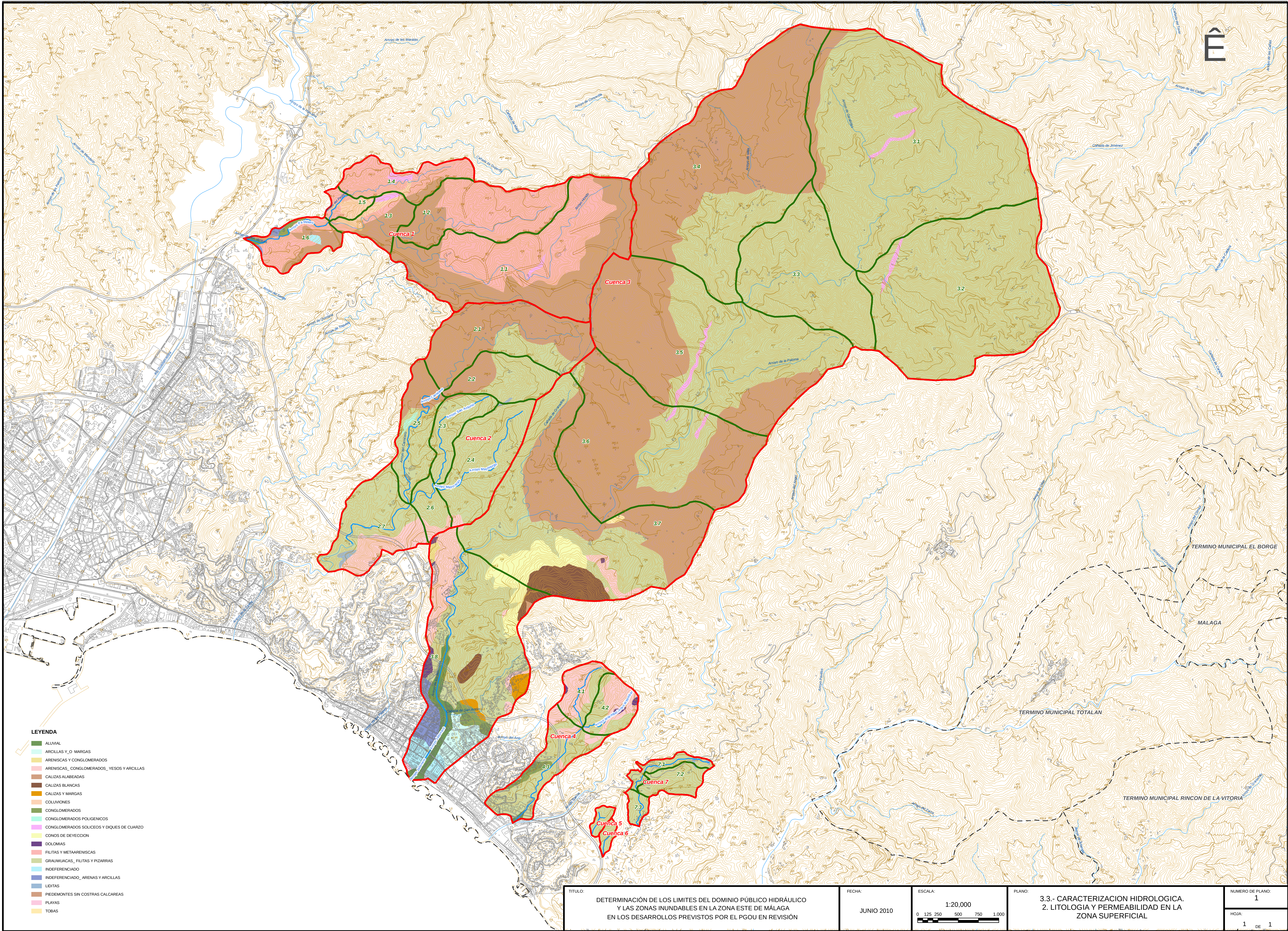




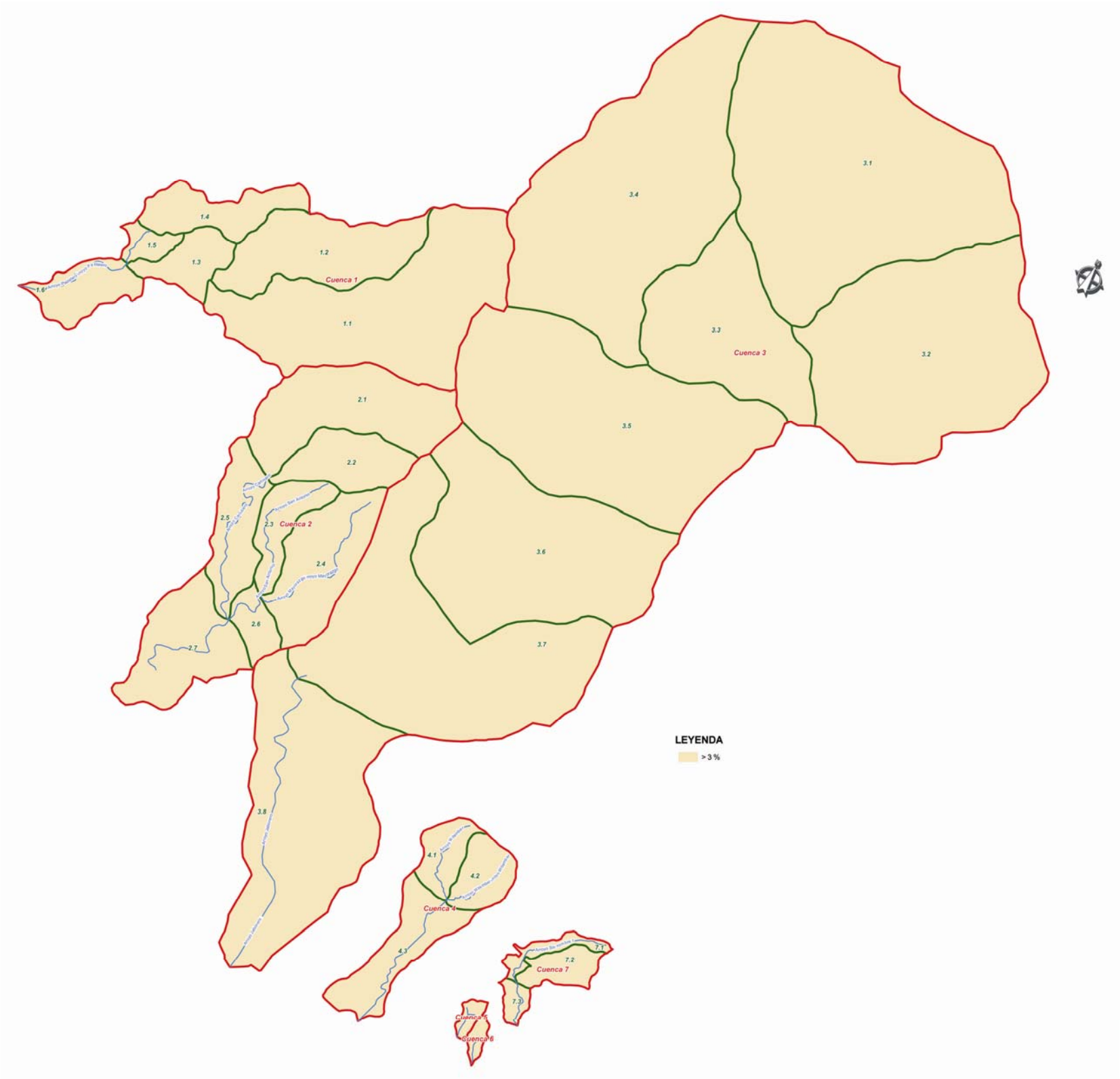
3.3.3.- Pendientes medias

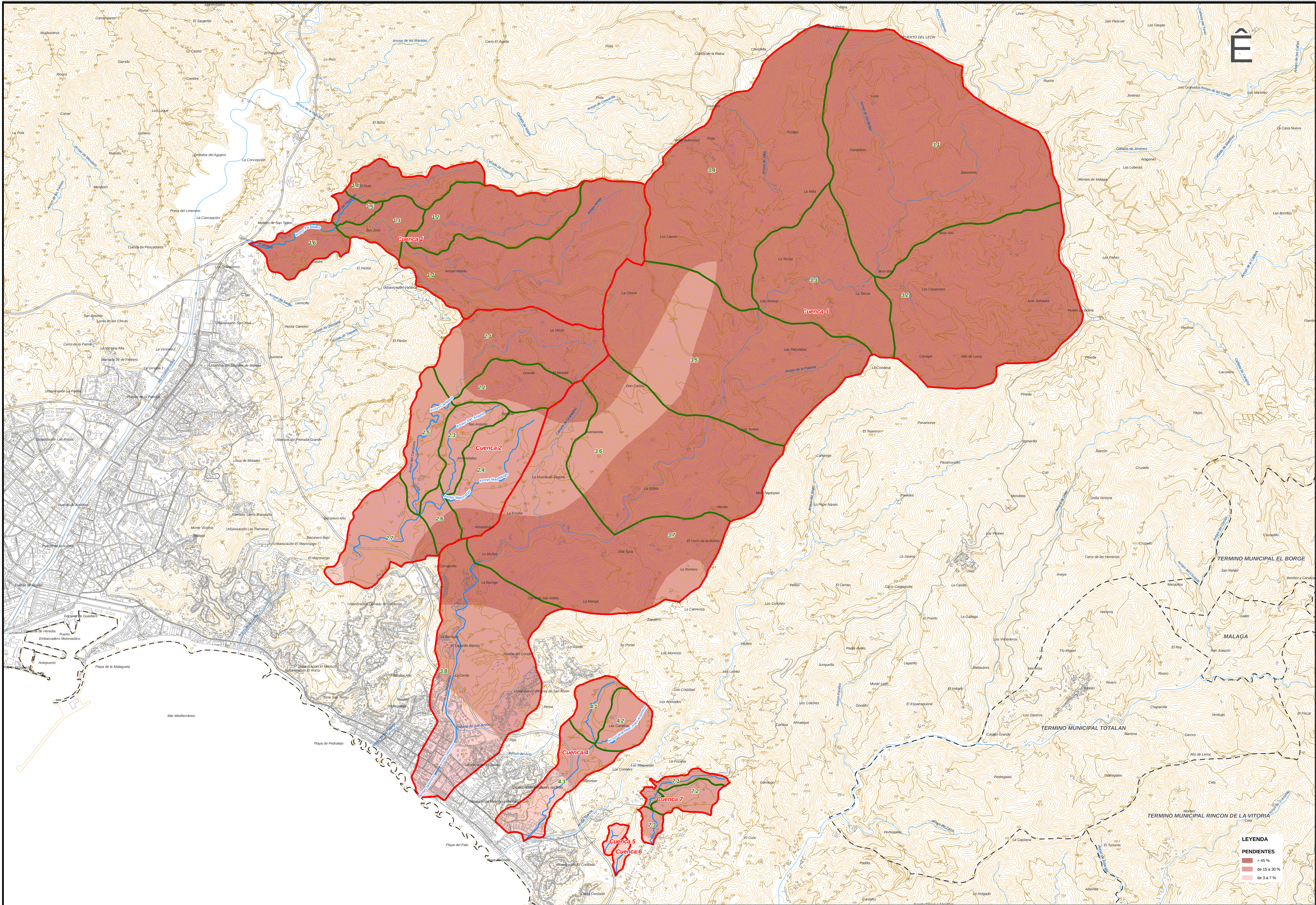
La pendiente es el tercer factor que actúa como condicionante de la respuesta del terreno frentes a aguaceros. La incidencia de la pendiente presenta diversas facetas, siendo quizás las más importantes las relativas al control que ejerce sobre:

- El desarrollo de los suelos y, en consecuencia, su capacidad de retención de agua de lluvia, que es lógicamente mayor en las zonas llanas que en las inclinadas.
- La tasa de infiltración que, para suelos del mismo tipo, es mayor cuanto menor es la pendiente.
- La velocidad del flujo superficial en laderas y cauces y, por lo tanto, el tiempo de concentración de la cuenca.

