

# **ESTUDIO DE MEJORA DE TRAZADO DE LA CARRETERA A-1515 ENTRE EL ENLACE A-23 Y EL MUNICIPIO DE RUBIELOS DE MORA (TERUEL) ESTUDIO HIDRÁULICO DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE**

**Anejo IX: Estudio hidráulico**

**Trabajo final de grado**

*Titulación:* Grado en Ingeniería de Obras Públicas

*Curso:* 2016/17

*Fecha:* Valencia, junio 2017

*Autor:* Adrián Martínez Biosca

*Tutor:* Ignacio Andrés Doménech

*Cotutor:* Eduardo Albentosa Hernández



## ÍNDICE

1. OBJETO DEL PROYECTO .....	3
2. INFORMACIÓN DE PARTIDA .....	3
2.1. Visita de campo .....	3
2.2. Información hidrológica.....	5
2.3. Información geológica-geotécnica .....	5
3. MODELO DE SIMULACIÓN.....	7
3.1. Alcance del modelo .....	7
3.2. Base morfológica.....	8
3.3. Parámetros hidráulicos .....	8
3.3.1. Número de Manning o coeficiente de rugosidad n. ....	8
3.3.2. Coeficiente de expansión y contracción .....	18
3.3.3. Condiciones de contorno.....	18
3.4. Simulación de la situación actual.....	18
3.5. Modelación y Simulación de los puentes sobre las alternativas .....	21
4. ANÁLISIS HIDRÁULICO-SEDIMENTOLÓGICO. ESTUDIO DE SOCAVACIÓN POTENCIAL .....	25
4.1. Erosión general y local .....	25
4.2. Erosión local en pilas.....	28
4.3. Erosion local en estribos.....	31
5. DISEÑO DE LAS ACTUACIONES DE PROTECCIÓN .....	33
5.1. Regularización de la morfología .....	33
5.2. Estabilidad frente a la socavación general .....	33
5.3. Estabilidad frente a la socavación localizada en las pilas.....	35
5.4. Estabilidad frente a la socavación localizada en los estribos .....	37
5.5. Caracterización de las actuaciones .....	38
6. ESTIMACIÓN ECONÓMICA.....	40
6.1. Unidades de obra .....	40
6.2. Mediciones .....	40
6.3. Estimación del presupuesto de ejecución material (PEM).....	40
7. CONCLUSIONES .....	41
8. BIBLIOGRAFÍA .....	42
APÉNDICE I: CÁLCULOS DE LA SITUACIÓN ACTUAL. RÍO MIJARES .....	44
APÉNDICE II: CÁLCULOS DE LA SITUACIÓN CON LA ALTERNATIVA 1 y 2 PARA T= 100 Y T= 500 AÑOS. RÍO MIJARES.....	63



## 1. OBJETO DEL PROYECTO

El presente estudio tiene como objetivos el análisis de la interacción entre el tramo del cauce del Río Mijares y las estructuras previstas para cada alternativa, Así mismo, en caso de ser necesarias para el estudio, se diseñarán las obras de ingeniería fluvial y medidas de protección oportunas para minimizar el impacto negativo producido. Dicho impacto, se produce por la socavación en la cimentación de las pilas que se colocarán en las márgenes del río y en la llanura de inundación, y que pueden ser erosionadas por la crecida del mismo.

Se van a tener en cuenta la avenida de periodo de retorno 100 años para comprobar la capacidad hidráulica de los puentes, y la avenida de periodo de retorno 500 años para comprobar las cimentaciones frente a fenómenos de socavación, según la *Norma 5.2 - IC Drenaje Superficial de la Instrucción de Carreteras*.

En la figura1 se puede observar el tramo de estudio de la actual A-1515, así como la confluencia entre el Río Mijares y el Río Mora.



Fig. 1 Mapa Situación del cauce.

El Río Mijares esta situado en la Península Ibérica y nace de la unión de diversos rios (aunque su afluente principal es el Río Valbona), a unos 1600 m de altitud ,en la Sierra de Gúdar localizada en el término municipal de Cedrillas, provincia de Teruel; recorriendo su cauce hasta los términos de Almazora y Burriana, provincia de Castellón, en los cuales desemboca tras 156 kilómetros de recorrido entre las provincias de Teruel y Castellón.

Dicho río pertenece a la cuenca hidrográfica del Júcar y cuenta con una superficie de cuenca de 4028 km².

## 2. INFORMACIÓN DE PARTIDA

La localizacion de la carretera A-1515 discurre entre el enlace de la A-23 y Rubielos de Mora, una localidad y municipio de la comarca de Gúdar-Javalambre en la provincia de Teruel (Comunidad de Aragón, España).

Como datos de interés cabe señalar que Rubielos de Mora cuenta con una superficie de 63,72 km², su población es de 658 habitantes (Instituto Nacional de Estadística, en adelante INE , 2016), y se encuentra situado a 55 Km de Teruel, a 112 Km de Valencia, a 228 Km de Zaragoza y a 359 Km de Madrid.



Fig. 2 Mapa de la situación de Rubielos de Mora en la Comunidad de Aragón, España.

### 2.1. Visita de campo

A lo largo del año se han realizado varias visitas de campo tanto de manera grupal como individual con un doble objetivo: en primer lugar, entender y conocer con mayor profundidad el entorno donde se va a proyectar la obra; y en segundo lugar, porque las visitas de campo son necesarias para poder contrastar toda la información observada en las bases cartográficas (tales como: Google Earth, Google Maps, Instituto Geográfico Nacional, Plan Nacional de Ortofotografía Aérea) y comprobar su veracidad, y para conocer aquellos pequeños detalles que no se pueden apreciar y estudiar sobre planos y que necesitan ser analizados sobre el propio terreno.



Las visitas de campo realizadas a la zona de los estrechos del Mijares y el barranco de la Fonseca tuvieron lugar en:

- Visita del tutor → noviembre de 2016
- 1º Visita con parte del grupo → 12 de febrero de 2017
- 2º Visita grupal → 18 de febrero de 2017
- 3º Visita individual → 7 de mayo de 2017

La primera visita, fue realizada por algunos compañeros que pudieron asistir, entre otras cosas, se encargaron de estimar la cantidad de vehículos ligeros y pesados que circulaban por la carretera a estudiar (estudio de aforo); además, realizaron un vídeo en el que se observa la velocidad y las zonas de aceleración y frenado del vehículo a lo largo del recorrido de la A-1515 hasta llegar a Rubielos de Mora.

En la segunda visita, ya con todos los miembros del grupo, se visitó la ubicación de las obras, comprobando las características del terreno y se extrajeron algunas muestras del mismo para realizar algunos ensayos en el laboratorio, se comentaron los posibles problemas constructivos al establecer los diferentes trazados de cada alternativa y se estudió la opción de cambiarla en el caso de no ser buena opción. En cuanto al cauce: se observó el material del lecho y las márgenes; y si la lámina de agua estaba o no en contacto con los puentes.

En la tercera y última visita, que realicé de manera individual, tuvo como objetivo principal observar las características observables del cauce con mayor profundidad como el material del lecho y las márgenes en algunas zonas que no estaba del todo claro.



Fig. 3 Cauce del Mijares (Fuente propia)



Fig. 4 Cauce del Mijares aguas abajo del puente de la Fonseca (Fuente Google Maps)



Fig. 5 Estrechos del Mijares (Fuente propia)



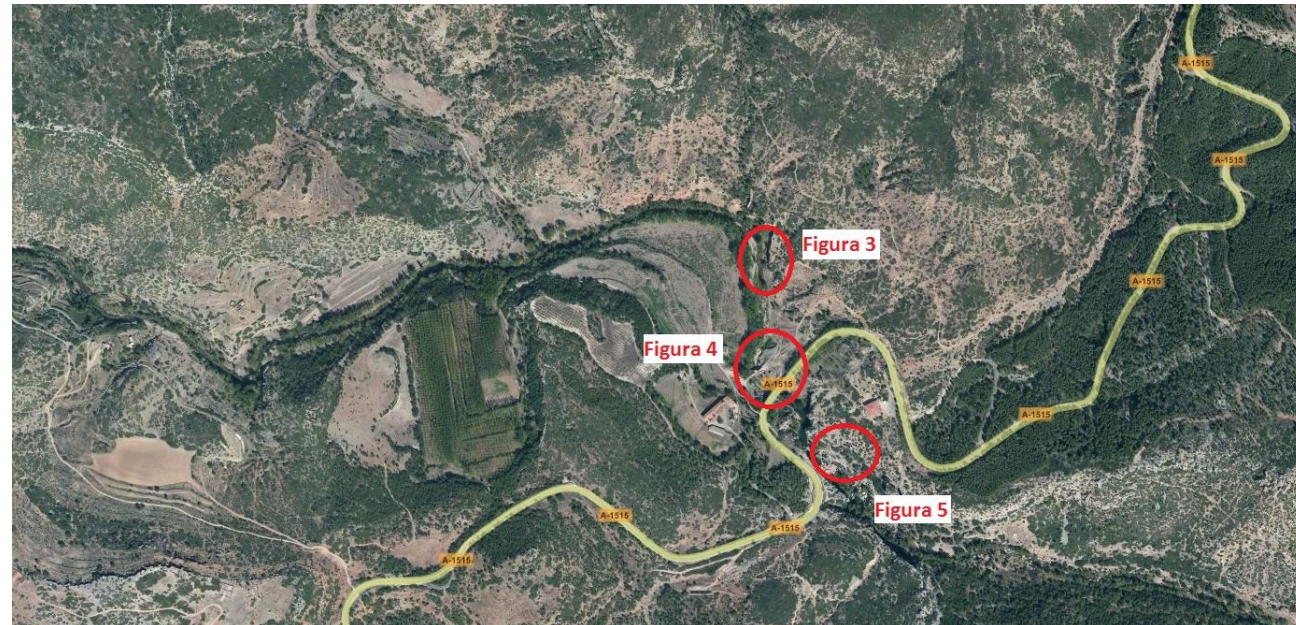


Fig. 6 Localización en el visor Google Maps de las fotografías tomadas por el autor.

## 2.2. Información hidrológica

La información hidrológica con la que se ha realizado este estudio se encuentra en el *Anejo 4. Estudio hidrológico y Drenaje*, realizado por mi compañera Araceli Viñarta. En la siguiente tabla, extraída del Anejo 4, podemos ver los caudales estimados para los periodos de retorno de 100 y 500 años, los caudales pertenecen al Río Mora y al Río Mijares y con ellos se procederá a realizar la simulación hidráulica y el estudio de la socavación.

T (años)	Q Mora(m <sup>3</sup> /s)	tp Mora (h)	Q Mijares (m <sup>3</sup> /s)	tp Mijares (h)
T100	106.6	11.25	1156.2	11.25
T500	190.2	11	1886.11	11.083

Tabla 1. Caudales pico para diferentes periodos de retorno

Los caudales pertenecen a los ríos Mora y Mijares hasta alcanzar la confluencia, una vez superada esta, el caudal será la suma de los caudales que discurren por ambos ríos.

## 2.3. Información geológica-geotécnica

La información geológico-geotécnica con la que se ha realizado este estudio se encuentra en el *Anejo 1. Estudio geológico-geotécnico*, realizado por mi compañero Ignacio Rubio Villalba. De dicho anejo, ha sido interesante consultar los datos de los materiales por dónde se ubicará el puente de la alternativa 1. El material de la zona es aluvión, una mezcla de gravas, arenas y limos sobre los cuales actualmente está emplazado un huerto de cultivo.

Las características de los aluviones son:

Parámetros geotécnicos	
% Pasa 5 mm	85
% Pasa 2 mm	60
% Finos (Pasa 0.08 mm)	30
Limite Líquido	35%
Índice de plasticidad	14.5
Humedad natural (%)	9%
Clasificación SUCS	SC
Peso específico seco (KN/m <sup>3</sup> )	20.11
Cohesión efectiva (KN/m <sup>2</sup> )	0
Ángulo de rozamiento efectivo (°)	30
Módulo de elasticidad (Gpa)	0.027
Coefficiente de Poisson	0.5 corto plazo/ 0.3 largo plazo
Materia orgánica % en masa	0.05%
SO3 % en masa	0.02%

Tabla 2. Parámetros geotécnicos



Estos datos han sido de especial relevancia para el cálculo de la socavación local en las pilas y estribos, pues son necesarios los tamaños  $D_{50}$  y  $D_{95}$ . Estos valores se han obtenido interpolando los valores de la granulometría que aparecen en la tabla 2.

% Pasa	Tamiz (mm)	% Pasa	Tamiz (mm)
30	0.08	38.6	0.63
30.3	0.1	41.3	0.8
30.7	0.125	44.4	1
31.3	0.16	48.3	1.25
31.9	0.2	53.8	1.6
32.7	0.25	60	2
33.8	0.32	76.7	4
35	0.4	85	5
36.6	0.5	100	6.3

Tabla 3. Valores de la granulometría interpolada

A continuación, se muestra la gráfica de la granulometría y los resultados obtenidos para  $D_{50}$  y el  $D_{95}$ .

$D_{50}$ (mm)	1.36
$D_{95}$ (mm)	5.867

Tabla 4. Valores  $D_{50}$  y el  $D_{95}$ .

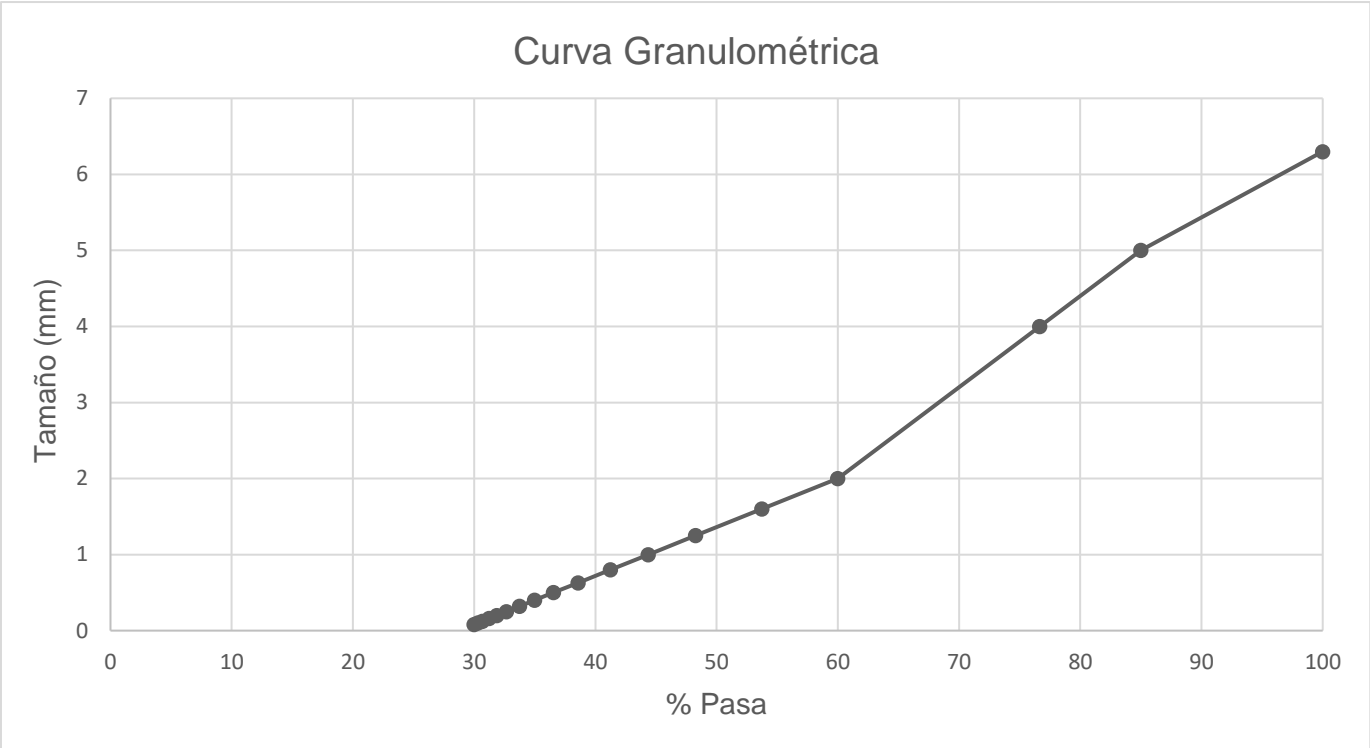


Fig.7 Representación de la curva granulométrica.

