

MEMORIA ESPECÍFICA DEL ARROYO JARAZMÍN

1.- DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA.

Este es el arroyo más oriental que comprende el trabajo encomendado a nuestra consultora por el Ayuntamiento de Málaga. El aclarar pormenorizadamente las condiciones específicas de la cuenca del Jarazmín y de sus pequeños afluentes nos ha llevado una paciente visita al terreno que se ha desarrollado durante más de cuatro horas. Hemos realizado 32 fotografías que recomendamos sean visualizadas, con sus correspondientes comentarios, antes de seguir adelante con el intento de entender nuestra propuesta.

Tal como se puede comprobar en los planos que adjuntamos el área vertiente del arroyo se sitúa al este del ramal que une la A-7 con la barriada de Laraña y al oeste de las lomas, de cierta importancia, que configuran los terrenos de la fábrica de cemento. Existen dos obras de drenaje transversal de la A-7 que unen la parte alta de esta cuenca, que está situada al norte de dicha vía, con los cauces inferiores a la misma que llegan hasta el mar.

Los elementos más singulares del recorrido del Jarazmín están contruidos por el tránsito a través de la barriada que tiene ese mismo nombre y por debajo de la E.D.A.R. del Peñón del Cuervo. Hemos prestado especial atención a las obras de drenaje longitudinal del arroyo, especialmente a las que posibilitan su tránsito bajo la Depuradora.

Para realizar los cálculos hidráulicos hemos dividido el área vertiente total en ocho sub-áreas. Las que conforman el cauce principal son las situadas al oeste, pero también le hemos prestado la debida atención a las dos situadas en lado este y centradas en la cuenca, las nº 5 y 6, que terminan en sendos tubos de 1.800 m de diámetro que se unen para cruzar, a través de uno de los dos marcos, el más oriental, que pasan por debajo de la E.D.A.R.

2.- CONSIDERACIONES HIDROLÓGICAS.

En el anejo de cálculos hidrológicos hemos determinado, de la forma que se explica pormenorizadamente en el la memoria que precede a los cálculos de ese anejo, los caudales de cálculo en ocho puntos de control. Tres de ellos nos sirven para determinar la idoneidad de las obras que atraviesan la EDAR del peñón del Cuervo y los restantes para establecer una gradación del caudal de cálculo a lo largo de los distintos perfiles de los que deducimos el dominio Público Hidráulico y la Zona de Inundación.

3.- CONSIDERACIONES HIDRÁULICAS.

Hemos realizado cuatro cálculos hidráulicos de los dos tubos de 1.800 mm que llegan a la EDAR y conforman el cauce más oriental y dos marcos de 3,00 m de gálibo lateral y alturas que hemos fijado en 2,00 para el occidental y 1,50 para el oriental. Respecto de la dimensión vertical del occidental estamos seguros porque la hemos podido medir en las embocaduras superior e inferior. El embovedado oriental sobrepasa esa medida en la embocadura de entrada, se puede comprobar esta circunstancia en la fotografía nº 21, en cambio en la salida (fotografía nº 5) sólo existe una altura libre de 1,00 m, pero constatamos la clara existencia de un importante soterramiento.

No dudamos que en el caso de una fuerte avenida, en la que el encauzamiento oriental, si fuese preciso, puede entrar en carga, se arrastrarían los sedimentos existentes en la embocadura de salida y se podría alcanzar el calado que hemos utilizado en los cálculos.

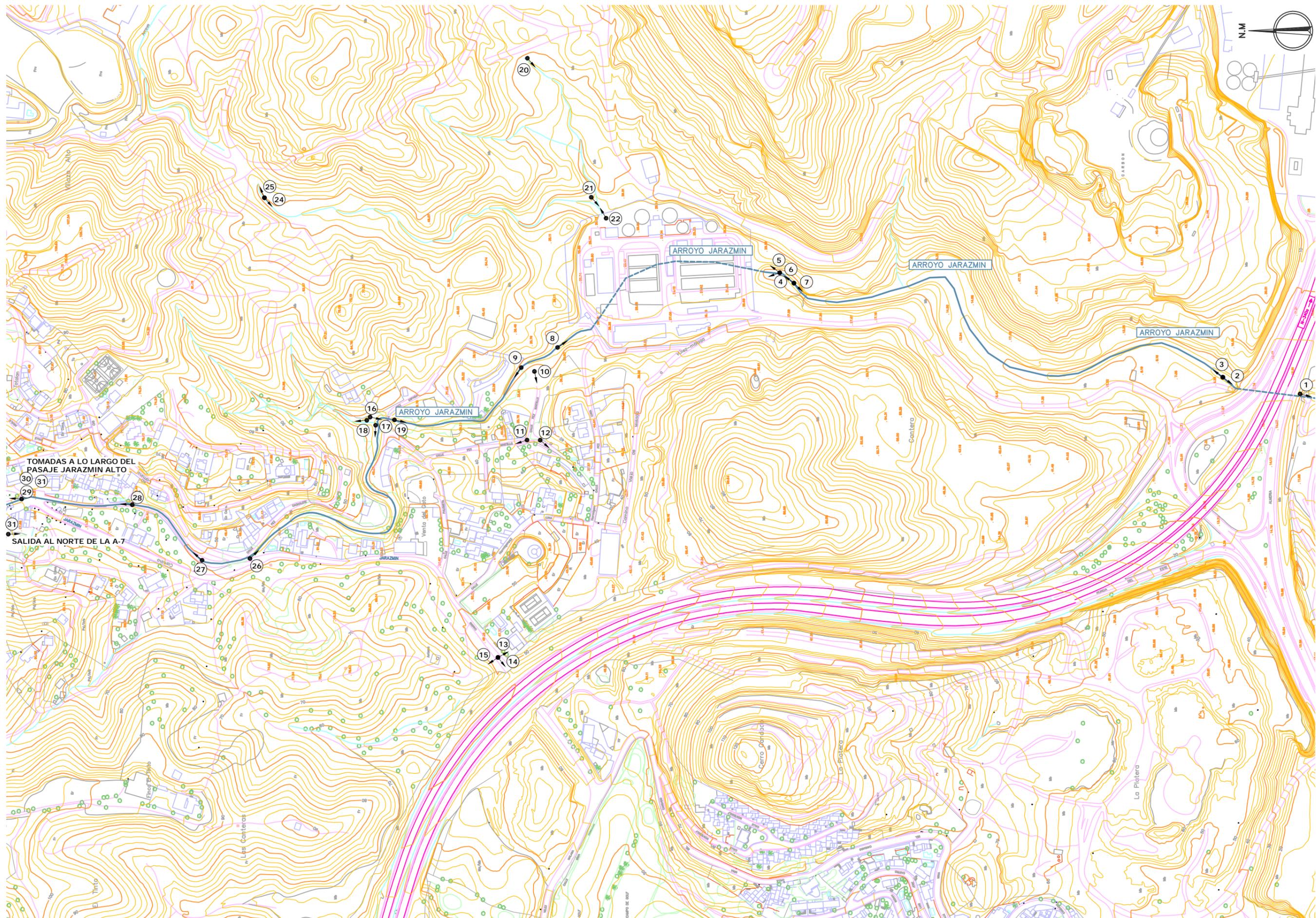
Respecto de los cálculos de las cuatro embocaduras cumplen todas bien. Lo más destacable es que la correspondiente al cauce principal (fotografía nº 8) precisa una inundación en la entrada de 4,00 m, por lo que aconsejable que se eleve la protección de escollera, que nos muestra la fotografía, por el lado derecho.

Respecto del dimensionamiento del cuerpo de obra en el PC-4, el más importante de todos los embovedados estudiados, utilizando una pendiente de 2,9 %, que es la del longitudinal, la hoja electrónica nos fija un calado de 1,85 m para que el caudal con 500 años de periodo de retorno pueda circular adecuadamente. En el caso de los dos tubos las pendientes son bajas (1,58 % y 1,46 %) y es totalmente previsible que se hayan superado en su construcción. Para el segundo marco, el oriental, la pendiente necesaria se sitúan en un 3,4 %, muy próxima a la del longitudinal del arroyo principal y por lo tanto probablemente superior a la de este. Además, tendríamos otro mecanismo de seguridad, que es la posibilidad de llenado del arquetón que reproducimos en la fotografía nº 21, que propiciaría una puesta en carga del marco y consiguientemente un aumento de la pendiente hidráulica.

En las fotografías nº 1 y 2 reproducimos las obras de paso bajo la autovía y la antigua plataforma del ferrocarril. No juzgamos necesario realizar su cálculo hidráulico dado que su dimensión es mucho mayor que la superficie conjunta de los dos marcos que atraviesan la EDAR y estamos totalmente convencidos de su capacidad hidráulica.

4.- CONCLUSIONES.

Entendemos que la información técnica aportada en este arroyo es suficiente para definir lo que se nos ha solicitado, no obstante quedamos a disposición de los Técnicos Municipales o de la A.A.A. para aclarar cualquier parte de su contenido.



c/ Manuel Azuaga (Conjunto Azucarera) 29740 Torre del Mar (Málaga) Aptdo. de Correos 145 tlf: 95 254 70 54 fax: 95 254 14 95 e-mail: ics@ics-es.com web: www.ics-es.com



Fotografía 1 – Desde la autovía vemos la obra de paso bajo la antigua plataforma del ferrocarril



Fotografía 3 – Mirando hacia aguas arriba, desde la misma posición, vemos un cauce bien definido



Fotografía 2 – Esta es la obra de paso bajo la Autovía



Fotografía 4 – Al sur de la EDAR existen dos boquillas de salida de las obras de drenaje longitudinal que la atraviesan. Esta es la más occidental; tiene una dimensión de 3,00 x 2,00 m.



Fotografía 5 – La boquilla oriental presenta una salida libre de 2,00 x 1,00 m. Existe un claro aterramiento por lo que no sabemos cual es su altura libre total.



Fotografía 7 – Miramos hacia aguas abajo y vemos un antiguo pontón. Su gálibo lateral es de 4,00 m.



Fotografía 6 – Desde aguas abajo contemplamos las dos boquillas, con la EDAR al fondo



Fotografía 8 – Esta es la embocadura, al norte de la EDAR, del cauce principal del Jarazmín. Su dimensión es de 3,00 x 2,00 m. Igual que en la salida.

c/ Manuel Azuaga (Conjunto Azucarera) 29740 Torre del Mar (Málaga) Aptdo. de Correos 145 tlf: 95 254 70 54 fax: 95 254 14 95 e-mail: ics@ics-es.com web: www.ics-es.com



Fotografía 9 – Esta es una vista de cómo desciende el Jarazmín hacia la embocadura anterior.



Fotografía 11 – Hemos caminado hacia aguas arriba del actual cauce mostrado en la fotografía anterior y mostramos dos zonas de aporte de escorrentía, la actual viene del norte.



Fotografía 10 – Desde el lado occidental llega otro cauce. Quizás una calle en el futuro.



Fotografía 12 – Un claro arroyo que viene del sur, que se convertirá en calle en el futuro.

c/ Manuel Azuaga (Conjunto Azucarera) 29740 Torre del Mar (Málaga) Aptdo. de Correos 145 tlf: 95 254 70 54 fax: 95 254 14 95 e-mail: ics@ics-es.com web: www.ics-es.com



Fotografía 13 – Teníamos duda de si una zona situada al noreste de la autovía vertía en el Jarazmín. Con las tres fotografías que hemos tomado en este emplazamiento nuestra duda ha quedado resuelta.



Fotografía 14 – Vemos la misma arqueta tomada con detalle en la fotografía anterior. La escorrentía que llega a esta zona es captada por la arqueta y transportada hacia el Jarazmín con esta tubería.



Fotografía 15 – Nos muestra esta fotografía, tomada girando la cámara respecto de la anterior 180 ° como llega hasta esta zona la escorrentía de la margen noreste de la autovía.



Fotografía 16 – Nos hemos desplazado de nuevo hasta el cauce principal de la cuenca. Vemos una obra de paso antigua con un gálibo lateral de 3,00 m y un nuevo cajón de 3,00 x 2,00m.



Fotografía 17 – Hasta la alcantarilla anterior llega de esta forma el cauce principal.



Fotografía 18 – Desde el norte llega otro cauce de carácter más secundario.



Fotografía 19 – Vemos como se dirige el cauce hacia aguas abajo. La próxima obra será el cajón que mostramos en la fotografía nº 8.



Fotografía 20 – El origen del cauce oriental que cruza la EDAR se conforma con dos subcuencas. Esta tubería de 1,80 m de diámetro capta la más occidental.

c/ Manuel Azuaga (Conjunto Azucarera) 29740 Torre del Mar (Málaga) Aptdo. de Correos 145 tlf: 95 254 70 54 fax: 95 254 14 95 e-mail: ics@ics-es.com web: www.ics-es.com



Fotografía 21 – Mostramos el arquetón que une las dos tuberías. Bajo nuestros pies está el tubo mostrado en la fotografía anterior. De frente vemos el cajón que pasa por debajo de la EDAR. con más calado que la salida que mostrábamos en la fotografía nº 5.



Fotografía 22 – El arquetón visto desde aguas abajo. Con los dos tubos comentados.



Fotografía 23 – Tras la calle en construcción se encuentra la boquilla de la fotografía nº 20. Vemos al fondo la vaguada que genera el arroyo más oriental.



Fotografía 24 – Esta es la embocadura del arroyo intermedio que llega a la EDAR. Se junta con el cauce anterior en el arquetón que hemos mostrado.

c/ Manuel Azuaga (Conjunto Azucarera) 29740 Torre del Mar (Málaga) Aptdo. de Correos 145 tlf: 95 254 70 54 fax: 95 254 14 95 e-mail: ics@ics-es.com web: www.ics-es.com



Fotografía 25 – Este es el cauce que llega hasta la boquilla anterior.