La consideración de este parámetro se ha realizado por tratamiento de la cartografía vectorial a escala 1:10.000. En el tratamiento final de la información se ha tenido en cuenta solamente si la pendiente es superior o inferior al 3%, valor límite propuesto por la Instrucción para pasar de un tramo a otro en la determinación del umbral de escorrentía. Dicha información se muestra en la figura adjunta y en el apéndice 2.

Pendiente media del terreno





3.3.4.- Determinación del umbral de escorrentía

Como ya se ha indicado anteriormente, los elementos esenciales que permiten cuantificar la intercepción, la retención, la infiltración y finalmente la escorrentía, son la permeabilidad del suelo, dependiente sobre todo de sus características litológicas y edafológicas, las características de la cubierta vegetal, esencialmente la vegetación y la forma de uso del terreno, y finalmente la pendiente media del terreno.

Una vez establecidos sobre la cartografía los límites de las áreas homogéneas en lo que se refiere a la combinación suelo/cubierta, se ha procedido a realizar una triple intersección de los planos de usos del suelo, permeabilidad y pendiente. En dicha intersección se han generado varios polígonos, a cada uno de los cuales le corresponde un umbral de escorrentía o un número de curva, en función del método que se esté aplicando. Dicho número está especificado en las tablas publicadas por la Instrucción de Drenaje y por el SCS, y quedan recogidas en la publicación del CEDEX "Recomendaciones para el cálculo hidrometeorológico de avenidas".

En las tablas adjuntas se muestra la forma de asignar el parámetro correspondiente según el tipo de complejo suelo-vegetación, el estado de la cubierta vegetal, las labores agrícolas y la humedad del suelo. En cuanto a la cubierta vegetal, se establecen distintas clases en sus condiciones hidrológicas, con graduaciones de pobres a buenas para la infiltración.

Cuanto más denso es el cultivo, mejor es su condición hidrológica para la infiltración, y en consecuencia, menor es el valor del número representativo de la escorrentía. Y en cuanto a la forma de tratar la tierra, si la pendiente es superior al 3 % y las faenas agrícolas se ejecutan sin tener en cuenta la misma, la escorrentía será más elevada, mientras que si se labra por curvas de nivel o la pendientes es inferior al 3 %, la escorrentía será moderada, y si además, los cultivos se disponen en terrazas abiertas con buen drenaje y buena conservación del suelo, se favorecerá la infiltración.

El valor representativo de la escorrentía para cada subcuenca ha de ser único, por lo que se ha realizado una media ponderada de dicha característica en función del área de cada polígono individual que se generó anteriormente y que pertenecen a la misma subcuenca.

A continuación se exponen las tablas que permiten seleccionar el valor representativo de la escorrentía.

En cualquier caso, en las cuencas en las que se ha aplicado el método de la Instrucción, se han seguido las recomendaciones de la Agencia Andaluza del Agua, no considerándose valores superiores a 20-25 mm para el umbral de escorrentía.

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

Nota: N: denota cultivo según las curvas de nivel.
R: denota cultivo según la línea de máxima pendiente.

Obtención del umbral de escorrentía según la instrucción de drenaje.

Uso de la tierra	Pendiente (%)	Características hidrológicas	Grupo de suelo			
			A	B	C	D
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
	< 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 escorrentia (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				

Obtención del umbral de escorrentía según la instrucción de drenaje (continuación).

