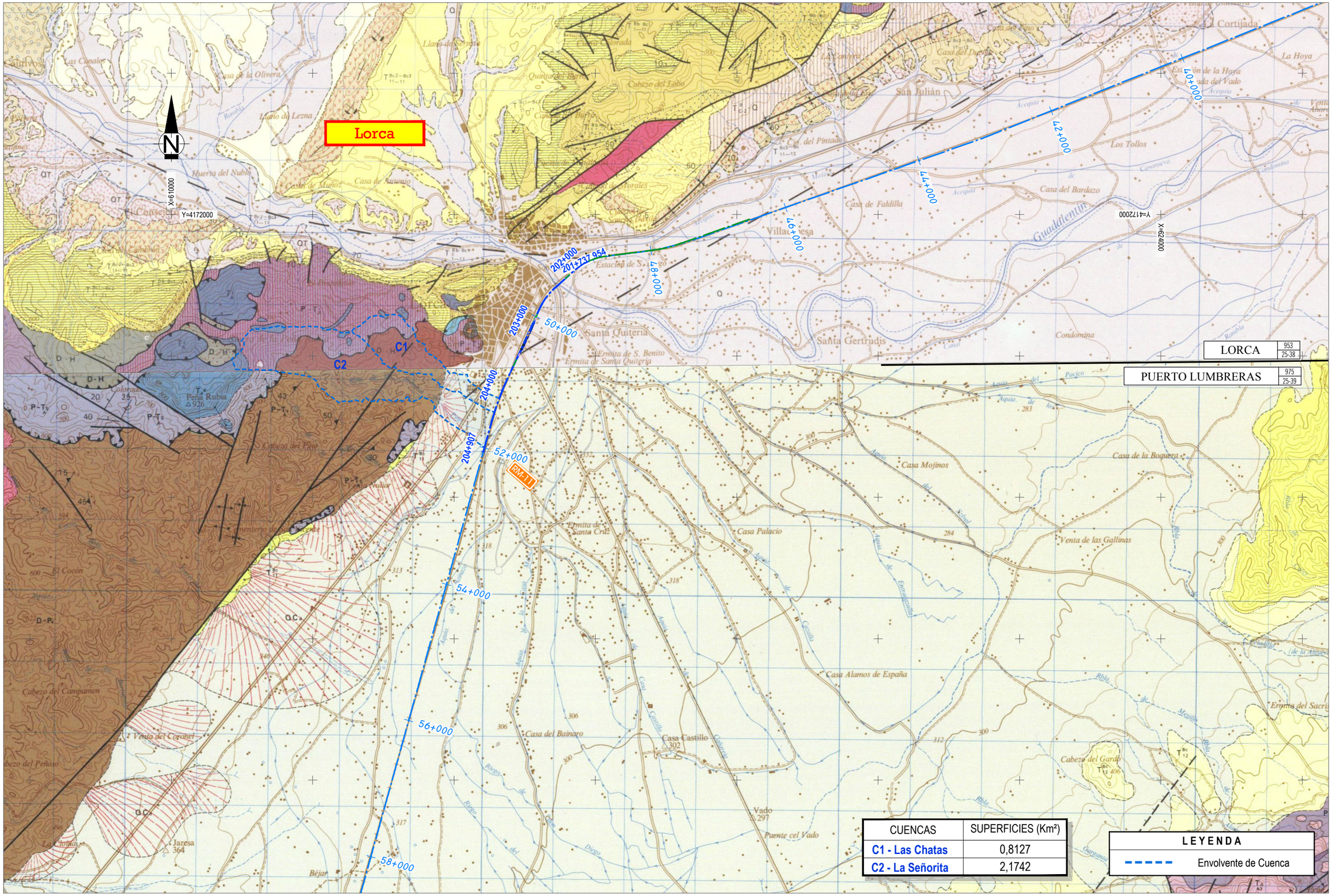
PUERTO LUMBRERAS	975
	25-39

BETICO INDIFERENCIADO



PC-T Carbonatos, filitas y cuarcitas.

MINISTERIO DE FOMENTO	SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN FERROVIARIA	TÍTULO ESTUDIO INFORMATIVO DEL PROYECTO DE INTEGRACIÓN URBANA Y ADAPTACIÓN A ALTAS PRESTACIONES DE LA RED FERROVIARIA DE LORCA.	AUTOR getinsa-eurestudios tpf INGENIERÍA GEOCONTROL JUAN MANUEL FERNÁNDEZ JIMÉNEZ	ESCALA ORIGINAL A1 SIN ESCALA NUMÉRICA / GRÁFICA	FECHA JUNIO 2018	Nº DE PLANO A.5.Ap.3.2 HOJA 1 DE 2	TÍTULO DEL PLANO CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA Y DRENAJE ESTUDIO DE LA "RAMBLA DE LAS CHATAS" Y "RAMBLA DE LA SEÑORITA" PLANTA GEOLÓGICA



CUENCAS	SUPERFICIES (Km²)
C1 - Las Chatas	0,8127
C2 - La Señorita	2,1742

LEYENDA

- - - - - Envolvente de Cuenca

MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN FERROVIARIA

TÍTULO

ESTUDIO INFORMATIVO
DEL PROYECTO DE INTEGRACIÓN URBANA Y ADAPTACIÓN
A ALTAS PRESTACIONES DE LA RED FERROVIARIA DE LORCA.

AUTOR

getinsa-euroestudios
GEOCONTROL
tpf INGENIERÍA
JUAN MANUEL FERNÁNDEZ JIMÉNEZ

ESCALA ORIGINAL A1

1:25.000 — NUMÉRICA

0 250 500 1.000 m — GRÁFICA

FECHA

JUNIO 2018

Nº DE PLANO

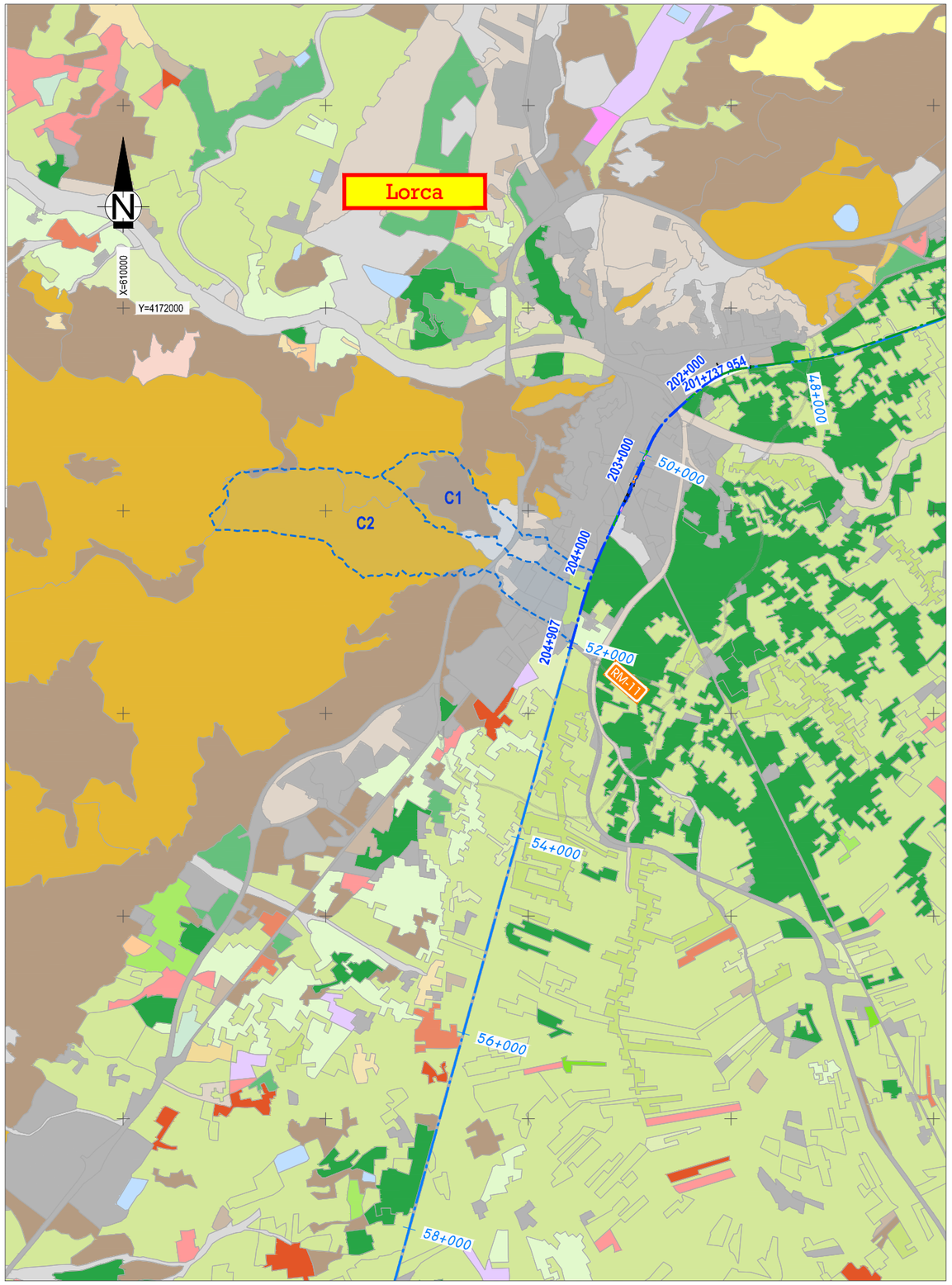
A.5.Ap.3.2

HOJA 2 DE 2

TÍTULO DEL PLANO

CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA Y DRENAJE
ESTUDIO DE LA "RAMBLA DE LAS CHATAS" Y
"RAMBLA DE LA SEÑORITA"
PLANTA GEOLÓGICA