### 3. MODELO DE SIMULACIÓN

El programa utilizado para el modelo de simulación hidráulico es el HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center), en su versión 4.1.0, este software está desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (U.S. Army Corps of Engineers, USACE) y cuenta con una gran aceptación en la actualidad. Dicho programa es capaz de modelar hidráulicamente ríos naturales, encauzamientos o canales artificiales con flujos unidimensionales, permanentes, gradualmente variados y con diversas geometrías.

El procedimiento de cálculo para el régimen estacionario consiste en resolver la ecuación de energía unidimensional entre secciones transversales sucesivas del río, considerando las pérdidas de energía producidas por la contracción y expansión de dichas secciones y la fricción del cauce en cuestión.

Esta ecuación está basada en el Teorema de Bernoulli generalizado (Ec.1).

$$y_1 + z_1 + \alpha_1 \frac{v_1^2}{2g} = y_2 + z_2 + \alpha_2 \frac{v_2^2}{2g} + h_e \quad (\text{Ec.1})$$

Donde:

- $y_1, y_2$ : calado de la sección.
- $z_1, z_2$ : cota de la solera.
- $v_1, v_2$ : velocidad media en la sección.
- $\alpha_1, \alpha_2$ : coeficiente ponderado de la velocidad.
- $g$ : aceleración gravitacional.
- $h_e$ : pérdida de carga entre las dos secciones por fricción y locales

Es significativo introducir en el modelo hidráulico un número de secciones suficiente que permita una adecuada definición geométrica del tramo del cauce analizado. Estas secciones se rigen por una serie pautas:

- Transversalmente, la ordenación de los valores de cota y distancia al extremo de referencia debe ser creciente, desde la margen izquierda a la margen derecha, siempre en el sentido de la corriente del agua.
- Longitudinalmente, se ordenan en sentido descendente (desde aguas arriba hacia aguas abajo) manteniéndose una dirección perpendicular a la corriente. Además, el

programa es capaz de modelar la interacción producida por la presencia de puentes u otras obras hidráulicas insertas en el cauce del río.

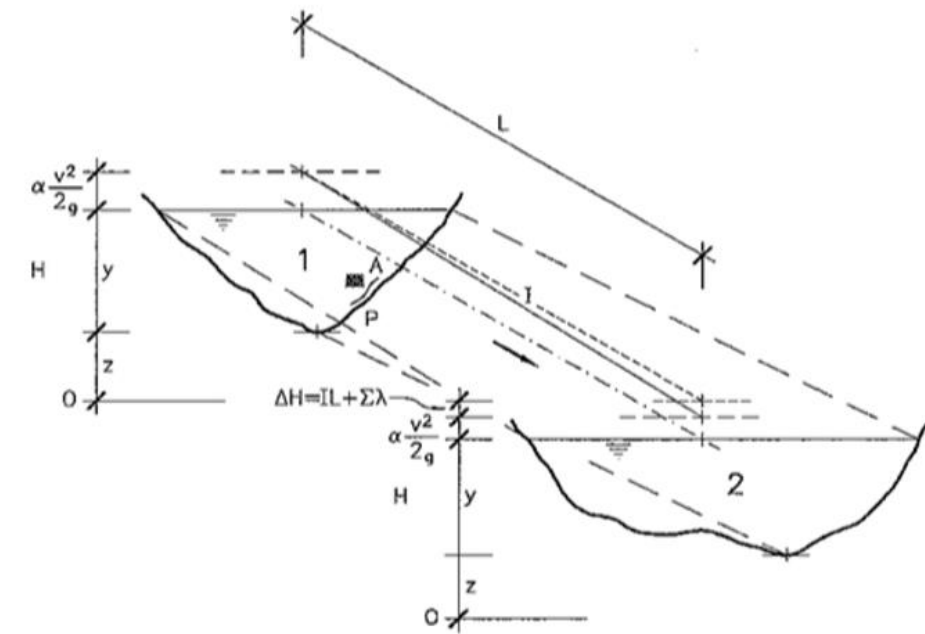


Fig. 8 Teorema de Bernoulli entre dos secciones.

#### 3.1. Alcance del modelo

Con el fin de desarrollar el estudio del trazado de la carretera A-1515 entre la A-23 y el enlace con Rubielos de Mora se ha desarrollado un único modelo del tramo del cauce del Río Mijares y la confluencia que forma con el Río Mora, con el fin de poder simular así el perfil hidráulico del flujo. Estos tramos cuentan con una longitud aproximada de 1.312 Km en el primer tramo del Río Mijares hasta la confluencia con el Río Mora, 0.763 Km en el tramo del Río Mora hasta la confluencia con el Mijares y 1,68 Km en el segundo tramo del Río Mijares, longitudes suficientes para abarcar el estudio de las alternativas de la carretera A-1515. Los límites, tanto en aguas arriba como aguas abajo de los tramos en cada río, están lo suficientemente alejados de la zona a analizar (entorno de las estructuras) como para no incurrir en errores por las condiciones de contorno establecidas en el programa HEC-RAS.



### 3.2. Base morfológica.

Para la creación de la morfología fluvial de base con la que trabajará HEC-RAS se ha necesitado el empleo de dos programas informáticos adicionales de libre distribución. Estos son los siguientes:

#### Giswater

Es un software que conecta programas de simulación de agua a una interfaz de SIG (Sistemas de Información Geográfica) de gran alcance, y sienta las bases para la gestión integral de los sistemas de abastecimiento de agua, sistemas de saneamiento, redes de drenaje y sistemas fluviales. Gracias a Giswater es posible gestionar datos espaciales para comunicarse con EPANET (programa de diseño y cálculo de redes de flujo en presión) o SWMM (programa de dimensionamiento de colectores y tanques de tormenta). Además, también es posible crear un archivo SDF que se puede utilizar para exportar datos de terreno a otras herramientas como HEC-RAS. En algunos casos, la comunicación puede ser bidireccional y, de esta manera, los datos del resultado de modelo de estos programas pueden ser almacenados, indexados y consultados en la base de datos espacial (Extraído de: Taller de Hidráulica, Andrés, I., 2015).

#### QGIS (Quantum GIS)

Es un software de Sistemas de Información Geográfica libre y de código abierto licenciado bajo GNU - General Public License. QGIS es un proyecto oficial de Open Source Geospatial Foundation (OSGeo) que funciona sobre Linux, Unix, Mac OSX, Windows y Android y soporta numerosos formatos y funcionalidades de capas vectoriales, capas ráster y bases de datos (Extraído de: Taller de Hidráulica, Andrés, I., 2015).

En cuanto a la metodología empleada, en primer lugar, se crea la base de datos espacial en Giswater cargando el MDT05 (modelo digital del terreno con paso de malla de 5x5 m) y, a través de dicho programa, se genera un archivo QGIS con las capas de la morfología fluvial sobre ese MDT05. Una vez abierto con QGIS este archivo, se añadirá la ortofoto para facilitar la localización de los ríos, se establecerá el mismo sistema de referencia ETRS89 / UTM zone 30N para todo el proyecto y se organizarán las distintas capas que se creen, que en este caso son las capas vectoriales con las líneas de los ejes de los trazados en planta de las alternativas 1 y 2.

En segundo lugar, y siguiendo con el software QGIS, se dibujarán todas las capas necesarias para la definición de la morfología fluvial de los barrancos como son el thalweg (river), las márgenes (banks), las líneas principales del flujo (flowpaths) y las secciones transversales (xcutlines).

Finalmente, con toda la morfología fluvial creada y terminada en QGIS, se volverá a Giswater, generándose seguidamente un archivo en formato SDF con la geometría que

será importada desde HEC-RAS. Por último, para definir completamente la geometría en HEC-RAS, será necesario revisar las secciones transversales y eliminar en ellas los puntos innecesarios, añadir cotas de desbordamiento de agua (levees), corregir defectos, etc.

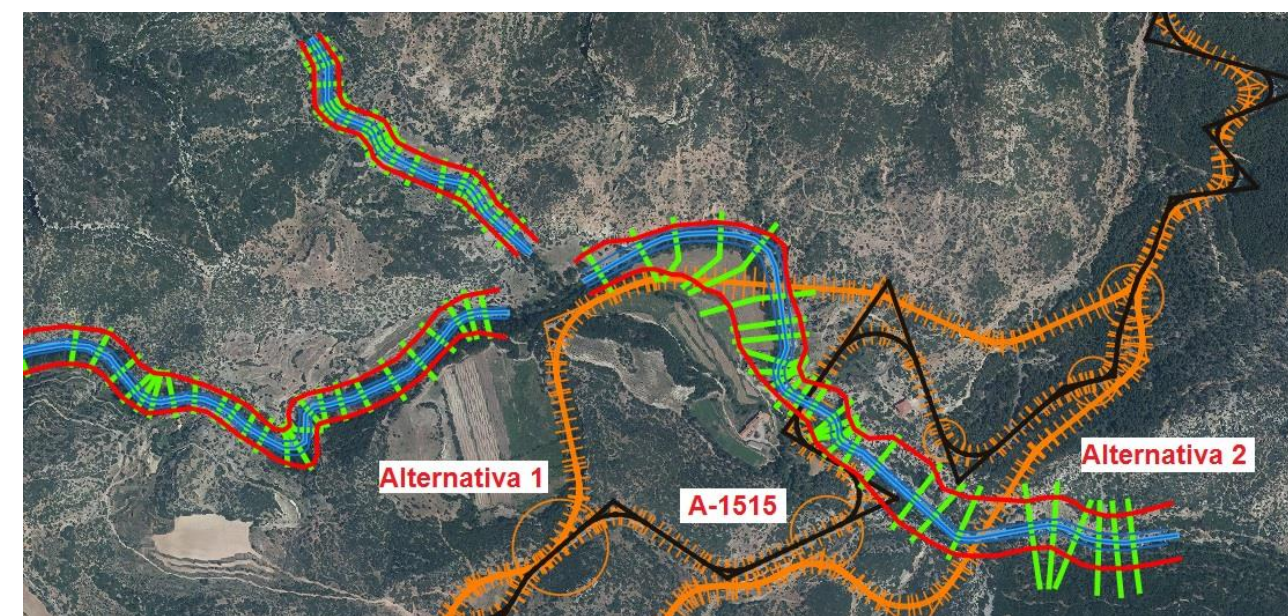


Fig.9 Tramo de río modelizado en QGIS con la A-1515 y las diferentes alternativas (1 y 2).

### 3.3. Parámetros hidráulicos

Con el fin de llevar a cabo la aplicación del modelo de simulación hidráulico es necesario establecer sobre las bases morfológicas de los cauces unas características hidráulicas que definan el comportamiento del flujo.

En los siguientes puntos se establecen los parámetros hidráulicos que influyen directamente en la respuesta del flujo, entre los cuales destacamos: los coeficientes de rugosidad (números de Manning) en el lecho y en las márgenes, los coeficientes de contracción y expansión del flujo y las condiciones de contorno del mismo.

#### 3.3.1. Número de Manning o coeficiente de rugosidad $n$ .

Con el objetivo de completar la caracterización del cauce desde el punto de vista hidráulico será necesario determinar de la rugosidad asociada al tipo de terreno, a partir del coeficiente de rugosidad de Manning ( $n$ ).

El valor de  $n$  es muy variable y depende de varios factores, como, por ejemplo: la rugosidad de la superficie, la vegetación, las irregularidades del cauce, el alineamiento del cauce, los





depósitos y socavaciones, las obstrucciones, el tamaño y forma del cauce, el nivel y caudal, el cambio estacional, los materiales suspendidos y el transporte de fondo.

Hoy en día, no existe un método exacto o único para determinar el coeficiente de rugosidad del cauce, en general, se requiere de experiencia para hacer estimaciones apoyadas en tablas o antecedentes específicos que podamos encontrar en documentos de gran relevancia.

En el libro *Hidráulica de Canales Abiertos* del profesor Ven Te Chow (1959) se estudian tres formas de evaluar el coeficiente de rugosidad de Manning.

- Consultar una tabla de valores típicos de  $n$  para varios tipos de canales (tabla. 5).
- Examinar y comparar el canal en estudio con la apariencia de ciertos canales típicos cuyos coeficientes de rugosidad son conocidos.
- Considerar el valor de  $n$  como el resultado de la acción combinada de una serie de factores que lo afectan, mediante la aplicación del método de Cowan (1956) (Ec.2).

A continuación, se describe la manera que se ha empleado en Estudio de mejora de trazado de la A-1515 entre el enlace de la carretera A-23 y el municipio de Rubielos de Mora, es decir, en este estudio para estimar el número de Manning.

Desde un primer momento, se ha desestimado la opción de consultar directamente los valores típicos en los canales naturales descritos por Ven Te Chow en la tabla.5, ya que estos pueden conllevar a una estimación bastante subjetiva y, por tanto, para minimizar la dificultad asociada a la estimación subjetiva de los distintos coeficientes de rugosidad de Manning. Por ello, se ha optado, en primer lugar, por comparar las fotografías realizadas en el tramo del río a analizar con cauces cuyos coeficientes de rugosidad ( $n$ ) son conocidos, y para ello se ha empleado el libro *Roughness Characteristics of Natural Channels* (USGS,1849) editado en 1967. Con ello, se ha obtenido un primer tanteo del valor de rugosidad y, en segundo lugar, se ha utilizado el método de Cowan (1956), con la ayuda de las recomendaciones del United States Geological Survey (USGS, 1989) en su documento *Guide for Selecting Manning's Roughness Coefficients for Natural Channels and Flood Plains* y las recomendaciones de Chow (1959) para determinadas tipologías de superficies (tabla.6).

Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
<b>D. Corrientes naturales</b>			
<b>D-1. Corrientes menores (ancho superficial en nivel creciente &lt; 100 pies)</b>			
<b>a. Corrientes en planicies</b>			
1. Limpias, rectas, máximo nivel, sin montículos ni pozos profundos	0.025	<b>0.030</b>	0.033
2. Igual al anterior, pero con más piedras y malezas	0.030	0.035	0.040
3. Limpio, serpenteante, algunos pozos y bancos de arena	0.033	0.040	0.045
4. Igual al anterior, pero con algunos matorrales y piedras	0.035	0.045	0.050
5. Igual al anterior, niveles bajos, pendientes y secciones más ineficientes	0.040	0.048	0.055
6. Igual al 4, pero con más piedras	0.045	0.050	0.060
7. Tramos lentos, con malezas y pozos profundos	0.050	0.070	0.080
8. Tramos con muchas malezas, pozos profundos o canales de crecientes con muchos árboles con matorrales bajos	0.075	0.100	0.150
<b>b. Corrientes montañosas, sin vegetación en el canal, bancas usualmente empinadas, árboles y matorrales a lo largo de las bancas sumergidas en niveles altos</b>			
1. Fondo: gravas, cantos rodados y algunas rocas	0.030	0.040	0.050
2. Fondo: cantos rodados con rocas grandes	0.040	0.050	0.070
<b>D-2. Planicies de inundación</b>			
<b>a. Pastizales, sin matorrales</b>			
1. Pasto corto	0.025	0.030	0.035
2. Pasto alto	0.030	0.035	0.050
<b>b. Áreas cultivadas</b>			
1. Sin cultivo	0.020	0.030	0.040
2. Cultivos en línea maduros	0.025	0.035	0.045
3. Campos de cultivo maduros	0.030	0.040	0.050
<b>c. Matorrales</b>			
1. Matorrales dispersos, mucha maleza	0.035	0.050	0.070
2. Pocos matorrales y árboles, en invierno	0.035	0.050	0.060
3. Pocos matorrales y árboles, en verano	0.040	0.060	0.080
4. Matorrales medios a densos, en invierno	0.045	0.070	0.110
5. Matorrales medios a densos, en verano	0.070	0.100	0.160
<b>d. Árboles</b>			
1. Sauces densos, rectos y en verano	0.110	0.150	0.200
2. Terreno limpio, con troncos sin retoños	0.030	0.040	0.050
3. Igual que el anterior, pero con una gran cantidad de retoños	0.050	0.060	0.080
4. Gran cantidad de árboles, algunos troncos caídos, con poco crecimiento de matorrales, nivel del agua por debajo de las ramas	0.080	0.100	0.120
5. Igual al anterior, pero con nivel de creciente por encima de las ramas	0.100	0.120	0.160
<b>D-3. Corrientes mayores (ancho superficial en nivel de creciente &gt; 100 pies). El valor de <math>n</math> es menor que el correspondiente a corrientes menores con descripción similar, debido a que las bancas ofrecen resistencia menos efectiva.</b>			
<b>a. Sección regular, sin cantos rodados ni matorrales</b>	0.025	.....	0.060
<b>b. Sección irregular y rugosa</b>	0.035	.....	0.100

Tabla.5 Valores del número de Manning para corrientes naturales. (Chow, 1959).





