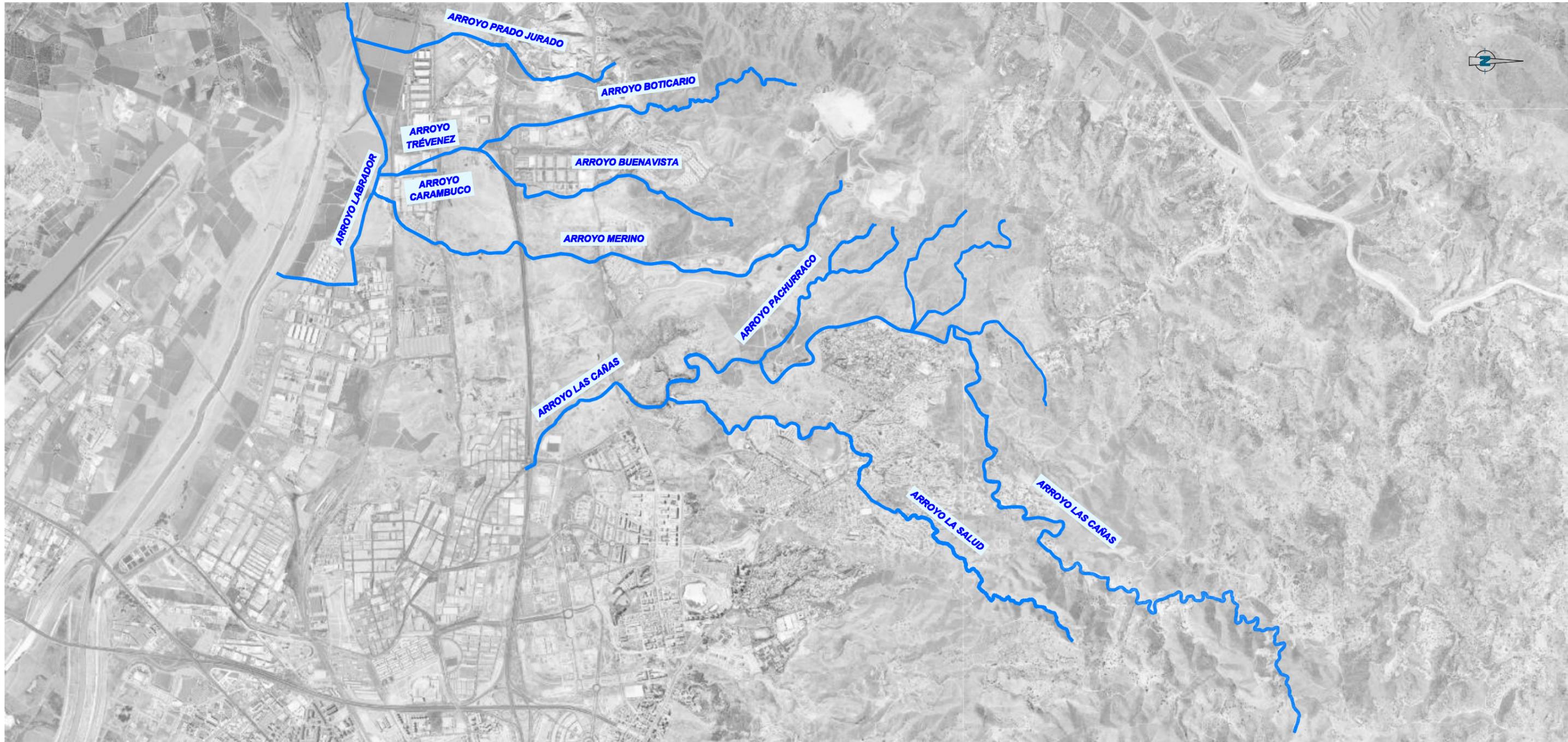


DETERMINACIÓN DE LOS LIMITES DEL DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO Y LAS ZONAS INUNDABLES EN LAS CUENCAS DEL ARROYO CAÑAS Y ZONA TRÉVENEZ - BUENAVISTA, EN LOS DESARROLLOS PREVISTOS POR EL PGOU EN REVISIÓN.



Ayuntamiento de Málaga

Gerencia Municipal de Urbanismo, Obras e Infraestructuras



EL CONSULTOR:



NARVAL Ingeniería, S.A.
Ingeniería civil, Urbanismo, Medio Ambiente

AUTORES DEL PROYECTO:

INMACULADA BARQUERO ZAFRA
Ingeniero Caminos, Canales y Puertos

RAFAEL GALLEGU LÓPEZ
Ingeniero Caminos, Canales y Puertos

TOMO I DE II

MEMORIA Y APÉNDICES
1, 2, 4 y 5

JUNIO 2010

INDICE

1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETO	3	5.- CONCLUSIONES	49
2.- DATOS DE PARTIDA	4	5.1.- ANÁLISIS DE RIESGOS	49
2.1.- INTRODUCCIÓN	4	5.1.1.- Problemas de funcionamiento de obras de fábrica y embovedados	49
2.2.- CARTOGRAFÍA EMPLEADA EN LA MODELIZACIÓN	4	5.1.2.- Problemas de inundación de márgenes	51
2.3.- DATOS DE PRECIPITACIÓN	5	5.2.- DELIMITACIÓN DE ZONAS DE RIESGO POR INUNDACIÓN	52
2.4.- DATOS DE LA CUENCA	5	5.3.- MEDIDAS DE CONSERVACIÓN Y POLICÍA.....	52
3.- ESTUDIO HIDROLÓGICO	5	APENDICES:	54
3.1.- OBJETIVO DE LA SIMULACIÓN HIDROLÓGICA.....	5	1.- DATOS PREVIOS	55
3.2.- DESCRIPCIÓN DE LAS CUENCAS OBJETO DE ESTUDIO.....	6	1.1.- Situación de fotografías.....	56
3.2.1.- División en subcuencas.....	7	1.2.- PGOU	57
3.2.2.- Caracterización morfológica.....	9	2.- ESTUDIO HIDROLOGICO	58
3.2.3.- Tiempo de concentración.....	11	2.1.- Cuenca de aportación	59
3.3.- CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA.....	11	2.2.- Usos del suelo	60
3.3.1.- Vegetación y usos del suelo.....	12	2.3.- Litología	61
3.3.2.- Litología y permeabilidades en la zona superficial.....	16	2.4.- Permeabilidad superficial	62
3.3.3.- Pendientes medias.....	20	2.5.- Pendientes medias	63
3.3.4.- Determinación del umbral de escorrentía.....	22	2.6.- Umbral de escorrentía	64
3.4.- PRECIPITACION DE DISEÑO.....	28	3.- ESTUDIO HIDRAULICO. RESULTADOS	65
3.4.1.- Introducción.....	28	3.1.- Cuenca 1. Arroyo de Las Cañas. T=10 años	66
3.5.- CÁLCULO DE CAUDALES	30	3.1.1.- Vista 3D arroyo	67
3.5.1.- Planteamiento general.....	30	3.1.1.1.- Todos los arroyos.....	68
3.5.2.- Fórmula de cálculo	30	3.1.1.2.- Arroyo Jimena y Torino	69
3.5.3.- Coeficiente de escorrentía.....	31	3.1.1.3.- Arroyo sin nombre	70
3.5.4.- Intensidad media de precipitación	33	3.1.1.4.- Arroyo Pachurraco	71
3.5.5.- Superficie.....	35	3.1.1.5.- Arroyo de la Salud.....	72
3.5.6.- Factor reductor por área y coeficiente de uniformidad	35	3.1.1.6.- Arroyo de Las Cañas.....	73
3.5.7.- Caudales de referencia	36	3.1.2.- Perfil longitudinal.....	74
3.5.8.- Caudales de cálculo	40	3.1.2.1.- Arroyo Jimena	75
4.- ESTUDIO HIDRAÚLICO	44	3.1.2.2.- Arroyo Torino.....	76
4.1.- OBJETO DEL ESTUDIO	44	3.1.2.3.- Arroyo sin nombre	77
4.2.- CUMPLIMIENTO DE LA LEY DE AGUAS	44	3.1.2.4.- Arroyo Pachurraco	79
4.3.- MODELO MATEMÁTICO DE CÁLCULO	45	3.1.2.5.- Arroyo de la Salud.....	80
4.3.1.- Datos Hidráulicos	45	3.1.2.6.- Arroyo de Las Cañas.....	82
4.3.2.- Proceso de cálculo hidráulico.....	46	3.1.3.- Perfiles transversales.....	85
4.4.- CÁLCULOS CON HEC-RAS	47	3.1.3.1.- Arroyo Jimena	86
4.4.1.- Descripción del programa.....	47	3.1.3.2.- Arroyo Torino.....	102
4.4.2.- Hipótesis y limitaciones del programa	48	3.1.3.3.- Arroyo sin nombre	112
4.4.3.- Resultados de la simulación.....	49	3.1.3.4.- Arroyo Pachurraco	121
		3.1.3.5.- Arroyo de la Salud.....	139
		3.1.3.6.- Arroyo de Las Cañas.....	177