PLANO 3. OCUPACIÓN DEL SUELO ESCALA 1:25.000



LEYENDA

- ASOCIACIÓN CULTIVOS HERBÁCEOS Y CULTIVOS LEÑOSOS
- ASOCIACIÓN CULTIVOS HERBÁCEOS Y PASTIZAL
- ASOCIACIÓN CULTIVOS HERBÁCEOS Y PASTIZAL + IMPRODUCTIVO.
- ASOCIACIÓN CULTIVOS Y CONÍFERAS + IMPRODUCTIVO.
- ASOCIACIÓN CULTIVOS Y PASTIZAL.
- ASOCIACIÓN CULTIVOS Y PASTIZAL + IMPRODUCTIVO.
- ASOCIACIÓN PASTIZAL Y CONÍFERAS.
- ASOCIACIÓN PASTIZAL Y CONÍFERAS + IMPRODUCTIVO.
- ASOCIACIÓN PASTIZAL Y CULTIVOS LEÑOSOS.
- ASOCIACIÓN PASTIZAL Y CULTIVOS LEÑOSOS + IMPRODUCTIVO.
- ASOCIACIÓN PASTIZAL Y CULTIVOS LEÑOSOS + SUELO DESNUDO.
- CONÍFERAS.
- CULTIVOS + IMPRODUCTIVO.
- CULTIVOS HERBÁCEOS.
- CULTIVOS HERBÁCEOS + IMPRODUCTIVO.
- CULTIVOS HERBÁCEOS + SUELO DESNUDO.
- CULTIVOS LEÑOSOS.
- CULTIVOS LEÑOSOS + IMPRODUCTIVO.
- CULTIVOS LEÑOSOS + SUELO DESNUDO.
- FRUTALES CÍTRICOS.
- FRUTALES NO CÍTRICOS.
- IMPRODUCTIVO.
- LÁMINA DE AGUA ARTIFICIAL.
- OLIVAR.
- PASTIZAL.
- PASTIZAL + IMPRODUCTIVO.
- PASTIZAL + SUELO DESNUDO.
- SUELO DESNUDO.
- VIÑEDO.

CUENCAS	SUPERFICIES (Km²)
C1 - Las Chatas	0,8127
C2 - La Señorita	2,1742

LEYENDA	
- - - - -	Envolvente de Cuenca

MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN FERROVIARIA

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO
DEL PROYECTO DE INTEGRACIÓN URBANA Y ADAPTACIÓN
A ALTAS PRESTACIONES DE LA RED FERROVIARIA DE LORCA.

AUTOR
getinsa-euroestudios
GEOCONTROL
TPF INGENIERÍA
JUAN MANUEL FERNÁNDEZ JIMÉNEZ

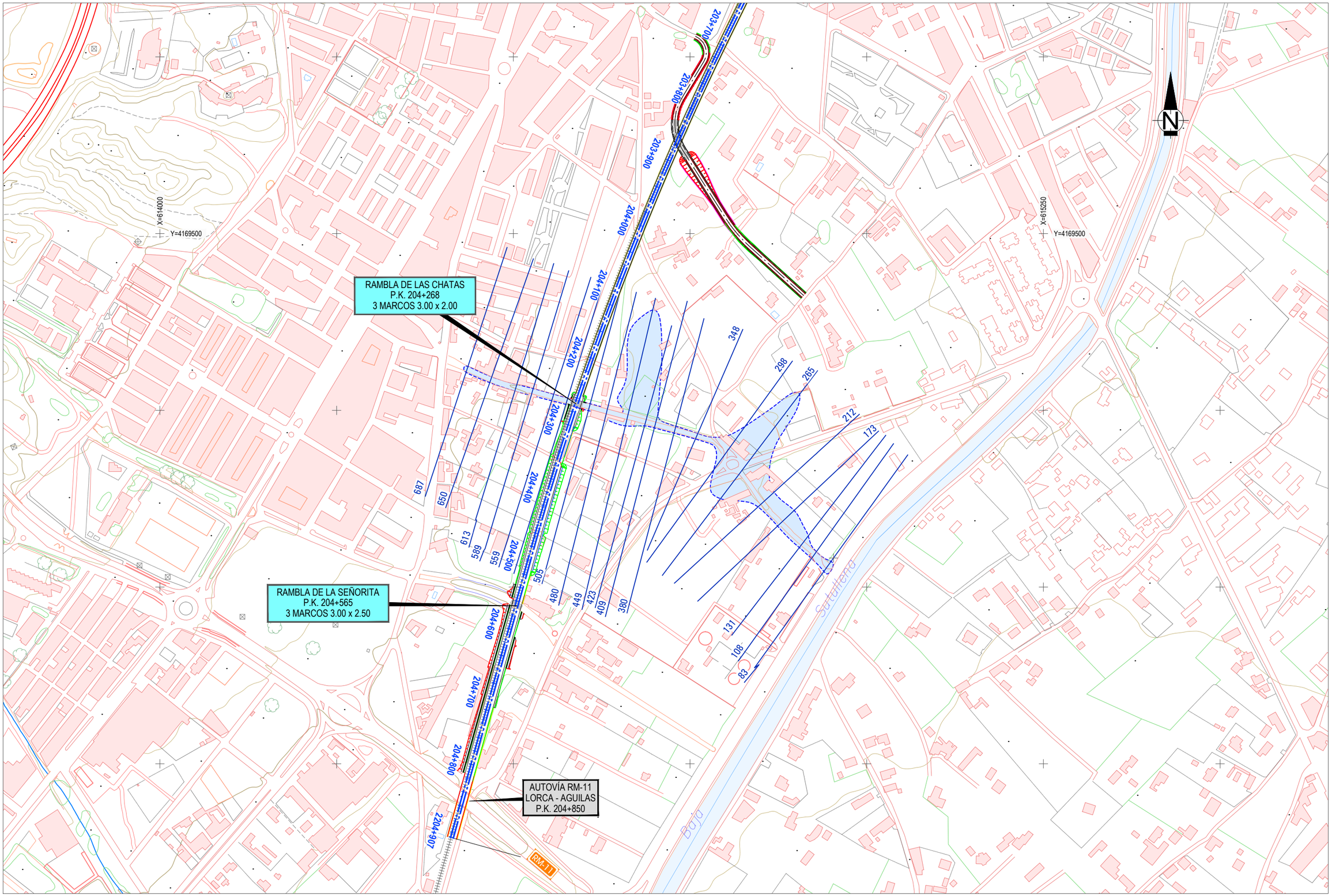
ESCALA ORIGINAL A1
1:25.000
0 250 500 1.000 m
NUMÉRICA GRÁFICA

FECHA
JUNIO 2018

Nº DE PLANO
A.5.Ap.3.3
HOJA 1 DE 1

TÍTULO DEL PLANO
CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA Y DRENAJE
ESTUDIO DE LA "RAMBLA DE LAS CHATAS" Y "RAMBLA DE LA SEÑORITA"
OCUPACIÓN DEL SUELO

PLANO 4. MODELO HIDRÁULICO (HEC-RAS)



MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN FERROVIARIA

TÍTULO

ESTUDIO INFORMATIVO
DEL PROYECTO DE INTEGRACIÓN URBANA Y ADAPTACIÓN
A ALTAS PRESTACIONES DE LA RED FERROVIARIA DE LORCA.