$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) * m_5 \quad (\text{Ec.2})$$

Donde:

- $n_0$ : el valor base del coeficiente de Manning para un cauce recto y uniforme de material natural.
- $n_1$ : factor de corrección por el efecto de las irregularidades superficiales.
- $n_2$ : factor de corrección por variaciones de forma y tamaño de la sección transversal.
- $n_3$ : factor de corrección por obstrucciones en el cauce.
- $n_4$ : factor de corrección por vegetación y condiciones del flujo.
- $m_5$ : factor de corrección para cauces meandriformes.

En la siguiente tabla se puede ver algunos valores para  $n_0$  según la USGS.

Bed material	Median size of bed material (in millimeters)	Base <i>n</i> value	
		Straight uniform channel <sup>1</sup>	Smooth channel <sup>2</sup>
Sand channels			
Sand <sup>3</sup> .....	0.2	0.012	—
	.3	.017	—
	.4	.020	—
	.5	.022	—
	.6	.023	—
	.8	.025	—
	1.0	.026	—
Stable channels and flood plains			
Concrete .....	—	0.012–0.018	0.011
Rock cut .....	—	—	.025
Firm soil .....	—	0.025–0.032	.020
Coarse sand .....	1–2	0.026–0.035	—
Fine gravel .....	—	—	.024
Gravel .....	2–64	0.028–0.035	—
Coarse gravel .....	—	—	.026
Cobble .....	64–256	0.030–0.050	—
Boulder .....	>256	0.040–0.070	—

<sup>1</sup> Benson and Dalrymple (1967).

<sup>2</sup> For indicated material; Chow (1959).

<sup>3</sup> Only for upper regime flow where grain roughness is predominant.

Tabla.6: Valores base del coeficiente de Manning. (USGS, 1989)

Al establecer el valor de  $n_1$  se considera que el grado de irregularidad es:

- **Suave:** para superficies comparables con la mejor obtenible en los materiales involucrados.
- **Menor:** para canales artificiales bien dragados, con taludes laterales ligeramente erosionados o socavados en canales artificiales o canales de drenaje.
- **Moderado:** para canales mediana a pobremente dragados, taludes laterales moderadamente derrumbados o erosionados de canales artificiales o canales de drenaje;
- **Severos:** para bancas muy derrumbadas de cauces naturales o con taludes laterales muy erosionados o muy derrumbados en canales artificiales o canales de drenaje; y canales artificiales excavados en roca con superficies deformes, con entrantes y salientes e irregulares.

Channel conditions		$n$ value adjustment <sup>1</sup>	Example
Degree of irregularity ( $n_1$ )	Smooth	0.000	Compares to the smoothest channel attainable in a given bed material.
	Minor	0.001–0.005	Compares to carefully dredged channels in good condition but having slightly eroded or scoured side slopes.
	Moderate	0.006–0.010	Compares to dredged channels having moderate to considerable bed roughness and moderately sloughed or eroded side slopes.
	Severe	0.011–0.020	Badly sloughed or scalloped banks of natural streams; badly eroded or sloughed sides of canals or drainage channels; unshaped, jagged, and irregular surfaces of channels in rock.

Tabla.7:  $n_1$ : factor de corrección por el efecto de las irregularidades superficiales. (USGS, 1989)

Al establecer el valor de  $n_2$ , se considera que el carácter de las variaciones en tamaño y forma de la sección transversal es:

- **Gradual:** cuando el cambio en el tamaño o en la forma ocurre de manera gradual.
- **Ocasionalmente alternante:** cuando las secciones grandes y pequeñas se alternan, ocasionalmente o cuando los cambios en la forma causan el cambio de la corriente principal de un lado al otro.
- **Frecuentemente alternante:** cuando las secciones grandes y pequeñas se alternan con frecuencia o cuando los cambios en la forma causan frecuentes cambios de la corriente principal de un lado otro.



Variation in channel cross section ( $n_2$ )	Gradual	0.000	Size and shape of channel cross sections change gradually.
	Alternating occasionally	0.001–0.005	Large and small cross sections alternate occasionally, or the main flow occasionally shifts from side to side owing to changes in cross-sectional shape.
	Alternating frequently	0.010–0.015	Large and small cross sections alternate frequently, or the main flow frequently shifts from side to side owing to changes in cross-sectional shape.

Tabla.8:  $n_2$ : factor de corrección por variación de forma y tamaño de la sección transversal. (USGS, 1989)

Al establecer el valor de  $n_3$  se consideran la presencia y las características de obstrucciones como depósitos de basura, palos, raíces expuestas, cantos rodados y troncos caídos y atascados. Recuerdese que las condiciones consideradas en los pasos anteriores no deben ser reevaluadas o tenidas en cuenta más de una vez. Para juzgar el efecto relativo de las obstrucciones, considere lo siguiente: hasta qué punto las obstrucciones ocupan o reducen el promedio de área mojada, la naturaleza de las obstrucciones (objetos puntiagudos o angulares inducen mayor turbulencia que objetos curvos o con superficies lisas), y la posición y el espaciamiento, transversal y longitudinal, de las obstrucciones en el tramo bajo consideración.

Effect of obstruction ( $n_3$ )	Channel conditions	$n$ value adjustment <sup>1</sup>	Example
	Negligible	0.000–0.004	A few scattered obstructions, which include debris deposits, stumps, exposed roots, logs, piers, or isolated boulders, that occupy less than 5 percent of the cross-sectional area.
	Minor	0.005–0.015	Obstructions occupy less than 15 percent of the cross-sectional area, and the spacing between obstructions is such that the sphere of influence around one obstruction does not extend to the sphere of influence around another obstruction. Smaller adjustments are used for curved smooth-surfaced objects than are used for sharp-edged angular objects.
	Appreciable	0.020–0.030	Obstructions occupy from 15 to 50 percent of the cross-sectional area, or the space between obstructions is small enough to cause the effects of several obstructions to be additive, thereby blocking an equivalent part of a cross section.
	Severe	0.040–0.050	Obstructions occupy more than 50 percent of the cross-sectional area, or the space between obstructions is small enough to cause turbulence across most of the cross section.

Tabla.9:  $n_3$ : factor de corrección por obstrucciones en el cauce. (USGS, 1989)

Al establecer el valor de  $n_4$  se considera el grado del efecto de la vegetación:

1) **Bajo** para condiciones comparables a lo siguiente:

- crecimientos densos de pastos o malezas flexibles; de los cuales los pastos bermuda y azul son ejemplos, donde la profundidad promedio de flujo es de dos a tres veces la altura de la vegetación.
- varas flexibles de plantas jóvenes, como sauce, matas de algodón o cedro salado, donde la profundidad promedio de flujo es tres a cuatro veces la altura de la vegetación.

2) **Medio** para condiciones comparables a las siguientes:

- césped cuando la profundidad promedio de flujo es una a dos veces la altura de la vegetación.
- pastos con tallo, malezas o plantas jóvenes con cubierta moderada cuando la profundidad promedio de flujo es dos a tres veces la altura de la vegetación.
- crecimientos de matorrales, moderadamente densos, similares a sauces de uno a dos años, durante la estación invernal, a la larga de los taludes laterales de un canal sin vegetación importante a lo largo del fondo del canal, cuando el radio hidráulico es mayor que 2 pies.

3) **Alto** para condiciones comparables a las siguientes:

- prados de césped cuando la profundidad promedio es más o menos igual a la altura de la vegetación,
- sauces o plantas de algodón de ocho a diez años de edad durante la estación invernal, con crecimiento intermedio de malezas y matorrales, sin vegetación en el follaje, cuando el radio hidráulico es mayor que 2 pies.
- matorrales de sauces de aproximadamente un año de edad durante la estación de crecimiento, con intercalaciones de algunas malezas. Con follaje completo a lo largo de los taludes laterales sin vegetación importante a lo largo del fondo del canal, cuando el radio hidráulico es mayor que 2 pies.





Channel conditions	$n$ value adjustment <sup>1</sup>	Example
Small	0.002–0.010	Dense growths of flexible turf grass, such as Bermuda, or weeds growing where the average depth of flow is at least two times the height of the vegetation; supple tree seedlings such as willow, cottonwood, arrowweed, or saltcedar growing where the average depth of flow is at least three times the height of the vegetation.
Medium	0.010–0.025	Turf grass growing where the average depth of flow is from one to two times the height of the vegetation; moderately dense stemmy grass, weeds, or tree seedlings growing where the average depth of flow is from two to three times the height of the vegetation; brushy, moderately dense vegetation, similar to 1- to 2-year-old willow trees in the dormant season, growing along the banks, and no significant vegetation is evident along the channel bottoms where the hydraulic radius exceeds 2 ft.
Large	0.025–0.050	Turf grass growing where the average depth of flow is about equal to the height of the vegetation; 8- to 10-year-old willow or cottonwood trees intergrown with some weeds and brush (none of the vegetation in foliage) where the hydraulic radius exceeds 2 ft; bushy willows about 1 year old intergrown with some weeds along side slopes (all vegetation in full foliage), and no significant vegetation exists along channel bottoms where the hydraulic radius is greater than 2 ft.
Very large	0.050–0.100	Turf grass growing where the average depth of flow is less than half the height of the vegetation; bushy willow trees about 1 year old intergrown with weeds along side slopes (all vegetation in full foliage), or dense cattails growing along channel bottom; trees intergrown with weeds and brush (all vegetation in full foliage).

Tabla.10:  $n_4$ : factor de corrección por vegetación y condiciones del flujo. (USGS, 1989)

Al establecer el valor de  $m_5$  el grado de los efectos por meandros depende de la relación entre la longitud con meandros y la longitud recta del tramo del Canal.

- Los meandros se consideran **menores** para relaciones de [1 a 1.2].
- Los meandros se consideran **apreciables** para relaciones de [1.2 a 1.5].
- Los meandros se consideran **severos** para relaciones [ $>1.5$ ].

Degree of meandering <sup>2</sup> ( $m$ )	Minor	1.00	Ratio of the channel length to valley length is 1.0 to 1.2.
	Appreciable	1.15	Ratio of the channel length to valley length is 1.2 to 1.5.
	Severe	1.30	Ratio of the channel length to valley length is greater than 1.5.

Tabla.11:  $m_5$ : factor de corrección para cauces meandriformes (USGS, 1989)

A continuación, se justifica la asignación de valores para el cálculo del coeficiente de rugosidad a partir de las siguientes fotografías:

Como se ha mencionado anteriormente, para analizar el cauce del río, este se ha separado en 3 tramos, el Río Mijares se delimita en 2 tramos y el Río Mora en otro tramo. A su vez, el segundo tramo del Mijares se ha observado que aproximadamente 695 m tienen las mismas características que el primer tramo, y por tanto a la hora de definir su rugosidad, será la misma que las del tramo 1. La figura 10 se localiza a 1.18 Km de la confluencia con el Río Mora, se trata del inicio del primer tramo del Mijares y en él se puede apreciar que el

cauce principal es un cauce natural, con una sinuosidad apreciable, el lecho está formado por grava gruesa, rocas de pequeño tamaño y en mitad se aprecian rocas de un tamaño considerable, las cuales se van a considerar como obstrucción. En cuanto a las márgenes, se puede decir que están compuestas por tierra y gravas, así mismo, se puede observar a su vez la presencia de matorrales, arbustos y árboles.

Por otro lado, en la figura 11, la cual se localiza en el final de este tramo, se trata de un meandro en cuya margen derecha hay un campo de cultivo y por ello se ha optado por incrementar ligeramente la rugosidad de esa margen.



Fig.10 Material del lecho, márgenes y vegetación del tramo 1 del río Mijares (Google Maps)

Para el valor de  $n_1 \rightarrow$  Se ha optado con un valor de irregularidad menor o suave ya que se tratan de cauces naturales, con taludes erosionados.

- Cauce  $n_1 = 0,001$
- Margen derecha  $n_1 = 0,005$
- Margen izquierda  $n_1 = 0,003$





Fig.11 Material del lecho, márgenes y vegetación del tramo 1 del río Mijares (Fuente propia)



Fig.12 Árboles caídos y sobre el cauce d (Fuente propia)

Para el valor de  $n_2 \rightarrow$  Se considera que el carácter de las variaciones en tamaño y forma de la sección transversal en el cauce y márgenes son ocasionalmente variables a lo largo del tramo objeto de estudio, pero con mayor proporción en las márgenes y por eso se ha escogido los valores de:

- Cauce  $n_2 = 0,003$
- Margen derecha  $n_2 = 0,006$
- Margen izquierda  $n_2 = 0,006$

Para el valor de  $n_3 \rightarrow$  Se observa en las fotos la presencia de rocas (fig.10), troncos caídos e islas de pequeño tamaño en mitad del cauce (fig.12 y 13). Por ello se han escogido los valores de:

- Cauce  $n_3 = 0,008$
- Margen derecha  $n_3 = 0,004$
- Margen izquierda  $n_3 = 0004$



Fig.13 Islas, rocas y árboles caídos en mitad del cauce (Fuente propia)



Para el valor de  $n_4 \rightarrow$  El efecto de la vegetación en el cauce es prácticamente insignificante, mientras que en las márgenes se observa una gran cantidad de la misma.

- Cauce  $n_4 = 0.002$
- Margen derecha  $n_4 = 0.015$
- Margen izquierda  $n_4 = 0.015$

Por último, para asignar el coeficiente corrector por el efecto de los meandros, se calcula en primer lugar la sinuosidad del cauce:

$$\text{Sinuosidad} = \frac{\text{Longitud real}}{\text{Longitud en línea recta}} = \frac{2054}{1555} = 1,32$$

Como se encuentra en la horquilla [1.2, 1.5] se considera un grado de afección por meandros de apreciable al que se le asigna un valor de  $m$  de 1.15.

Así, el coeficiente de rugosidad es de:

- $n_{cauce} = (0,036 + 0,001 + 0,003 + 0,008 + 0,002) * 1,150 = 0,058$
- $n_{izquierda} = (0,028 + 0,003 + 0,006 + 0,004 + 0,015) * 1,150 = 0,064$
- $n_{derecha} = (0,028 + 0,005 + 0,006 + 0,004 + 0,015) * 1,150 = 0,067$

El siguiente tramo, se trata del Río Mora, en las visitas de campo fue imposible llegar a la zona, y por tanto la foto obtenida se trata de un recorte de un vídeo de este mismo río (figura 14). Este tramo cuenta con una longitud de 0.643 Km hasta llegar a la confluencia que forma con el Río Mijares, se trata de un cauce natural, ligeramente sinuoso, el lecho está formado por rocas de distintos tamaños y grava. Las márgenes por el contrario están formadas por tierra con matorrales, arbustos y árboles.