Fotografía 27 – El cauce se deriva hacia la izquierda de la carretera y la cruza sin la existencia de ninguna obra de drenaje.



Fotografía 26 – Nos hemos desplazado hasta la barriada de Jarazmín para seguir el cauce principal de esta cuenca. Desde la carretera de Olías que mostramos en la fotografía posterior, desciende hacia la posición que hemos mostrado en la fotografía nº 17.



Fotografía 28 – Seguimos recorriendo el cauce, hacia el norte, encontrándonos con situaciones semejantes a la que reproduce esta fotografía.

c/ Manuel Azuaga (Conjunto Azucarera) 29740 Torre del Mar (Málaga) Aptdo. de Correos 145 tlf: 95 254 70 54 fax: 95 254 14 95 e-mail: ics@ics-es.com web: www.ics-es.com



Fotografía 29 – Un poco más hacia aguas arriba la situación es semejante. El arroyo y la calle son la misma cosa.



Fotografía 31 – En esta posición ya desaparece la condición viaria y se llega de una forma semejante hasta la autovía.



Fotografía 30 – La última fotografía con una situación similar a las dos anteriores.



Fotografía 32 – Al norte de la autovía situados en la carretera de Olías. Vemos la vaguada que conforma el arroyo.

CÁLCULOS HIDROLÓGICOS.

1.- DOCUMENTACIÓN UTILIZADA.

Para la realización del presente estudio hidrológico hemos utilizado la documentación siguiente, que es la recomendada por los Técnicos del Departamento de Hidrología en la Cuenca Mediterránea Andaluza de la Agencia Andaluza del Agua:

- 1.- Criterios para la autorización de actuaciones en la zona de policía.
- 2.- Máximas lluvias diarias en la España Peninsular (Dirección general de Carreteras del Ministerio de Fomento).
- 3.- Las precipitaciones máximas en 24 horas y sus periodos de retorno en España – Volumen 8 Andalucía Oriental (Dirección General del Instituto Nacional de Meteorología del Ministerio de Medio Ambiente).

Dentro de la documentación que debe presentar cualquier solicitante en la Agencia Andaluza del Agua, se precisa un Estudio Hidrológico que se debe realizar atendiendo a las consideraciones siguientes:

Se deben determinar los caudales asociados a periodos de retorno de 100 y 500 años. Para cuencas que se puedan considerar unitarias, con superficie de hasta 3.000 km² y tiempos de concentración comprendidos entre 1 y 24 horas, se recomienda como método hidrometeorológico la variante del método racional reflejado en la Instrucción de Carreteras 5.2. IC "Drenaje Superficial". Este método resulta adecuado para una cuenca, como la que nos ocupa, con un suficiente grado de homogeneidad espacial tanto en sus características de escorrentía como en la estructura de las tormentas en la región.

Para la aplicación del método hay que determinar, en primer lugar, la precipitación máxima para los periodos de retorno considerados. Se recomienda utilizar el "Mapa para el cálculo de Máximas Precipitaciones Diarias en la España Peninsular" realizado por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX.

2.- CÁLCULOS HIDROLÓGICOS UTILIZANDO EL MÉTODO REGIONAL.

Este procedimiento se basa en la determinación de los caudales de cálculo utilizando la publicación "Máximas lluvias en la España Peninsular" editada por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

Esta publicación nos permite obtener las máximas precipitaciones en un lugar de la España Peninsular con solo conocer sus coordenadas UTM. La determinación de precipitaciones se basa en cálculos hidrometeorológicos y en las nuevas tecnologías estadísticas.

El método regional adoptado, denominado tradicionalmente "índice de avenida", asume que la variable Y resultante de dividir, en cada estación, los valores máximos anuales por su media, sigue idéntica distribución de frecuencia en toda la región considerada. Es decir, se cumple que $Y = P_{max} / P_{med}$

Los parámetros de dicha distribución son obtenidos a partir del conjunto de datos de las estaciones de la región, mientras que el valor local de la media P_{med} se estima exclusivamente a partir de los datos de las estaciones.

La estimación de los cuantiles locales X_t en un determinado punto se reduce a reescalar los cuantiles regionales Y_t con la media local P_{med} según la siguiente expresión: $X_t = Y_t \times P_{med}$

Para realizar el cálculo, en principio, utilizamos el método gráfico. Incluimos al final de este anejo un plano elaborado a partir de los mapas incluidos en el anejo nº 1 de la publicación citada, pero con una información geográfica mayor de nuestra zona de estudio.

Las coordenadas del punto que tomamos como representativo de la cuenca y los valores de los parámetros que se obtienen, para los periodos de retorno consignados, los hemos consignado y calculado en la TABLA Nº 1 que consignamos en la hoja electrónica que figura en la última parte del anejo.

Hemos verificado que los valores obtenidos, aplicando el procedimiento gráfico, coinciden razonablemente con los que proporciona la aplicación informática MAXPLU que acompaña a esta publicación.

Los valores de Y_t se obtienen de la tabla 7.1 de la publicación, que reproducimos abreviadamente, con la denominación "TABLA Nº 2" en la hoja electrónica que adjuntamos al final de este anejo. Los valores de Y_t obtenidos los hemos utilizado en la TABLA Nº 1 para fijar los valores del citado cuantil.

3.- CÁLCULOS UTILIZANDO LA PUBLICACIÓN DEL INSTITUTO DE METEOROLOGÍA.

En la publicación - Las precipitaciones máximas en 24 horas y sus periodos de retorno en España; Volumen 8 Andalucía Oriental (Dirección General del Instituto Nacional de Meteorología del Ministerio de Medio Ambiente) -, encontramos 3 estaciones pluviométricas que se puedan relacionar con nuestra cuenca. Sus valores de lluvia esperada en 24 h los reproducimos en la TABLA Nº 3.

4.- VALORES DE LA PRECIPITACIÓN EN 24 HORAS ADOPTADOS.

El resumen de las precipitaciones máximas en periodos de 24 horas para los periodos de retorno consignados y los dos métodos de cálculo utilizados se recoge en el cuadrante siguiente, es decir en la TABLA Nº 4.

Hemos adoptado, para todos los periodos de retorno el valor máximo obtenido en los dos procedimientos de cálculo, con lo que nos quedamos claramente del lado de la seguridad. Esta información se consiga en la última fila de la citada TABLA Nº 4.

5.- CÁLCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.

Utilizamos para el cálculo del tiempo de concentración de la cuenca el método generalmente aceptado. No obstante nos quedamos del lado de la seguridad mayorando la velocidad media de circulación del agua por parecernos baja la que se obtiene del cálculo realizado

6.- COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA UTILIZADO.

El coeficiente de escorrentía C define la proporción de la intensidad de lluvia, I, que genera escorrentía superficial. Se ha determinado el valor de los coeficientes de escorrentía en una tabla que también adjuntamos en este anejo, resultando los valores que se han consignado en la TABLA nº 6.

7.- CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE LLUVIA PARA CADA PERIODO DE RETORNO.

Utilizamos la fórmula de Nadal que es la que determina mejores ajustes en la zona considerada para lluvias de corta duración; su expresión es la siguiente: $I_t = 9.25 \times I_h \times t^{(-0.55)}$. Siendo:

I_t - la intensidad media horaria que corresponde a la precipitación de duración "t" minutos, expresada en mm / hora.

I_h - la intensidad media de la precipitación horaria máxima, también expresada en mm/hora.

t - es la duración de la precipitación expresada en minutos = T_c .

La intensidad media horaria de la precipitación correspondiente a $60 \times 24 = 1440$ minutos, es el valor de $P_d/24$ determinado anteriormente para los diferentes periodos de retorno. De ello podemos deducir I_h en la fórmula anterior de la siguiente forma:

$$P_d / 24 = 9.25 \times I_h \times 1.440^{(-0.55)} - \text{De donde obtenemos: } I_h = 0.246 \times P_d$$

Es decir, que la precipitación del chubasco de una hora de duración es aproximadamente el 25% del valor de la precipitación máxima diaria del periodo de retorno correspondiente.

Aplicando nuevamente la fórmula de Nadal para el valor del Tiempo de Concentración obtenido anteriormente obtendremos las Intensidades máximas de lluvia para los distintos periodos de retorno considerados

Con la fórmula anterior y los valores de P_d antes consignados, obtenemos en la siguiente TABLA, la N° 5, para cada periodo de retorno, las intensidades horarias correspondientes al chubasco de una hora de duración y el de la lluvia de cálculo, con duración igual al tiempo de concentración.

8.- EXPRESIÓN A UTILIZAR PARA DETERMINAR LOS CAUDALES DE CÁLCULO.

La determinación de los caudales de cálculo, en el ámbito de este anejo, sólo tiene una razón de ser que es la obtención de los caudales específicos QE (escorrentía producida en 1 km²) que resultan para cada periodo de retorno en función de las hipótesis realizadas. Dichos caudales específicos nos permiten tener una idea fundamentada del nivel de corrección de nuestros cálculos. Para determinar estos caudales aplicamos la fórmula Racional a una superficie de 1 km². La expresión es: $Q = C \times I \times A / 3,6$. Siendo:

C: Coeficiente de escorrentía del intervalo donde se produce I.

I (mm/h): Máxima intensidad media en el intervalo de duración igual a T_c .

A (Km²): Superficie de la cuenca; en este caso: $A = 1$.

Q (m³/seg): Caudal punta.

En la TABLA siguiente, es decir en la N° 6, calculamos los caudales de cálculo para los periodos de retorno que estamos utilizando. Dado que empleamos una superficie de 1 km² coinciden con los caudales específicos (QE) que, como hemos comentado, son los valores medios generados por una superficie de cuenca de un kilómetro cuadrado.

9.- CONCLUSIÓN

Teniendo en cuenta que la Agencia Andaluza del Agua recomienda la utilización (en base a criterios estadísticos de carácter genérico en la zona mediterránea para cuencas de bastante extensión) de caudales específicos de 20 m³ / seg / km², creemos que es correcta la utilización del periodo de retorno y caudal que hemos resaltado en la tabla anterior.

10.- CONSIDERACIONES PARTICULARES DE LA CUENCA DEL ARROYO JARAZMÍN.

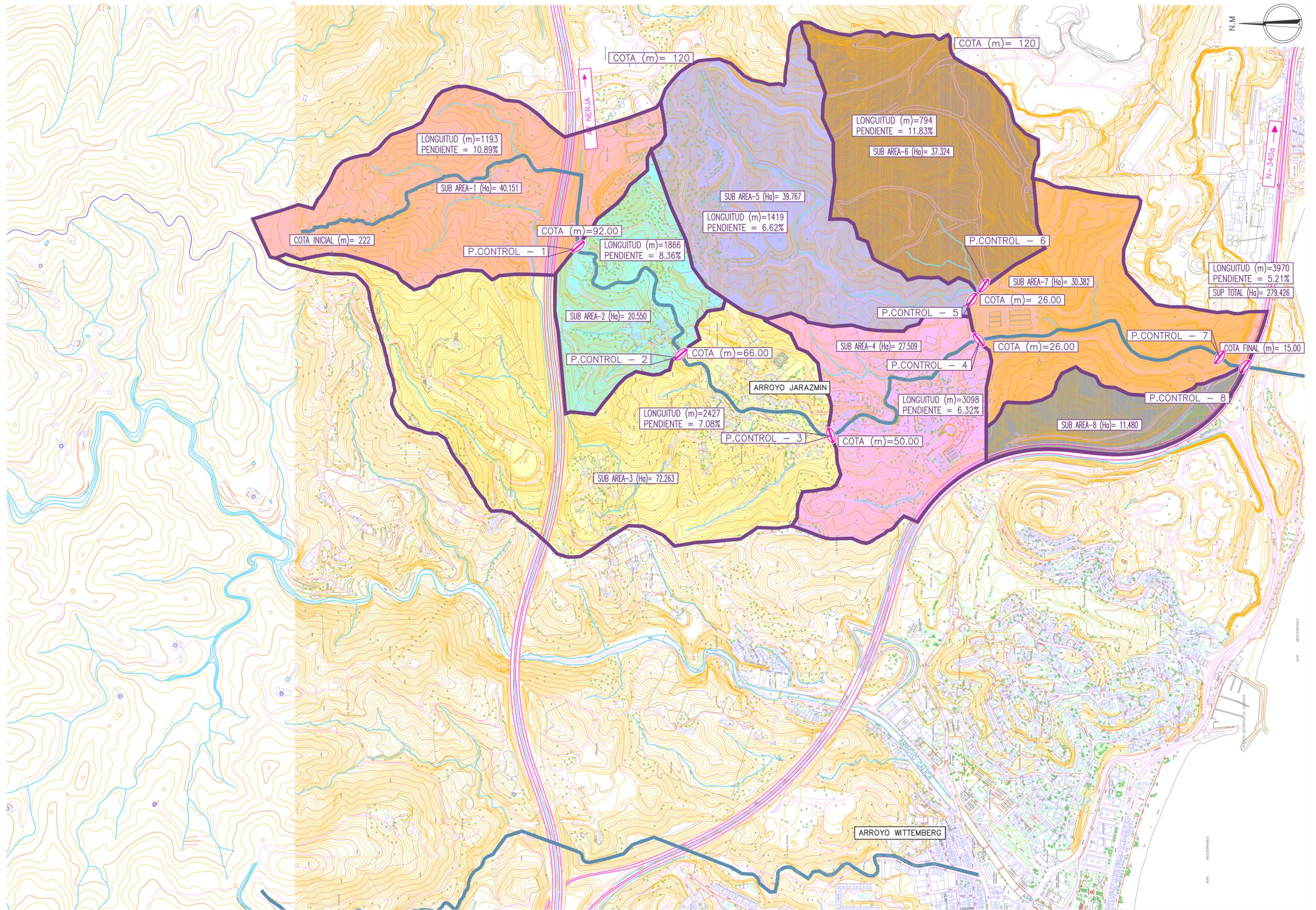
La cuenca del Arroyo Jarazmín no presenta una morfología demasiado alargada, por lo que hemos considerado que los coeficientes de escorrentía van a ser homogéneos para cada periodo de retorno en todo el área vertiente.