3.1.4.-	Tablas de resultados	235	3.5.3.4.-	Arroyo Pachurraco	393
3.1.4.1.-	Arroyo Jimena	236	3.5.3.5.-	Arroyo de la Salud	412
3.1.4.2.-	Arroyo Torino	237	3.5.3.6.-	Arroyo de Las Cañas.....	451
3.1.4.3.-	Arroyo sin nombre.....	238	3.5.4.-	Tablas de resultados.....	510
3.1.4.4.-	Arroyo Pachurraco	239	3.5.4.1.-	Arroyo Jimena	511
3.1.4.5.-	Arroyo de la Salud.....	241	3.5.4.2.-	Arroyo Torino.....	512
3.1.4.6.-	Arroyo de Las Cañas	244	3.5.4.3.-	Arroyo sin nombre	513
3.2.-	Cuenca 2. Arroyo Merino. T=10 años	248	3.5.4.4.-	Arroyo Pachurraco	514
3.2.1.-	Vista 3D arroyo.....	249	3.5.4.5.-	Arroyo de la Salud.....	516
3.2.2.-	Perfil longitudinal	251	3.5.4.6.-	Arroyo de Las Cañas.....	518
3.2.3.-	Perfiles transversales	253	3.6.-	Cuenca 2. Arroyo Merino. T=500 años.....	522
3.2.4.-	Tablas de resultados	268	3.6.1.-	Vista 3D arroyo	523
3.3.-	Cuenca 3. Arroyo Trévez (A. Boticario). T=10 años	270	3.6.2.-	Perfil longitudinal.....	525
3.3.1.-	Vista 3D arroyo.....	271	3.6.3.-	Perfiles transversales.....	527
3.3.2.-	Perfil longitudinal	273	3.6.4.-	Tablas de resultados.....	542
3.3.3.-	Perfiles transversales	276	3.7.-	Cuenca 3. Arroyo Trévez (A. Boticario). T=500 años.....	544
3.3.4.-	Tablas de resultados	293	3.7.1.-	Vista 3D arroyo	545
3.4.-	Cuenca 4. Arroyo Prado Jurado. T=10 años.....	295	3.7.2.-	Perfil longitudinal.....	547
3.4.1.-	Vista 3D arroyo.....	296	3.7.3.-	Perfiles transversales.....	550
3.4.2.-	Perfil longitudinal	298	3.7.4.-	Tablas de resultados.....	567
3.4.3.-	Perfiles transversales	300	3.8.-	Cuenca 4. Arroyo Prado Jurado. T=500 años	569
3.4.4.-	Tablas de resultados	332	3.8.1.-	Vista 3D arroyo	570
3.5.-	Cuenca 1. Arroyo de Las Cañas. T=500 años	335	3.8.2.-	Perfil longitudinal.....	572
3.5.1.-	Vista 3D arroyos	336	3.8.3.-	Perfiles transversales.....	574
3.5.1.1.-	Todos los arroyos.....	337	3.8.4.-	Tablas de resultados.....	606
3.5.1.2.-	Arroyos Jimena y Torino	338	4.-	DETERMINACION DE LAS ZONAS DE DOMINIO PUBLICO, ZONAS DE SERVIDUMBRE Y ZONAS DE POLICIA	609
3.5.1.3.-	Arroyo sin nombre.....	339	5.-	DETERMINACION DE LAS ZONAS CON PELIGRO DE INUNDACION PARA T=500 AÑOS.....	610
3.5.1.4.-	Arroyo Pachurraco	340			
3.5.1.5.-	Arroyo de la Salud.....	341			
3.5.1.6.-	Arroyo de Las Cañas	342			
3.5.2.-	Perfil longitudinal	343			
3.5.2.1.-	Arroyo Jimena	344			
3.5.2.2.-	Arroyo Torino	345			
3.5.2.3.-	Arroyo sin nombre.....	346			
3.5.2.4.-	Arroyo Pachurraco	348			
3.5.2.5.-	Arroyo de la Salud.....	349			
3.5.2.6.-	Arroyo de Las Cañas	351			
3.5.3.-	Perfiles transversales	354			
3.5.3.1.-	Arroyo Jimena	355			
3.5.3.2.-	Arroyo Torino	372			
3.5.3.3.-	Arroyo sin nombre.....	383			

1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El Ayuntamiento de Málaga está redactado la Revisión-Adaptación del Plan General de Ordenación Urbana de Málaga. El documento de Avance fue aprobado con fecha 1 de julio de 2.005. La Aprobación Inicial del PGOU tuvo lugar el 26 de julio de 2.006, tras un periodo de información pública. El Ayuntamiento de Málaga, en sesión extraordinaria en pleno celebrada el 14 de agosto de 2.008, aprobó provisionalmente el documento de Revisión-Adaptación del PGOU, fechado en julio de 2.008, con carácter previo a la resolución definitiva.

Tras la recavación de los correspondientes informes sectoriales, se procede a emitir la Modificación y Corrección de Determinaciones del Documento de Revisión-Adaptación del PGOU fechado julio del 2.008, que fue aprobada por el Ayuntamiento en Acuerdo Plenario el 9 de junio de 2.009.

Actualmente se está redactando un segundo documento de Revisión-Adaptación del del Plan General de Ordenación Urbana de Málaga, que contempla, entre otras, las modificaciones necesarias a consecuencia de los informes sectoriales recabados. El presente estudio complementa el nuevo Documento de Revisión del PGOU y su objeto es definir los límites del dominio público hidráulico y sus zonas asociadas en los tramos de los cauces afectados por los desarrollos previstos en el PGOU revisado, con objeto no sólo de proteger dicho dominio, sino también de poder evitar o disminuir riesgos potenciales en áreas contiguas de propiedad privada. Recoge también las determinaciones incluidas en el informe sectorial emitido por la Agencia Andaluza del Agua con fecha 9 de febrero de 2.009, realizando las correcciones necesarias al documento inicial, redactado en febrero de 2.008.

El estudio que se incluye en el presente documento, comprende las cuencas del arroyo de las Cañas y zona Trévez-Buenvista, y se ha estructurado en los siguientes puntos:

- 1) Análisis de antecedentes, donde se tratan entre otros, los siguientes puntos:
 - Recopilación y análisis de información previa.
 - Análisis topográfico general de la cuenca de aportación.
 - Estudio de la geología general de la cuenca.
 - Recopilación de información relativa a usos del suelo, pendientes del terreno y vegetación natural.

- 2) Estudio hidrológico, donde se analizan en detalle los siguientes apartados:
 - Determinación de la precipitación de cálculo correspondiente para diferentes periodos de retorno, en función de las prescripciones técnicas de la Agencia Andaluza del Agua.
 - Determinación del umbral de escorrentía y del coeficiente de escorrentía, a partir de la información obtenida en el análisis de antecedentes anterior.
 - Estimación del caudal de avenida correspondiente para diferentes periodos de retorno, en función de las prescripciones de la Agencia Andaluza del Agua.

- 3) Estudio hidráulico donde se recogen los siguientes puntos de análisis:
 - Estudio hidráulico para los caudales determinados en el estudio hidrológico.
 - Delimitación del dominio público hidráulico, zona de servidumbre y zona de policía.
 - Delimitación de la zona con riesgo de inundación para un periodo de retorno de 500 años.

En los siguientes apartados de la presente memoria, se incluye el desarrollo completo de los diferentes puntos citados en la presente introducción.

2.- DATOS DE PARTIDA

2.1.- INTRODUCCIÓN

Para el correcto estudio hidrológico-hidráulico de los arroyos objeto del presente estudio se requiere previamente de la definición de los siguientes datos:

- Cartografía vectorial.
- Datos de precipitación.
- Datos de la cuenca: geomorfológicos y geológicos del lugar, (pendientes, permeabilidad), cultivos y usos del suelo.

Seguidamente describimos la definición de los datos anteriores.

2.2.- CARTOGRAFÍA EMPLEADA EN LA MODELIZACIÓN

Se ha contado con la cartografía en formato digital aportada por el ICA a escala 1:10.000 de todo el término municipal. También se ha empleado la cartografía a escala 1:2.000, con curvas de nivel elevadas, aportada por la Gerencia Municipal de Urbanismo del Ayuntamiento de Málaga. Esta cartografía ha sido empleada en la modelización tridimensional de los cauces y sus márgenes, para la posterior simulación hidráulica.

La cartografía de base está restituida sobre un vuelo, y tiene un exceso de información, que ha habido que depurar muy bien para evitar errores al generar los modelos 3D del terreno.