Fig.14 Material del lecho, márgenes y vegetación del Río Mora (Recorte de video)

Para el valor de  $n_1 \rightarrow$  Se ha optado con un grado de irregularidad suave tanto para cauce como las márgenes.

- Cauce  $n_1 = 0.002$
- Margen derecha  $n_1 = 0,003$
- Margen izquierda  $n_1 = 0,003$

Para el valor de  $n_2 \rightarrow$  a variación transversal del cauce es gradual a lo largo de todo el cauce objeto del estudio, no se aprecian cambios bruscos. El cambio en el tamaño o en la forma de las secciones ocurre de manera gradual.

- Cauce  $n_2 = 0.001$
- Margen derecha  $n_2 = 0.006$
- Margen izquierda  $n_2 = 0,006$

Para el valor de  $n_3 \rightarrow$  Se observa en la foto la presencia de rocas en el propio cauce (figura 14), mientras que en las márgenes no se observan. Por ello se han escogido los valores de:

- Cauce  $n_3 = 0.007$
- Margen derecha  $n_3 = 0.001$
- Margen izquierda  $n_3 = 0.001$



Para el valor de  $n_4 \rightarrow$  El efecto de la vegetación en el cauce es prácticamente insignificante, mientras que en las márgenes se observa una gran cantidad de la misma.

- Cauce  $n_4 = 0$
- Margen derecha  $n_4 = 0,025$
- Margen izquierda  $n_4 = 0,025$

Por último, para asignar el coeficiente corrector por el efecto de los meandros, se calcula en primer lugar la sinuosidad del cauce:

$$\text{Sinuosidad} = \frac{\text{Longitud real}}{\text{Longitud en línea recta}} = \frac{643.59}{623.055} = 1,033$$

Como se encuentra en la horquilla [1, 1.2], se considera un grado de afección por meandros de menor al que se le asigna un valor de  $m$  de 1.00.

Así, el coeficiente de rugosidad es de:

- $n_{cauce} = (0,045 + 0,005 + 0,001 + 0,007 + 0) * 1,150 = 0,055$
- $n_{izquierda} = (0,025 + 0,008 + 0,006 + 0,001 + 0,025) * 1,150 = 0,060$
- $n_{derecha} = (0,025 + 0,008 + 0,006 + 0,001 + 0,025) * 1,150 = 0,060$

El tercer y último tramo del río Mijares, se encuentra aguas arriba del puente en la Fonseca, y aguas arriba del puente sobre el que se encuentra la A-1515, a partir de esta sección y como se pueden observar en las imágenes que aparecen a continuación (figura 15, 16 y 17) el material del lecho y de las márgenes son rocas y gravas de mayor tamaño que en el resto del cauce, a su vez también se puede observar la presencia de árboles en las márgenes del mismo.



Fig.15 Aguas abajo puente de la Fonseca (Fuente propia)



Fig.16 Aguas arriba puente de la actual A-1515 (Google Maps)





Fig.17 Estrechos del Mijares (Google Maps)

Para el valor de  $n_1 \rightarrow$  Se ha optado con un grado de irregularidad suave tanto para cauce como las márgenes.

- Cauce  $n_1 = 0,002$
- Margen derecha  $n_1 = 0,003$
- Margen izquierda  $n_1 = 0,003$

Para el valor de  $n_2 \rightarrow$  Se considera que el carácter de las variaciones en tamaño y forma de la sección transversal en el cauce y márgenes son menores a lo largo del tramo.

- Cauce  $n_2 = 0,005$
- Margen derecha  $n_2 = 0,005$
- Margen izquierda  $n_2 = 0,005$

Para el valor de  $n_3 \rightarrow$  Se observa en las fotografías la presencia de rocas (fig.15, 16 y 17), aunque como se han contemplado como valor base dado a la gran cantidad de las mismas, el valor de la obstrucción no se ha visto incrementado. Por ello se han escogido los valores de:

- Cauce  $n_3 = 0,002$
- Margen derecha  $n_3 = 0,004$
- Margen izquierda  $n_3 = 0,004$

Para el valor de  $n_4 \rightarrow$  El efecto de la vegetación en el cauce es prácticamente insignificante, mientras que en las márgenes se observa una gran cantidad de la misma.

- Cauce  $n_4 = 0,006$
- Margen derecha  $n_4 = 0,015$
- Margen izquierda  $n_4 = 0,015$

Por último, para asignar el coeficiente corrector por el efecto de los meandros, se calcula en primer lugar la sinuosidad del cauce:

$$\text{Sinuosidad} = \frac{\text{Longitud real}}{\text{Longitud en línea recta}} = \frac{883,97}{806,064} = 1,098$$

Como se encuentra en la horquilla  $[1, 1.2]$ , se considera un grado de afección por meandros es menor al que se le asigna un valor de  $m$  de 1.00.

Así, el coeficiente de rugosidad es de:

- $n_{cauce} = (0,045 + 0,008 + 0,005 + 0,001 + 0,006) * 1,150 = 0,060$
- $n_{izquierda} = (0,050 + 0,011 + 0,005 + 0,004 + 0,015) * 1,150 = 0,077$
- $n_{derecha} = (0,050 + 0,011 + 0,005 + 0,004 + 0,015) * 1,150 = 0,077$



A continuación, se encuentra la tabla que recoge todos los datos anteriormente descritos:

Tramo	Zona	Descripción	Base $n_0$	Irregularidad $n_1$	Sección $n_2$	Obstrucción $n_3$	Vegetación $n_4$	Sinuosidad $m_5$	N.º Manning $n$
Río Mijares Tramo 1	Cauce principal	Cauce natural, con sinuosidad apreciable, lecho de gravas en su mayoría y rocas de tamaño apreciable.	0.036	0.001	0.003	0.008	0.002	1.150	0.058
	Margen izquierda	Tierra con gravas y rocas arbustos, matorrales y árboles en su mayoría.	0.028	0.003	0.006	0.004	0.015	1.150	0.064
	Margen derecha	Igual que la margen izquierda salvo la diferencia que en la zona del meandro contiene un campo de cultivo.	0.028	0.002	0.006	0.004	0.015	1.150	0.067
Río Mora Tramo 1	Cauce principal	Cauce natural, con lecho de rocas en su mayoría y gravas.	0.045	0.002	0.001	0.007	0.000	1.000	0.055
	Margen izquierda	Tierra con abundantes matorrales, y arbustos. Algunas zonas con rocas y gravas.	0.025	0.003	0.006	0.001	0.025	1.000	0.060
	Margen derecha								
Río Mijares Tramo 2	Cauce principal	Cauce natural, ligeramente sinuoso, lecho de rocas de tamaño apreciable en su mayoría y gravas. En algunas zonas se observan árboles en el interior del mismo.	0.045	0.002	0.005	0.002	0.006	1.000	0.060
	Margen izquierda	Rocas de gran tamaño y zonas con gravas, árboles y arbustos.	0.05	0.003	0.005	0.004	0.015	1.000	0.077
	Margen derecha								

Tabla.12 Tabla resumen características del cauce y resultado del coeficiente de rugosidad.



3.3.2. Coeficiente de expansión y contracción

En el cálculo de las pérdidas de energía locales debidas a la transición entre dos secciones adyacentes intervienen los coeficientes de contracción y expansión. En el documento HEC-RAS Reference Manual 4.1 se presenta una tabla de valores típicos para estos coeficientes. Por defecto HEC-RAS asigna el valor de 0.1 al coeficiente de contracción y 0.3 al de expansión, los valores correspondientes a una transición gradual. Los cuales no se han modificado.

	Contraction	Expansion
No transition loss computed	0.0	0.0
Gradual transitions	0.1	0.3
Typical Bridge sections	0.3	0.5
Abrupt transitions	0.6	0.8

Tabla.13 Coeficientes de expansión y contracción (Fuente: Manual De HEC-RAS)

3.3.3. Condiciones de contorno

Las condiciones de contorno son necesarias para establecer la lámina de agua inicial en los extremos del tramo. Se distinguen tres posibilidades en cuanto al régimen de funcionamiento.

- Régimen lento
- Régimen rápido
- Mixto

HEC-RAS permite a su vez cuatro formas diferentes de introducir las condiciones de contorno:

- Cota de lámina de agua conocida.
- Calado crítico.
- Calado normal, asociado a una determinada pendiente.
- Curva de gasto.

En el modelo de trabajo se ha elegido régimen mixto, ya que el tramo de estudio es un cauce natural y el régimen va variando a lo largo del mismo. Por ello, se deben acotar las condiciones de contorno tanto aguas arriba como aguas abajo. En ambos casos, se ha tomado la opción de calado crítico al no conocer el comportamiento del cauce y se simulará para ver si el funcionamiento del mismo es correcto y, por tanto, se trabajará de acuerdo a ello o si es necesario se cambiarán las condiciones de contorno para que estas sean más adecuadas.

3.4. Simulación de la situación actual

Como se ha comentado anteriormente el modelo cuenta con tres tramos: el primer tramo del río Mijares analizado comprende aproximadamente 1,31 Km de longitud, el segundo tramo que corresponde al Río Mora comprende 0,763 Km y el tercer tramo o la segunda parte del Mijares cuenta con una longitud de 1.68 Km. Centrándonos en el perfil longitudinal, se puede destacar que se tratan de ríos de pequeñas pendientes, tanto el primer tramo del Río Mijares como el tramo del Río Mora tienen una pendiente del 1%, en cuanto al siguiente tramo se produce un cambio de pendiente aproximadamente a los 850m de la confluencia, zona muy cercana, entorno a los 100m de la zona donde se encuentra el puente sobre el que discurre la actual A-1515.

En el Apéndice I: Cálculos de la situación actual. Río Mijares se incluyen las tablas de resultados de HEC-RAS de la simulación de la avenida con periodo de retorno de 100 y 500 años, la que se utilizará para diseñar las protecciones. Contiene información asociada a la ecuación de la energía, cotas de lámina de agua y comparaciones con régimen crítico, descripciones geométricas del alcance de la crecida y sobre su capacidad erosiva. Las variables incluidas en la tabla son:

- River Station: Ubicación de la sección.
- Q Total: Caudal total de la sección transversal.
- Min Ch El: Cota mínima de la sección (thalweg).
- W.S. Elev: Cota de la lámina de agua.
- Crit W.S.: Cora de la lámina de agua correspondiente al régimen crítico.
- E.G. Elev: Cota de la línea de energía.
- E.G. Slope: Pendiente de la línea de energía.
- Vel Total: Velocidad promedio de la sección mojada.
- Flow Area: Área de la sección mojada.
- Top Width: Anchura de la superficie libre.
- Froude #XS: Número de Froude de la sección completa.



- Shear Total: Tensión tangencial promedio de la sección completa.

La figura 18 y 19 muestran la representación esquemática de dos puentes: el primero de ellos se trata del puente romano de la Fonseca (figura 18), mientras que el otro puente es por donde pasa la carretera actual (figura 19).

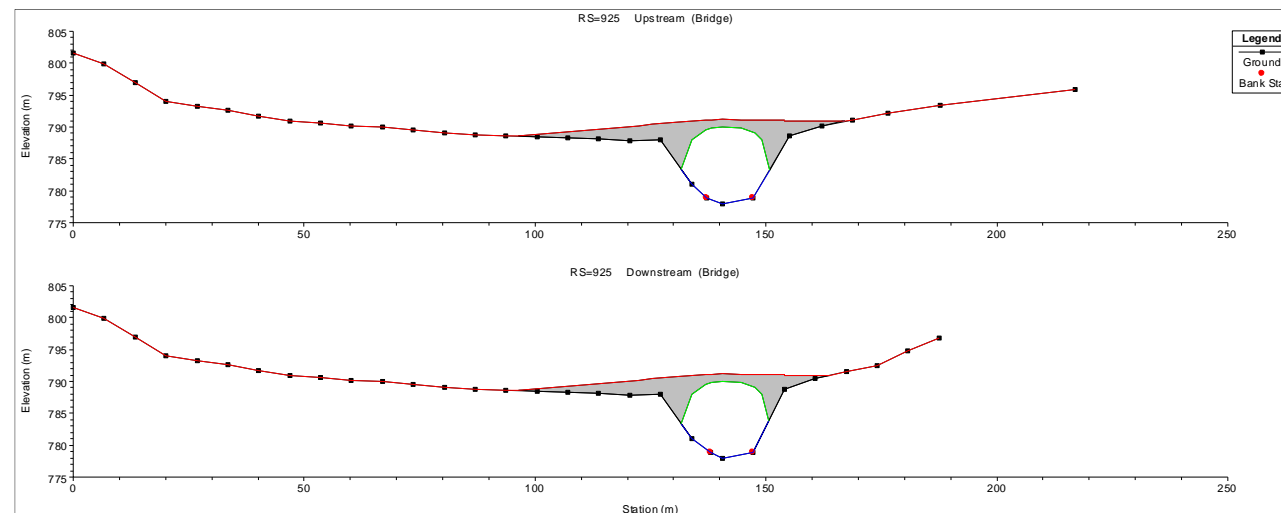


Fig.18 Esquema del puente de la Fonseca (Fuente: HEC-RAS)

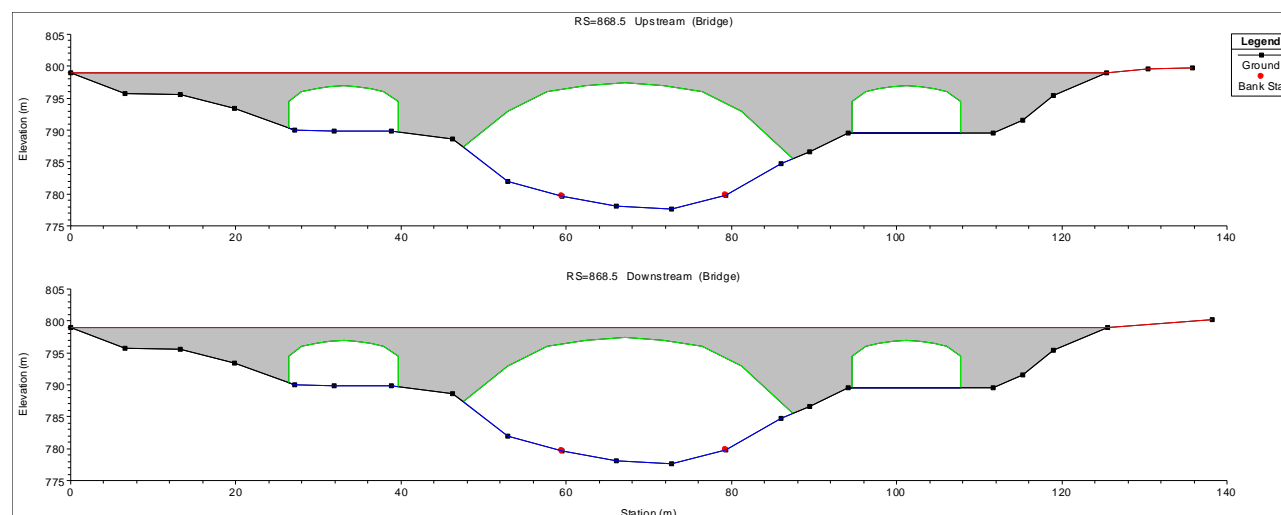


Fig.19 Esquema del puente de la actual A-1515 (Fuente: HEC-RAS)

A continuación, se va proceder a la simulación del modelo con los periodos de retorno de 100 y 500 años. Los resultados que se van a mostrar tratan exclusivamente del tramo 3 pues es en el dónde se encuentran los puentes actuales y además es por donde pasarán ambas alternativas.

En las siguientes secciones transversales se puede apreciar el calado alcanzado para ambos puentes. En la figura 20 se puede observar con mayor claridad como la lámina de agua supera completamente el puente de la Fonseca, alcanzando la cota 791.3 m. y 793.20 m. para T=100 y T=500 respectivamente. Mientras que en la figura 21 se observa un comportamiento normal de la lámina de agua, alcanzando las cotas de 787.9 m. y 791 m. para T= 100 y T = 500 respectivamente.