Los coeficientes empleados en nuestro caso, extraídos de las tablas anteriores, han sido los siguientes:

UMBRAL DE ESCORRENTÍA					
A	B	C	D	PTE	USO
1	1	1	1	>3%	Autovías, autopistas y enlaces
1	1	1	1	<3%	
1	1	1	1	>3%	Balsas de riego y ganaderas
1	1	1	1	<3%	
24	15	9	7	>3%	Cítricos
25	19	14	11	<3%	
25	17	8	5	>3%	Cultivos leñosos y vegetación natural leñosa
25	17	8	5	<3%	
25	17	8	5	>3%	Cultivos leñosos regados o no regados
25	17	8	5	<3%	
25	24	14	10	>3%	Formación arbolada densa: quercíneas y coníferas
25	24	14	10	<3%	
25	24	14	10	>3%	Formación arbolada densa: coníferas
25	24	14	10	<3%	
25	24	14	10	>3%	Formación arbolada densa: quercíneas
25	24	14	10	<3%	
1	1	1	1		Equipamiento deportivo y recreativo
1	1	1	1		
25	17	8	5	>3%	Matorral denso
25	17	8	5	<3%	
25	24	14	10	>3%	Matorral denso y arbolado: quercíneas y coníferas
25	24	14	10	<3%	
25	17	8	5	>3%	Matorral denso y arbolado: coníferas dispersas
25	17	8	5	<3%	
25	24	14	10	>3%	Matorral denso y arbolado: quercíneas densas
25	24	14	10	<3%	
25	17	8	5	>3%	Matorral denso y arbolado: quercíneas dispersas
25	17	8	5	<3%	
25	24	14	10	>3%	Matorral disperso con arbolado: coníferas denso
25	24	14	10	<3%	
25	17	8	5	>3%	Matorral disperso con arbolado: coníferas dispersas
25	17	8	5	<3%	
25	17	8	5	>3%	Matorral disperso con arbolado: quercíneas dispersas
25	17	8	5	<3%	
25	24	14	10	>3%	Matorral disperso con arbolado: quercíneas denso
25	24	14	10	<3%	
25	17	8	5	>3%	Matorral disperso con arbolado: quercíneas y coníferas
25	17	8	5	<3%	
25	17	8	5	>3%	Matorral disperso con pastizal
25	17	8	5	<3%	
25	17	8	5	>3%	Matorral disperso con pasto y roca

UMBRAL DE ESCORRENTÍA					
A	B	C	D	PTE	USO
25	17	8	5	<3%	Mosaicos de cultivos leñosos en secano
25	17	8	5	>3%	
25	17	8	5	<3%	
25	17	8	5	>3%	Mosaicos de cultivos leñosos en regadío
25	17	8	5	<3%	
24	15	9	7	>3%	
25	19	14	11	<3%	Olivar abandonado
24	15	9	7	>3%	
25	19	14	11	<3%	Olivar-Secano
1	1	1	1	>3%	
1	1	1	1	<3%	Otras infraestructuras técnicas
25	17	8	5	>3%	
25	17	8	5	<3%	Otros cultivos leñosos abandonados
25	17	8	5	>3%	
25	17	8	5	<3%	Otros cultivos leñosos en secano
25	17	8	5	<3%	
24	14	8	6	>3%	Pastizal arbolado: coníferas disperso
25	20	12	7	<3%	
24	14	8	6	>3%	Pastizal no arbolado con claros
25	20	12	7	<3%	
24	14	8	6	>3%	Pastizal no arbolado continuo
25	20	12	7	<3%	
1	1	1	1	>3%	Ríos y cauces. Láminas de agua
1	1	1	1	<3%	
1	1	1	1	>3%	Ríos y cauces. Otras formaciones riparias
1	1	1	1	<3%	
24	15	9	7	>3%	Talas y plantaciones forestales
25	19	14	11	<3%	
1.0	1.0	1.0	1.0	>3%	Urbanizaciones agrícolas y residenciales
1.0	1.0	1.0	1.0	<3%	
1.0	1.0	1.0	1.0	>3%	Urbano
1.0	1.0	1.0	1.0	<3%	
1	1	1	1	>3%	Zonas en construcción
1	1	1	1	<3%	
1	1	1	1	>3%	Zonas industriales y comerciales
1	1	1	1	<3%	
3	3	3	3	>3%	Zonas mineras
5	5	5	5	<3%	

Las siguientes figuras muestran la intersección entre los mapas temáticos considerados: uso del suelo, pendiente y permeabilidad superficial, es decir, el valor del umbral de escorrentía sin corregir.

Intersección entre el uso del suelo, pendiente y permeabilidad. Umbral de escorrentía. Situación actual (PGOU vigente)