La cartografía es del año 2.004, por lo que hay muchas zonas que aparecen en la cartografía en un estado, que no se corresponde al observado en el momento de realizar el trabajo de campo. En las zonas no cubiertas por la cartografía del año 2.004, ha sido necesario recurrir a cartografía del año 2.002.

Vistas las limitaciones de la cartografía, se decide utilizar, para los modelos en 3D del terreno, únicamente las capas con información coherente.

De este modo, se ha optado por aislar por un lado las curvas de nivel, y por otro, las nubes de puntos. En un tercer archivo se incluyen las líneas de rotura extraídas de la cartografía que pueden ser válidas para generar un modelo 3D más acorde con la realidad, además de otras líneas de rotura, dibujadas a mano, que ayuden a generar un mejor modelo.

Así, para que los longitudinales de los arroyos salgan sin escalonar, se han dibujado polilíneas 3D por el eje del cauce, de curva a curva de nivel, y, en algunos casos, también en las márgenes.

Con estos 3 ficheros (curvas, puntos y rotura), mediante el uso del programa ARCMAP/GEORAS, se han generado los modelos 3D (ficheros TIN) sobre los que trabajar.

2.3.- DATOS DE PRECIPITACIÓN

El estudio de las precipitaciones máximas diarias se llevó a cabo inicialmente a partir de los registros existentes en las estaciones meteorológicas ubicadas en el interior o en las proximidades de las cuencas estudiadas. Los registros de precipitaciones máximas fueron obtenidos del Instituto Nacional de Meteorología.

Además, para cotejar los datos de las estaciones pluviométricas, se consideraron los datos de precipitación de la publicación "Máximas lluvias diarias en la España Peninsular" elaborada por el CEDEX para el Ministerio de Fomento.

No obstante, en el presente estudio, y a petición expresa de la Gerencia Municipal de Urbanismo, sólo se han considerado los datos de precipitación de la publicación "Máximas lluvias diarias en la España Peninsular" elaborada por el CEDEX para el Ministerio de Fomento.

2.4.- DATOS DE LA CUENCA

Para la simulación hidrológica se ha partido de la siguiente información:

- Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 del Instituto Geológico y Minero de España.
- Mapa de Cultivos y Aprovechamientos de la Consejería de Medioambiente de la Junta de Andalucía, a escala 1:50.000.
- Instrucción de Drenaje 5.2-IC "Drenaje superficial".
- Cartografía del ICA a escala 1:10.000 y la cartografía a escala 1:2.000 y 1:1.000, con curvas de nivel elevadas, aportada por la Gerencia Municipal de Urbanismo del Ayuntamiento de Málaga para determinación de pendientes, delimitación de cuencas y trazado de cauces.
- Primer Documento de Aprobación Provisional del Plan General de Ordenación Urbana.

3.- ESTUDIO HIDROLÓGICO

3.1.- OBJETIVO DE LA SIMULACIÓN HIDROLÓGICA

El principal objetivo de la presente simulación hidrológica, es el obtener los diferentes caudales de avenidas, según diferentes períodos de retorno, para los cauces identificados en el presente estudio.

Los períodos de retorno que se han considerado en el presente estudio han sido los siguientes:

- 2 años.
- 5 años.
- 10 años.
- 25 años.
- 50 años.
- 100 años.
- 500 años.
- 1.000 años.

Para la determinación de dichos caudales, se ha seguido la metodología propuesta por la Instrucción de Carreteras 5.2-IC "Drenaje Superficial", con la modificación propuesta por Témez.

Para el caso de los caudales correspondientes al periodo de retorno de 500 años se ha adoptado el mayor de los siguientes valores:

1.- El obtenido aplicando el método racional de la Instrucción de carreteras 5.2-IC "Drenaje Superficial", con la modificación propuesta por Témez.

2.- El obtenido teniendo en cuenta los siguientes valores de caudal, en función de la superficie de la cuenca:

Superficie (Km ²)	Q (m ³ /s/km ²)	Tipo de terreno
0-5	20	Rústicos y urbanos
5-20	20-15	Rústicos
20-30	20-15	Urbanos

3.- El obtenido considerando las siguientes fórmulas empíricas:

$$20 < S < 25 \text{ Km}^2 \Rightarrow Q = 45 \cdot S^{0,636}$$

$$S \geq 25 \text{ Km}^2 \Rightarrow Q = 65.54 \cdot S^{0,522}$$

En el caso de cuencas con más de 30 km², sólo se han considerado, a la hora de calcular el caudal de 500 años, los puntos 1 y 3.

Al mismo tiempo se han tenido también en las recomendaciones de la Agencia Andaluza del Agua para el cálculo del coeficiente de escorrentía.

Los caudales determinados en la presente simulación hidrológica son los que posteriormente se emplean para calcular las líneas de ocupación del agua para cada período de retorno.

3.2.- DESCRIPCIÓN DE LAS CUENCAS OBJETO DE ESTUDIO

Mediante tratamiento cartográfico de los cauces considerados en el presente estudio, se han determinado un total de 4 cuencas diferenciadas. Estas son las siguientes:

- Cuenca 1. Arroyo de las Cañas.
- Cuenca 2. Arroyo Merino.
- Cuenca 3. Arroyo Trévez.
- Cuenca 4. Arroyo Prado Jurado.

Para la delimitación de las cuencas y subcuencas se ha partido de las cartografía a escala 1:10.000 del ICA, además de la cartografía a escala 1:2.000 y 1:1.000 aportada por la Gerencia Municipal de Urbanismo del Ayuntamiento de Málaga.

En lo que se refiere a las pendientes del terreno, la cuenca del arroyo de las Cañas tiene pendientes superiores al 45% en su parte más alta, de un 7 a un 15% en su parte media y de un 3 a un 7% en la parte más baja. El resto de cuencas estudiadas presenta una pendiente de un 7 a un 15% en su parte alta, de un 3 a un 7% en la parte media, y de un 0 a un 2% en su parte baja.

Por último, en lo que a cubierta vegetal se refiere, aunque la mayor parte del terreno está ocupada por zonas urbanas o urbanizables, existen zonas de matorral y frutales secano en las cotas más altas. También existen algunas zonas localizadas de herbáceos regadío y secano.

3.2.1.- División en subcuencas

Como se dijo en la introducción, se han identificado un total de 4 cuencas diferenciadas, con características hidrológicas homogéneas dentro de cada unidad. La subdivisión de cuencas y subcuencas se ha realizado sobre cartografía a escala 1:10.000 y 1:2.000.

La superficie total de las cuencas estudiadas es de 2.657,55 Has, distribuidas de la siguiente manera:

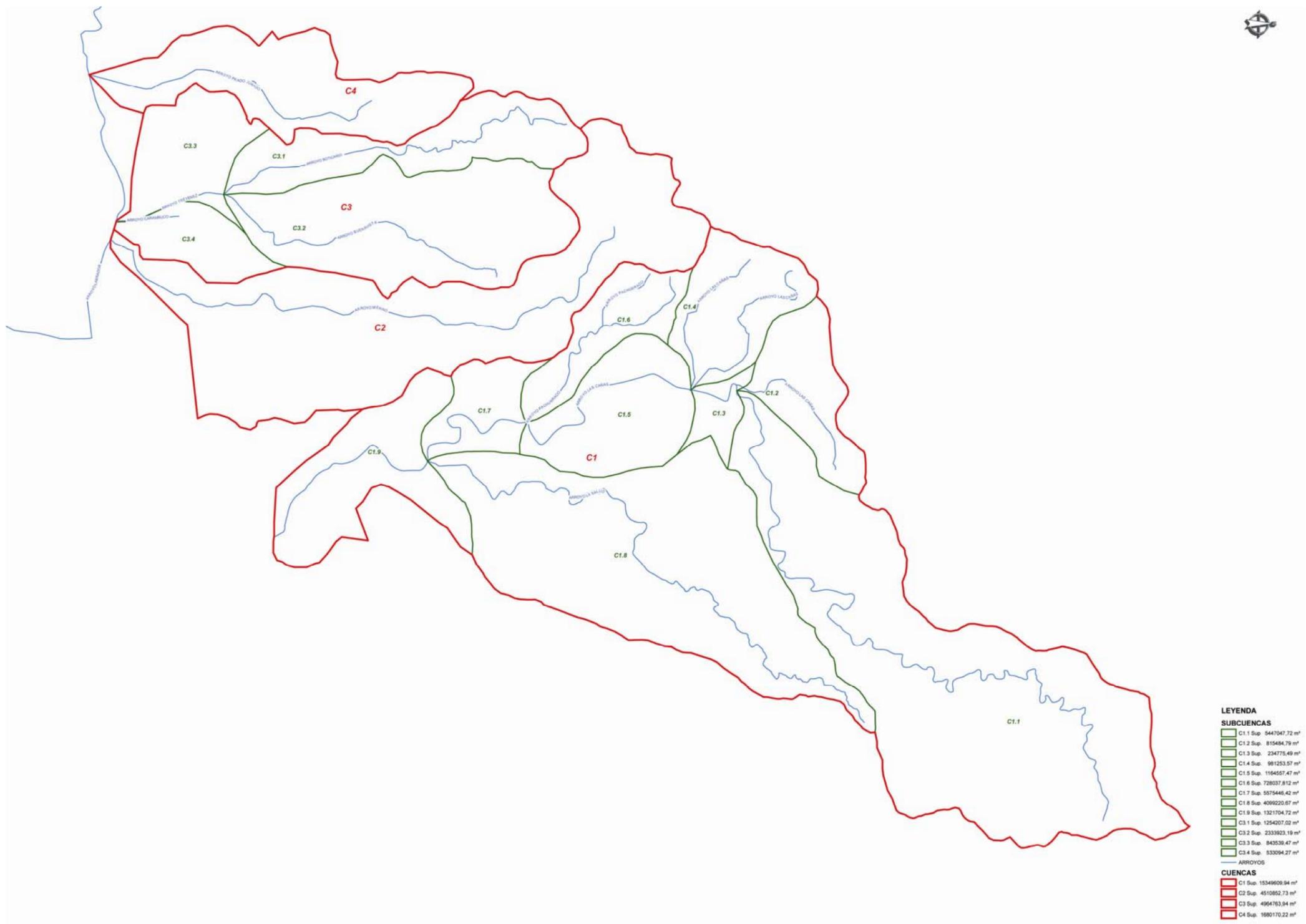
CUENCA	SUPERFICIE (Has)
1	1.541,97
2	451,09
3	496,48
4	168,02
Total	2657,55