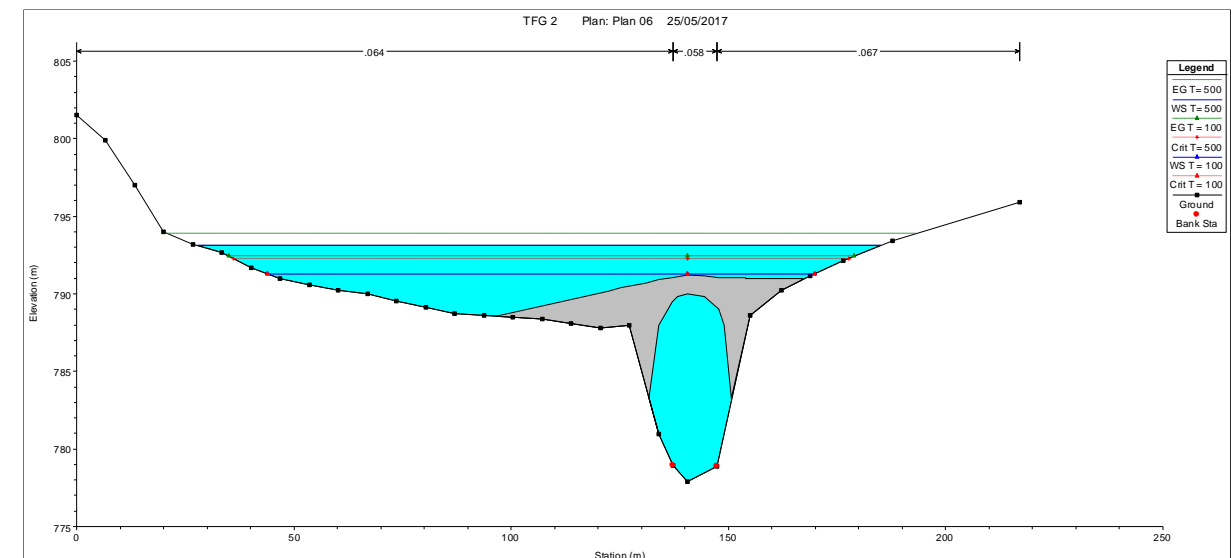


Fig. 20 Calado alcanzado en el puente de la Fonseca (Fuente: HEC-RAS)

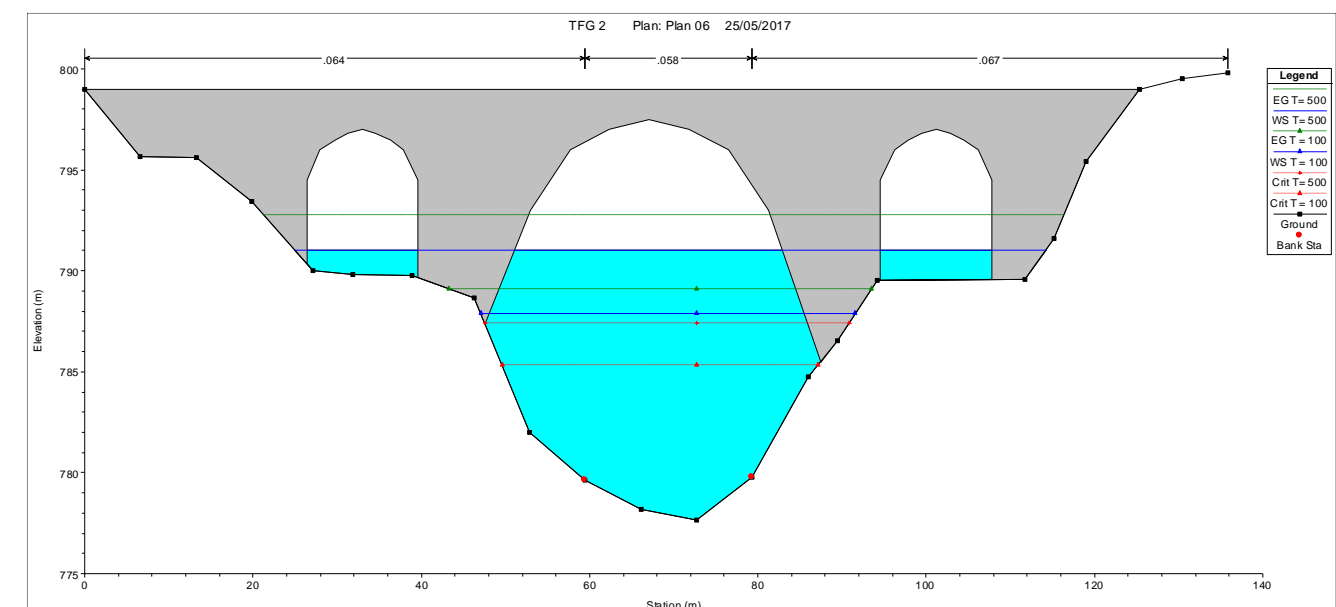


Fig.21 Calado alcanzado puente de la actual A-1515 (Fuente: HEC-RAS)



En las figuras 22 y 23 se pueden apreciar los perfiles de la lámina de agua, en ellas se observa como el flujo viene en régimen lento hasta alcanzar el puente de la Fonseca, superándolo completamente y a partir de este momento actúa como vertedero pasando por el calado crítico. A partir de ahí, se produce un cambio a régimen rápido durante un tramo muy pequeño y tras ello retorna a régimen lento (formando un resalto de poco recorrido), se mantiene en régimen lento hasta llegar a una zona donde se origina un cambio de pendiente y un estrechamiento al mismo tiempo, provocando un cambio a régimen rápido y formando un nuevo resalto. El cambio de régimen provoca que la condiciones de contorno establecidas anteriormente no tenga ningún efecto. La diferencia con  $T=500$  años es que el primer resalto al ser tan pequeño no se produce porque las condiciones hidráulicas impuestas desde aguas abajo lo anegan haciéndolo desaparecer.

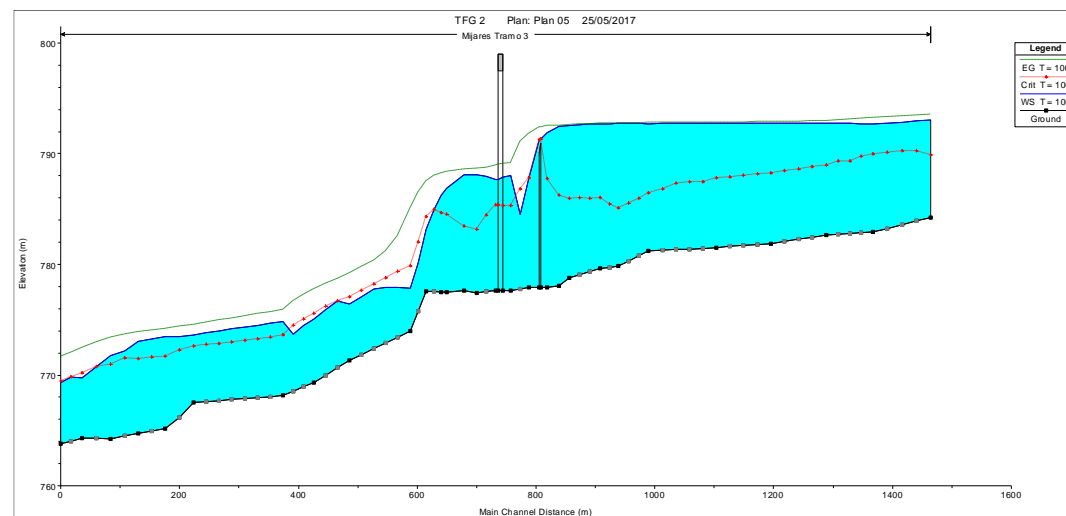


Fig.22 Perfil longitudinal para  $T=100$  años (Fuente: HEC-RAS).

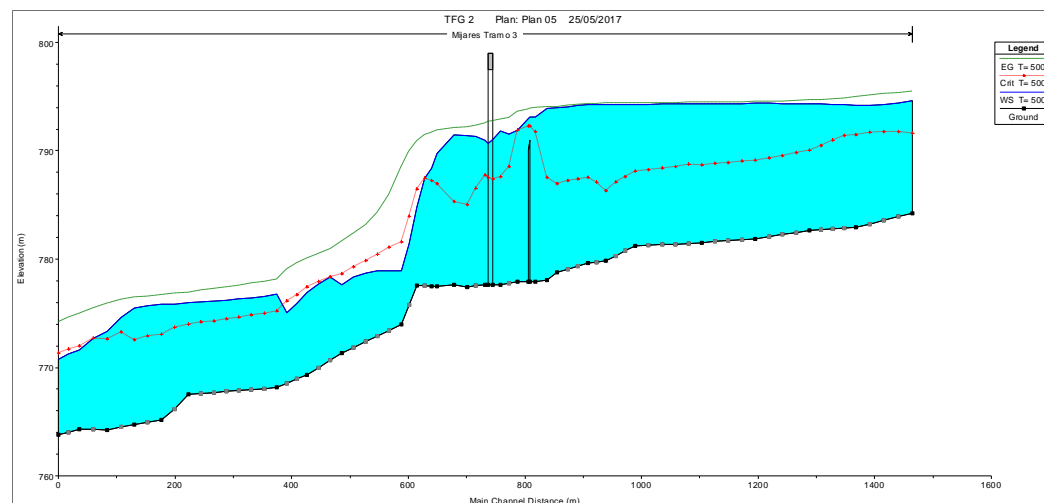


Fig. 23 Perfil longitudinal para  $T=500$  años (Fuente: HEC-RAS)

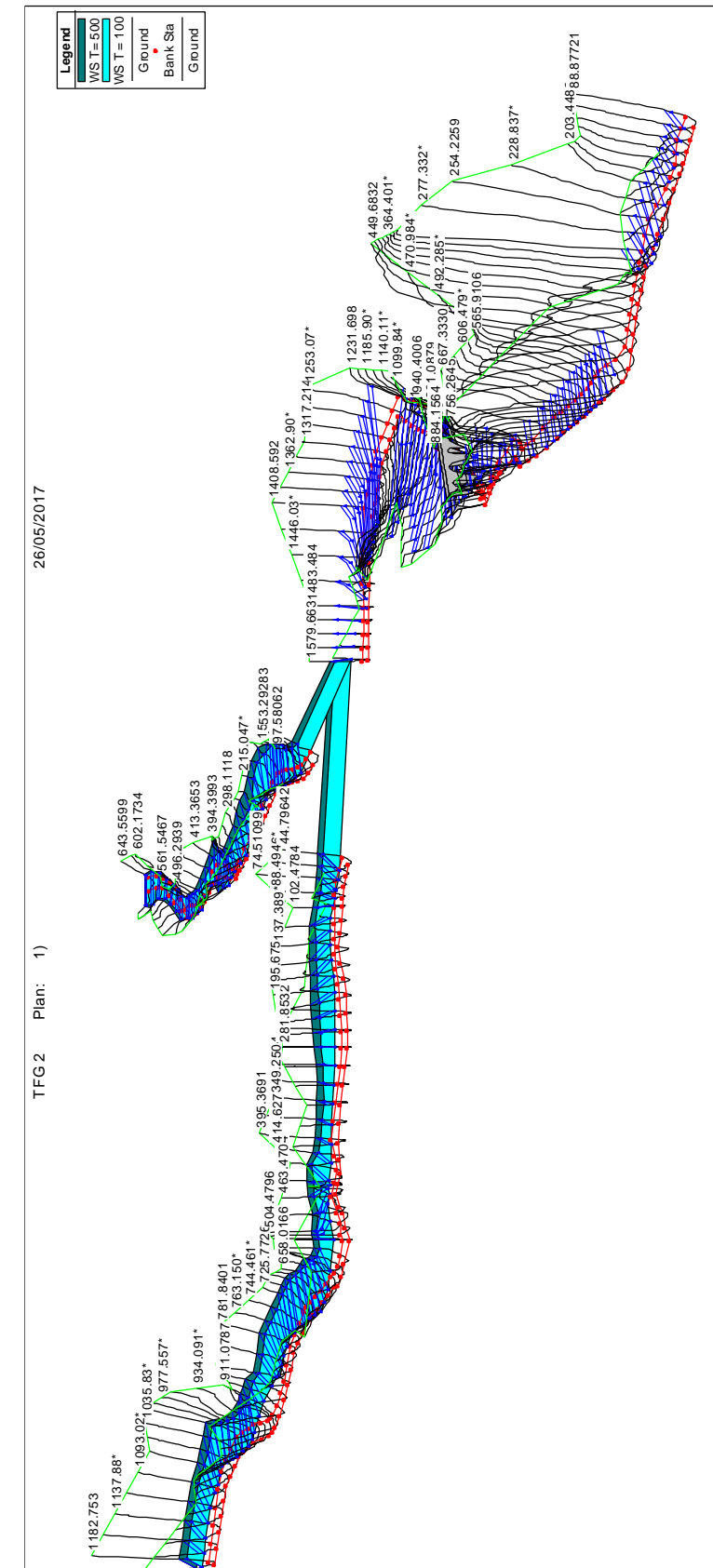


Fig. 24 Modelado 3D para  $T=100$  años  $T = 500$  años (Fuente: HEC-RAS)

### 3.5. Modelación y Simulación de los puentes sobre las alternativas

La alternativa 1 cuenta con un puente arco de sección constante con 6 vanos continuos. Este puente se encuentra proyectado sobre el Río Mijares y comienza en PK 1+908 hasta el PK 2+138. El puente proyectado sobre la alternativa 2 se localiza sobre los estrechos del Mijares y se trata de un viaducto de 204 m. que comienza en el PK 1+ 833.00 hasta el PK 2+037.00

Se ha de tener en cuenta que las secciones transversales en HEC-RAS son siempre perpendiculares a la dirección del flujo. Por ello, a la hora de representar los puentes a estudiar en el programa, si estos presentan una alineación oblicua, se debe calcular su proyección sobre una sección perpendicular a la corriente.

Las pilas y estribos deben diseñarse de forma que estén orientados en la dirección del flujo, en caso contrario se producen dos efectos: estrechamiento (disminución de la anchura real) y obstrucción, que suponen:

- Disminución capacidad de desagüe.
- Aumento del remanso.
- Mayores erosiones.
- Aumento del empuje hidrodinámico

En cualquier caso, sería injustificable su no alineación. En la siguiente figura se ilustra gráficamente la correcta disposición:

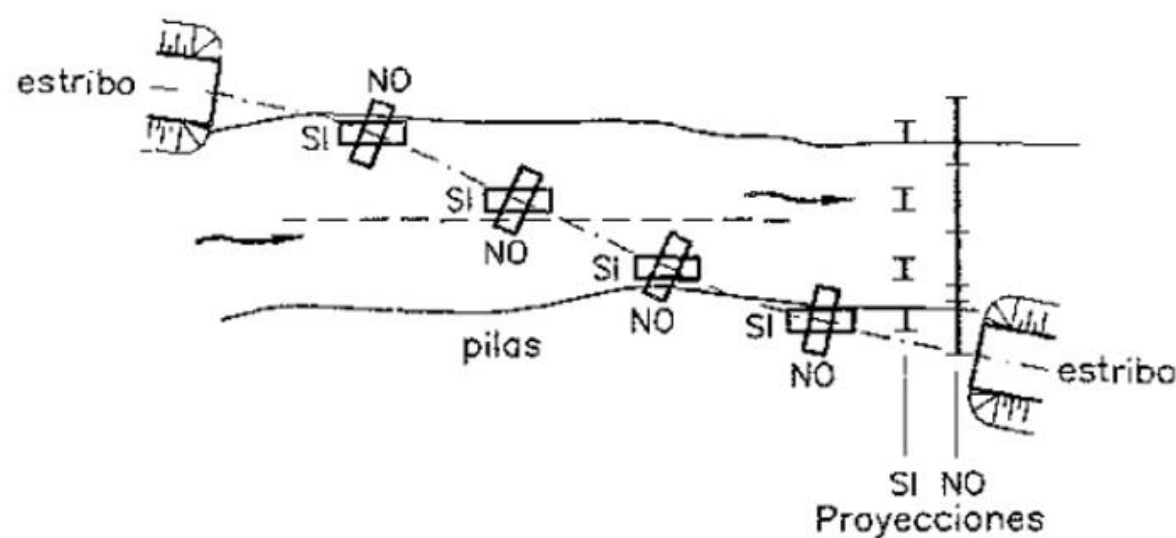


Fig. 25 Alineación de pilas y estribos según la corriente (Ingeniería de ríos, J. P. Martin Vide)

La información sobre los distintos puentes se encuentra: en el anejo 7 Estructuras Alternativa 1 y el Anejo 8 Estructuras Alternativa 2 (realizado por mis compañeros Joel García Fernández y Carlos Ruano Cachinero). De estos ha sido necesaria la geometría de los puentes para introducirlos en el programa.