AUTOR

getinsa-eurestudios

GEOCONTROL

TPF INGENIERÍA

JUAN MANUEL FERNÁNDEZ JIMÉNEZ

ESCALA ORIGINAL A1

NUMÉRICA 1:2.500

GRÁFICA 0 25 50 100 m

FECHA

JUNIO 2018

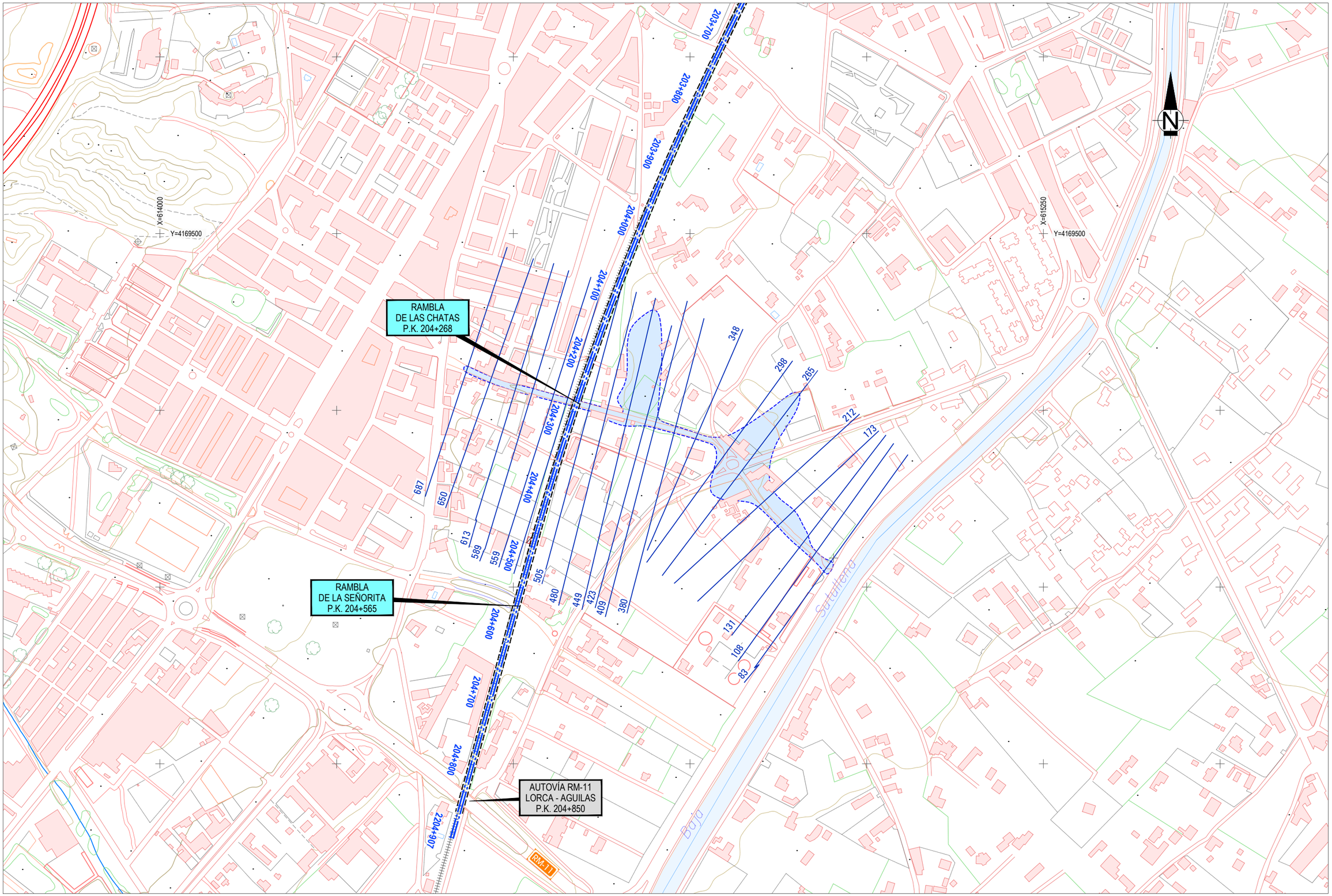
Nº DE PLANO

A.5.Ap.3.4.1

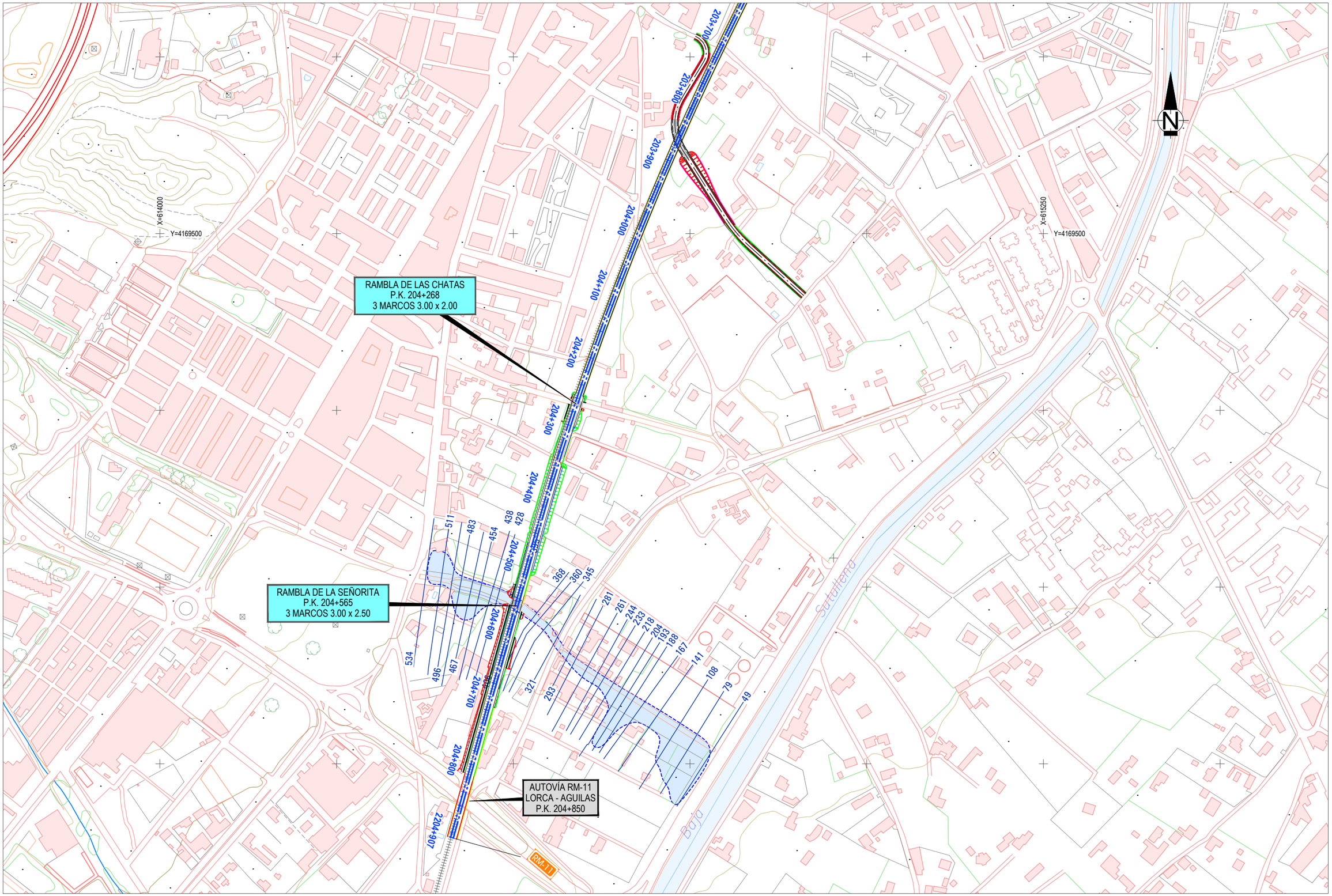
HOJA 1 DE 2

TÍTULO DEL PLANO

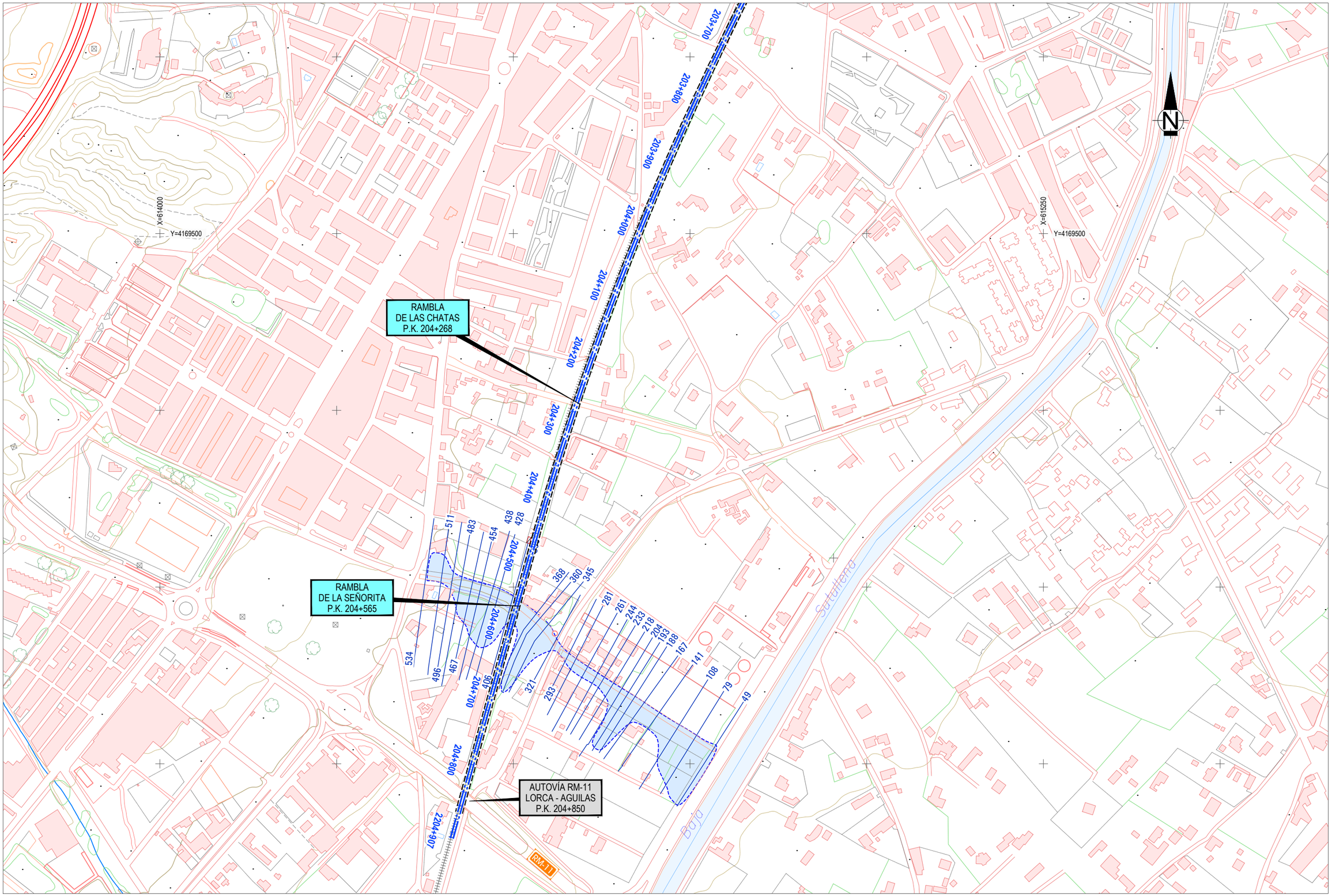
CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA Y DRENAJE
ESTUDIO DE LA "RAMBLA DE LAS CHATAS" Y
"RAMBLA DE LA SEÑORITA"
HEC-RAS "LAS CHATAS"
ALTERNATIVA EN SUPERFICIE