En la siguiente figura y en el apéndice 2 del presente anejo, se puede observar gráficamente la distribución espacial de las cuencas y subcuencas consideradas en el estudio, así como la denominación adoptada para cada una de ellas.

A continuación se recoge una tabla con la denominación de los arroyos así como el código identificativo que se ha empleado en el presente estudio. En el caso de los arroyos sin nombre definido se han designado con el código identificativo.

CÓDIGO		NOMBRE	S (Ha)	
1	1	Arroyo de Las Cañas	543.58	
1	2	Sin nombre	89.65	
1	3	Arroyo de Las Cañas	20.89	
1	4	1	Arroyo Jimena	55.82
1	4	2	Arroyo Torino	44.93
1	5	Arroyo de Las Cañas	116.46	
1	6	Arroyo Pachurraco	72.80	
1	7	Arroyo de Las Cañas	55.75	
1	8	Arroyo de La Salud	409.92	
1	9	Arroyo de Las Cañas	132.17	
	TOTAL	CUENCA 1. ARROYO DE LAS CAÑAS	1541.97	
2	2	Arroyo merino	451.09	
	TOTAL	CUENCA 2. ARROYO MERINO	451.09	
3	1	Arroyo Boticario	125.42	
	2	Arroyo Buenavista	233.39	
	3	Arroyo Trévez	84.35	
	4	Arroyo Carambuco	53.31	
	TOTAL	CUENCA 3. ARROYO TRÉVEZ	496.48	
4	1	Arroyo Prado Jurado	168.02	
	TOTAL	CUENCA 4. ARROYO PRADO JURADO	168.02	

División en cuencas y subcuencas



DETERMINACION DE LOS LIMITES DEL DOMUNIO PUBLICO HIDRAULICO Y LAS ZONAS INUNDABLES EN LAS CUENCAS DEL ARROYO DE LAS CAÑAS Y ZONA TREVENEZ-BUENAVISTA, EN LOS DESARROLLOS PREVISTOS POR EL P.G.O.U. EN REVISION

3.2.2.- Caracterización morfológica

Por otro lado, se han obtenido una serie de indicadores morfológicos para cada una de las cuencas y subcuencas analizadas. Los parámetros que se han determinado son los siguientes:

- **S:** Superficie en Has.
- **P:** Perímetro en km.
- **C.Sup:** Cota superior de la cuenca de aportación en m.
- **C.Inf:** Cota inferior de la cuenca de aportación en m.
- **L:** Longitud del cauce principal en km.
- **i:** Pendiente media del cauce principal en tantos por uno.

CÓDIGO		NOMBRE	S (Ha)	Pe (m)	Pe (Km)	Z máx (m)	Z mín (m)	L (m)	L (Km)	J (m/m)	
1	1	Arroyo de Las Cañas	543.58	13123.756	13.12	569.50	124.00	7514.74	7.51	0.06	
1	2	Sin nombre	89.65	4674.454	4.67	247.50	124.00	1418.95	1.42	0.09	
1	3	Arroyo de Las Cañas	20.89	2684.321	2.68	174.00	114.50	747.85	0.75	0.08	
1	4	1	Arroyo Jimena	55.82	3869.022	3.87	220.46	102.00	2051.26	2.05	0.06
1	4	2	Arroyo Torino	44.93	3543.431	3.54	234.55	102.00	1679.48	1.68	0.08
1	5	Arroyo de Las Cañas	116.46	4246.814	4.25	114.50	84.00	1782.46	1.78	0.02	
1	6	Arroyo Pachurraco	72.80	4583.057	4.58	204.00	84.00	2111.07	2.11	0.06	
1	7	Arroyo de Las Cañas	55.75	3551.44	3.55	95.00	69.00	1761.60	1.76	0.01	
1	8	Arroyo de La Salud	409.92	10419.187	10.42	409.00	69.00	5942.78	5.94	0.06	
1	9	Arroyo de Las Cañas	132.17	6736.925	6.74	78.00	38.00	2104.78	2.10	0.02	
	TOTAL	CUENCA 1. ARROYO DE LAS CAÑAS	1541.97	23255.83	23.26	569.50	38.00	12409.00	12.41	0.04	
2	2	Arroyo merino	451.09	14868.574	14.87	248.00	10.00	6096.30	6.10	0.04	
	TOTAL	CUENCA 2. ARROYO MERINO	451.09	14868.574	14.87	248.00	10.00	6096.30	6.10	0.04	
3	1	Arroyo Boticario	125.42	7415.338	7.42	190.00	18.50	3303.29	3.30	0.05	
	2	Arroyo Buenavista	233.39	7433.647	7.43	214.00	18.50	3399.95	3.40	0.06	
	3	Arroyo Trévez	84.35	4744.061	4.74	32.00	9.50	1570.61	1.57	0.01	
	4	Arroyo Carambuco	53.31	3434.479	3.43	42.00	9.50	1480.20	1.48	0.02	
	TOTAL	CUENCA 3. ARROYO TRÉVEZ	496.48	11362.29	11.36	189.00	9.50	4255.11	4.26	0.04	
4	1	Arroyo Prado Jurado	168.02	8043.808	8.04	191.00	11.50	3590.22	3.59	0.05	
	TOTAL	CUENCA 4. ARROYO PRADO JURADO	168.02	8043.81	8.04	191.00	11.50	3590.22	3.59	0.05	

3.2.3.- Tiempo de concentración.

Otro concepto fundamental a la hora de analizar el caudal aportado por cada cuenca, es el tiempo de concentración de la misma, definido como el tiempo que tarda en llegar a la sección de salida la gota de agua de lluvia caída en el extremo hidráulicamente más alejado de la cuenca.

Este parámetro se determina mediante diferentes fórmulas empíricas. En nuestro caso, dada la enorme tradición existente, se ha empleado la fórmula de Témez que es además la que propone la instrucción de drenaje:

$$T_c = 0,3 \times \left(\frac{L}{i^{0,25}} \right)^{0,76}$$

Los valores obtenidos son los siguientes, expresados en horas:

CÓDIGO	NOMBRE	Tc (h)
1 1	Arroyo de Las Cañas	2.38
1 2	Sin nombre	0.62
1 3	Arroyo de Las Cañas	0.39
1 4 1	Arroyo Jimena	0.89
1 4 2	Arroyo Torino	0.72
1 5	Arroyo de Las Cañas	1.01
1 6	Arroyo Pachurraco	0.91
1 7	Arroyo de Las Cañas	1.03
1 8	Arroyo de La Salud	2.00
1 9	Arroyo de Las Cañas	1.12
TOTAL	CUENCA 1. ARROYO DE LAS CAÑAS	3.70
2 2	Arroyo merino	2.19
TOTAL	CUENCA 2. ARROYO MERINO	2.19
3 1	Arroyo Boticario	1.30
2	Arroyo Buenavista	1.31
3	Arroyo Trévez	0.95
4	Arroyo Carambuco	0.83
TOTAL	CUENCA 3. ARROYO TRÉVEZ	1.65
4 1	Arroyo Prado Jurado	1.40
TOTAL	CUENCA 4. ARROYO PRADO JURADO	1.40

3.3.- CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA

Para determinar la respuesta de una cuenca a un determinado episodio lluvioso, se hace necesario obtener la lluvia que genera dicha escorrentía, es decir, la lluvia neta o exceso de lluvia.