La sección del puente para la alternativa 1 es el siguiente:

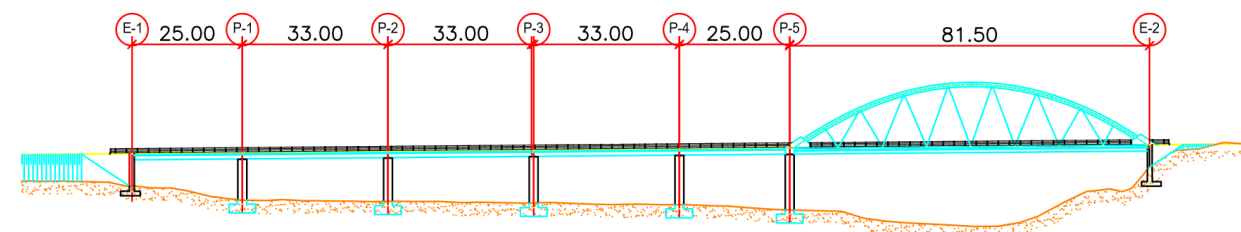


Fig. 26 Sección del puente de la alternativa 1 (Fuente: AutoCAD)

Visto desde planta se puede observar que la dirección del flujo forma 92° con el puente.

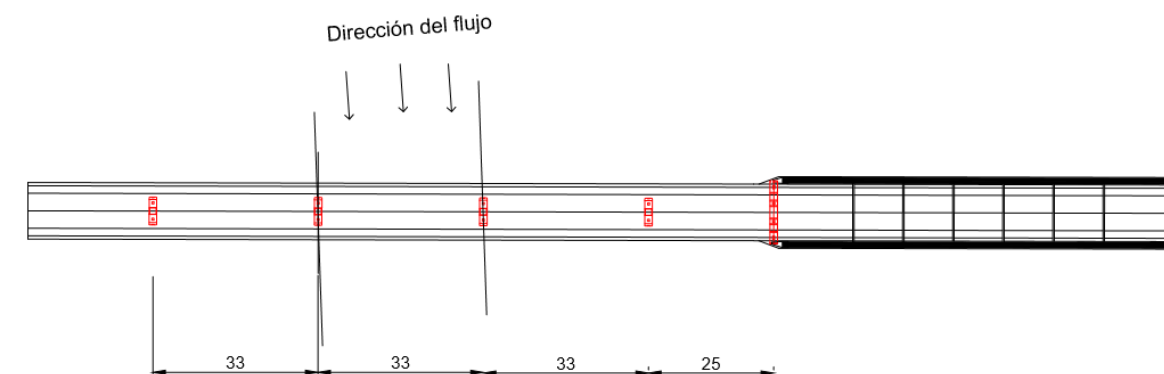


Fig. 27 Planta del tablero del puente perpendicular al flujo (92°) (Fuente: AutoCAD)

Más en detalle, se puede observar dos tipos de pilas, ambas están orientada en el sentido del flujo, evitando en todo momento provocar mayores sovaciones que puedan provocar el fallo de la estructura.

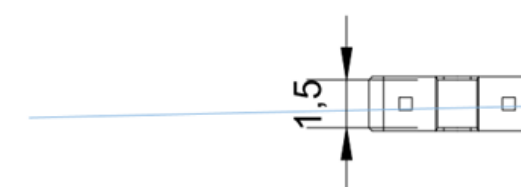


Fig. 28 Dirección del flujo con la pila (Fuente: AutoCAD)



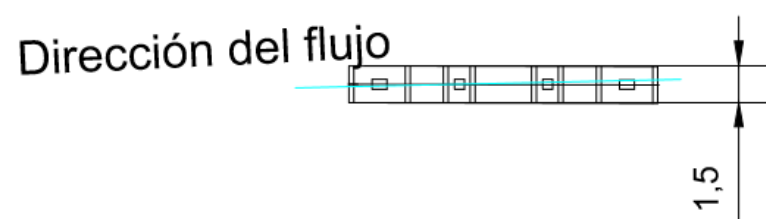


Fig. 29 Dirección del flujo con la pila (Fuente: AutoCAD).

A partir de la geometría anterior, el siguiente paso consiste en añadir ambas estructuras al modelo hidráulico (figura 31 y 35) y comprobar lo que ocurre con las nuevas condiciones impuestas en el flujo. Así, se observará si cambia el funcionamiento hidráulico (figura 37 y 38), se estudiará que calados alcanza la lámina de agua (figura 32 y figura 36) y, además, nos aseguraremos que en todo momento se cumple el resguardo (1m) para  $T=500$ , según instrucción de carreteras 5.2.-IC "Drenaje superficial" (Orden FOM/298/2016) (figura 30).

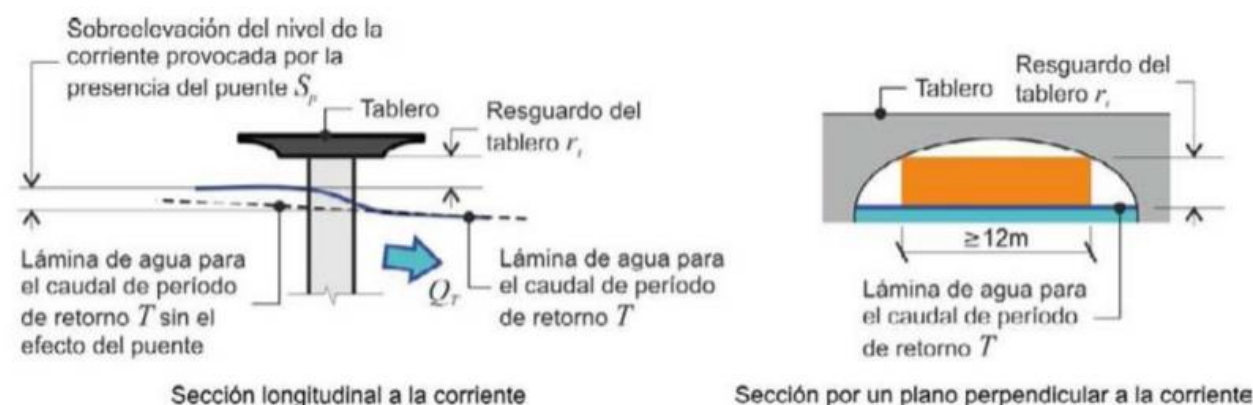


Fig. 30 Instrucción de carreteras 5.2.-IC "Drenaje superficial" (Orden FOM/298/2016).

En el apéndice II: se encuentran los cálculos de la situación con la alternativa 1 y 2 para  $T=100$  y  $T=500$  años. Río mijares. Se incluyen las tablas de resultados de HEC-RAS de la simulación de la avenida con periodo de retorno de 100 y 500 años, la que se utilizará para diseñar las protecciones. Contiene información asociada a la ecuación de la energía, cotas de lámina de agua y comparaciones con régimen crítico, descripciones geométricas del alcance de la crecida y sobre su capacidad erosiva. Las variables incluidas en la tabla son:

- River Station: Ubicación de la sección
- Q Total: Caudal total de la sección transversal

- Min Ch El: Cota mínima de la sección (thalweg)
- W.S. Elev: Cota de la lámina de agua
- Crit W.S.: Cora de la lámina de agua correspondiente al régimen crítico
- E.G. Elev: Cota de la línea de energía
- E.G. Slope: Pendiente de la línea de energía
- Vel Total: Velocidad promedio de la sección mojada
- Flow Area: Área de la sección mojada
- Top Width: Anchura de la superficie libre
- Froude #XS: Número de Froude de la sección completa
- Shear Total: Tensión tangencial promedio de la sección completa

El esquema del puente de la alternativa 1 es el siguiente:

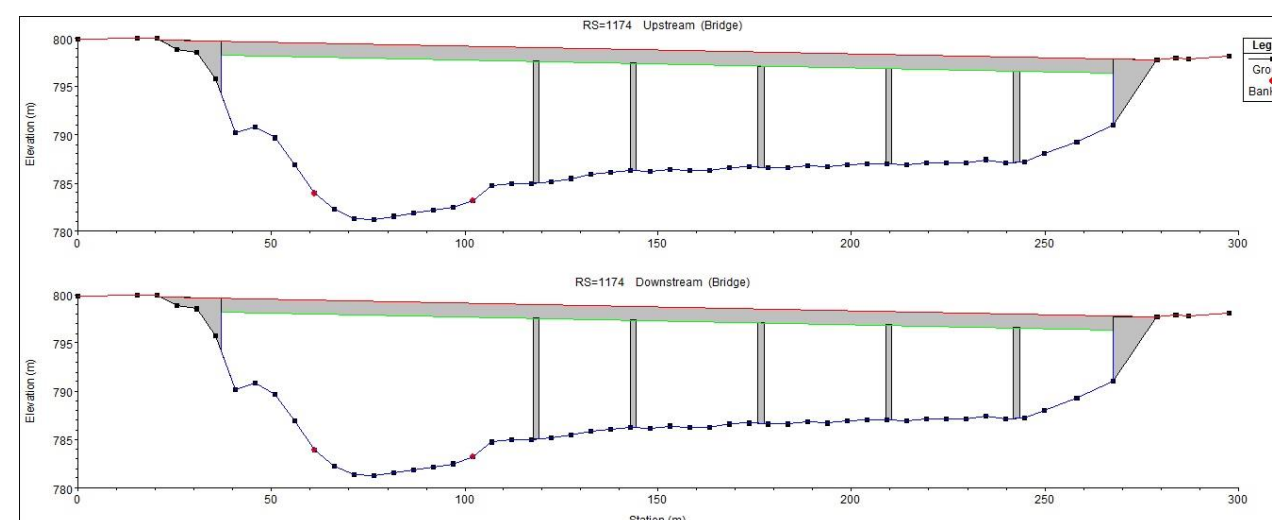


Fig. 31 Esquema la alternativa 1 (Fuente: HEC-RAS)

En la siguiente imagen se observa el calado la lámina de agua para ( $T=100$  y  $T=500$  años). Para  $T=100$  años el calado que se alcanza es de 792.74 m, mientras que para  $T=500$  años 794.3 m, la parte inferior del tablero del puente se encuentra a 796 m, por tanto, con una diferencia de 2 m el resguardo queda completamente garantizado (figura 32).

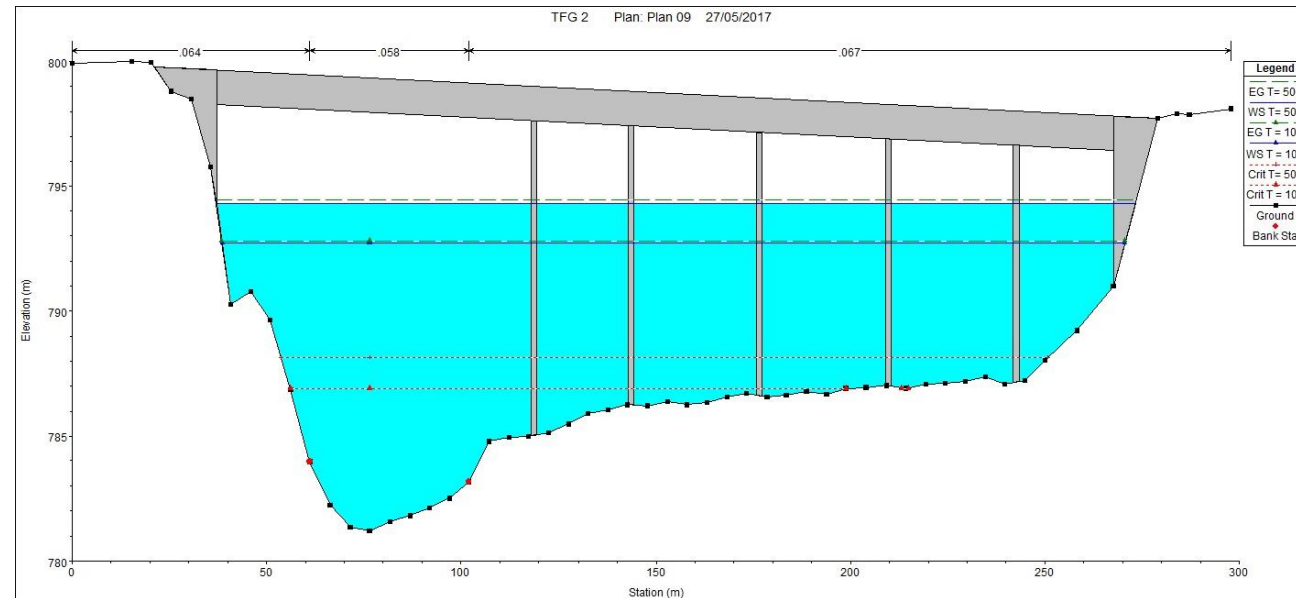


Fig. 32 Calado alcanzado en la alternativa 1 (Fuente: HEC-RAS)

Visto desde planta se puede observar que la dirección del flujo forma 92° con el puente.