MINISTERIO DE FOMENTO	SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN FERROVIARIA	TÍTULO ESTUDIO INFORMATIVO DEL PROYECTO DE INTEGRACIÓN URBANA Y ADAPTACIÓN A ALTAS PRESTACIONES DE LA RED FERROVIARIA DE LORCA.	AUTOR getinsa-eurestudios tpf INGENIERÍA GEOCONTROL JUAN MANUEL FERNÁNDEZ JIMÉNEZ	ESCALA ORIGINAL A1 1:2.500 0 25 50 100 m NUMÉRICA GRÁFICA	FECHA JUNIO 2018	Nº DE PLANO **A.5.Ap.3.4.1** HOJA 2 DE 2	TÍTULO DEL PLANO CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA Y DRENAJE ESTUDIO DE LA "RAMBLA DE LAS CHATAS" Y "RAMBLA DE LA SEÑORITA" HEC-RAS "LAS CHATAS" ALTERNATIVA SOTERRADA



MINISTERIO DE FOMENTO	SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN FERROVIARIA	TÍTULO ESTUDIO INFORMATIVO DEL PROYECTO DE INTEGRACIÓN URBANA Y ADAPTACIÓN A ALTAS PRESTACIONES DE LA RED FERROVIARIA DE LORCA.	AUTOR getinsa-euroestudios tpf INGENIERÍA GEOCONTROL JUAN MANUEL FERNÁNDEZ JIMÉNEZ	ESCALA ORIGINAL A1 1:2.500 NUMÉRICA 0 25 50 100 m GRÁFICA	FECHA JUNIO 2018	Nº DE PLANO A.5.Ap.3.4.2 HOJA 1 DE 2	TÍTULO DEL PLANO CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA Y DRENAJE ESTUDIO DE LA "RAMBLA DE LAS CHATAS" Y "RAMBLA DE LA SEÑORITA" HEC-RAS "LA SEÑORITA" ALTERNATIVA EN SUPERFICIE



MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN FERROVIARIA

TÍTULO

ESTUDIO INFORMATIVO
DEL PROYECTO DE INTEGRACIÓN URBANA Y ADAPTACIÓN
A ALTAS PRESTACIONES DE LA RED FERROVIARIA DE LORCA.

AUTOR

getinsa-euroestudios

GEOCONTROL

TPF INGENIERÍA

JUAN MANUEL FERNÁNDEZ JIMÉNEZ

ESCALA ORIGINAL A1

1:2.500

0 25 50 100 m

NUMÉRICA | GRÁFICA

FECHA

JUNIO
2018

Nº DE PLANO

A.5.Ap.3.4.2

HOJA 2 DE 2

TÍTULO DEL PLANO

CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA Y DRENAJE
ESTUDIO DE LA "RAMBLA DE LAS CHATAS" Y
"RAMBLA DE LA SEÑORITA"
HEC-RAS "LA SEÑORITA"
ALTERNATIVA SOTERRADA

APÉNDICE 4. CUENCA DEL RÍO GUADALENTÍN

ÍNDICE

1 APLICACIÓN CAUMAX.....1
2 CUENCAS.....1
3 CAUDALES.....4

1 APLICACIÓN CAUMAX

Para el caso de la cuenca del río Guadalentín se ha recurrido al "Mapa de caudales máximos de avenida para la red fluvial de la España peninsular" elaborado por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX, por encargo de la Dirección General del Agua dependiente de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, dentro del Convenio "Asistencia técnica, investigación y desarrollo en materia de Gestión del Dominio Público Hidráulico y explotación de obras" firmado entre ambas entidades.

La consulta de los mapas de caudales máximos se ha realizado a través de la aplicación sobre SIG denominada "caumax", versión 2.0 de junio de 2011. Dichos mapas abarcan el ámbito territorial de las demarcaciones hidrográficas con cuencas intercomunitarias, entre ellas la cuenca hidrográfica del río Segura.

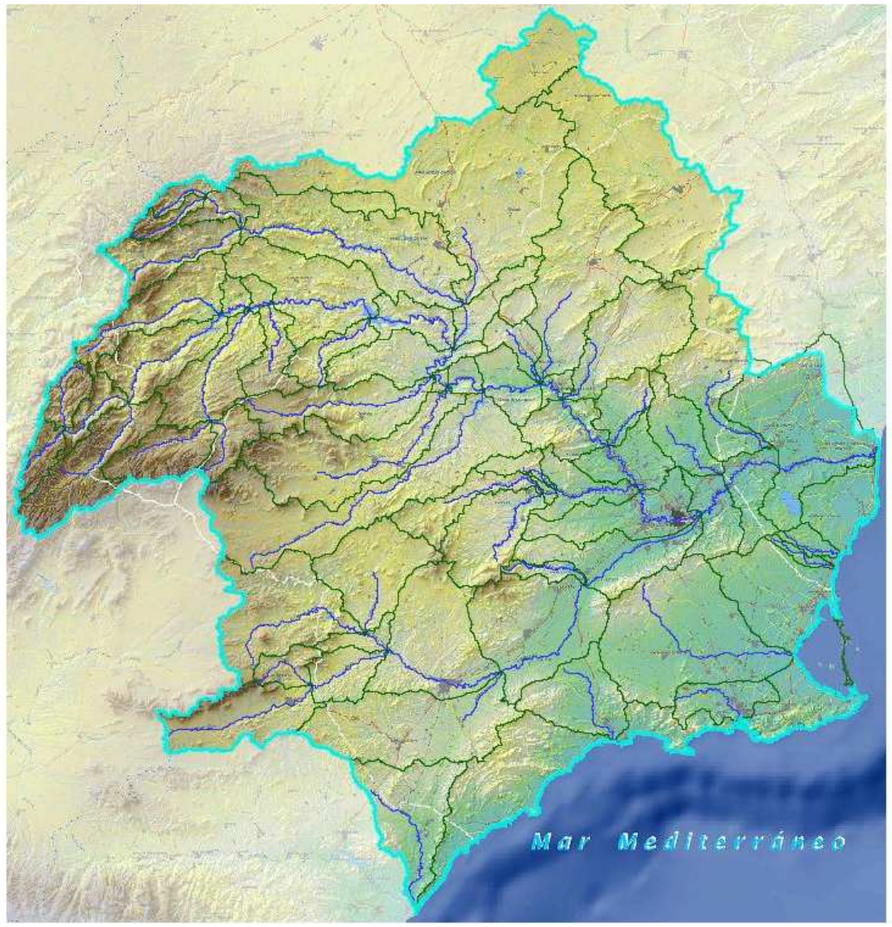
Los mapas ofrecen información sobre los caudales punta de avenida en régimen natural en aquellos puntos de la red fluvial con una superficie de cuenca vertiente igual o superior a 50 km^2, para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 100 y 500 años.

Para otros periodos de retorno la aplicación informática permite realizar estimaciones de los caudales mediante interpolación entre los valores facilitados por los mapas. Para ello emplea la función de distribución de Valores Extremos de Dos Componentes en las zonas costeras del levante y sureste peninsular, como es el caso de la región estadística 72 en la que está integrada la cuenca del río Guadalentín.

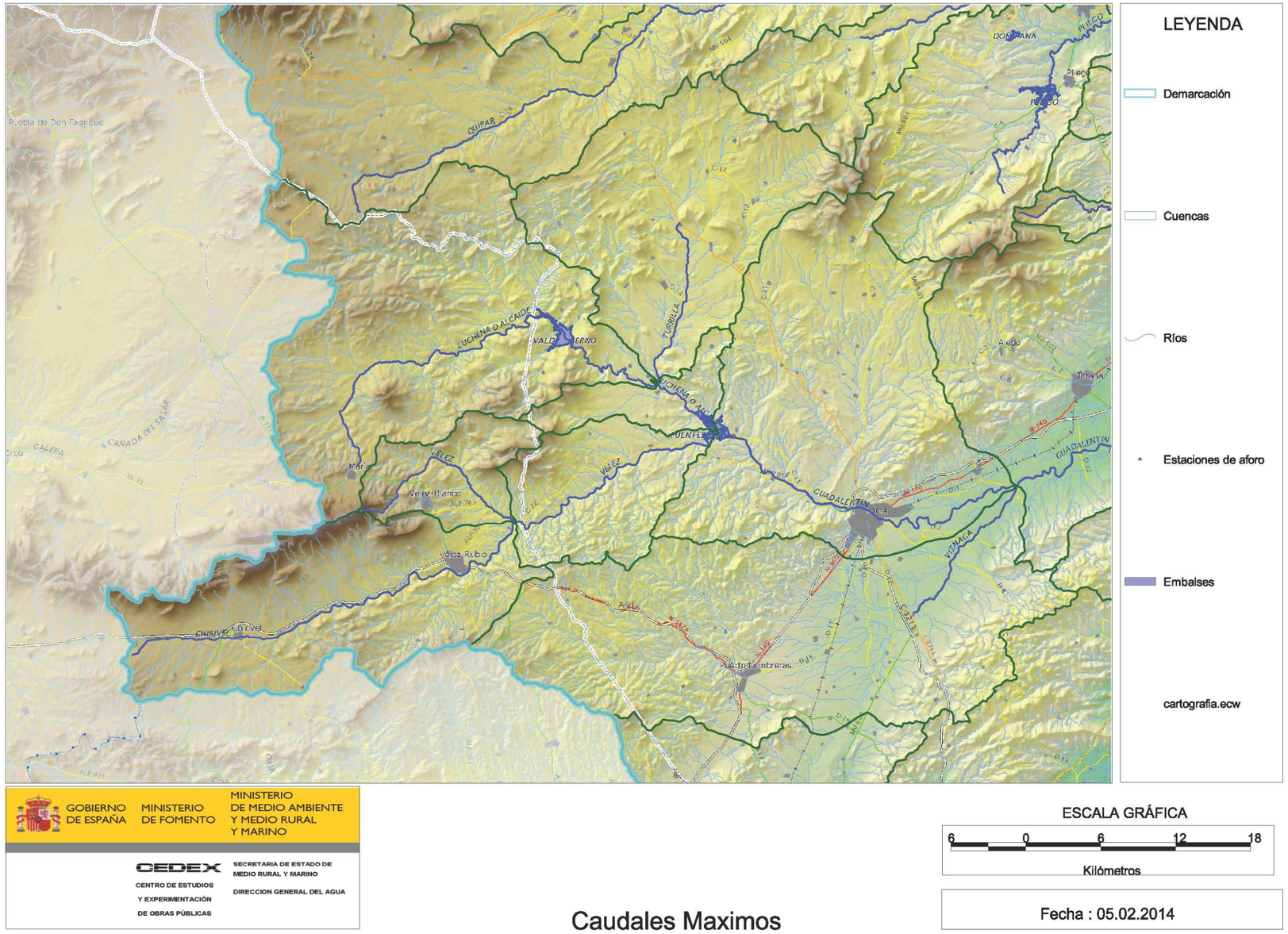
La metodología aplicada para la elaboración de los mapas de caudales máximos ha partido de la selección de estaciones de aforos y embalses con suficiente información sobre caudales máximos como para realizar una estimación suficientemente fiable de los valores correspondientes a distintas probabilidades o periodos de retorno (cuantiles). A las series de datos seleccionadas se les han aplicado diversas técnicas estadísticas para verificar la calidad de la información, así como la coherencia en la información de las distintas estaciones entre sí, y se les ha ajustado una función de distribución con la finalidad de determinar sus cuantiles, es decir, su ley de frecuencia, habiéndose seleccionado los siguientes periodos de retorno para el trabajo: 2, 5, 10, 25, 100 y 500 años.