En el caso de la instrucción de drenaje se define el coeficiente de escorrentía, que es la proporción de la componente superficial de la precipitación de intensidad I, y depende de la razón entre la precipitación diaria Pd, correspondiente a un determinado período de retorno, y el umbral de escorrentía Po a partir del cual se inicia ésta.

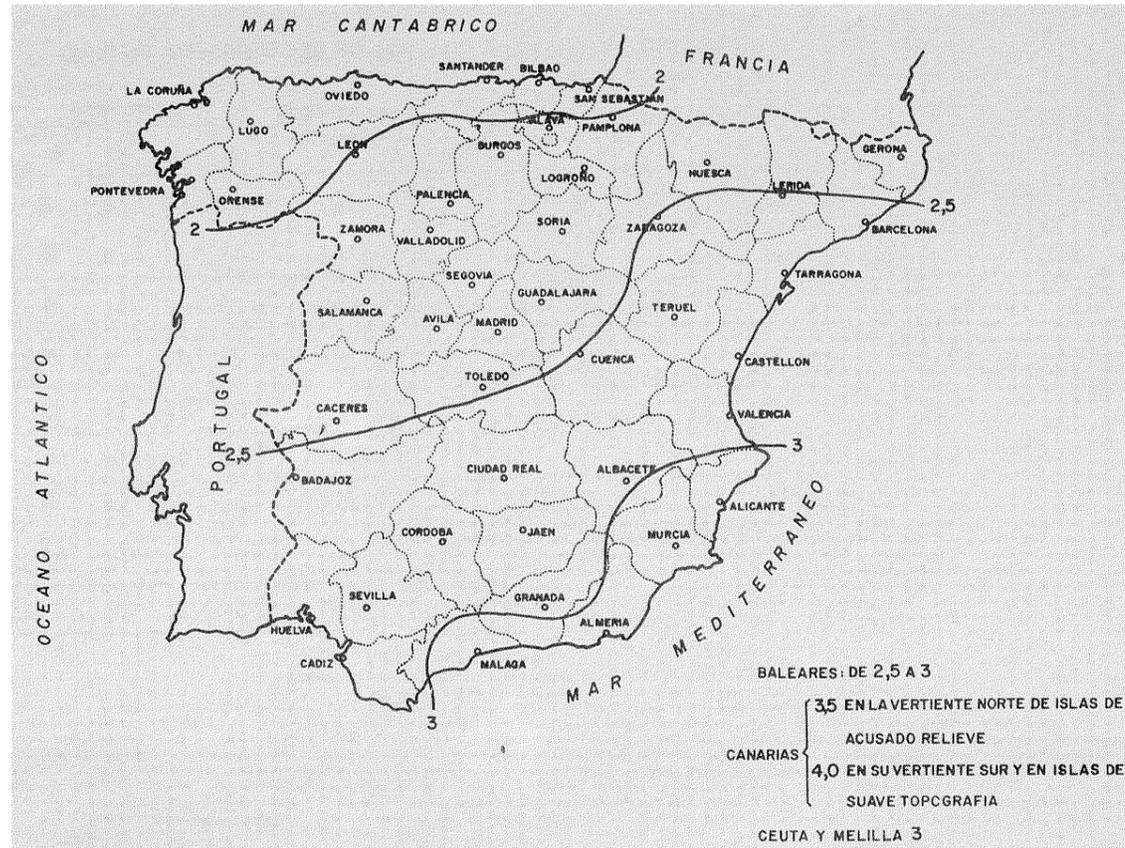
La fórmula propuesta por la instrucción es:

$$C = \frac{\left(\frac{P_d}{P_o} - 1 \right) \times \left(\frac{P_d}{P_o} + 23 \right)}{\left(\frac{P_d}{P_o} + 11 \right)^2}$$

siendo:

- C = coeficiente de escorrentía.
- Pd = precipitación máxima diaria.
- Po = umbral de escorrentía.

Para estimar Po se siguen las indicaciones recogidas en la citada instrucción, en función del grupo de suelo y uso del suelo. Dicho parámetro se afecta además por un coeficiente corrector en función de la situación geográfica de la cuenca, según la figura adjunta. En nuestro caso, se ha optado por tomar el valor 3,1 para dicho coeficiente corrector.



Coeficiente corrector para el umbral de escorrentía.

En cualquier caso, como paso previo y necesario para la definición del complejo hidrológico presente en el área de estudio, se hace necesario elaborar una serie de planos temáticos geográficos, con información de la vegetación y usos del suelo, la litología y permeabilidades del terreno, y las pendientes medias de las diferentes cuencas y subcuencas.

3.3.1.- Vegetación y usos del suelo

El aspecto fundamental considerado para la obtención del umbral de escorrentía es el tipo de cubierta del suelo, conjuntamente con el tipo de tratamiento en el caso de cultivos. La documentación básica de partida para la elaboración de este plano ha sido el “Mapa de Cultivos y Aprovechamientos” de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, a escala 1:50.000. Se han realizado dos análisis:

- 1.- Situación actual. Con el PGOU vigente. Se aplicará para el cálculo de los caudales correspondientes al periodo de retorno de 10 años, así como para obtener los caudales correspondientes a T=2, T=5 y T=25 años.
- 2.- Situación futurible, en la que se considera que se ha completado el desarrollo urbano previsto por la Revisión del Plan General de Ordenación Urbana. Se aplicará para el cálculo de los caudales correspondientes al periodo de retorno de 500 años, así como para obtener los caudales correspondientes a T=50, T=100 y T=1000 años.

Según el Mapa de Cultivos mencionado, se han identificado los siguientes cultivos:

- Frutales secano.
- Frutales regadío.
- Cítricos.
- Herbáceos secano.
- Herbáceos regadío.
- Matorral.
- Olivar secano.
- Pastizal.
- Viñedo.
- Improductivo.

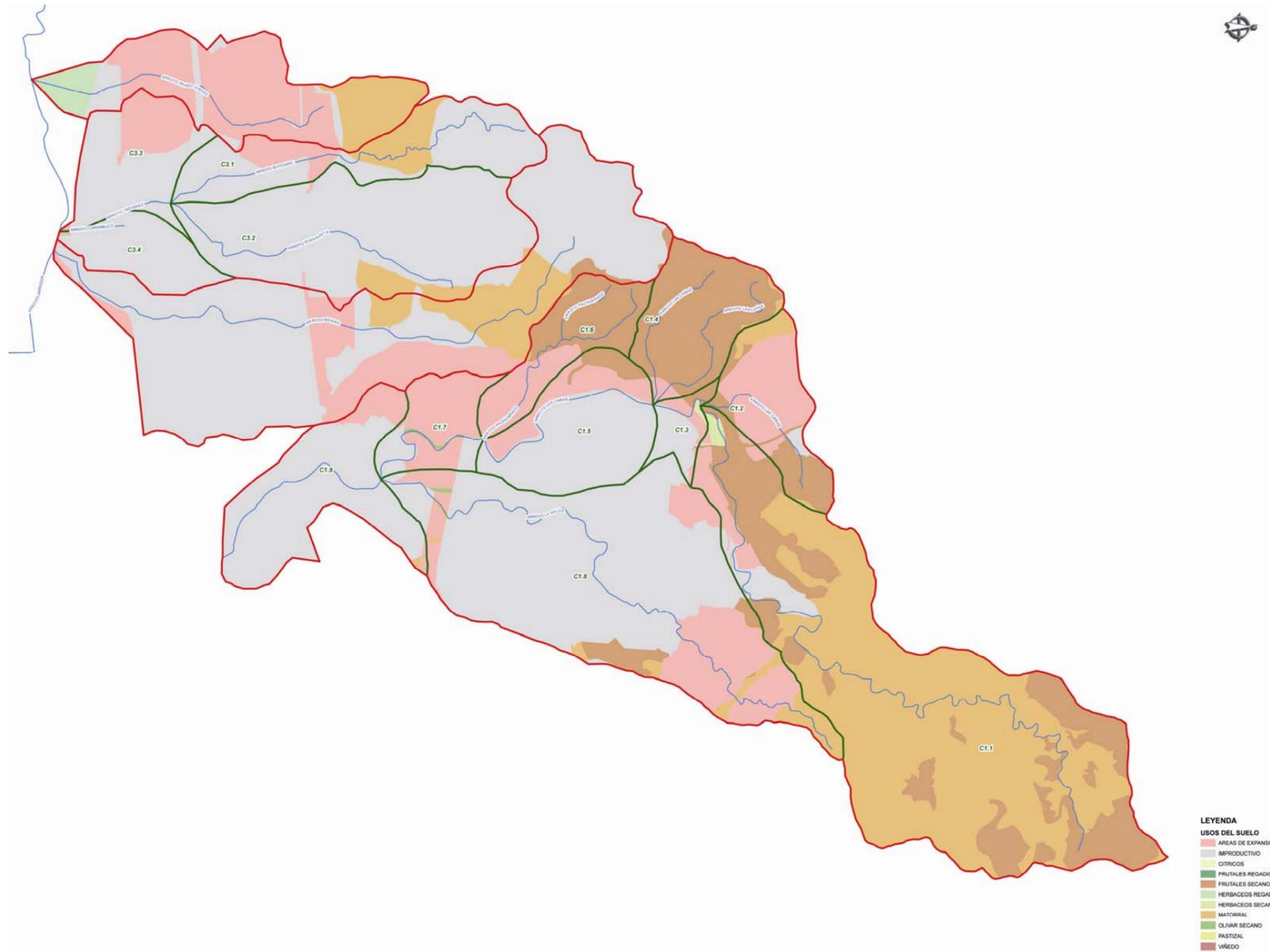
En las figuras adjuntas y en el apéndice 2 se muestra el plano de vegetación y usos de suelo que se ha utilizado en el presente estudio para obtener, conjuntamente con los planos de litología, permeabilidades y pendientes (analizados en sendos apartados a continuación), la distribución del umbral de escorrentía para cada subcuenca, en cada uno de los dos casos anteriormente mencionados (situación actual-PGOU vigente y situación futura-PGOU en revisión).