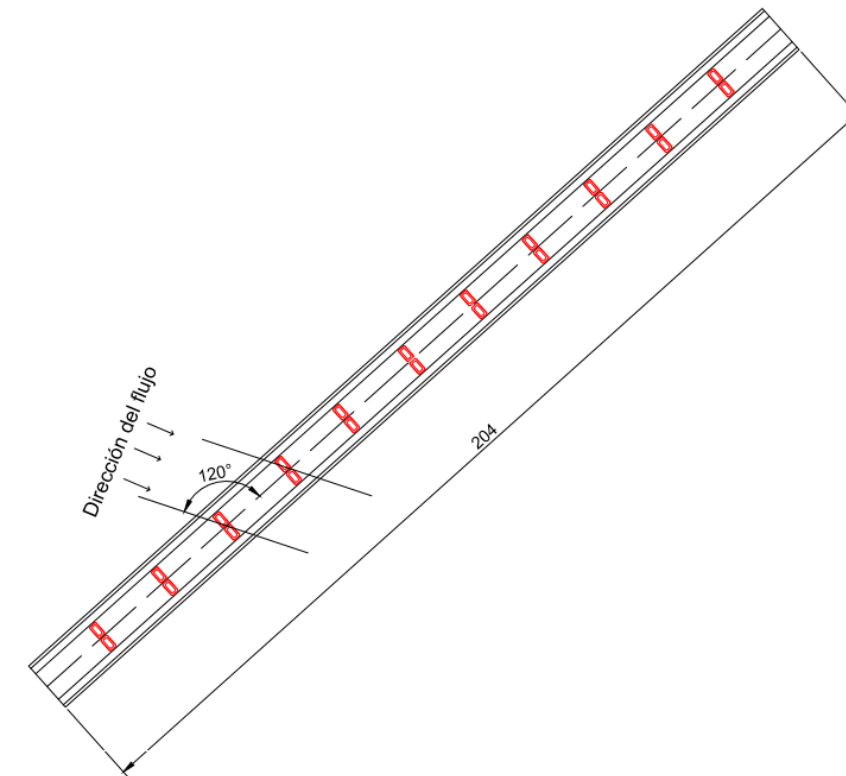


Fig.34 Planta del tablero del puente formando 120° con el flujo (Fuente: AutoCAD)

La sección del puente para la alternativa 2 es la siguiente:

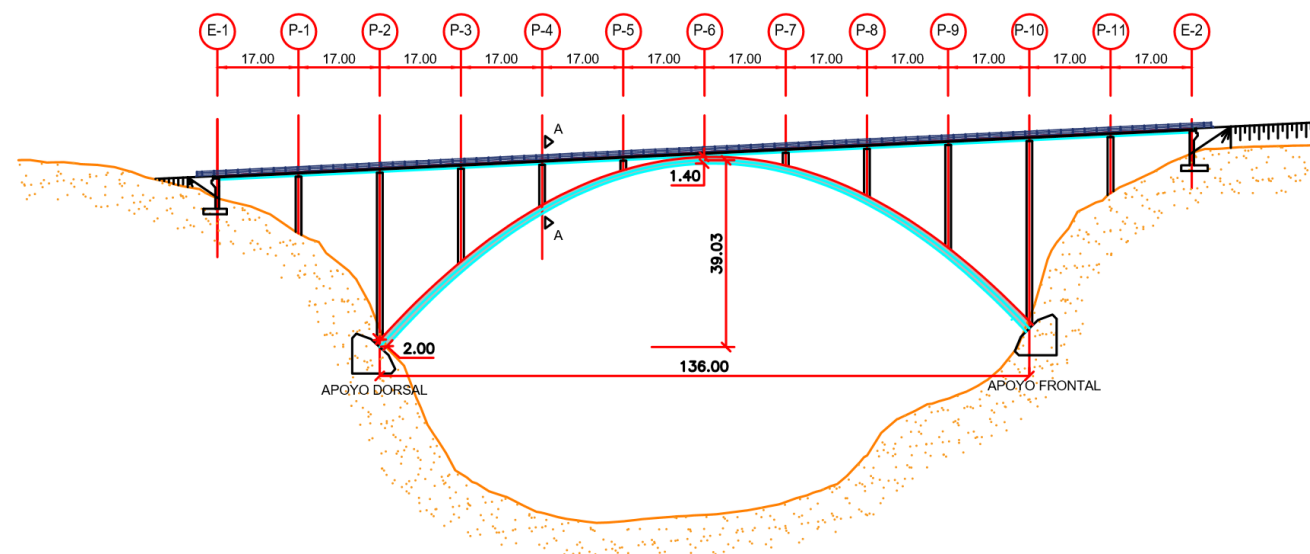


Fig.33 Sección del puente de la alternativa 2 (Fuente: AutoCAD)

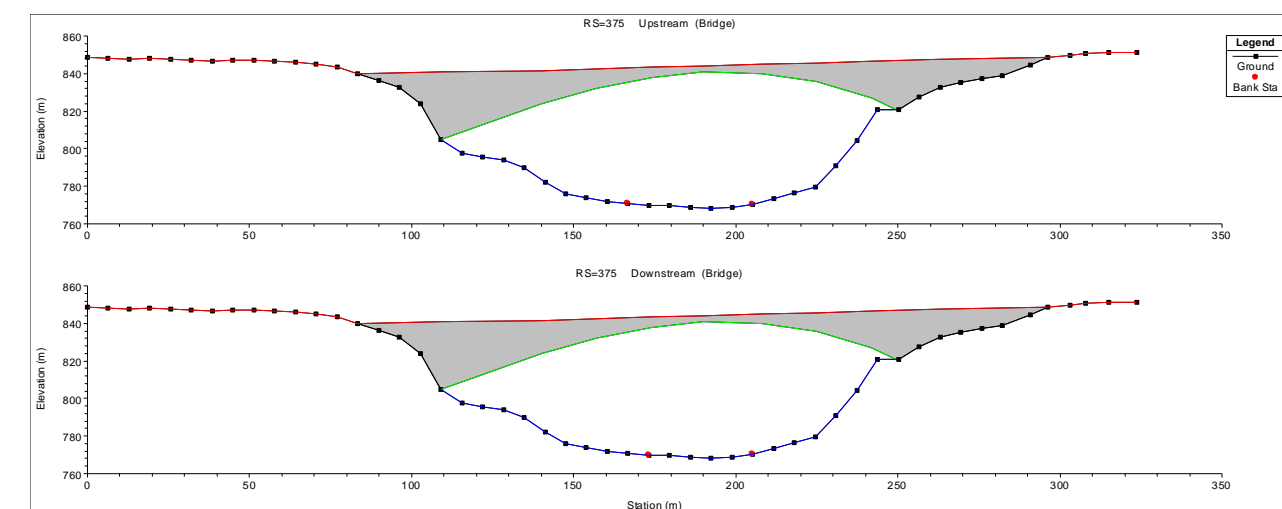


Fig. 35 Esquema la alternativa 2 (Fuente: HEC-RAS)



En la siguiente imagen se observa el calado de la lámina de agua para ( $T=100$  y  $T = 500$  años). Para  $T = 100$  años el calado que se alcanza es de 776.04 m., mientras que para  $T = 500$  años 778 m., como se puede apreciar en la figura 36 la cota de la lámina de agua en ningún caso va a entrar en contacto con el puente y, por tanto, no se va a producir socavación.

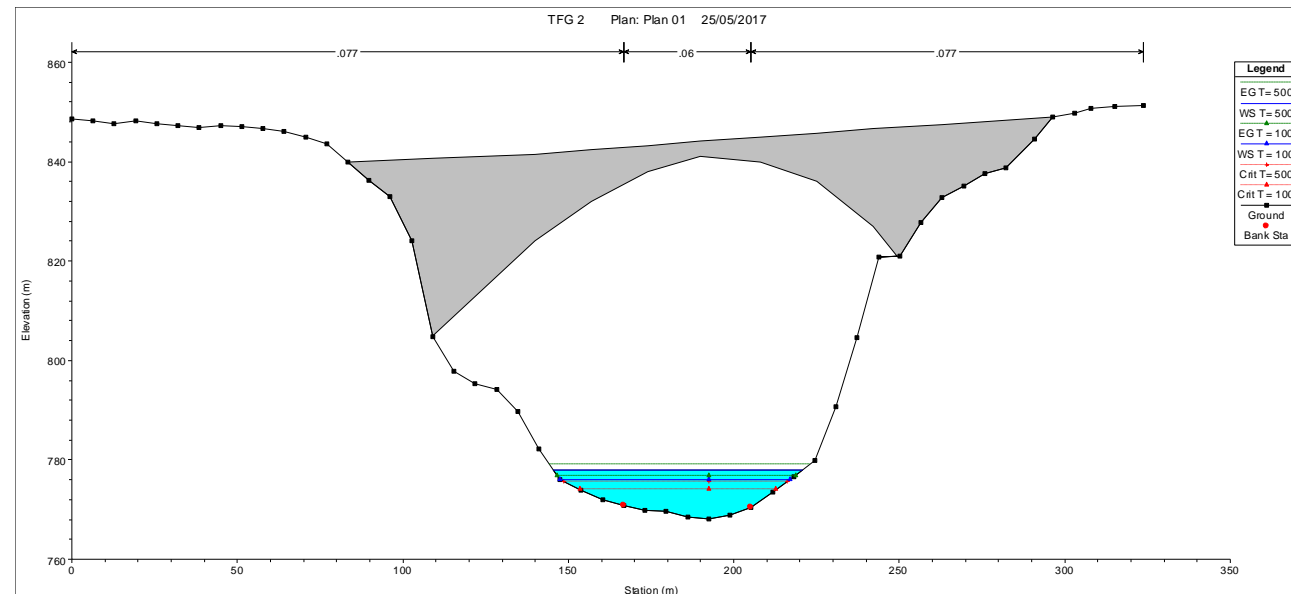


Fig. 36 Calado alcanzado en la alternativa 2 (Fuente: HEC-RAS)

A continuación, se muestra el perfil longitudinal para  $T= 100$  (figura 37) y  $T = 500$  (figura 38). La avenida de  $T=500$  años es el periodo de retorno que se ha que tener en cuenta para el estudio de la socavación y el diseño de las protecciones, se observa que nuevamente el agua discurre en régimen lento. Al pasar por la zona del puente de alternativa 1, este provoca un aumento de la cota de la lámina de agua (aguas arriba del puente), manteniéndose en régimen lento hasta alcanzar nuevamente el puente de Fonseca superándolo y actuando como vertedero nuevamente, pero con la diferencia de que, en esta ocasión, no se produce un cambio de régimen en ningún caso, pues las condiciones hidráulicas de aguas abajo lo anegan. El régimen lento sigue hasta encontrarse con el cambio de pendiente y el estrechamiento provocando un cambio a régimen rápido y formando el resalto hidráulico visto anteriormente, este hecho provoca que las condiciones hidráulicas impuestas desde aguas abajo no tengan ningún efecto sobre nuestra estructura.

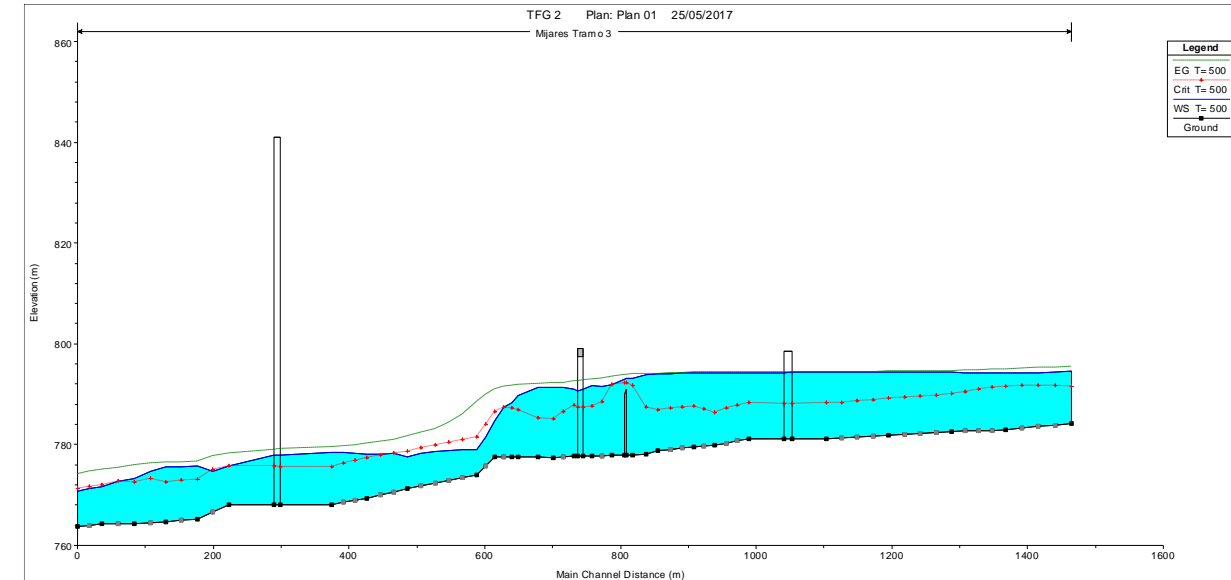


Fig.37 Perfil longitudinal para  $T=100$  años (Fuente: HEC-RAS)

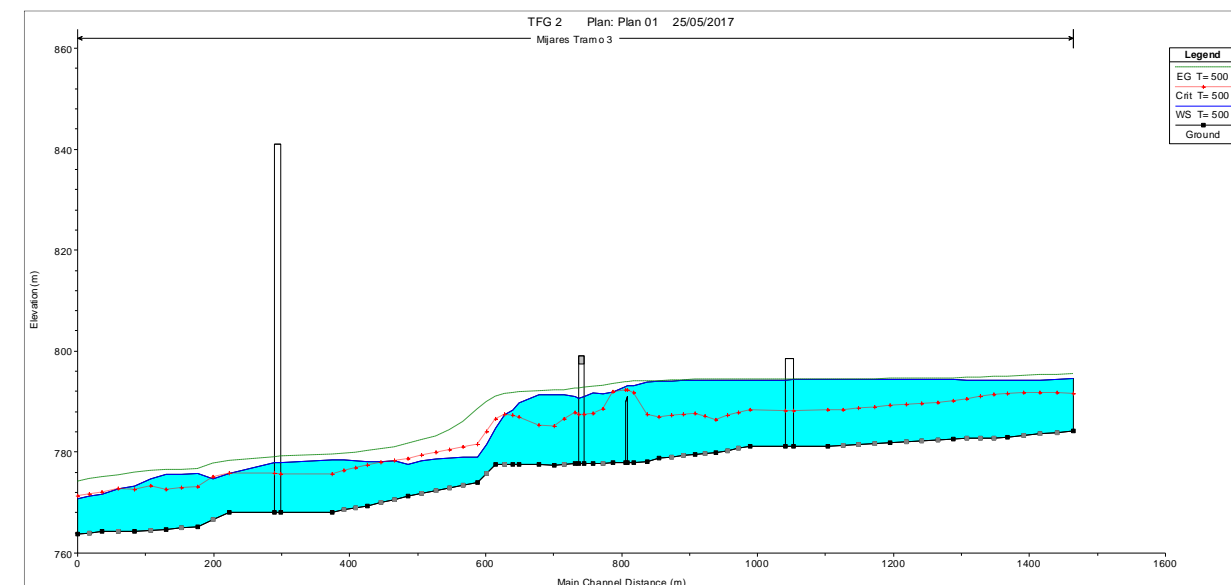


Fig.38 Perfil longitudinal para  $T=500$  años (Fuente: HEC-RAS)

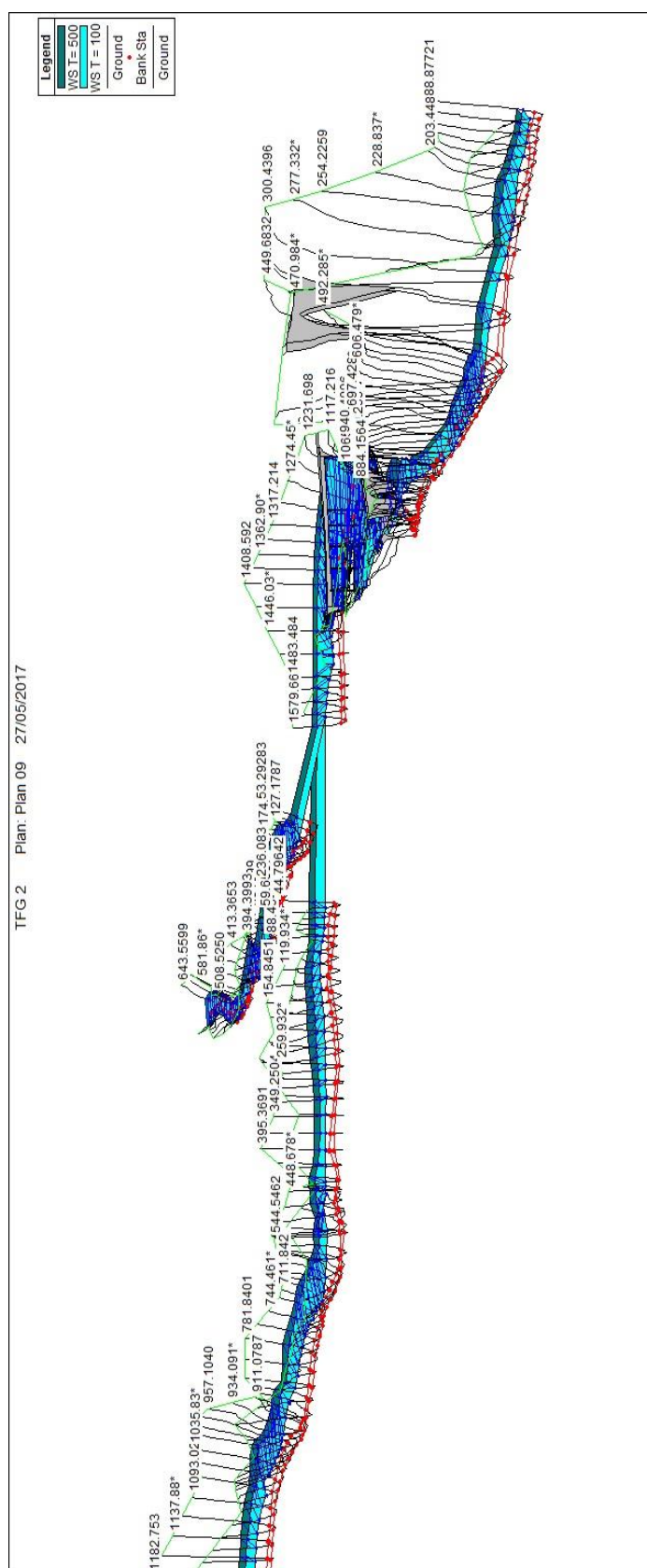


Fig. 39 Modelado 3D para T=100 años T = 500 años (Fuente: HEC-RAS)

#### 4. ANÁLISIS HIDRÁULICO-SEDIMENTOLÓGICO. ESTUDIO DE SOCAVACIÓN POTENCIAL

##### 4.1. Erosión general y local

Previamente a la realización del estudio de la socavación, se procederá a explicar los conceptos de erosión, sus tipos y aquellos que van a afectar a nuestra estructura.