2 CUENCAS

El río Guadalentín pertenece a la cuenca del río Segura. En la siguiente imagen se puede observar la cuenca del río Segura y la división de las subcuencas.

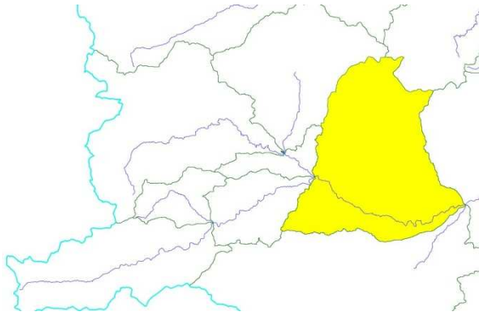
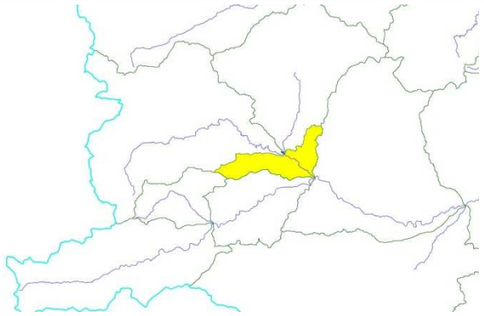
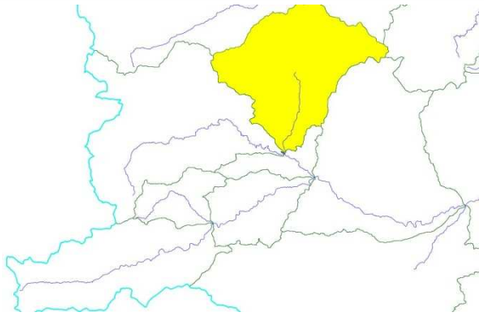
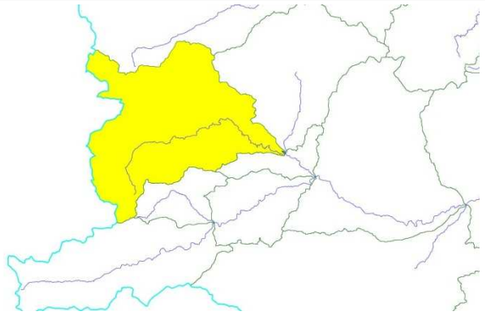
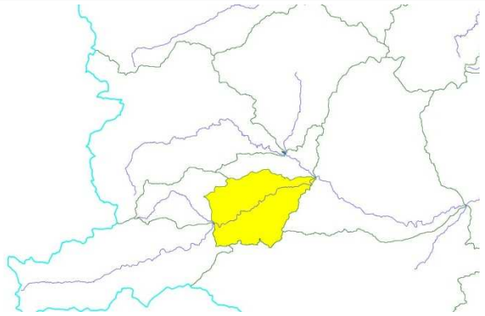
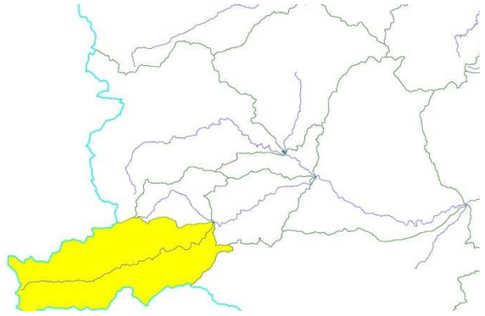
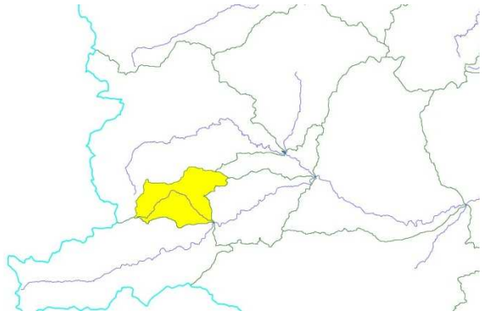


La cuenca del río Guadalentín hasta Lorca abarca las subcuencas de sus afluentes: Turrilla, Luchena, Vélez y Chirivel.



Caudales Maximos

Las características de las subcuencas consideradas en el mapa de caudales máximos son las siguientes:

NUM_CUENCA 7062.0 SUPRCNC 494,08 km^2 DESDE VELEZ CORRIENTE GUADALENTIN HASTA VIZNAGA TIPO_CORRI RIO Longitud cauce 36328 m	
NUM_CUENCA 7061.0 SUPRCNC 60,7 km^2 DESDE ALCAIDE CORRIENTE LUCHENA O ALCAIDE HASTA GUADALENTIN TIPO_CORRI RIO Longitud cauce 7707 m	
NUM_CUENCA 7060.0 SUPRCNC 340,06 km^2 DESDE ORIGEN CORRIENTE TURRILLA HASTA LUCHENA O ALCAIDE TIPO_CORRI RIO Longitud cauce 23535 m	
NUM_CUENCA 7059.0 SUPRCNC 474,39 km^2 DESDE ORIGEN CORRIENTE LUCHENA O ALCAIDE HASTA LUCHENA O ALCAIDE TIPO_CORRI RIO Longitud cauce 45578 m	
NUM_CUENCA 7057.0 SUPRCNC 139,11 km^2 DESDE CHIRIVIEL CORRIENTE VELEZ HASTA GUADALENTIN TIPO_CORRI RIO Longitud cauce 24742 m	
NUM_CUENCA 7056.0 SUPRCNC 327,12 km^2 DESDE ORIGEN CORRIENTE CHIRIVEL HASTA VELEZ TIPO_CORRI RAMBLA Longitud cauce 38285 m	
NUM_CUENCA 7055.0 SUPRCNC 86,27 km^2 DESDE ORIGEN CORRIENTE VELEZ HASTA CHIRIVEL TIPO_CORRI RIO Longitud cauce 14164 m	