Mapa de usos del suelo. PGOU vigente

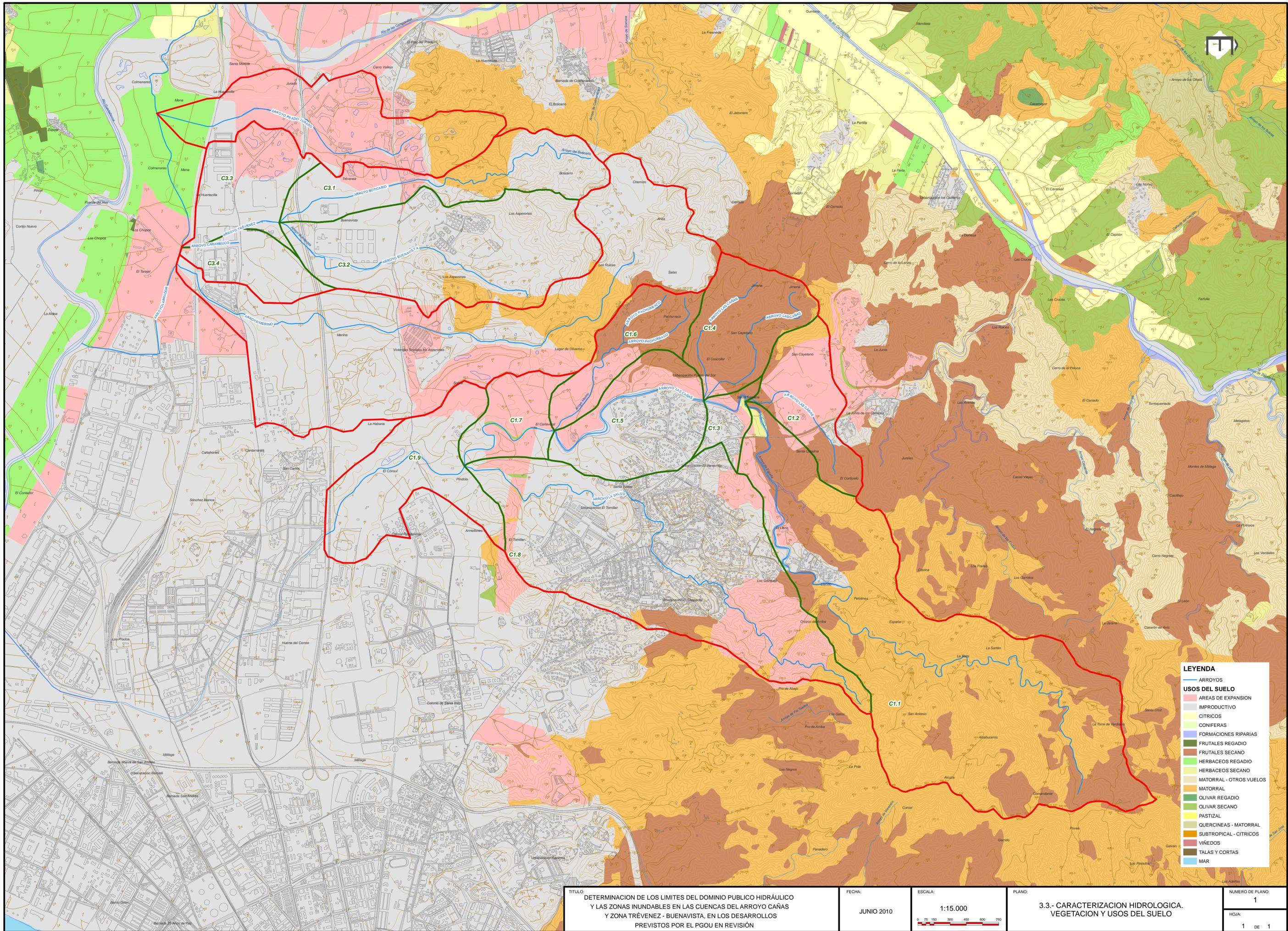


DETERMINACION DE LOS LIMITES DEL DOMUNIO PUBLICO HIDRAULICO Y LAS ZONAS INUNDABLES EN LAS CUENCAS DEL ARROYO DE LAS CAÑAS Y ZONA TREVEZ-BUENAVISTA, EN LOS DESARROLLOS PREVISTOS POR EL P.G.O.U. EN REVISION

Mapa de usos del suelo. PGOU en revisión



DETERMINACION DE LOS LIMITES DEL DOMUNIO PUBLICO HIDRAULICO Y LAS ZONAS INUNDABLES EN LAS CUENCAS DEL ARROYO DE LAS CAÑAS Y ZONA TREVENEZ-BUENAVISTA, EN LOS DESARROLLOS PREVISTOS POR EL P.G.O.U. EN REVISION



LEYENDA

- ARROYOS
- USOS DEL SUELO
- AREAS DE EXPANSION
- IMPRODUCTIVO
- CITRICOS
- CONIFERAS
- FORMACIONES RIPARIAS
- FRUTALES REGADIO
- FRUTALES SECANO
- HERBACEOS REGADIO
- HERBACEOS SECANO
- MATORRAL - OTROS VUELOS
- MATORRAL
- OLIVAR REGADIO
- OLIVAR SECANO
- PASTIZAL
- QUERCINEAS - MATORRAL
- SUBTROPICAL - CITRICOS
- VIÑEDOS
- TALAS Y CORTAS
- MAR

TITULO: DETERMINACION DE LOS LIMITES DEL DOMINIO PUBLICO HIDRAULICO Y LAS ZONAS INUNDABLES EN LAS CUENCAS DEL ARROYO CAÑAS Y ZONA TRÉVEZ - BUENAVISTA, EN LOS DESARROLLOS PREVISTOS POR EL PGOU EN REVISIÓN

FECHA: JUNIO 2010

ESCALA: 1:15.000

PLANO: 3.3.- CARACTERIZACION HIDROLOGICA. VEGETACION Y USOS DEL SUELO

NUMERO DE PLANO: 1
 HOJA: 1 DE 1

3.3.2.- Litología y permeabilidades en la zona superficial

Otro aspecto fundamental en el análisis de la lluvia neta en cada una de las subcuencas estudiadas es el análisis de la permeabilidad al agua que ofrecen los diferentes sustratos que conforman las cuencas de recepción.

La documentación básica de partida para la obtención de esta información ha sido el Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, elaborado por el instituto Geológico y Minero de España, fundamentalmente la hoja 1053/67 (Málaga-Torremolinos), y parte de la hojas 1052 (Álora), 1038 (Ardales) y 1039 (Colmenar).

Desde un punto de vista hidrológico, nos interesa determinar la capacidad de infiltración del agua de lluvia, en función de la diferente naturaleza de los suelos presentes en las cuencas de estudio. Esta información se ha extraído del Mapa Hidrogeológico de España E = 1/200.000, hoja 83 Granada – Málaga. Además se ha consultado la bibliografía existente y el plano Medio Físico. Hidrogeología, del Documento de Aprobación Inicial del Plan General de Málaga.

Desde el punto de vista del comportamiento hidrológico se establecen cuatro tipos de sustrato distintos según sea su permeabilidad mayor o menor.