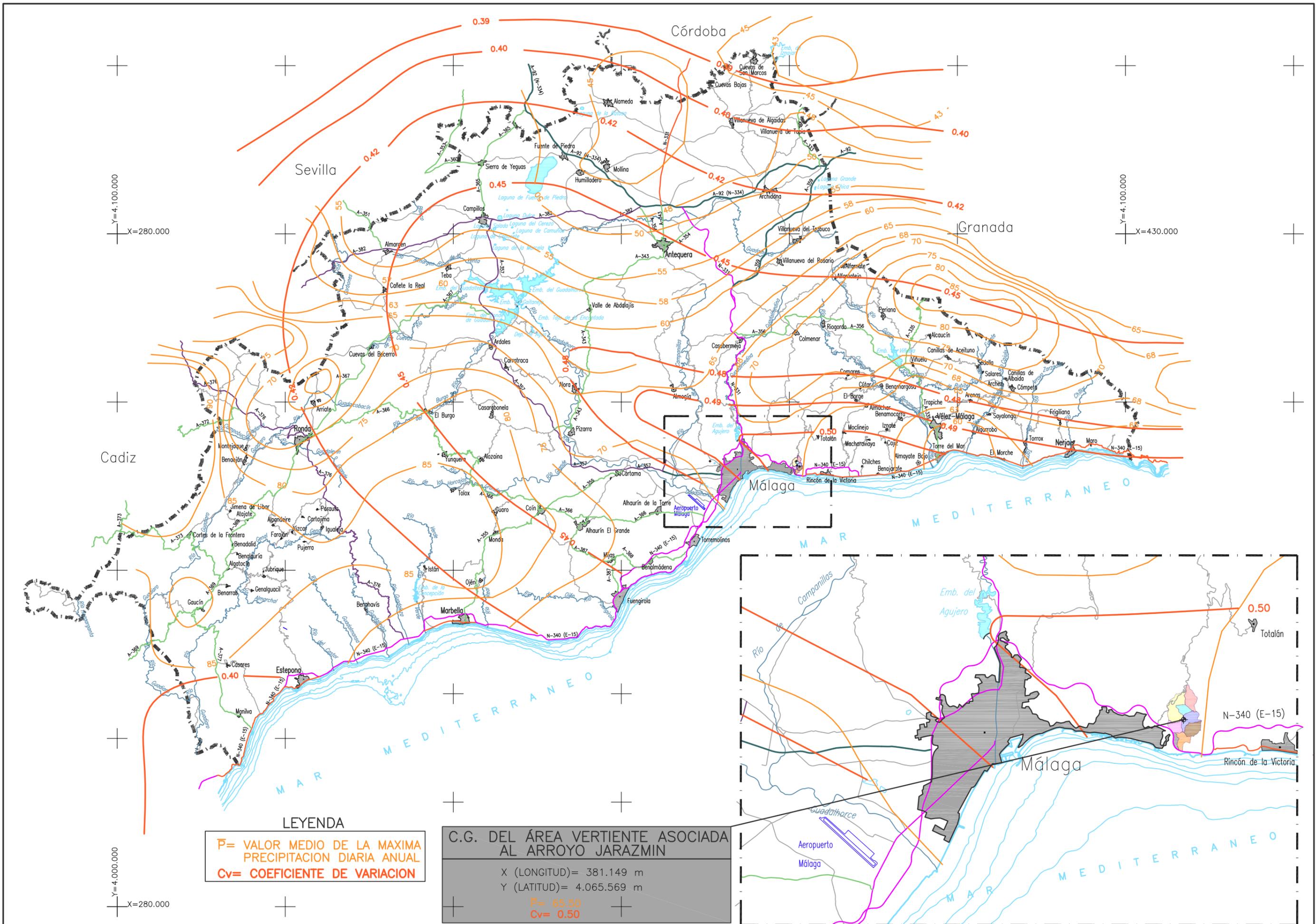
Partiendo de esta hipótesis hemos obtenido los coeficientes de escorrentía para cada periodo de retorno y el caudal específico considerando el área total, a partir del cual, obtenemos los caudales de cálculo para cada punto de control sin más que multiplicar el caudal específico por el área que recoge cada punto.

A continuación consignamos una tabla resumen con los caudales de cálculo de cada punto de control:

PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS			PERIODO DE RETORNO DE 500 AÑOS		
CAUDAL ESPECIFICO (m ³ /seg):	8.35		CAUDAL ESPECIFICO (m ³ /seg):	20.21	
TRAMO	AREA (Ha)	CAUDAL DE CÁLCULO (m ³ /seg)	TRAMO	AREA (Ha)	CAUDAL DE CÁLCULO (m ³ /seg)
P.C. 1	40.151	3.35	P.C. 1	40.151	8.11
P.C. 2	60.701	5.07	P.C. 2	60.701	12.27
P.C. 3	132.964	11.10	P.C. 3	132.964	26.87
P.C. 4	160.473	13.40	P.C. 4	160.473	32.43
P.C. 5	39.767	3.32	P.C. 5	39.767	8.04
P.C. 6	37.324	3.12	P.C. 6	37.324	7.54
P.C. 5 Y 6	77.091	6.44	P.C. 5 Y 6	77.091	15.58
P.C. 7	267.946	22.37	P.C. 7	267.946	54.15
P.C. 8	279.426	23.33	P.C. 8	279.426	56.47

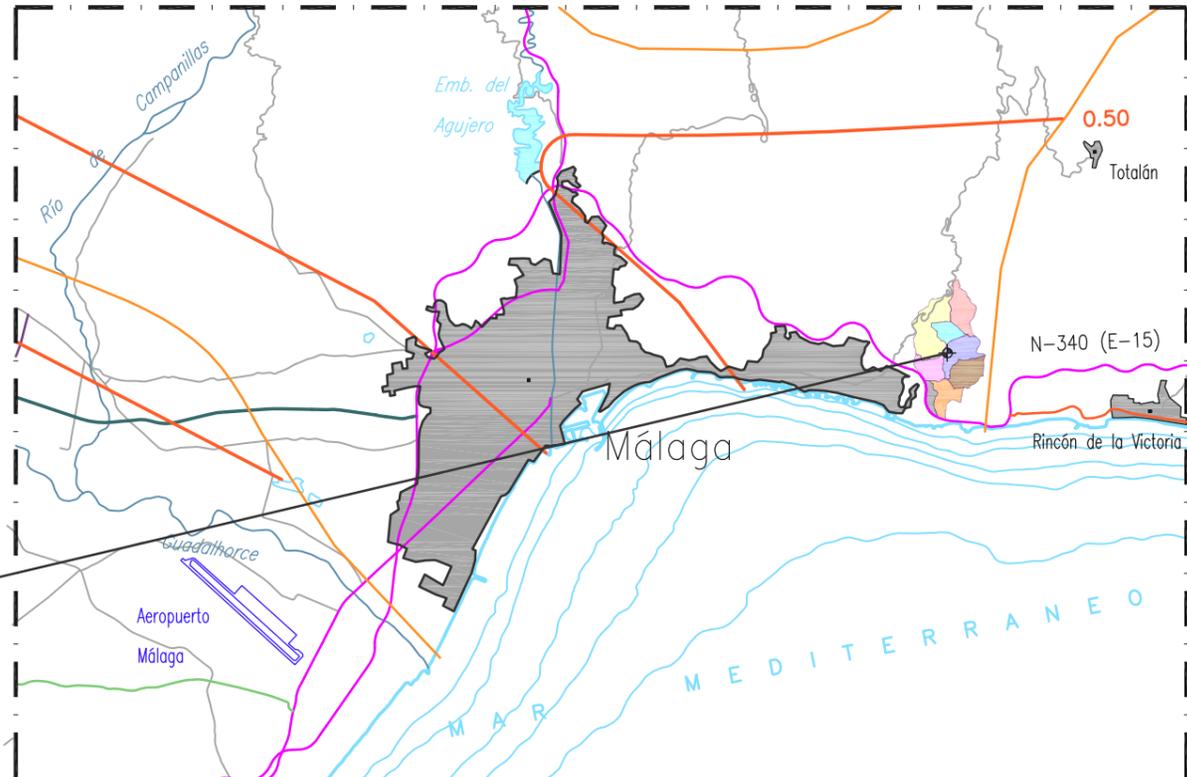
Con los planos y las hojas electrónicas que complementan este anejo creemos que queda perfectamente claro el método de cálculo empleado.





LEYENDA
 \bar{P} = VALOR MEDIO DE LA MÁXIMA PRECIPITACIÓN DIARIA ANUAL
 C_v = COEFICIENTE DE VARIACIÓN

C.G. DEL ÁREA VERTIENTE ASOCIADA AL ARROYO JARAZMIN
 X (LONGITUD) = 381.149 m
 Y (LATITUD) = 4.065.569 m
 \bar{P} = 65.50
 C_v = 0.50



CÁLCULO DE COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA - ARROYO JARAZMÍN

Utilizamos el contenido del capítulo 2 de la Instrucción 5.2-IC (Drenaje Superficial). En la misma, se reconoce que para pequeñas cuencas (tiempos de concentración inferiores a seis horas) son apropiados los métodos hidrometeorológicos.

El coeficiente de escorrentía se puede obtener de la aplicación de la fórmula siguiente, en el que las variables están referidas al tiempo de retorno considerado.

$$C = [(Pd/Po) - 1] \times [(Pd/Po) + 23] / [(Pd/Po) + 11]^2$$

Pd: Precipitación total diaria (mm)
Po: Umbral de escorrentía

En el proyecto que nos ocupa determinaremos los coeficientes a utilizar en la determinación del umbral de escorrentía. Utilizamos los valores de la tabla que se adjunta a continuación, clasificando los suelos en varios grupos que suman la superficie total

La superficie total de la cuenca es : 279.426 Ha.

Descripción de la zona		Tipo	Grupo	Po	Porc.	Ha.
Zonas de monte bajo con vegetación media		32	C	22	30.0%	83.8
Zonas próximas al núcleo urbano		34	C	43	20.0%	55.9
Zonas urbanizadas		41		1	50.0%	139.7
				Totales:	100.0%	279.4

	Periodo de Retorno	Precipitación en 24 h (Pd)	Umbral E. (Po)			Valores medios	
			22	43	1	C	Po
Utilizando los datos de precipitaciones en 24 horas, obtenidos con anterioridad, obtenemos los siguientes valores de C:	5	97.3	0.39	0.18	0.99	0.65	16.1
	10	120.1	0.47	0.24	0.99	0.68	16.8
	25	149.0	0.54	0.31	0.99	0.72	16.9
	50	170.4	0.59	0.36	1.00	0.75	16.5
	100	191.7	0.63	0.40	1.00	0.77	16.7
	200	212.9	0.66	0.43	1.00	0.78	17.6
500	244.8	0.71	0.48	1.00	0.81	17.2	

CLASIFICACIÓN DE SUELOS A EFECTOS DE LA TABLA SIGUIENTE				
Grupo	Infiltración	Potencia	Textura	Drenaje
A	Rápida	Grande	Arenosa	Perfecto
			Areno-limosa	
B	Moderada	Media a grande	Franco-arenosa	Bueno a moderado
			Franca	
			Franco-arcillo-arenosa	
			Franco-limosa	
C	Lenta	Media a pequeña	Franco-arcillosa	Imperfecto
			Franco-arcillo-limosa	
			Arcillo-arenosa	
			Arcillosa	
D	Muy lenta	Pequeña u Horizontes de arcilla	Arcillosa	Pobre o muy pobre

ESTIMACIÓN INICIAL DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA							
Uso de la tierra	Tipo	Pendiente (%)	Características hidrológicas	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
Barbecho	1	>=3	R	15	8	6	4
	2	<3	N	17	11	8	6
	3	<3	R/N	20	14	11	8
Cultivos en hilera	4	>=3	R	23	13	8	6
	5	<3	N	25	16	11	8
	6	<3	R/N	28	19	14	11
Cereales de invierno	7	>=3	R	29	17	10	8
	8	<3	N	32	19	12	10
	9	<3	R/N	34	21	14	12
Rotación cultivos pobres	10	>=3	R	26	15	9	6
	11	<3	N	28	17	11	8
	12	<3	R/N	30	19	13	10
Rotación cultivos densos	13	>=3	R	37	20	12	9
	14	<3	N	42	23	14	11
	15	<3	R/N	47	25	16	13
Praderas	16	>=3	Pobre	24	14	8	6
	17		Media	53	23	14	9
	18		Buena	*	33	18	13
	19		Muy Buena	*	41	22	15
	20	<3	Pobre	58	25	12	7
	21		Media	*	35	17	10
	22		Buena	*	*	22	14
	23		Muy Buena	*	*	25	16
Plantaciones regulares (aprovechamiento forestal)	24	>=3	Pobre	62	26	15	10
	25		Media	*	34	19	14
	26		Buena	*	42	22	15
	27	<3	Pobre	*	34	19	14
	28		Media	*	42	22	15
	29		Buena	*	50	25	16
Masas forestales (bosques, monte bajo, etc)	30		Muy clara	40	17	8	5
	31		Clara	60	24	14	10
	32		Media	*	34	22	16
	33		Espesa	*	47	31	23
	34		Muy espesa	*	65	43	33
Tipo de terreno		Pendiente	Umbral de escorrentía				
Rocas permeables	35	>=3		3			
	36	<3		5			
Rocas impermeables	37	>=3		2			
	38	<3		4			
Firmes granu.sin pavimento	39			2			
Adoquinados	40			1.5			
Pavim. Bitumin./Hormigón	41			1			