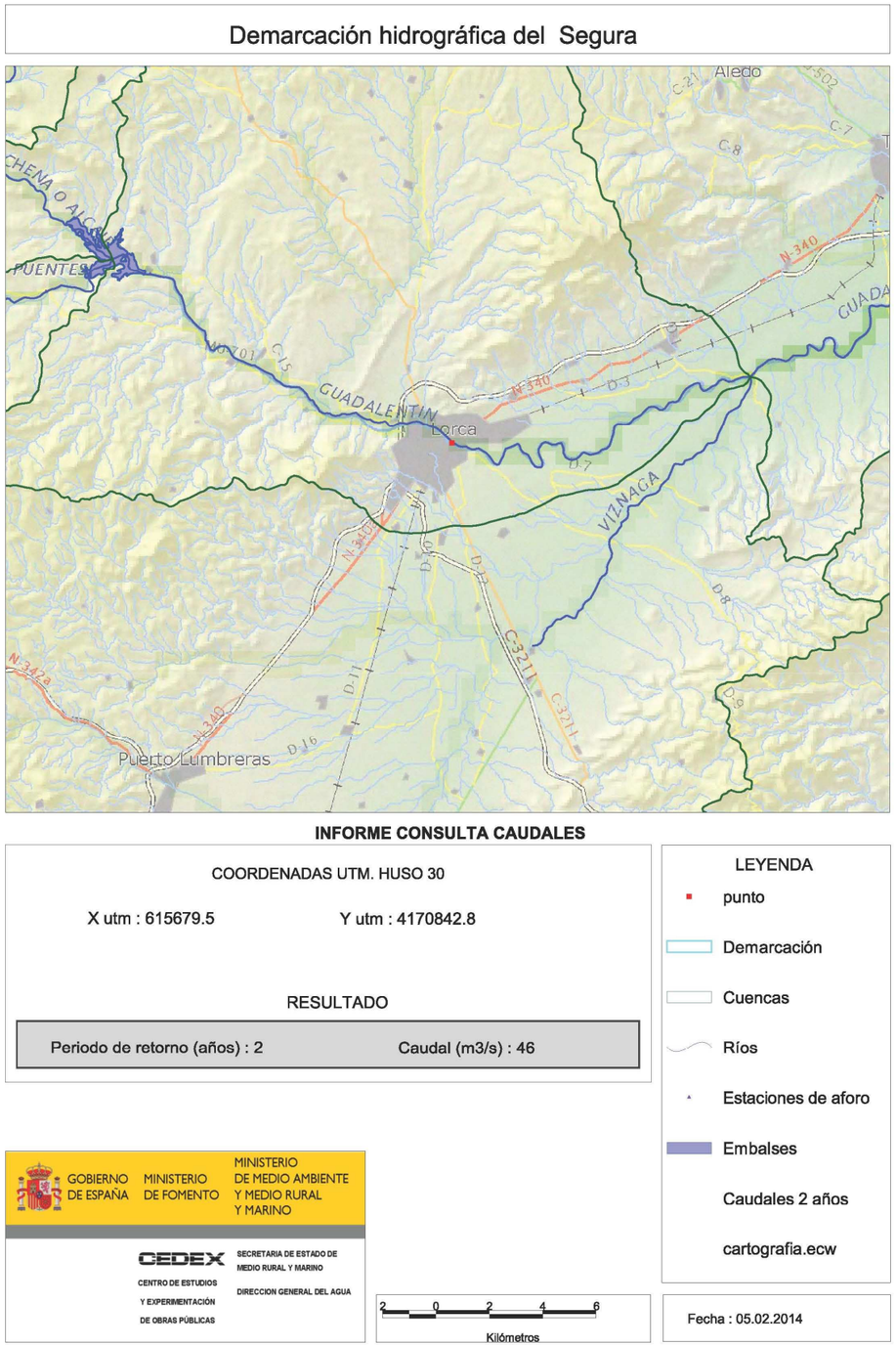
3 CAUDALES

Se ha consultado en los mapas el caudal máximo en el punto de cruce de la línea ferroviaria con el río Guadalentín. Para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 100 y 500 años el caudal se obtiene por consulta directa en el mapa de cada uno de ellos. Para los periodos de retorno restantes, 50, 200 y 300 años, la aplicación realiza una interpolación a partir de los anteriores.

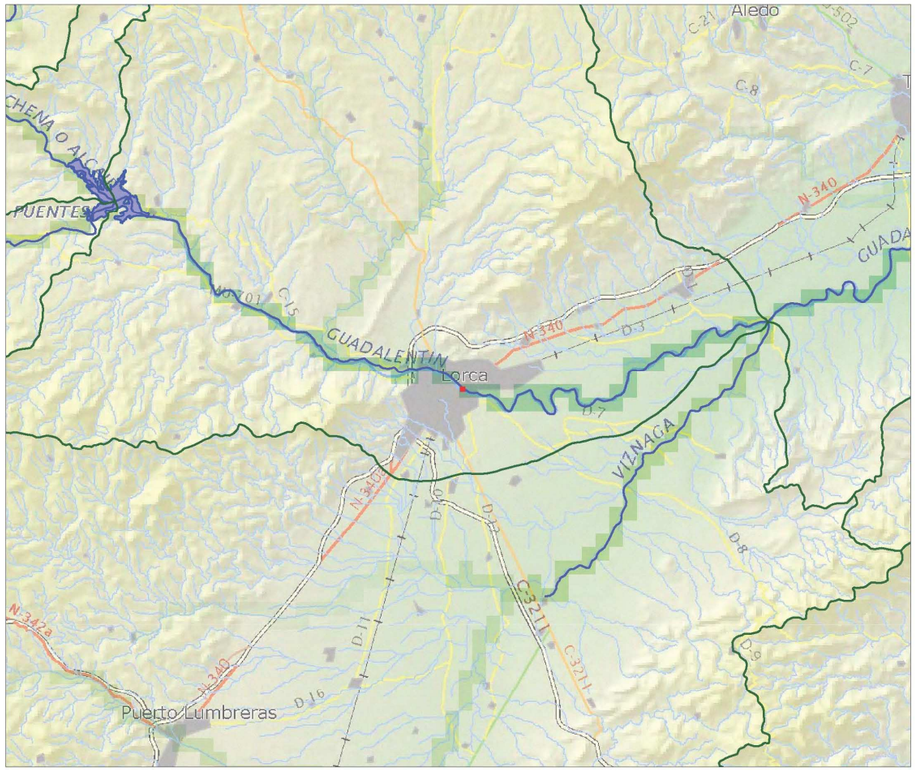
Los caudales obtenidos en el cruce del río Guadalentín con la línea ferroviaria a través de la aplicación caumax se resumen en la tabla siguiente.

CUENCA	Q2 (m^3/s)	Q5 (m^3/s)	Q10 (m^3/s)	Q25 (m^3/s)	Q50 (m^3/s)	Q100 (m^3/s)	Q200 (m^3/s)	Q300 (m^3/s)	Q500 (m^3/s)
A15	46	112	165	321	1.184	2.230	3.273	3.881	4.648

A continuación se muestran los resultados obtenidos en las consultas realizadas.



Demarcación hidrográfica del Segura



INFORME CONSULTA CAUDALES

COORDENADAS UTM. HUSO 30

X utm : 615679.5 Y utm : 4170842.8

RESULTADO

Periodo de retorno (años) : 5	Caudal (m3/s) : 112

LEYENDA

- punto
- Demarcación
- Cuencas
- Ríos
- Estaciones de aforo
- Embalses
- Caudales 5 años
- cartografia.ecw

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE FOMENTO MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

CEDEX CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

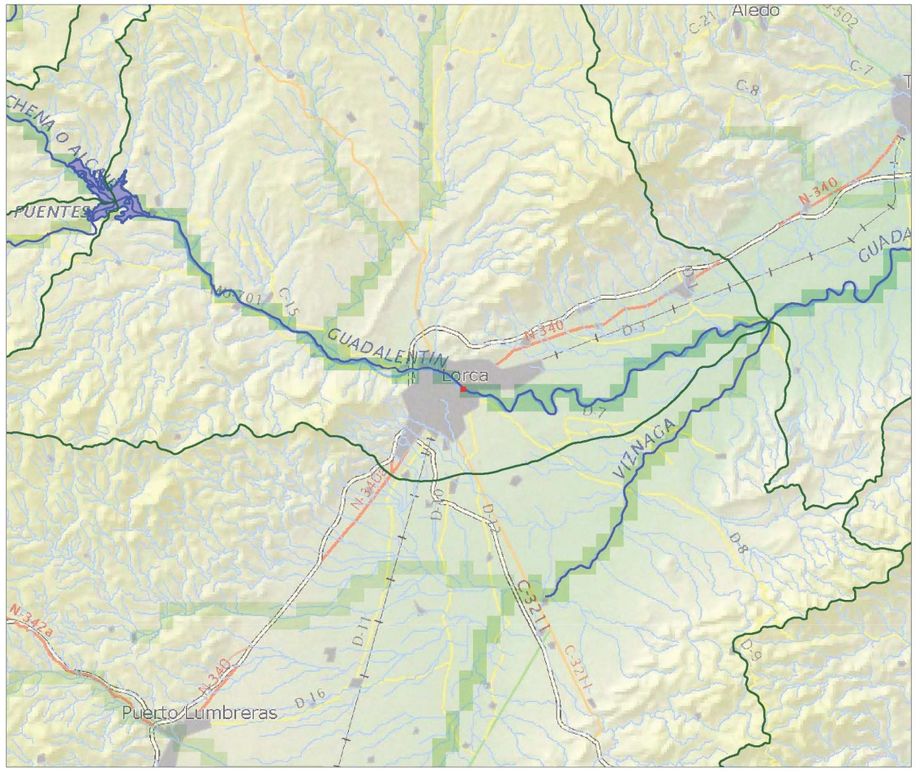
SECRETARIA DE ESTADO DE MEDIO RURAL Y MARINO

DIRECCION GENERAL DEL AGUA

2 0 2 4 6 Kilómetros

Fecha : 05.02.2014

Demarcación hidrográfica del Segura



INFORME CONSULTA CAUDALES

COORDENADAS UTM. HUSO 30

X utm : 615679.5 Y utm : 4170842.8

RESULTADO

Periodo de retorno (años) : 10	Caudal (m3/s) : 165

LEYENDA

- punto
- Demarcación
- Cuencas
- Ríos
- Estaciones de aforo
- Embalses
- Caudales 10 años
- cartografia.ecw

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE FOMENTO MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

CEDEX CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

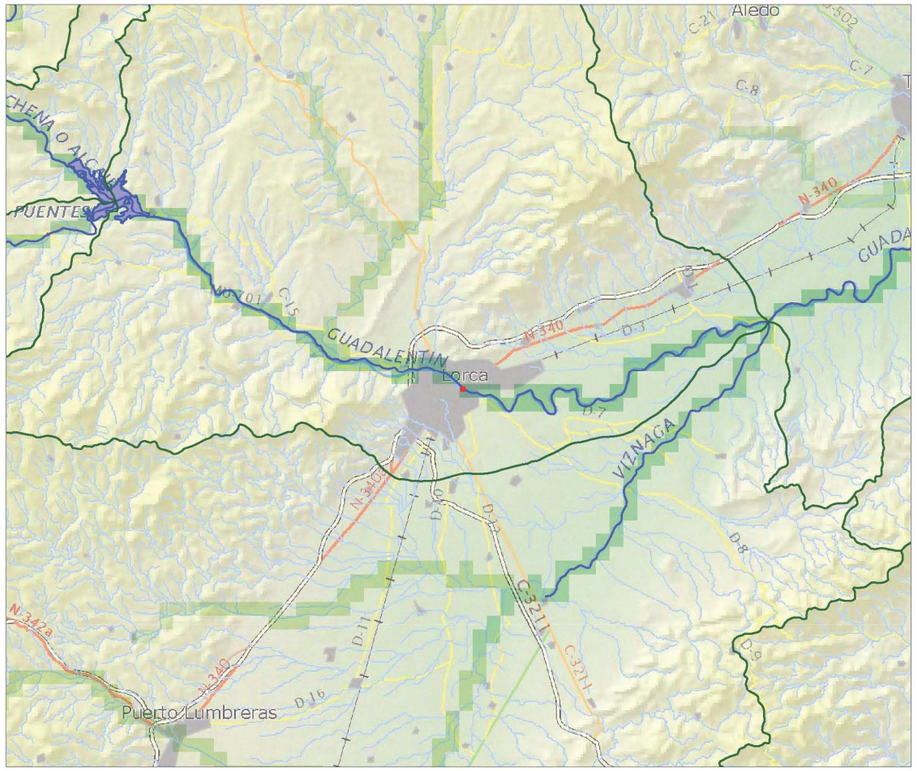
SECRETARIA DE ESTADO DE MEDIO RURAL Y MARINO