- TIPO DE SUELO A

Es el que ofrece menor escorrentía. Incluye los suelos que presentan mayor permeabilidad, incluso cuando están saturados. Comprenden los terrenos profundos, sueltos, con predominio de arena o grava y con muy poco limo o arcilla.

- TIPO DE SUELO B

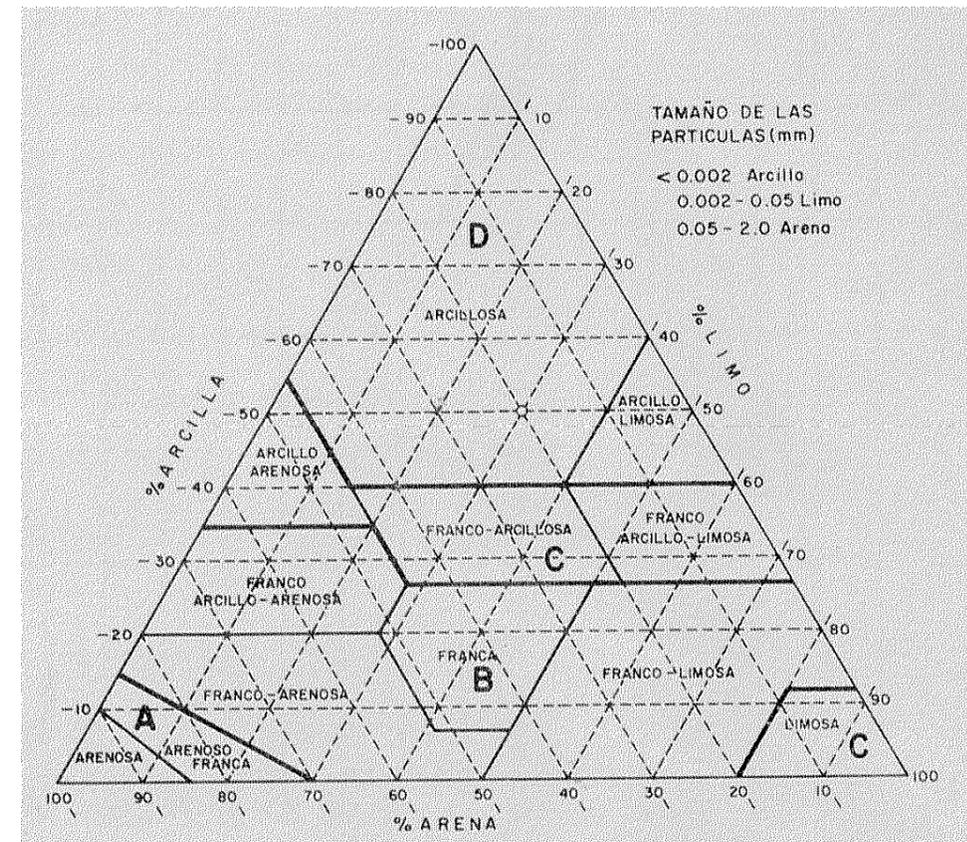
Incluye los suelos de moderada permeabilidad cuando están saturados, comprendiendo los terrenos arenosos menos profundos que los del grupo anterior, aquellos otros de textura franco-arenosa de mediana profundidad y los francos profundos.

- TIPO DE SUELO C

Incluye los suelos que ofrecen poca permeabilidad cuando están saturados, por presentar un estrato impermeable que dificulta la infiltración o porque, en conjunto, su textura es franco-arcillosa o arcillosa.

- TIPO DE SUELO D

Es el que ofrece mayor escorrentía. Incluye los suelos que presentan gran impermeabilidad, tales como los terrenos muy arcillosos profundos con alto grado de tumefacción, los terrenos que presentan en la superficie o cerca de la misma una carga de arcilla muy impermeable y aquellos otros con subsuelo muy impermeable próximo a la superficie.



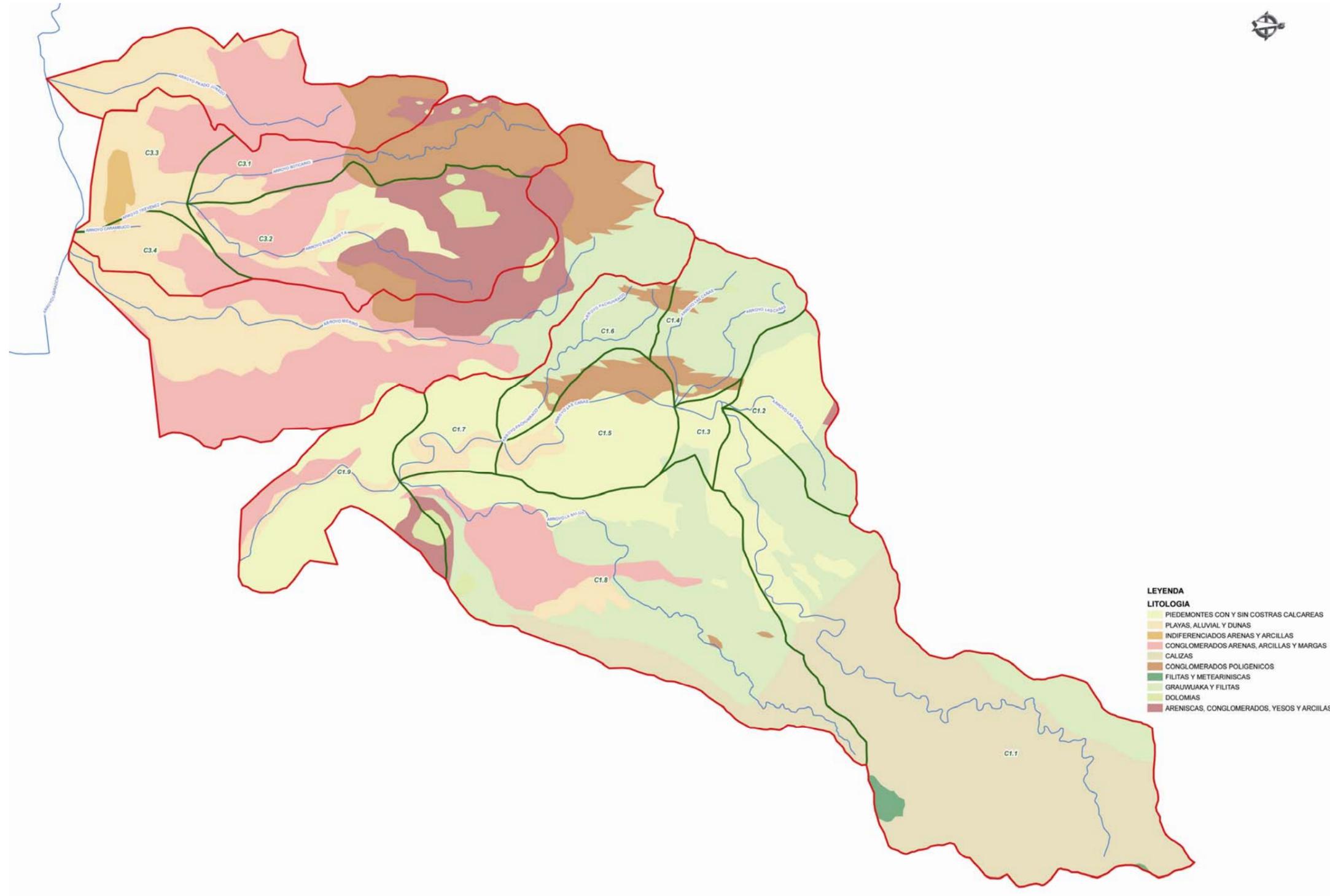
Textura de los diferentes tipos de suelo.