Nota: N: Cultivo según líneas de nivel; R: cultivo según máxima pendiente

CÁLCULOS HIDROLÓGICOS (CUENCAS DE MENOS DE 3.000 Ha) - ARROYO JARAZMÍN

TABLA N° 1 - Estimación de los Cuantiles Locales Xt							
Longitud:	Latitud:	P. Retorno	Columna	Cv	Pmed	Yt	Xt
381,149	4,065,569	5	1	0.500	65.5	1.297	85.0
		10	2			1.610	105.5
		25	3			2.052	134.4
		50	4			2.403	157.4
		100	5			2.785	182.4
		200	6			3.189	208.9
		500	7			3.738	244.8

TABLA N° 2 - Determinación de Yt en función de Cv							
P.Retorno	5	10	25	50	100	200	500
Columna	1	2	3	4	5	6	7
0.30	1.194	1.377	1.625	1.823	2.022	2.251	2.541
0.31	1.198	1.385	1.640	1.854	2.068	2.296	2.602
0.32	1.202	1.400	1.671	1.884	2.098	2.342	2.663
0.33	1.209	1.415	1.686	1.915	2.144	2.388	2.724
0.34	1.213	1.423	1.717	1.930	2.174	2.434	2.785
0.35	1.217	1.438	1.732	1.961	2.220	2.480	2.831
0.36	1.225	1.446	1.747	1.991	2.251	2.525	2.892
0.37	1.232	1.461	1.778	2.022	2.281	2.571	2.953
0.38	1.240	1.469	1.793	2.052	2.327	2.617	3.014
0.39	1.243	1.484	1.808	2.083	2.357	2.663	3.067
0.40	1.247	1.492	1.839	2.113	2.403	2.708	3.128
0.41	1.255	1.507	1.854	2.144	2.434	2.754	3.189
0.42	1.259	1.514	1.884	2.174	2.480	2.800	3.250
0.43	1.263	1.534	1.900	2.205	2.510	2.846	3.311
0.44	1.270	1.541	1.915	2.220	2.556	2.892	3.372
0.45	1.274	1.549	1.945	2.251	2.586	2.937	3.433
0.46	1.278	1.564	1.961	2.281	2.632	2.983	3.494
0.47	1.286	1.579	1.991	2.312	2.663	3.044	3.555
0.48	1.289	1.595	2.007	2.342	2.708	3.098	3.616
0.49	1.293	1.603	2.022	2.373	2.739	3.128	3.677
0.50	1.297	1.610	2.052	2.403	2.785	3.189	3.738
0.51	1.301	1.625	2.068	2.434	2.815	3.220	3.799
0.52	1.308	1.640	2.098	2.464	2.861	3.281	3.860

TABLA N° 3: Determinación de Pd - (INSTITUTO DE METEOROLOGÍA)							
Lluvia esperada en 24 horas según periodos de retorno (mm)							
Periodos	5	10	25	50	100	200	500
6-168	94.4	116.5	144.4	165.1	185.6	206.1	233.1
Málaga - El Boticario							
6-174	104.5	125.9	153.0	173.1	193.1	213.0	239.2
Olías							
6-175	92.9	118.0	149.6	173.0	196.3	219.5	250.1
Rincón de la Victoria							
Valor medio	97.3	120.1	149.0	170.4	191.7	212.9	240.8

TABLA N° 4 - Determinación de los valores Pd de cálculo							
Precipitaciones máximas en 24 horas (mm)							
Periodos	5	10	25	50	100	200	500
M.Regional	85.0	105.5	134.4	157.4	182.4	208.9	244.8
I.Meteoro.	97.3	120.1	149.0	170.4	191.7	212.9	240.8
Adoptados	97.3	120.1	149.0	170.4	191.7	212.9	244.8

TABLA N° 5 - Determinación del Tiempo de Concentración y de las intensidad de lluvia							
$T_c = 60 \times 0.3 \times (L/J)^{0.25 \times 0.76}$	L (Km) =	3.97	J (m/m) =	0.052	Tc (minutos)	90.0	
$V_{med} (m/seg) =$	0.74	$V_{med} adoptada (m/seg) =$	2.40	Tc Propuesto (minutos) =	27.6		

Cálculo de la intensidad de lluvia para cada periodo de retorno (mm)							
Periodo	5	10	25	50	100	200	500
$P_d (mm/día)$	97.3	120.1	149.0	170.4	191.7	212.9	244.8
$P_o (mm/día)$	16.1	16.8	16.9	16.5	16.7	17.6	17.2
$I_h (mm/h)$	23.9	29.6	36.7	41.9	47.2	52.4	60.2
$I_l (mm/h)$	35.6	44.2	54.7	62.5	70.4	78.2	89.8

I_h : Intens.horaria del chubasco de una hora de duración; I_l : Intensidad horaria del de duración Tc

TABLA N° 6 - Determinación de los caudales específicos y de cálculo								
							$S_{cuenc.}(Ha) =$	279.426
Caudales específicos para los distintos periodos de retorno (m^3/seg)								
Periodo R.	5	10	25	50	100	200	500	
$I_l (mm/h)$	35.60	44.20	54.70	62.50	70.40	78.20	89.80	
$C_{escorrentia}$	0.65	0.68	0.72	0.75	0.77	0.78	0.81	
Q_e	6.43	8.35	10.94	13.02	15.06	16.94	20.21	
$Q_{cálculo}$	17.96	23.33	30.57	36.38	42.08	47.34	56.46	

Para los cálculos posteriores, dadas las condiciones de proyecto, seleccionamos como periodos de retorno (años) 10 50

OBRAS DE DRENAJE RECTANGULAR - CONTROL A LA ENTRADA - ARROYO JARAZMÍN (P.C.-4)

VALORES DE ENTRADA PARA REALIZAR EL CÁLCULO					CAUDAL DE CÁLCULO (m ³ /seg)	32.43
DIMENSIONES: A: Ancho (m) ...	3.00	F: Altura (m) ...	2.00	Tipo de material constitutivo del canal:	Hormigón	
S: Superficie a sección llena: (m ²)	6.00	Ht: Calado aguas arriba entrada	k: coef. Strickler Recomendación TABLA 4.1 - 5.2-IC		60 - 75	
Pt: Perímetro a sección llena (m)	10.00	Ho: Calado a la entrada (se varia hasta obtener Q	Adoptado según criterio A.A.A. →		40	
H ₁ : Calado de sección mojada con J crítica	de cálculo); valor inicial (m) =		3.50	Ke: Coef. pérdida carga entrada .	0.50	

CÁLCULO DEL CAUDAL EN FUNCIÓN DEL CALADO H ₀ A LA ENTRADA						Utilizamos la expresión → →	H ₁ = 2 x H ₀ / 3	
Ho	H1	V	S	Q	P	Rh	J	Ht
3.50	2.33	3.91	6.990	27.33	7.66	0.913	0.01079	3.89
3.60	2.40	3.96	7.200	28.51	7.80	0.923	0.01091	4.00
3.70	2.47	4.01	7.410	29.71	7.94	0.933	0.01102	4.11
3.80	2.53	4.08	7.590	30.97	8.06	0.942	0.01127	4.22
3.90	2.60	4.12	7.800	32.14	8.20	0.951	0.01134	4.33
4.00	2.67	4.17	8.010	33.40	8.34	0.960	0.01148	4.44
4.10	2.73	4.23	8.190	34.64	8.46	0.968	0.01168	4.56
4.20	2.80	4.28	8.400	35.95	8.60	0.977	0.01181	4.67
4.30	2.87	4.32	8.610	37.20	8.74	0.985	0.01190	4.78
4.40	2.93	4.38	8.790	38.50	8.86	0.992	0.01212	4.89

DIMENSIONAMIENTO DEL CUERPO DE LA OBRA		J(%)	Las fórmulas a aplicar son:	V = k x R ^{2/3} x J ^{1/2}		Q = V x S
h	S	2.90		R _h ^{2/3}	V	Q
1.50	4.500	6.00	0.750	0.825	5.62	25.29
1.55	4.650	6.10	0.762	0.834	5.68	26.41
1.60	4.800	6.20	0.774	0.843	5.74	27.55
1.65	4.950	6.30	0.786	0.852	5.80	28.71
1.70	5.100	6.40	0.797	0.860	5.86	29.89
1.75	5.250	6.50	0.808	0.868	5.91	31.03
1.80	5.400	6.60	0.818	0.875	5.96	32.18
1.85	5.550	6.70	0.828	0.882	6.01	33.36
1.90	5.700	6.80	0.838	0.889	6.06	34.54
1.95	5.850	6.90	0.848	0.896	6.10	35.69

OBRAS DE DRENAJE CIRCULAR - CONTROL A LA ENTRADA - ARROYO JARAZMÍN (P.C.-5)

VALORES DE ENTRADA PARA REALIZAR EL CÁLCULO							CAUDAL DE CÁLCULO (m ³ /seg)	8.04		
Tipo de material constitutivo del canal:	Hormigón	F: Altura total de la obra (m)	2 x 0.90 =	1.80	Ht: Calado aguas arriba de la entrada					
k: coefic. Strickler Recomendada TABLA 4.1 - 5.2-IC:	60 - 75	S: Superficie a sección llena: (m2)	$\pi \times 0.90^2 = \dots\dots$	2.54	Ho: Calado a la entrada (se varia hasta obtener Q de cálculo); valor inicial (m) =					
R: Radio (m)	0.90	Adoptado →	40	Pt: Perímetro a sección llena (m)	$2 \times \pi \times 0.90 = \dots\dots$	5.65	2.00			
Ke: Coef. perdida de carga entrada ...	0.50	H1: Calado de sección mojada con Jcritica		β : Semiángulo: vertical - línea que une el centro con el borde de la sección mojada						
CÁLCULO DEL CAUDAL EN FUNCIÓN DEL CALADO H ₀ A LA ENTRADA					El cálculo realizado es correcto Si FORM. da como resultado cero		$5 \sin \beta \cdot \cos \beta - 4 \sin \beta [(H_0 - F)/R + 1] - \beta + S_t / R^2 = 0$			
Ho	β (deg)	FORM.	H1	V	S	Q	P	Rh	J	Ht
2.00	60.190	0.0000	1.35	2.92	2.043	5.97	3.76	0.543	0.01203	2.22
2.10	56.535	0.0000	1.40	3.03	2.118	6.42	3.88	0.546	0.01286	2.33
2.20	52.996	0.0000	1.44	3.15	2.185	6.88	3.99	0.548	0.01383	2.45
2.30	49.595	0.0000	1.48	3.27	2.243	7.33	4.10	0.547	0.01494	2.57
2.40	46.353	0.0000	1.52	3.39	2.294	7.78	4.20	0.546	0.01609	2.69
2.50	43.288	0.0000	1.56	3.51	2.337	8.20	4.29	0.545	0.01730	2.81
2.60	40.416	0.0000	1.59	3.63	2.373	8.61	4.39	0.541	0.01868	2.94
2.70	37.746	0.0000	1.61	3.78	2.403	9.08	4.47	0.538	0.02041	3.06
2.80	35.282	0.0000	1.63	3.91	2.428	9.49	4.55	0.534	0.02206	3.19
2.90	33.022	0.0000	1.65	4.04	2.448	9.89	4.62	0.530	0.02378	3.32

DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL CUERPO DE OBRA					Las fórmulas a aplicar son:	$V = k \times R^{2/3} \times J^{1/2}$		$Q = V \times S$
h	β (deg)	J(%)	S	P	R _h	R _h ^{2/3}	V	Q
1.30	63.612	1.58	1.968	3.66	0.538	0.661	3.32	6.53
1.35	60.000	1.58	2.047	3.77	0.543	0.666	3.35	6.86
1.40	56.251	1.58	2.124	3.89	0.546	0.668	3.36	7.14
1.45	52.330	1.58	2.197	4.01	0.548	0.670	3.37	7.40
1.50	48.190	1.58	2.266	4.14	0.547	0.669	3.36	7.61
1.55	43.762	1.58	2.331	4.28	0.545	0.667	3.35	7.81
1.60	38.942	1.58	2.390	4.43	0.540	0.663	3.33	7.96
1.65	33.557	1.58	2.443	4.60	0.531	0.656	3.30	8.06
1.70	27.266	1.58	2.489	4.80	0.519	0.646	3.25	8.09
1.75	19.188	1.58	2.525	5.05	0.500	0.630	3.17	8.00

OBRAS DE DRENAJE CIRCULAR - CONTROL A LA ENTRADA - ARROYO JARAZMÍN (P.C.-6)