DIRECCION GENERAL DEL AGUA

2 0 2 4 6 Kilómetros

Fecha : 05.02.2014

Demarcación hidrográfica del Segura



INFORME CONSULTA CAUDALES

COORDENADAS UTM. HUSO 30

X utm : 615679.5 Y utm : 4170842.8

RESULTADO

Periodo de retorno (años) : 25	Caudal (m3/s) : 321

LEYENDA

- punto
- Demarcación
- Cuencas
- Ríos
- Estaciones de aforo
- Embalses
- Caudales 25 años
- cartografia.ecw

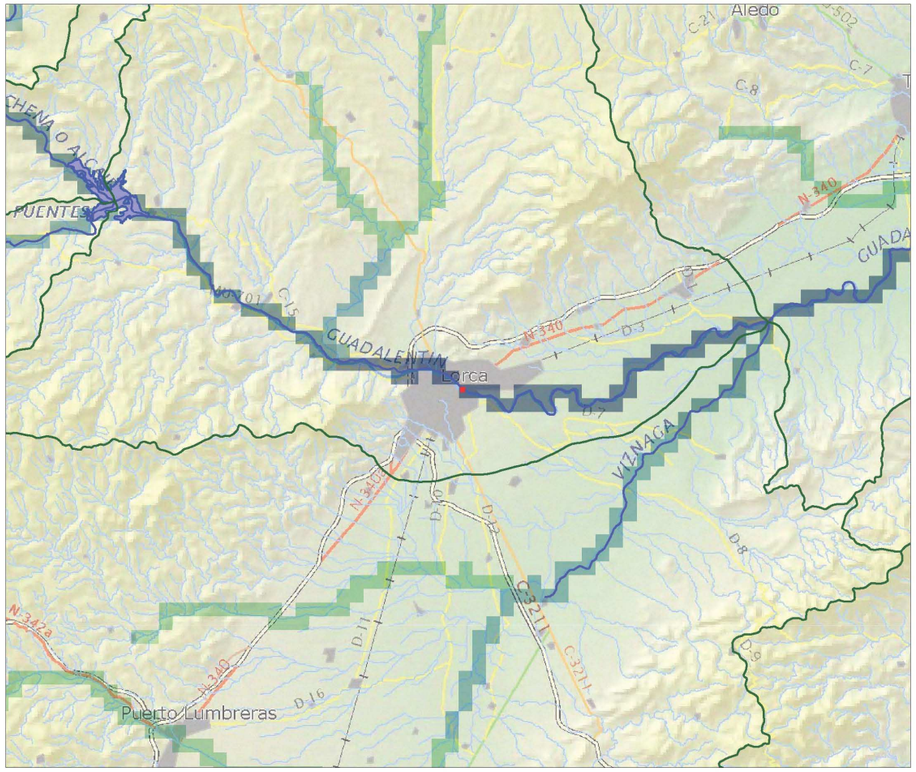
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE FOMENTO MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

CEDEX CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS SECRETARIA DE ESTADO DE MEDIO RURAL Y MARINO DIRECCION GENERAL DEL AGUA

2 0 2 4 6
Kilómetros

Fecha : 05.02.2014

Demarcación hidrográfica del Segura



INFORME CONSULTA CAUDALES

COORDENADAS UTM. HUSO 30

X utm : 615679.5 Y utm : 4170842.8

RESULTADO

Periodo de retorno (años) : 100	Caudal (m3/s) : 2230

LEYENDA

- punto
- Demarcación
- Cuencas
- Ríos
- Estaciones de aforo
- Embalses
- Caudales 100 años
- cartografia.ecw

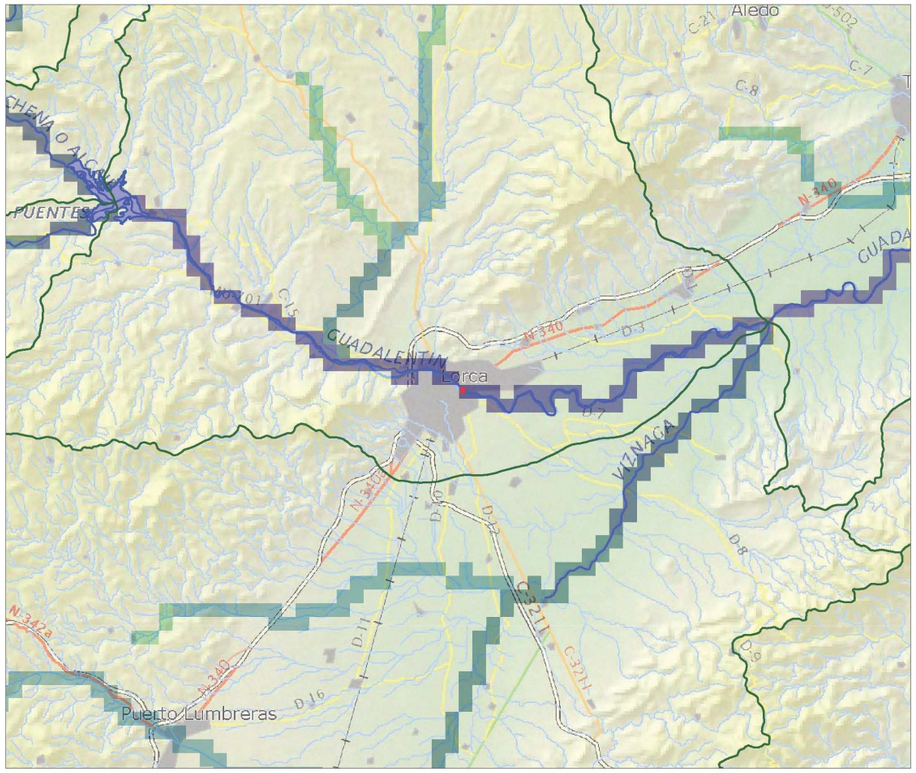
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE FOMENTO MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

CEDEX CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS SECRETARIA DE ESTADO DE MEDIO RURAL Y MARINO DIRECCION GENERAL DEL AGUA

2 0 2 4 6
Kilómetros

Fecha : 05.02.2014

Demarcación hidrográfica del Segura



INFORME CONSULTA CAUDALES

COORDENADAS UTM. HUSO 30

X utm : 615679.5 Y utm : 4170842.8

RESULTADO

Periodo de retorno (años) : 500 Caudal (m3/s) : 4648

LEYENDA

- punto
- Demarcación
- Cuencas
- Ríos
- Estaciones de aforo
- Embalses
- Caudales 500 años
- cartografia.ecw

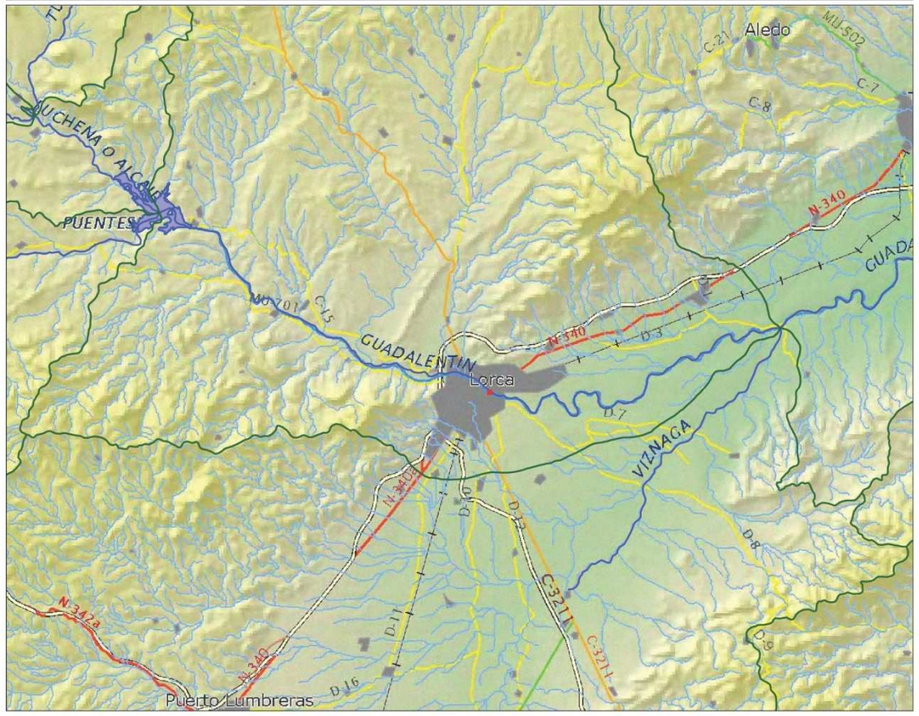
GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE FOMENTO · MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

CEDEX CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS · SECRETARIA DE ESTADO DE MEDIO RURAL Y MARINO · DIRECCION GENERAL DEL AGUA