Para determinar que tipo de suelo se corresponde con cada grupo litológico, se ha empleado la correspondencia que aparece en el mapa hidrogeológico de España. De esta forma se establecen los siguientes grupos:

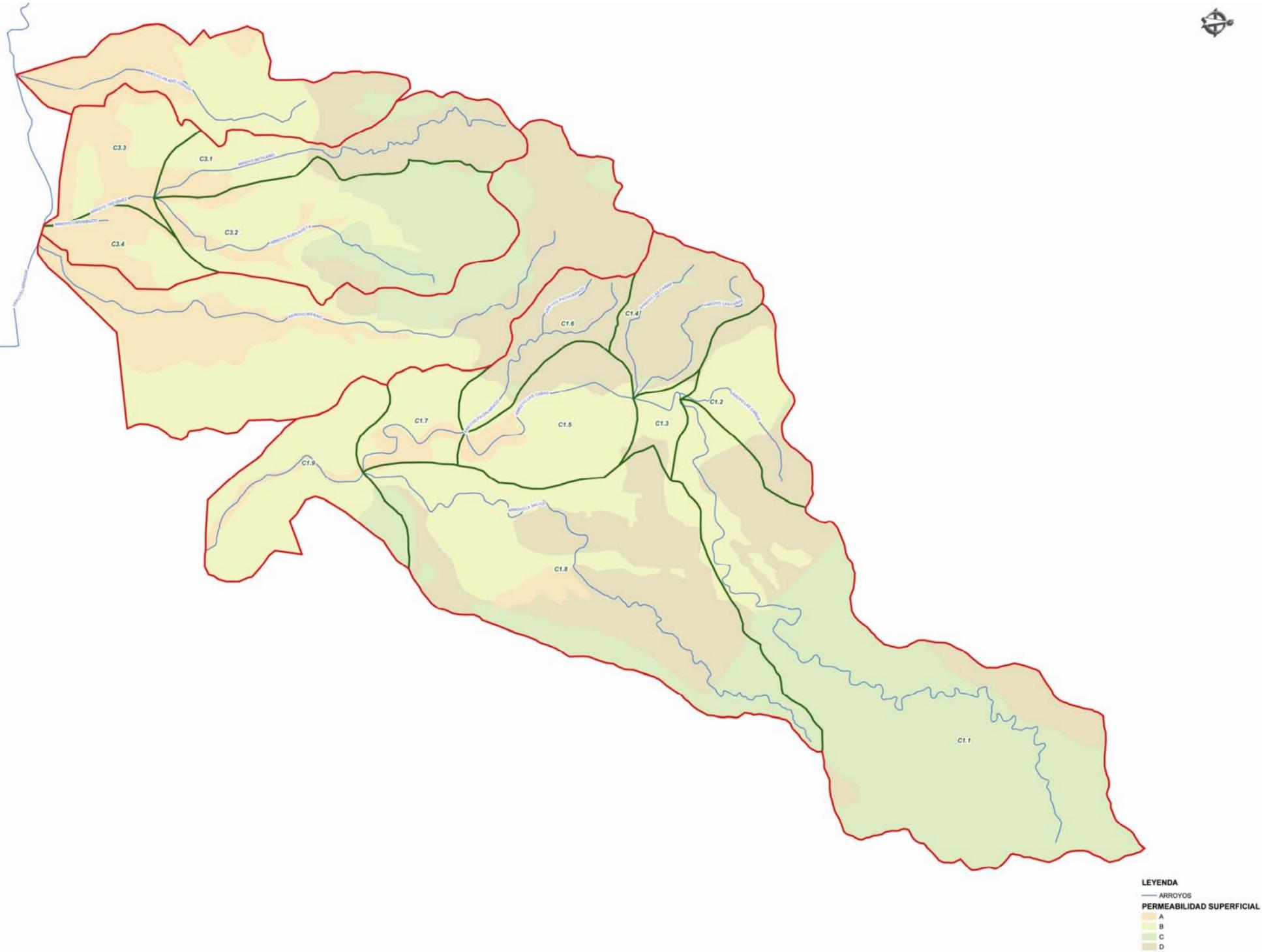
LITOLOGÍA	PERMEABILIDAD	CATEGORIA
Piedemontes con y sin costras calcáreas	Alta	B
Playas, aluvial y dunas	Muy alta	A
Indiferenciados, arenas y arcillas	Muy alta	A
Conglomerados, arcillas, arenas y margas	Alta	B
Calizas	Media	C
Conglomerados poligénicos	Baja	D
Filitas y meteareniscas	Baja	D
Grauwacas y filitas	Baja	D
Dolomías	Media	C
Areniscas, conglomerados, yesos y arcillas	Media	C

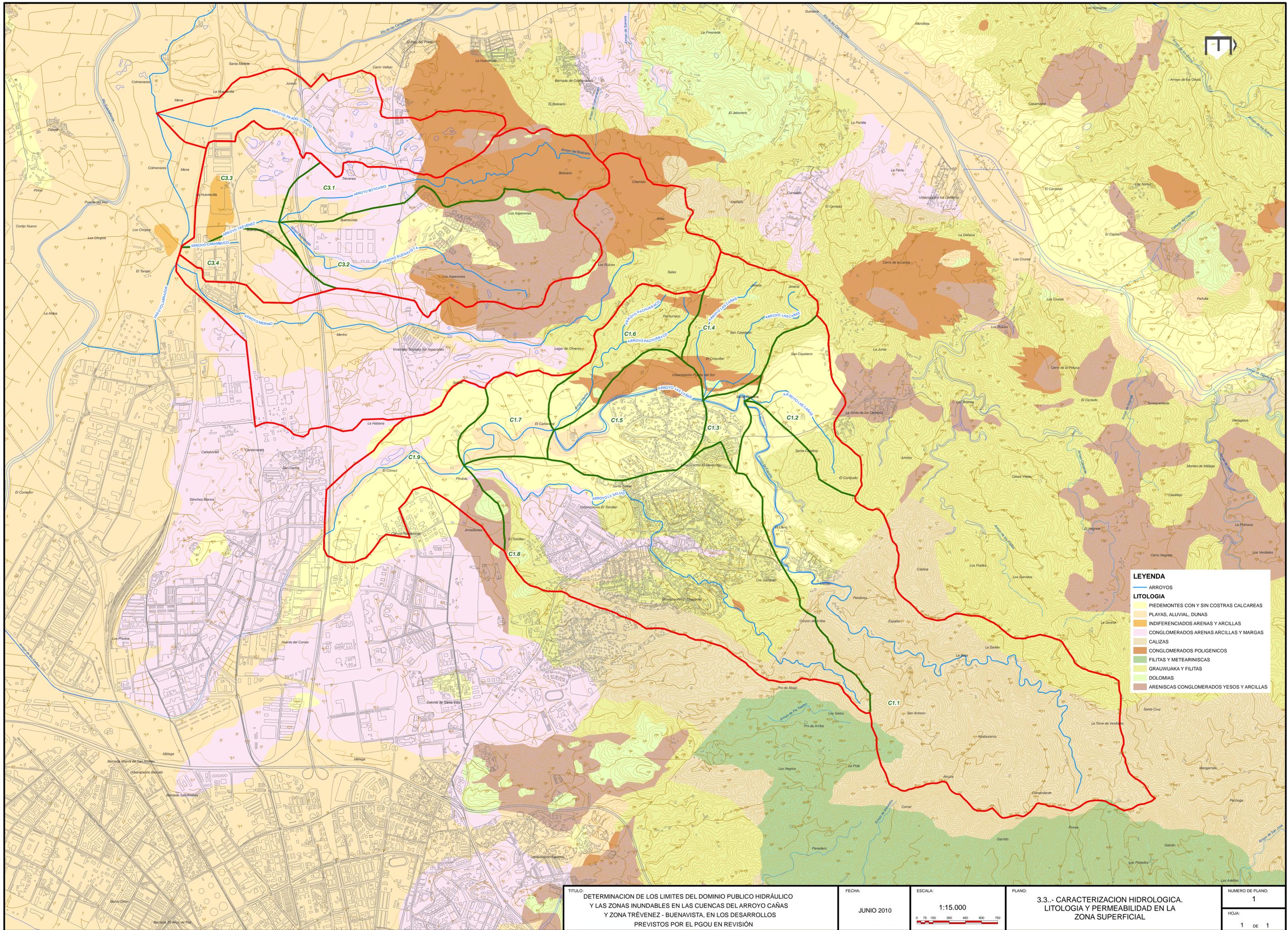
En las figuras adjuntas y en el apéndice 2 se muestran los planos de litología y de permeabilidades superficiales.

Litología



Permeabilidad superficial





- LEYENDA**
- ARROYOS
 - LITOLOGIA**
 - PIEDIMONTES CON Y SIN COSTRAS CALCAREAS
 - PLAYAS, ALUVIAL, DUNAS
 - INDIFERENCIADOS ARENAS Y ARCILLAS
 - CONGLOMERADOS ARENAS ARCILLAS Y MARGAS
 - CALIZAS
 - CONGLOMERADOS POLIGENICOS
 - FILITAS Y METEARINISCAS
 - GRAUWJAKA Y FILITAS
 - DOLOMIAS
 - ARENISCAS CONGLOMERADOS YESOS Y ARCILLAS

TITULO: DETERMINACION DE LOS LIMITES DEL DOMINIO PUBLICO HIDRAULICO Y LAS ZONAS INUNDABLES EN LAS CUENCAS DEL ARROYO CAÑAS Y ZONA TRÉVEZ - BUENAVISTA, EN LOS DESARROLLOS PREVISTOS POR EL PGOU EN REVISIÓN

FECHA: JUNIO 2010

ESCALA: 1:15.000
 0 75 150 300 450 600 750

PLANO: 3.3.- CARACTERIZACION HIDROLOGICA. LITOLOGIA Y PERMEABILIDAD EN LA ZONA SUPERFICIAL

NUMERO DE PLANO: 1
 HOJA: 1 DE 1