VALORES DE ENTRADA PARA REALIZAR EL CÁLCULO							CAUDAL DE CÁLCULO (m ³ /seg)	7.54		
Tipo de material constitutivo del canal:	Hormigón	F: Altura total de la obra (m)	2 x 0.90 =	1.80	Ht: Calado aguas arriba de la entrada					
k: coefic. Strickler Recomendada TABLA 4.1 - 5.2-IC:	60 - 75	S: Superficie a sección llena: (m ²)	$\pi \times 0.90^2 = \dots\dots$	2.54	Ho: Calado a la entrada (se varia hasta obtener Q de cálculo); valor inicial (m) =					
R: Radio (m)	0.90	Adoptado →	40	Pt: Perímetro a sección llena (m)	$2 \times \pi \times 0.90 = \dots\dots$	5.65	2.00			
Ke: Coef. perdida de carga entrada ...	0.50	H1: Calado de sección mojada con Jcritica		β : Semiángulo: vertical - línea que une el centro con el borde de la sección mojada						
CÁLCULO DEL CAUDAL EN FUNCIÓN DEL CALADO H ₀ A LA ENTRADA					El cálculo realizado es correcto Si FORM. da como resultado cero		$5 \sin \beta \cdot \cos \beta - 4 \sin \beta [(H_0 - F)/R + 1] - \beta + S_t / R^2 = 0$			
Ho	β (deg)	FORM.	H1	V	S	Q	P	Rh	J	Ht
2.00	60.190	0.0000	1.35	2.92	2.043	5.97	3.76	0.543	0.01203	2.22
2.10	56.535	0.0000	1.40	3.03	2.118	6.42	3.88	0.546	0.01286	2.33
2.20	52.996	0.0000	1.44	3.15	2.185	6.88	3.99	0.548	0.01383	2.45
2.30	49.595	0.0000	1.48	3.27	2.243	7.33	4.10	0.547	0.01494	2.57
2.40	46.353	0.0000	1.52	3.39	2.294	7.78	4.20	0.546	0.01609	2.69
2.50	43.288	0.0000	1.56	3.51	2.337	8.20	4.29	0.545	0.01730	2.81
2.60	40.416	0.0000	1.59	3.63	2.373	8.61	4.39	0.541	0.01868	2.94
2.70	37.746	0.0000	1.61	3.78	2.403	9.08	4.47	0.538	0.02041	3.06
2.80	35.282	0.0000	1.63	3.91	2.428	9.49	4.55	0.534	0.02206	3.19
2.90	33.022	0.0000	1.65	4.04	2.448	9.89	4.62	0.530	0.02378	3.32

DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL CUERPO DE OBRA					Las fórmulas a aplicar son:	$V = k \times R^{2/3} \times J^{1/2}$		$Q = V \times S$
h	β (deg)	J(%)	S	P	R _h	R _h ^{2/3}	V	Q
1.30	63.612	1.46	1.968	3.66	0.538	0.661	3.19	6.28
1.35	60.000	1.46	2.047	3.77	0.543	0.666	3.22	6.59
1.40	56.251	1.46	2.124	3.89	0.546	0.668	3.23	6.86
1.45	52.330	1.46	2.197	4.01	0.548	0.670	3.24	7.12
1.50	48.190	1.46	2.266	4.14	0.547	0.669	3.23	7.32
1.55	43.762	1.46	2.331	4.28	0.545	0.667	3.22	7.51
1.60	38.942	1.46	2.390	4.43	0.540	0.663	3.20	7.65
1.65	33.557	1.46	2.443	4.60	0.531	0.656	3.17	7.74
1.70	27.266	1.46	2.489	4.80	0.519	0.646	3.12	7.77
1.75	19.188	1.46	2.525	5.05	0.500	0.630	3.04	7.68



OBRAS DE DRENAJE RECTANGULAR - CONTROL A LA ENTRADA - ARROYO JARAZMÍN (P.C.-5 Y 6)

VALORES DE ENTRADA PARA REALIZAR EL CÁLCULO					CAUDAL DE CÁLCULO (m ³ /seg)	15.58
DIMENSIONES: A: Ancho (m) ...	2.00	F: Altura (m) ...	1.50	Tipo de material constitutivo del canal:	Hormigón	
S: Superficie a sección llena: (m ²)	3.00	Ht: Calado aguas arriba entrada	k: coefic. Strickler Recomendada TABLA 4.1 - 5.2-IC		60 - 75	
Pt: Perímetro a sección llena (m)	7.00	Ho: Calado a la entrada (se varia hasta obtener Q	Adoptado según criterio A.A.A. →		40	
H ₁ : Calado de sección mojada con J crítica	de cálculo); valor inicial (m) =		3.00	Ke: Coef. perdida carga entrada .	0.50	

CÁLCULO DEL CAUDAL EN FUNCIÓN DEL CALADO H ₀ A LA ENTRADA						Utilizamos la expresión → →	H ₁ = 2 x H ₀ / 3	
Ho	H1	V	S	Q	P	Rh	J	Ht
3.00	2.00	3.62	4.000	14.48	6.00	0.667	0.01405	3.33
3.10	2.07	3.67	4.140	15.19	6.14	0.674	0.01425	3.44
3.20	2.13	3.74	4.260	15.93	6.26	0.681	0.01459	3.56
3.30	2.20	3.79	4.400	16.68	6.40	0.688	0.01478	3.67
3.40	2.27	3.84	4.540	17.43	6.54	0.694	0.01500	3.78
3.50	2.33	3.91	4.660	18.22	6.66	0.700	0.01537	3.89
3.60	2.40	3.96	4.800	19.01	6.80	0.706	0.01559	4.00
3.70	2.47	4.01	4.940	19.81	6.94	0.712	0.01581	4.11
3.80	2.53	4.08	5.060	20.64	7.06	0.717	0.01621	4.22
3.90	2.60	4.12	5.200	21.42	7.20	0.722	0.01638	4.33

DIMENSIONAMIENTO DEL CUERPO DE LA OBRA		J(%)	Las fórmulas a aplicar son:	V = k x R ^{2/3} x J ^{1/2}		Q = V x S
h	S	3.40		R _h ^{2/3}	V	Q
1.05	2.100	4.10	0.512	0.640	4.72	9.91
1.10	2.200	4.20	0.524	0.650	4.79	10.54
1.15	2.300	4.30	0.535	0.659	4.86	11.18
1.20	2.400	4.40	0.545	0.667	4.92	11.81
1.25	2.500	4.50	0.556	0.676	4.99	12.48
1.30	2.600	4.60	0.565	0.683	5.04	13.10
1.35	2.700	4.70	0.574	0.691	5.10	13.77
1.40	2.800	4.80	0.583	0.698	5.15	14.42
1.45	2.900	4.90	0.592	0.705	5.20	15.08
1.50	3.000	5.00	0.600	0.711	5.24	15.72

OBRAS DE DRENAJE CON CLAVE CIRCULAR - CONTROL A LA ENTRADA - PASO LA AUTOVÍA A-7

VALORES DE ENTRADA PARA REALIZAR EL CÁLCULO							CAUDAL DE CÁLCULO (m ³ /seg)	56.46			
A: Anchura lateral interior (m)	6.00	F: Altura total de la obra (m)	0.90 + 3.00 =	3.90	Ht: Calado aguas arriba de la entrada						
H: Altura de los hastiales rectos (m) ...	0.90	S: Superficie a sección llena: (m ²)	6.00 x 0.90 + 0.50 x π x 3.00 ² =	19.54	Ho: Calado a la entrada (se varia hasta obtener Q de cálculo); valor inicial (m) =						
R: Radio de la bóveda (m)	3.00	Pt: Perímetro a sección llena (m)	6.00 + 2 x 0.90 + π x 3.00 =	17.22	3.50						
Tipo de material constitutivo del canal:	Hormigón	Adoptado ↓ ↓	Ke: Coef. perdida de carga entrada ...	0.50	β: Semiángulo: vertical - línea que une el centro del círculo con el borde de la sección mojada						
k: coefic. Strickler Recomienda TABLA 4.1 - 5.2-IC:	33.33 - 40	40	H1: Calado de sección mojada con Jcrítica								
CÁLCULO DEL CAUDAL EN FUNCIÓN DEL CALADO H ₀ A LA ENTRADA					El cálculo realizado es correcto Si FORM. da como resultado cero		$5 \sin \beta \cdot \cos \beta - 4 \sin \beta [(H_0 - F)/R + 1] - \beta + S_l / R^2 = 0$				
Ho	β(deg)	FORM.	H1	V	S	Q	P	Rh	J	Ht	
3.50	63.055	0.0000	2.26	4.03	13.271	53.48	10.62	1.250	0.00754	3.91	
3.60	61.822	0.0000	2.32	4.09	13.575	55.52	10.75	1.263	0.00766	4.03	
3.70	60.593	0.0000	2.37	4.17	13.872	57.85	10.87	1.276	0.00785	4.14	
3.80	59.367	0.0000	2.43	4.23	14.161	59.90	11.00	1.287	0.00799	4.26	
3.90	58.147	0.0000	2.48	4.31	14.441	62.24	11.13	1.297	0.00821	4.37	
4.00	56.931	0.0000	2.54	4.37	14.713	64.30	11.26	1.307	0.00835	4.49	
4.10	55.721	0.0000	2.59	4.44	14.976	66.49	11.38	1.316	0.00854	4.60	
4.20	54.518	0.0000	2.64	4.52	15.230	68.84	11.51	1.323	0.00879	4.72	
4.30	53.322	0.0000	2.69	4.59	15.476	71.03	11.64	1.330	0.00900	4.84	
4.40	52.134	0.0000	2.74	4.66	15.712	73.22	11.76	1.336	0.00922	4.95	

DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL CUERPO DE OBRA					Las fórmulas a aplicar son:	$V = k \times R^{2/3} \times J^{1/2}$		$Q = V \times S$
h	β(deg)	J(%)	S	P	R _h	R _h ^{2/3}	V	Q
1.80	72.54	1.20	10.72	9.62	1.114	1.075	4.71	50.50
1.85	71.54	1.20	11.01	9.73	1.131	1.086	4.76	52.39
1.90	70.53	1.20	11.29	9.83	1.148	1.096	4.80	54.19
1.95	69.51	1.20	11.57	9.94	1.164	1.107	4.85	56.12
2.00	68.49	1.20	11.85	10.05	1.179	1.116	4.89	57.96
2.05	67.46	1.20	12.13	10.16	1.194	1.125	4.93	59.80
2.10	66.42	1.20	12.41	10.26	1.209	1.135	4.97	61.66
2.15	65.38	1.20	12.68	10.37	1.223	1.144	5.01	63.52
2.20	64.32	1.20	12.95	10.48	1.236	1.152	5.05	65.41
2.25	63.26	1.20	13.22	10.60	1.247	1.159	5.08	67.16

OBRAS DE DRENAJE CON CLAVE CIRCULAR - CONTROL A LA ENTRADA - PASO BAJO LA ANTIGUA CARRETERA

VALORES DE ENTRADA PARA REALIZAR EL CÁLCULO							CAUDAL DE CÁLCULO (m ³ /seg)	56.46			
A: Anchura lateral interior (m)	6.00	F: Altura total de la obra (m)	1.50 + 3.00 =	4.50	Ht: Calado aguas arriba de la entrada						
H: Altura de los hastiales rectos (m) ...	1.50	S: Superficie a sección llena: (m ²)	6.00 x 1.50 + 0.50 x π x 3.00 ² =	23.14	Ho: Calado a la entrada (se varia hasta obtener Q de cálculo); valor inicial (m) =						
R: Radio de la bóveda (m)	3.00	Pt: Perímetro a sección llena (m)	6.00 + 2 x 1.50 + π x 3.00 =	18.42	3.00						
Tipo de material constitutivo del canal:	Hormigón	Adoptado ↓ ↓	Ke: Coef. perdida de carga entrada ...	0.50	β: Semiángulo: vertical - línea que une el centro del círculo con el borde de la sección mojada						
k: coefic. Strickler Recomienda TABLA 4.1 - 5.2-IC:	33.33 - 40	40	H1: Calado de sección mojada con J crítica		5 sen β · cos β - 4 sen β [(H ₀ - F)/R + 1] - β + S _t / R ² = 0						
CÁLCULO DEL CAUDAL EN FUNCIÓN DEL CALADO H ₀ A LA ENTRADA					El cálculo realizado es correcto Si FORM. da como resultado cero						
Ho	β(deg)	FORM.	H1	V	S	Q	P	Rh	J	Ht	
3.00	80.571	0.0000	1.99	3.63	11.938	43.33	9.98	1.196	0.00649	3.34	
3.10	79.329	0.0000	2.06	3.69	12.317	45.45	10.11	1.218	0.00654	3.45	
3.20	78.090	0.0000	2.12	3.76	12.691	47.72	10.24	1.239	0.00664	3.56	
3.30	76.854	0.0000	2.18	3.83	13.061	50.02	10.37	1.259	0.00674	3.67	
3.40	75.622	0.0000	2.24	3.90	13.426	52.36	10.50	1.279	0.00685	3.79	
3.50	74.393	0.0000	2.31	3.95	13.786	54.45	10.63	1.297	0.00689	3.90	
3.60	73.167	0.0000	2.37	4.01	14.142	56.71	10.76	1.314	0.00698	4.01	
3.70	71.944	0.0000	2.43	4.08	14.491	59.12	10.89	1.331	0.00711	4.12	
3.80	70.725	0.0000	2.49	4.14	14.835	61.42	11.01	1.347	0.00720	4.24	
3.90	69.509	0.0000	2.55	4.20	15.173	63.73	11.14	1.362	0.00730	4.35	

DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL CUERPO DE OBRA					Las fórmulas a aplicar son:	$V = k \times R^{2/3} \times J^{1/2}$		$Q = V \times S$
h	β(deg)	J(%)	S	P	R _h	R _h ^{2/3}	V	Q
1.50	>90	1.80	2.25	9.00	0.250	0.397	2.13	4.79
1.55	89.05	1.80	9.30	9.09	1.023	1.015	5.45	50.69
1.60	88.09	1.80	9.60	9.20	1.044	1.029	5.52	53.01
1.65	87.13	1.80	9.90	9.30	1.065	1.043	5.60	55.46
1.70	86.18	1.80	10.20	9.40	1.085	1.056	5.67	57.84
1.75	85.22	1.80	10.50	9.50	1.105	1.069	5.74	60.28
1.80	84.26	1.80	10.80	9.60	1.125	1.082	5.81	62.75
1.85	83.30	1.80	11.10	9.70	1.144	1.094	5.87	65.15
1.90	82.34	1.80	11.40	9.80	1.163	1.106	5.94	67.69
1.95	81.37	1.80	11.69	9.90	1.181	1.117	5.99	70.05