2 0 2 4 6 Kilómetros

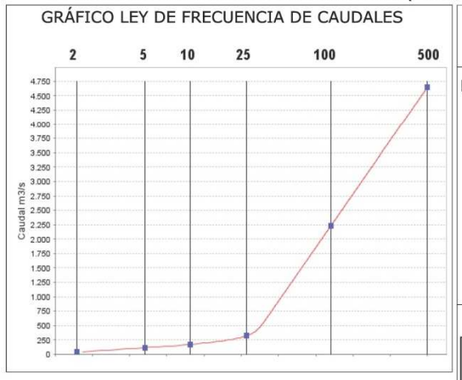
Fecha : 05.02.2014

Demarcación hidrográfica del Segura



INFORME INTERPOLACIÓN DE CUANTILES (PERIODO DE RETORNO ESTABLECIDO MANUALMENTE)

GRÁFICO LEY DE FRECUENCIA DE CAUDALES



COORDENADAS

X utm : 615679.5 Y utm : 4170842.8

PARÁMETROS LEY DE FRECUENCIA

Función de valores extremos de 2 componentes

Procedimiento de ajuste: mínimos cuadrados

Factor alpha 1 : 1.292190954
Factor alpha 2 : 0.044505705
Factor lambda 1 : 0.017255473
Factor lambda 2 : 6.6727E-4

$$F(q) = \exp[\alpha_1 e^{(-q\lambda_1)} - \alpha_2 e^{(-q\lambda_2)}]$$

RESULTADO

Periodo de retorno (años): 50

Caudal (m3/s) : 1184

LEYENDA

- punto
- Demarcación
- Cuencas
- Ríos
- Estaciones de aforo
- Embalses
- cartografia.ecw

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE FOMENTO · MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

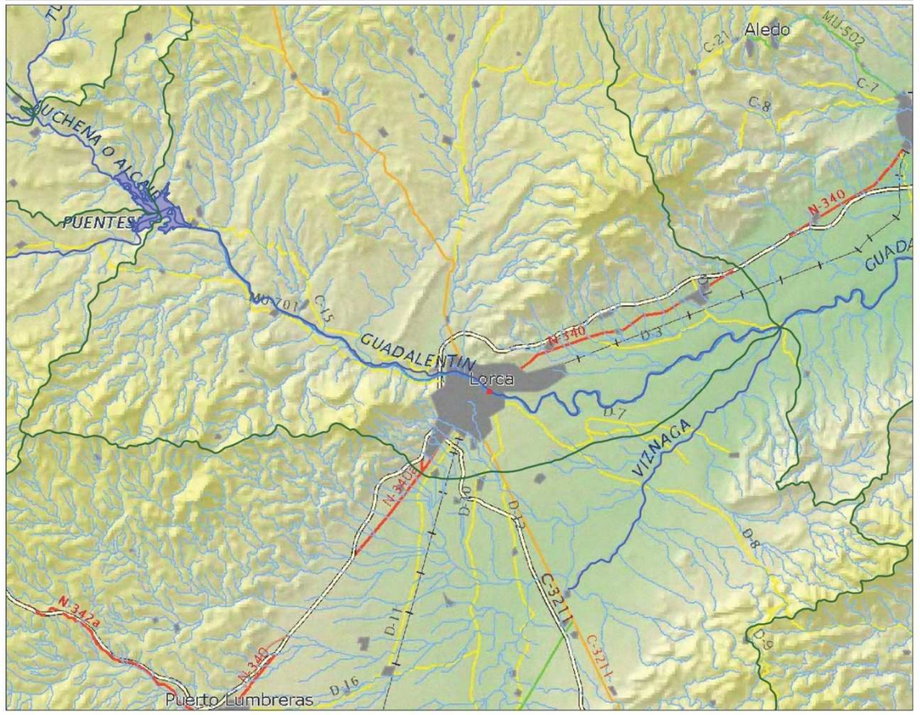
CEDEX CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS · SECRETARIA DE ESTADO DE MEDIO RURAL Y MARINO · DIRECCION GENERAL DEL AGUA

NOTAS :

3 0 3 6 9 Kilómetros

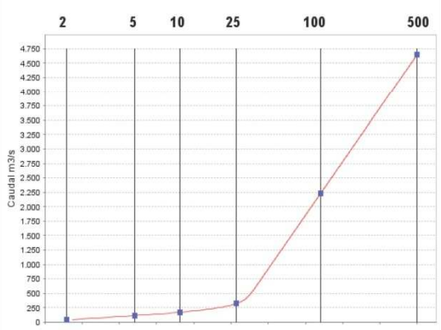
Fecha : 05.02.2014

Demarcación hidrográfica del Segura



INFORME INTERPOLACIÓN DE CUANTILES (PERIODO DE RETORNO ESTABLECIDO MANUALMENTE)

GRÁFICO LEY DE FRECUENCIA DE CAUDALES



COORDENADAS

X utm : 615679.5 Y utm : 4170842.8

PARÁMETROS LEY DE FRECUENCIA

Función de valores extremos de 2 componentes

Procedimiento de ajuste: mínimos cuadrados

Factor alpha 1 : 1.292190954
Factor alpha 2 : 0.044505705
Factor lambda 1 : 0.017255473
Factor lambda 2 : 6.6727E-4

$$F(q) = \exp[\alpha_1 e^{(-q\lambda_1)} - \alpha_2 e^{(-q\lambda_2)}]$$

RESULTADO

Periodo de retorno (años): 200

Caudal (m3/s) : 3273

LEYENDA

punto

Demarcación

Cuencas

Ríos

Estaciones de aforo

Embalses

cartografia.ecw

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE FOMENTO MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

CEDEX CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

SECRETARIA DE ESTADO DE MEDIO RURAL Y MARINO

DIRECCION GENERAL DEL AGUA

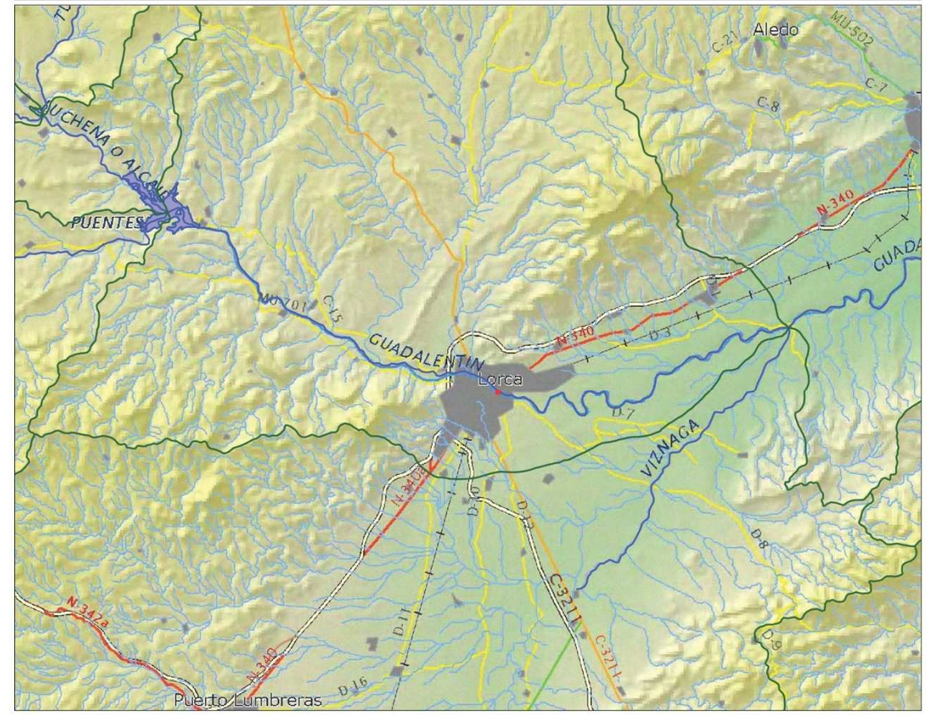
NOTAS :

3 0 3 6 9

Kilómetros

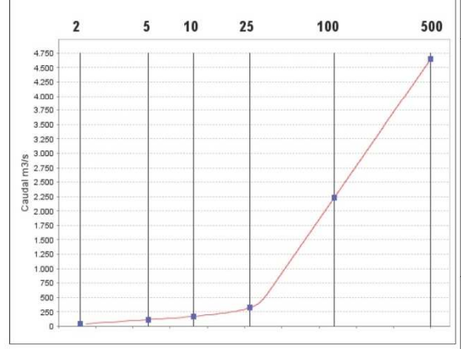
Fecha : 05.02.2014

Demarcación hidrográfica del Segura



INFORME INTERPOLACIÓN DE CUANTILES (PERIODO DE RETORNO ESTABLECIDO MANUALMENTE)

GRÁFICO LEY DE FRECUENCIA DE CAUDALES



COORDENADAS

X utm : 615679.5 Y utm : 4170842.8

PARÁMETROS LEY DE FRECUENCIA

Función de valores extremos de 2 componentes

Procedimiento de ajuste: mínimos cuadrados

Factor alpha 1 : 1.292190954
Factor alpha 2 : 0.044505705
Factor lambda 1 : 0.017255473
Factor lambda 2 : 6.6727E-4

$$F(q) = \exp[\alpha_1 e^{(-q\lambda_1)} - \alpha_2 e^{(-q\lambda_2)}]$$

RESULTADO

Periodo de retorno (años): 300

Caudal (m3/s) : 3881

LEYENDA

punto

Demarcación

Cuencas

Ríos

Estaciones de aforo

Embalses

cartografia.ecw

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE FOMENTO MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

CEDEX CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

SECRETARIA DE ESTADO DE MEDIO RURAL Y MARINO

DIRECCION GENERAL DEL AGUA

NOTAS :

3 0 3 6 9

Kilómetros

Fecha : 05.02.2014