Nota: Se ha aproximado la sección a un pontón de arco de medio punto para su cálculo, aunque en realidad se trata de un pontón de arco rebajado

OBRAS DE DRENAJE RECTANGULAR - PASO BAJO LA PASARELA

VALORES DE ENTRADA PARA REALIZAR EL CÁLCULO					CAUDAL DE CÁLCULO (m ³ /seg)	56.46
DIMENSIONES: A: Ancho (m) ...	7.40	F: Altura (m)	4.15	Tipo de material constitutivo del canal:	Hormigón	
S: Superficie a sección llena: (m ²)	30.71	Ht: Calado aguas arriba entrada	k: coef. Strickler Recomendación TABLA 4.1 - 5.2-IC		33.33 - 40	
Pt: Perímetro a sección llena (m)	23.10	Ho: Calado a la entrada (se varia hasta obtener Q	Adoptado según criterio A.A.A. →		40	
H ₁ : Calado de sección mojada con J crítica	de cálculo); valor inicial (m) =		3.00	Ke: Coef. pérdida carga entrada .	0.50	

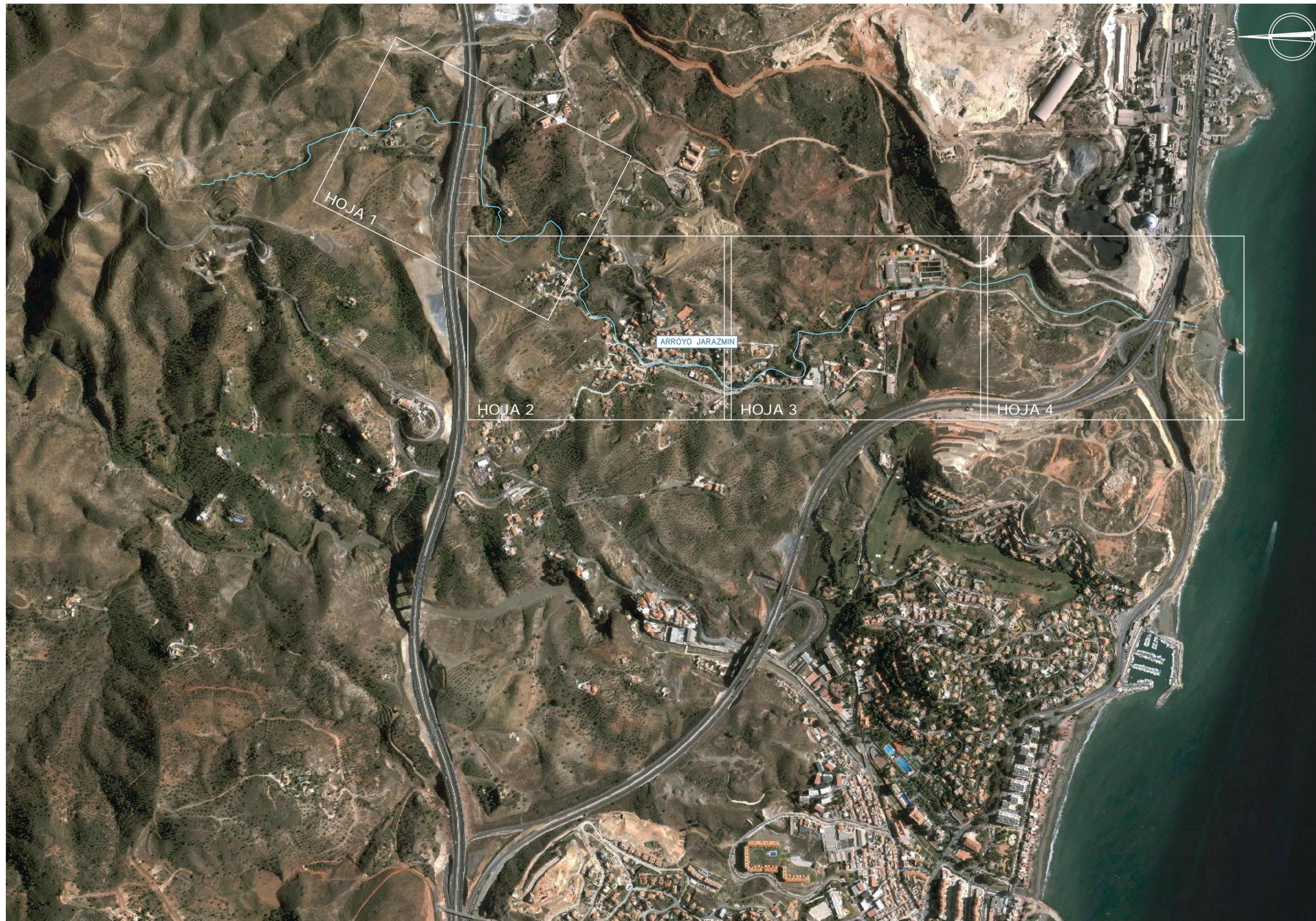
CÁLCULO DEL CAUDAL EN FUNCIÓN DEL CALADO H ₀ A LA ENTRADA						Utilizamos la expresión → →	H ₁ = 2 x H ₀ / 3	
Ho	H1	V	S	Q	P	Rh	J	Ht
3.00	2.00	3.62	14.800	53.58	11.40	1.298	0.00578	3.33
3.10	2.07	3.67	15.318	56.22	11.54	1.327	0.00577	3.44
3.20	2.13	3.74	15.762	58.95	11.66	1.352	0.00585	3.56
3.30	2.20	3.79	16.280	61.70	11.80	1.380	0.00584	3.67
3.40	2.27	3.84	16.798	64.50	11.94	1.407	0.00585	3.78
3.50	2.33	3.91	17.242	67.42	12.06	1.430	0.00593	3.89
3.60	2.40	3.96	17.760	70.33	12.20	1.456	0.00594	4.00
3.70	2.47	4.01	18.278	73.29	12.34	1.481	0.00595	4.11
3.80	2.53	4.08	18.722	76.39	12.46	1.503	0.00604	4.22
3.90	2.60	4.12	19.240	79.27	12.60	1.527	0.00603	4.33

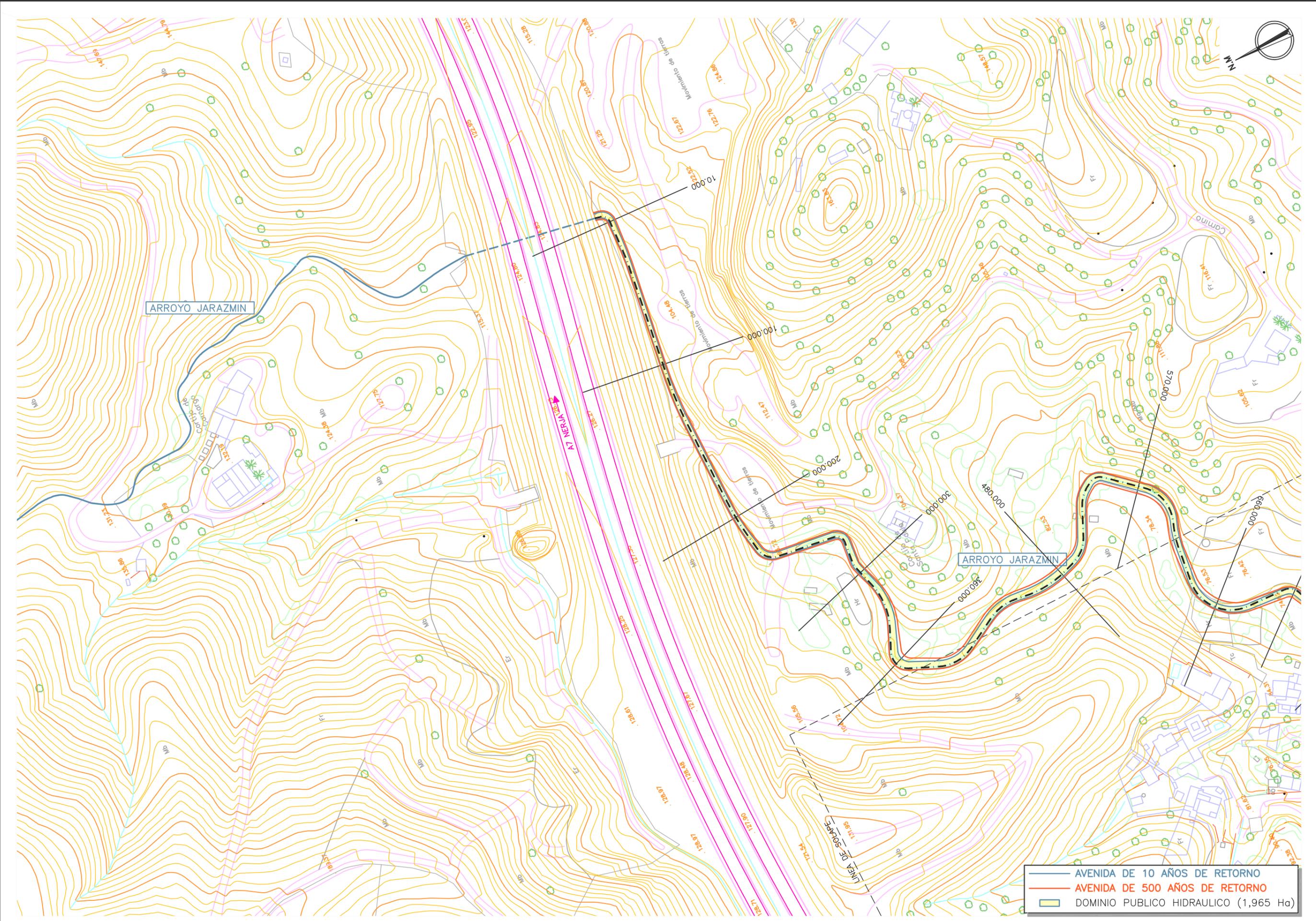
DIMENSIONAMIENTO DEL CUERPO DE LA OBRA		J(%)	Las fórmulas a aplicar son:	V = k x R ^{2/3} x J ^{1/2}		Q = V x S
h	S	3.00		R _h ^{2/3}	V	Q
1.00	7.400	9.40	0.787	0.852	5.90	43.66
1.05	7.770	9.50	0.818	0.875	6.06	47.09
1.10	8.140	9.60	0.848	0.896	6.21	50.55
1.15	8.510	9.70	0.877	0.916	6.35	54.04
1.20	8.880	9.80	0.906	0.936	6.48	57.54
1.25	9.250	9.90	0.934	0.956	6.62	61.24
1.30	9.620	10.00	0.962	0.975	6.75	64.94
1.35	9.990	10.10	0.989	0.993	6.88	68.73
1.40	10.360	10.20	1.016	1.011	7.00	72.52
1.45	10.730	10.30	1.042	1.028	7.12	76.40

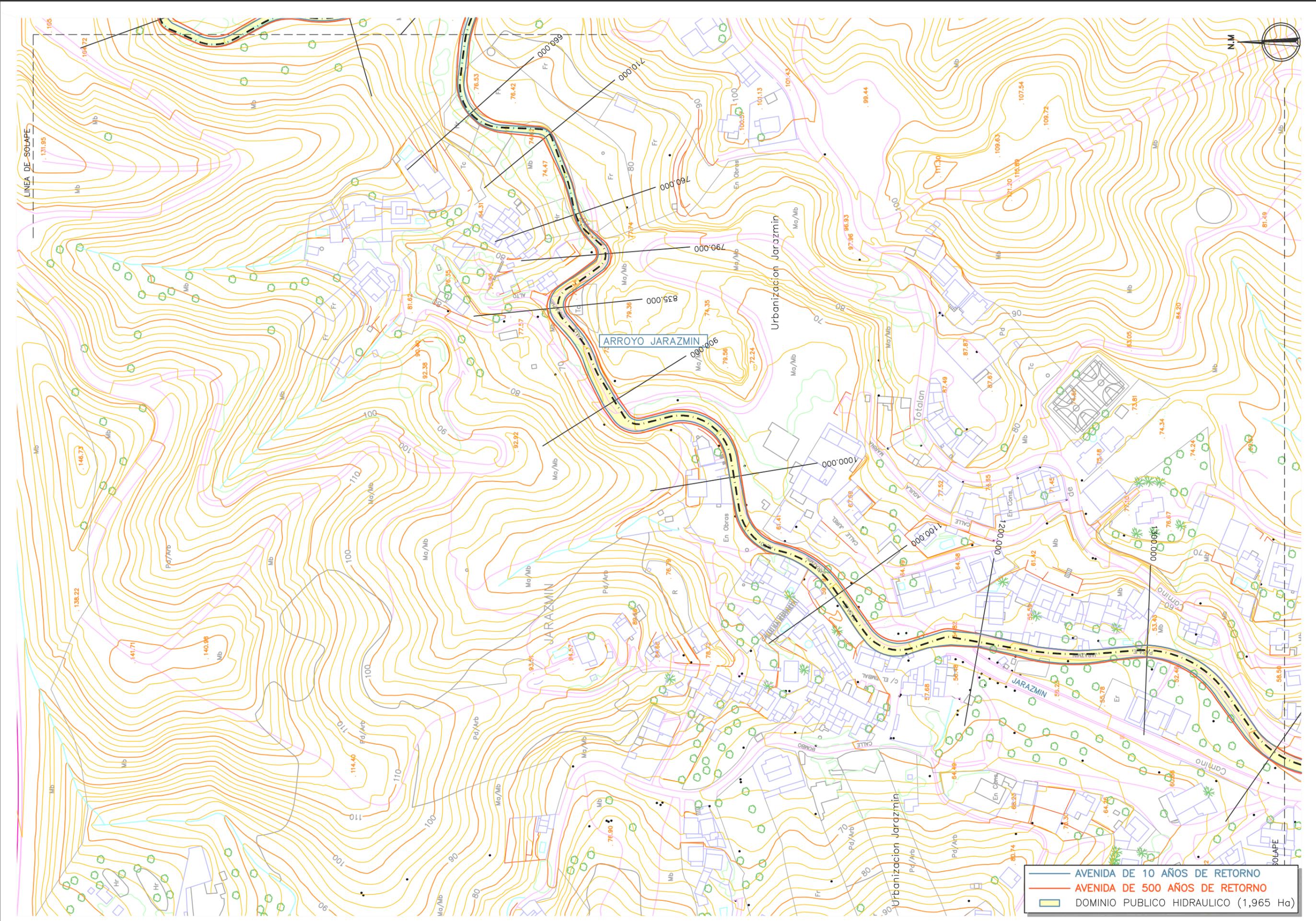
SITUACIÓN DE LA LÁMINA DE AGUA PARA LAS AVENIDAS CON DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO
ARROYO JARAZMÍN

PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO						$V = k \times R^{2/3} \times J^{1/2}$			$Q = V \times S$				
Para el dimensionamiento utilizaremos la formula de Manning - Strickler, que tiene la expresión y la interpretación siguientes:						P : perímetro mojado en m.			J : pendiente en tanto por uno				
Tipo de material constitutivo del canal: Tierra con ligera vegetación						S : Sección mojada en m ² .			V : Velocidad en m./seg.				
k: coefic. Recomendado TABLA 4.1 DE LA 5.2-IC: 25-30 Adoptado → 28.5						R : Radio hidráulico en m. (S/P)			Q : Caudal en m3/seg.				
DETERMINACIÓN DE LAS INTENSIDADES						Periodo →	5	10	25	50	100	200	500
Coeficientes de escorrentía para cada periodo de retorno						0.65	0.68	0.72	0.75	0.77	0.78	0.81	
Lluvia esperada →	Periodo →	5	10	25	50	100	200	500	$T_c = 60 \times 0.3 \times (L/J)^{0.25 \times 0.76}$				
	lh (mm/h) →	23.9	29.6	36.7	41.9	47.2	52.4	60.2					
	lt (mm/h) →	35.6	44.2	54.7	62.5	70.4	78.2	89.8					
Superficie (Ha)	Long.cauce(Km)	Cota superior	Cota Inferior	Pendiente (m/m)	Tc (minutos)	Veloc.calculada	Veloc.adoptada	Tc utilizado →	Utilizamos 27.6 minutos para calcular las Intensidades horarias de las lluvias de cálculo				
279.426	3.970	222.00	15.00	0.052	90.0	0.74	2.40	27.6					
DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES DE CÁLCULO						Carácter de la lluvia: Habitual			Media	Excepcional	Caudales a aproximar en		
Carácter de la lluvia: Habitual Medio Excepcional						Intensidades de lluvia (mm/h):			44.2	70.4	89.8	← los campos siguientes	
Periodo de retorno (años): 10 100 500						Caudal Cálculo C x l x A / 360.....			23.33	42.08	56.46		
Coeficientes de escorrentía: 0.680 0.770 0.810						Q especificos (m ³ /seg/Km ²):			8.35	15.06	20.21		
CÁLCULO DE CALADOS PARA UNA LLUVIA DE CARÁCTER HABITUAL CON 10 AÑOS DE PERIODO DE RETORNO Y CAUDAL TOTAL DE CÁLCULO IGUAL A 23.33													
NºPerfil	%	Q en la Sección	Pendiente (%)	Anchura inferior	Talud (H/V) izq.	Talud derecho	Calado	Perimetro (m)	Sección (m ²)	Radio Hidra.(m)	Velocidad(m/seg)	Caudal (m ³ /seg)	
0													
1	13%	3.03	4.80%	1.55	2.76	1.55	0.44	3.65	1.10	0.30	2.80	3.08	
2	14%	3.15	4.80%	1.30	1.89	1.07	0.52	3.17	1.08	0.34	3.04	3.28	
3	14%	3.35	7.50%	1.56	1.74	2.03	0.42	3.35	0.99	0.30	3.50	3.47	
4	15%	3.60	3.50%	1.42	1.77	2.95	0.53	4.15	1.42	0.34	2.60	3.69	
5	16%	3.75	3.50%	1.64	4.00	0.92	0.51	4.44	1.48	0.33	2.55	3.77	
6	17%	4.05	3.50%	1.51	3.29	1.95	0.54	4.55	1.58	0.35	2.65	4.19	
7	18%	4.27	3.50%	2.31	0.51	1.95	0.52	4.03	1.53	0.38	2.80	4.28	
8	19%	4.49	4.17%	1.14	2.21	0.62	0.68	3.59	1.43	0.40	3.16	4.52	
9	20%	4.62	4.17%	2.48	0.54	2.08	0.50	4.20	1.57	0.37	3.00	4.71	
10	20%	4.74	4.17%	0.67	0.66	1.90	0.84	3.48	1.47	0.42	3.26	4.79	
11	21%	4.82	4.17%	5.74	0.82	4.34	0.31	7.52	2.03	0.27	2.43	4.93	
12	21%	4.93	4.17%	9.01	0.94	1.40	0.25	9.78	2.33	0.24	2.25	5.24	
13	22%	5.09	4.17%	3.12	8.34	0.62	0.41	7.05	2.03	0.29	2.55	5.18	
14	27%	6.22	4.17%	4.66	3.30	0.00	0.41	6.48	2.19	0.34	2.84	6.22	
15	31%	7.35	2.65%	4.78	3.27	0.00	0.52	7.08	2.93	0.41	2.56	7.50	
16	36%	8.47	2.65%	7.18	0.00	1.23	0.45	8.34	3.36	0.40	2.52	8.47	
17	41%	9.60	2.65%	6.52	0.00	0.73	0.53	7.71	3.56	0.46	2.76	9.83	
18	46%	10.73	2.65%	7.22	0.00	1.50	0.52	8.68	3.96	0.46	2.76	10.93	
19	49%	11.43	2.65%	5.01	2.42	0.00	0.66	7.40	3.83	0.52	3.00	11.49	
20	50%	11.64	3.58%	4.58	1.43	2.12	0.62	7.12	3.52	0.49	3.35	11.79	
21	51%	12.01	3.58%	4.37	1.04	1.06	0.67	6.31	3.40	0.54	3.58	12.17	
22	52%	12.14	3.58%	2.97	1.07	3.08	0.76	6.54	3.46	0.53	3.53	12.21	
23	53%	12.40	3.81%	2.48	2.03	2.03	0.82	6.19	3.40	0.55	3.73	12.68	
24	55%	12.74	3.81%	3.18	1.30	1.42	0.79	5.85	3.36	0.57	3.82	12.84	
25	56%	13.09	3.81%	2.32	0.98	1.76	0.93	5.50	3.34	0.61	4.00	13.36	
26	57%	13.39	2.94%	3.97	0.80	1.32	0.80	6.32	3.85	0.61	3.51	13.51	
27	86%	20.06	3.49%	9.01	1.76	2.80	0.58	11.91	5.99	0.50	3.35	20.07	
28	87%	20.41	2.08%	6.38	1.47	0.65	0.87	8.96	6.35	0.71	3.27	20.76	
29	89%	20.80	2.08%	8.71	4.41	1.34	0.69	12.98	7.38	0.57	2.83	20.89	
30	91%	21.20	2.95%	10.32	1.39	9.18	0.56	16.45	7.44	0.45	2.87	21.35	
31	93%	21.59	1.09%	6.42	0.96	4.06	1.00	11.99	8.93	0.74	2.43	21.70	
32	94%	21.98	1.09%	0.71	0.68	0.72	2.79	7.52	7.43	0.99	2.96	21.99	
33	96%	22.37	1.09%	3.89	1.29	2.72	1.29	9.73	8.35	0.86	2.69	22.46	
34	100%	23.33	1.09%	7.28	0.88	0.56	1.07	9.93	8.61	0.87	2.71	23.33	

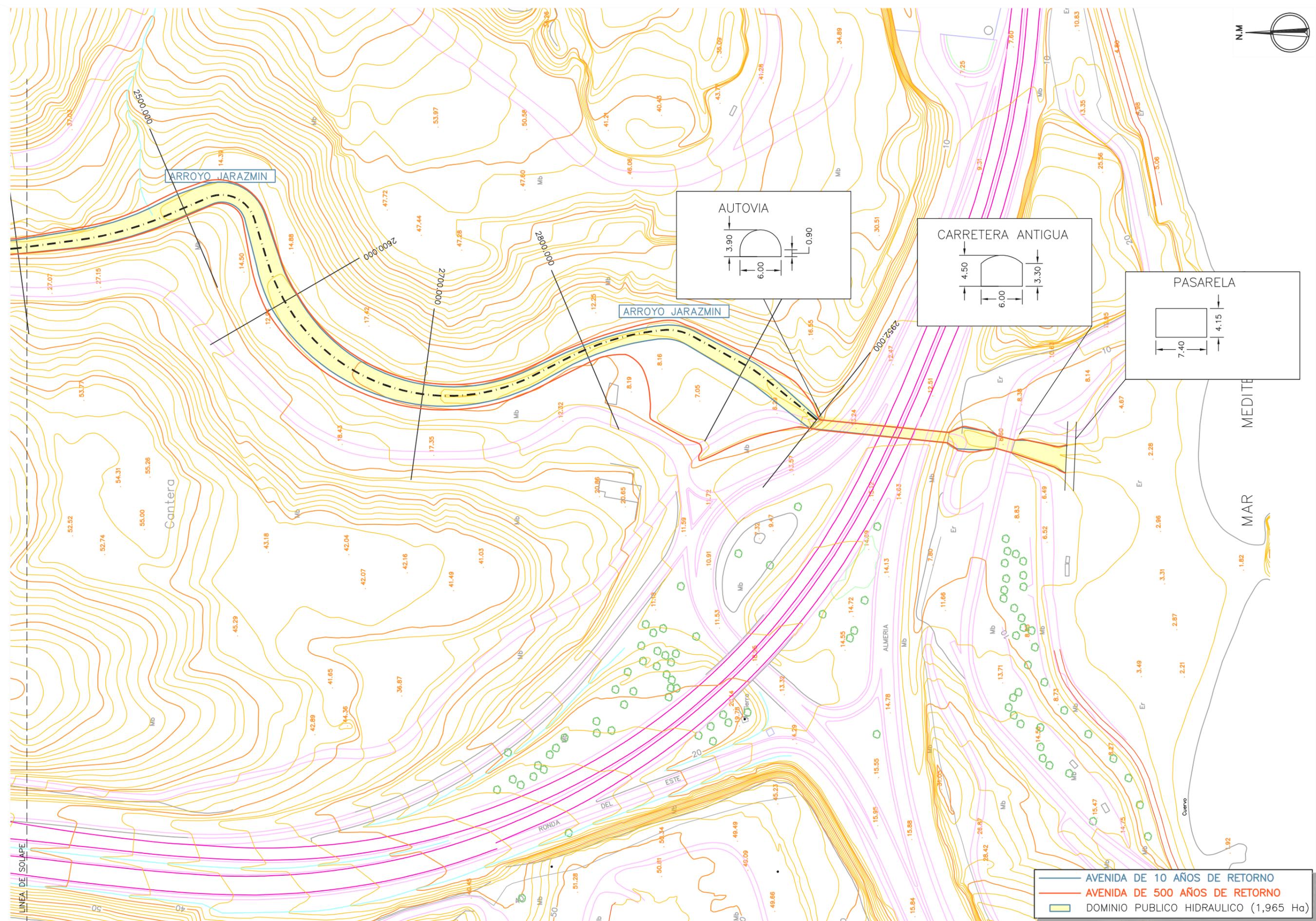
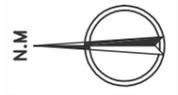
CÁLCULO DE CALADOS PARA UNA LLUVIA DE CARÁCTER EXCEPCIONAL CON 500 AÑOS DE PERIODO DE RETORNO Y CAUDAL TOTAL DE CÁLCULO IGUAL A												56.46
NºPerfil	%	Q en la Sección	Pendiente (%)	Anchura inferior	Talud (H/V) izq.	Talud derecho	Calado	Perímetro (m)	Sección (m ²)	Radio Hidra.(m)	Velocidad(m/seg)	Caudal (m ³ /seg)
1	13%	7.34	4.80%	1.55	2.76	1.55	0.69	4.85	2.10	0.43	3.56	7.48
2	14%	7.62	4.80%	1.30	1.89	1.07	0.80	4.18	1.99	0.48	3.83	7.62
3	14%	8.10	7.50%	1.56	1.74	2.03	0.66	4.38	1.85	0.42	4.38	8.10
4	15%	8.71	3.50%	1.42	1.77	2.95	0.81	5.59	2.70	0.48	3.27	8.83
5	16%	9.07	3.50%	1.64	4.00	0.92	0.79	5.97	2.83	0.47	3.22	9.11
6	17%	9.79	3.50%	1.51	3.29	1.95	0.82	6.13	3.00	0.49	3.31	9.93
7	18%	10.33	3.50%	2.31	0.51	1.95	0.86	5.16	2.90	0.56	3.62	10.50
8	19%	10.87	4.17%	1.14	2.21	0.62	1.05	4.92	2.76	0.56	3.95	10.90
9	20%	11.18	4.17%	2.48	0.54	2.08	0.82	5.30	2.91	0.55	3.91	11.38
10	20%	11.48	4.17%	0.67	0.66	1.90	1.25	4.85	2.84	0.59	4.09	11.62
11	21%	11.66	4.17%	5.74	0.82	4.34	0.51	8.67	3.60	0.42	3.26	11.74
12	21%	11.93	4.17%	9.01	0.94	1.40	0.42	10.31	3.99	0.39	3.11	12.41
13	22%	12.31	4.17%	3.12	8.34	0.62	0.65	9.34	3.92	0.42	3.26	12.78
14	27%	15.05	4.17%	4.66	3.30	0.00	0.70	7.77	4.07	0.52	3.76	15.30
15	31%	17.78	2.65%	4.78	3.27	0.00	0.86	8.58	5.32	0.62	3.37	17.93
16	36%	20.51	2.65%	7.18	0.00	1.23	0.78	9.20	5.97	0.65	3.48	20.78
17	41%	23.24	2.65%	6.52	0.00	0.73	0.91	8.56	6.24	0.73	3.76	23.46
18	46%	25.97	2.65%	7.22	0.00	1.50	0.89	9.71	7.02	0.72	3.73	26.18
19	49%	27.67	2.65%	5.01	2.42	0.00	1.11	9.03	7.05	0.78	3.93	27.71
20	50%	28.17	3.58%	4.58	1.43	2.12	1.01	8.71	6.44	0.74	4.41	28.40
21	51%	29.07	3.58%	4.37	1.04	1.06	1.12	7.62	6.21	0.81	4.69	29.12
22	52%	29.37	3.58%	2.97	1.07	3.08	1.20	8.61	6.55	0.76	4.49	29.41
23	53%	30.01	3.81%	2.48	2.03	2.03	1.27	8.23	6.42	0.78	4.71	30.24
24	55%	30.82	3.81%	3.18	1.30	1.42	1.28	7.50	6.30	0.84	4.95	31.19
25	56%	31.68	3.81%	2.32	0.98	1.76	1.46	7.32	6.31	0.86	5.03	31.74
26	57%	32.41	2.94%	3.97	0.80	1.32	1.33	7.88	7.16	0.91	4.59	32.86
27	86%	48.56	3.49%	9.01	1.76	2.80	0.97	13.86	10.88	0.78	4.51	49.07
28	87%	49.40	2.08%	6.38	1.47	0.65	1.46	10.72	11.57	1.08	4.33	50.10
29	89%	50.35	2.08%	8.71	4.41	1.34	1.14	15.77	13.67	0.87	3.75	51.26
30	91%	51.29	2.95%	10.32	1.39	9.18	0.91	20.28	13.77	0.68	3.79	52.19
31	93%	52.24	1.09%	6.42	0.96	4.06	1.60	15.33	16.70	1.09	3.15	52.61
32	94%	53.19	1.09%	0.71	0.68	0.72	4.09	10.70	14.61	1.37	3.67	53.62
33	96%	54.15	1.09%	3.89	1.29	2.72	2.02	13.04	16.04	1.23	3.42	54.86
34	100%	56.46	1.09%	7.28	0.88	0.56	1.83	11.82	15.73	1.33	3.60	56.63





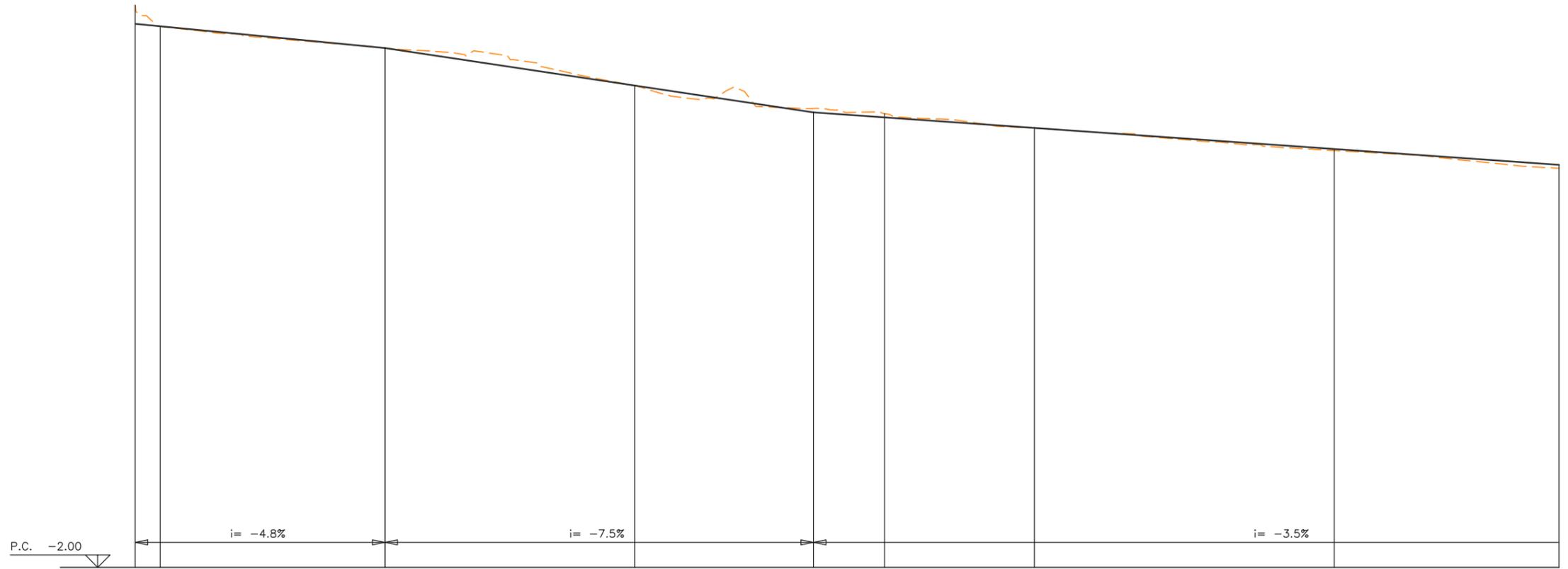


- AVENIDA DE 10 AÑOS DE RETORNO
- AVENIDA DE 500 AÑOS DE RETORNO
- DOMINIO PUBLICO HIDRAULICO (1,965 Ha)



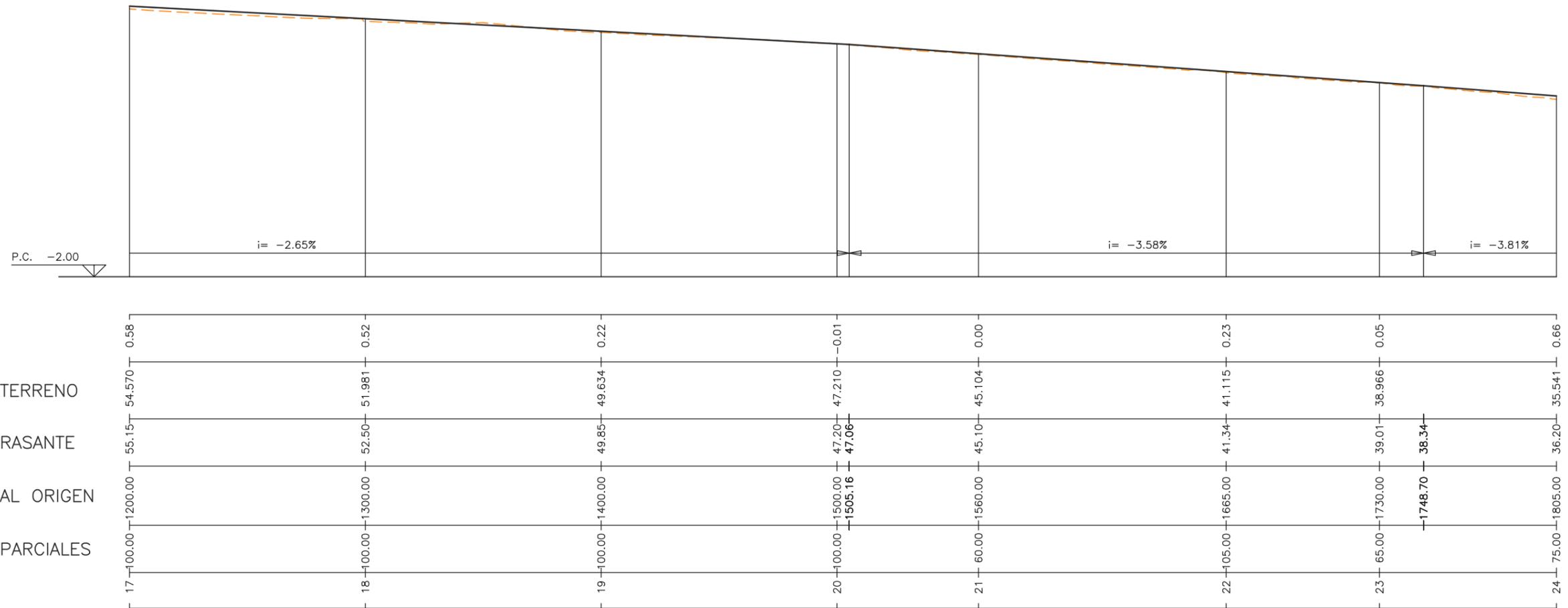
- AVENIDA DE 10 AÑOS DE RETORNO
- AVENIDA DE 500 AÑOS DE RETORNO
- DOMINIO PUBLICO HIDRAULICO (1,965 Ha)

ARROYO JARAZMIN

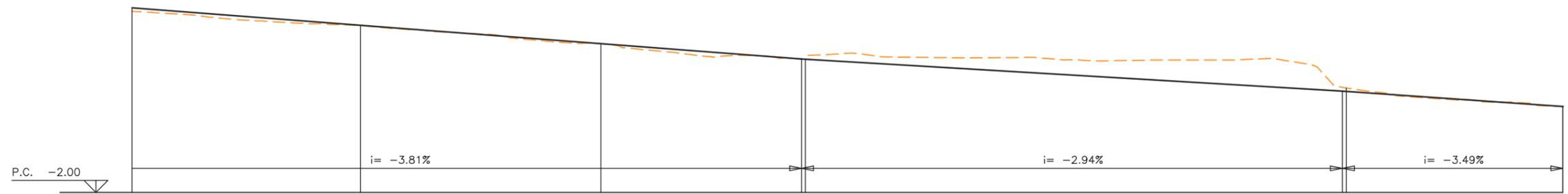


COTA ROJA		-3.72	0.00	0.00	0.00	-0.76	-0.14	0.00	0.69	
ORDENADAS	TERRENO	110.095	105.898	101.580	94.082	88.483	85.756	81.418	77.562	
	RASANTE	106.38	105.90	101.58	94.08	88.72	85.62	81.42	78.27	
DISTANCIAS	AL ORIGEN	0.00	10.00	100.00	200.00	271.50	300.00	360.00	480.00	570.00
	PARCIALES	0.00	10.00	90.00	100.00	271.50	300.00	360.00	480.00	90.00
N. DE PERFIL		1	2	3	4	5	6	7	8	

ARROYO JARAZMIN

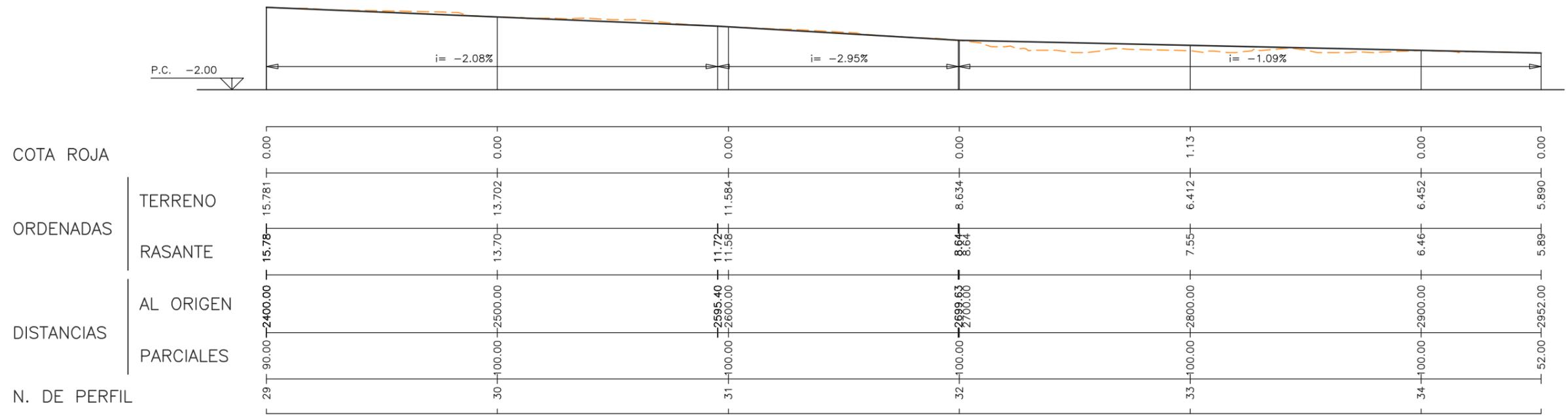


ARROYO JARAZMIN



COTA ROJA	0.66	0.00	-0.06	0.01	-0.70	0.00
ORDENADAS						
TERRENO	35.541	32.583	28.828	25.540	19.620	15.781
RASANTE	36.20	32.58	28.77	25.59	18.98	15.78
DISTANCIAS						
AL ORIGEN	1805.00	1900.00	2000.00	2083.45	2305.36	2400.00
PARCIALES	75.00	95.00	100.00	85.00	225.00	90.00
N. DE PERFIL	24	25	26	27	28	29

ARROYO JARAZMIN



ARROYO JARAZMIN