Se puede definir la erosión en un cauce como el descenso del fondo (o retroceso de las orillas) a consecuencia de los fenómenos de dinámica fluvial o asociada a las actuaciones estructurales de la actividad humana.

Existen dos tipos de erosión: general y local.

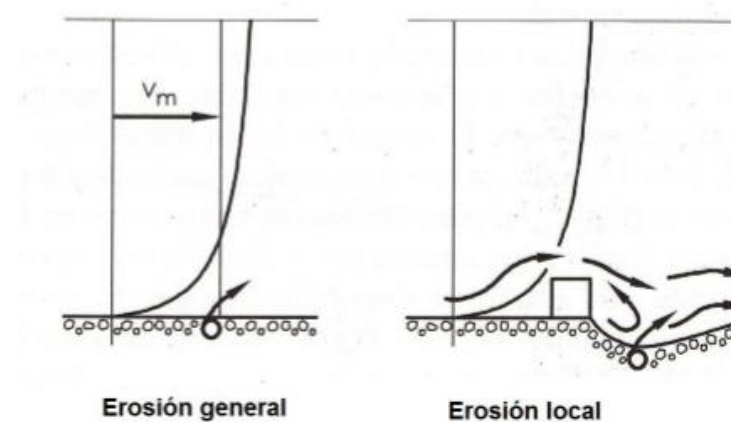


Fig. 40 Proceso de erosión genera y local.

Erosión general o degradación:

- Se explica por la acción de un flujo caracterizado por su velocidad media.
- Afecta a tramos largos del cauce.

Erosión local:

- Se explica por la acción de un flujo que requiere una descripción bidimensional de la velocidad.
- El flujo local tiene una fuerte turbulencia y desarrolla vórtices.
- Se presenta asociadas a singularidades, como obstáculos.
- Afecta a una pequeña zona.



Debido a que la erosión del fondo del río en el lugar de implantación de un puente es la causa hidráulica más frecuente de fallo, se deben estudiar estos fenómenos y dimensionar conforme a los resultados las cimentaciones. La erosión es una combinación de distintos procesos, que pueden darse a largo plazo o de forma transitoria (descenso del fondo durante la fase ascendente de la avenida, produciéndose procesos de sedimentación en la fase de recesión de la crecida).

La erosión de un puente se estima como erosión potencial, y además de los procesos y componentes de la erosión que se producen independientemente de la colocación de un puente existen componentes específicas que afectan a estos.

La primera de ellas es la erosión localizada por estrechamiento o contracción, que se debe al estrechamiento causado por el puente respecto a la anchura ocupada por la avenida antes de existir el puente, este tipo de erosión se da tanto en la sección de puente como en sus inmediaciones.

Se pueden dar dos modalidades distintas de erosión local en pilas:

- Erosión de aguas claras, son los vórtices los que socavan la pila, ya que la corriente no es capaz de movilizar el material del lecho. De esta manera, la erosión local empieza con una velocidad aproximadamente la mitad de la velocidad umbral para el lecho en general.
- Erosión en lecho vivo, se suele dar en avenidas y conlleva un transporte general de sedimentos además de la erosión local.

La segunda es la erosión local en pilas, estribos u otros elementos que se encuentren en contacto total o parcialmente con la lámina de agua.

El fenómeno de la erosión local en pilas consiste, físicamente, en que alrededor de la pila se dan velocidades localmente mayores que las medias de la corriente, acompañadas de un sistema de vórtices frontales, laterales y de estela detrás de la pila (figura 41 y 42). Este sistema de vórtices es el principal responsable de la socavación. Los granos del lecho son “aspirados” por los vórtices y el fondo parece hervir por el movimiento de los granos. El foso que se forma rodea a la pila, con la mayor profundidad y extensión situada en la cara frontal

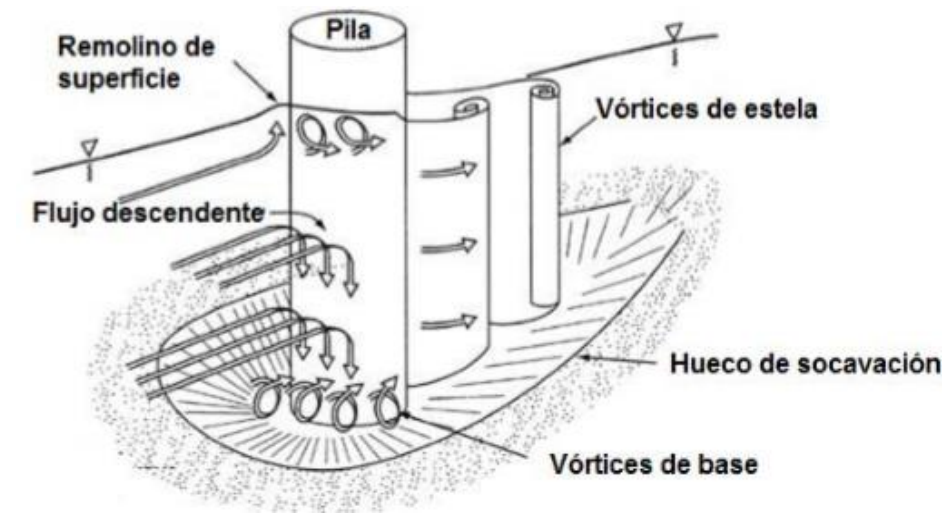


Fig. 41 Hidrodinámica y morfología de un foso de erosión local

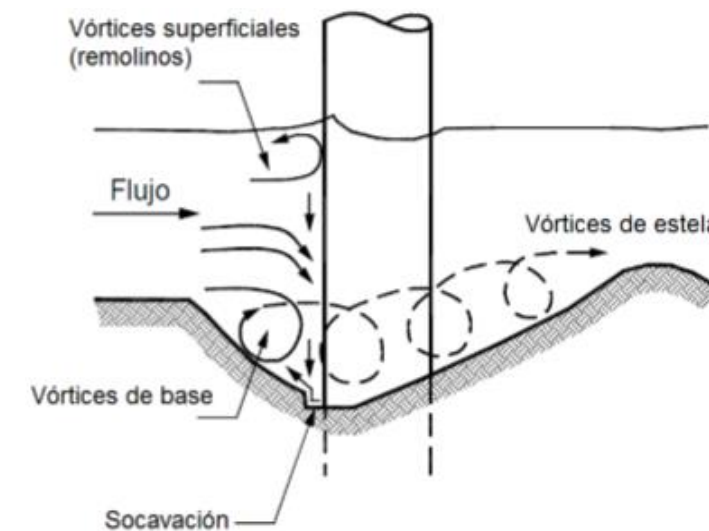


Fig. 42 Hidrodinámica y morfología de un foso de erosión local

- Vórtice de eje horizontal, que se desarrolla en el fondo del río rodeando el extremo aguas arriba. Genera una socavación en forma de herradura aguas arriba de la pila, más fuerte si no se produce sección crítica en el puente.
- Vórtice de eje vertical, que se desarrolla con la estela de la pila. Producen una socavación en forma de pluma que se extiende a gran longitud aguas abajo de la pila.

Como en otros fenómenos de erosión, en el foso de socavación, a largo plazo y si las condiciones hidráulicas son permanentes, se alcanzará un equilibrio en la forma y el tamaño del mismo.

Si este foso se forma, puede dar lugar al fallo de la pila por hundimiento y vuelco hacia aguas arriba (Figura 43).

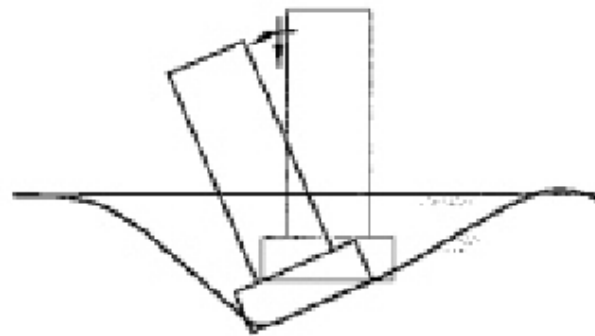


Fig. 43 Patología típica de un fallo por erosión local (Ingeniería de ríos, J.P. Martin Vide)

Dado que el problema es hidráulicamente muy complejo y no existe ninguna teoría que pueda abordarlo, por este motivo este campo está dominado por las fórmulas experimentales.

Factores influyentes:

- Propiedades del fluido.
  - Densidad
  - Viscosidad cinemática
- Propiedades del sedimento.
  - Tamaño (diámetro) representativo
  - Densidad
  - Desviación estándar de la granulometría
  - Estratificación del lecho
- Características de la pila.
  - Anchura
  - Forma

- Orientación respecto del flujo (esviaje)
- Inclinação del frente de pila
- Existencia de grupos de pila

Los estribos constituyen los apoyos laterales de los puentes, y es el elemento que transmite directamente los esfuerzos al terreno de las márgenes. Cuando una parte de los mismos se introducen dentro del cauce, éstos suponen un elemento muy importante de obstrucción al flujo, provocando la socavación en la base del estribo. Se pueden establecer, en principio, las mismas categorías que en el caso de erosión local en pilas, con la salvedad de sustituir las características de la pila por las del estribo, entre las que se pueden citar:

- Forma del frente
- Longitud
- Anchura
- Orientación respecto al flujo
- Ubicación en una zona u otra del cauce

El campo de velocidades del flujo en el entorno de los estribos es muy complejo, y se vuelve todavía más conforme se crea la fosa de socavación en su base (figura 44). La obstrucción que supone la pared del estribo aguas arriba crea un flujo descendente que empieza a erosionar el material al pie del estribo, de manera similar a lo que ocurre en la base de las pilas. Esta erosión empieza a crear la fosa de socavación, y en el interior de la misma se desarrollan los vórtices principales, tridimensionales (similares a los denominados vórtices de herradura en el caso de pilas en puentes) que incrementan la magnitud del problema. Aguas abajo del estribo, se forman una serie de vórtices de estela, que amplían la extensión de la fosa de socavación, pero no producen erosiones mayores que aguas arriba.



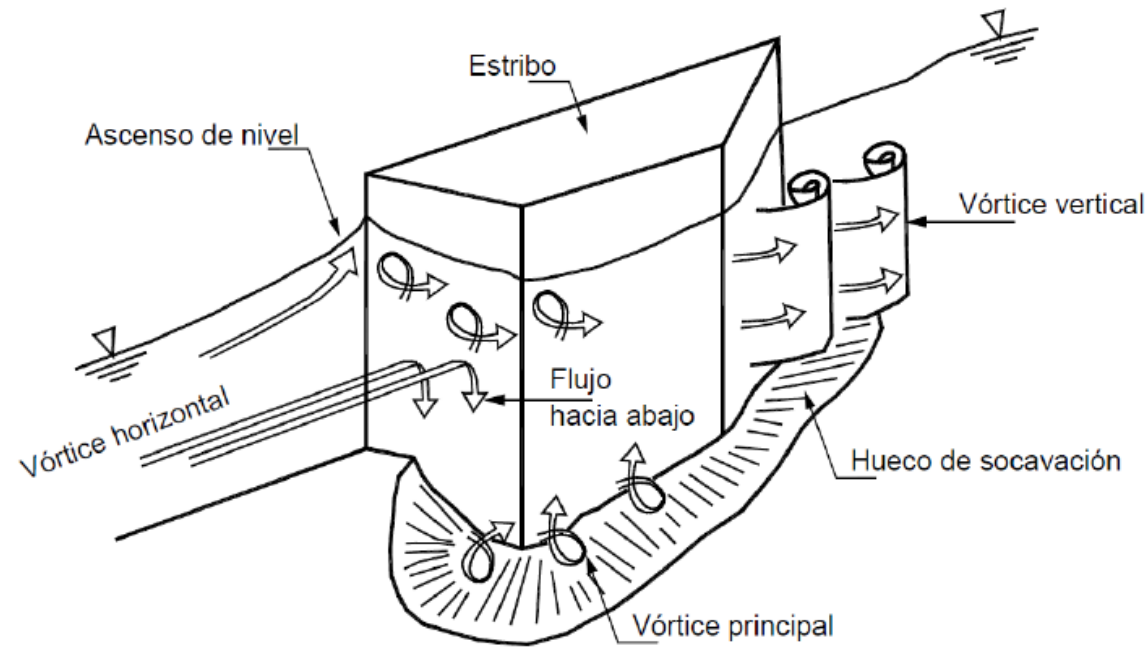


Fig. 44 Sistema de vórtices durante la erosión en un estribo

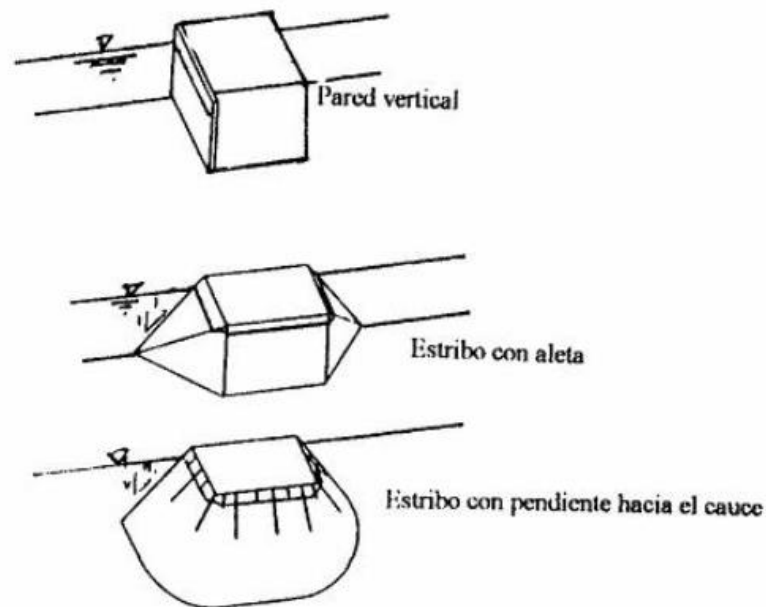


Fig. 45 Tipos de estribos más comunes

#### 4.2. Erosión local en pilas

Para el cálculo de la socavación local en las pilas HEC-RAS, este programa informático cuenta con dos ecuaciones implementadas. La primera de ellas, está desarrollada por la Universidad Estatal de Colorado (CSU) para el cálculo de la socavación local en pilas tanto en agua clara como en lecho móvil. Esta ecuación fue desarrollada con base en el análisis dimensional de los parámetros que afectan a la socavación y el análisis de datos de laboratorio. Este es el método más usado en los Estados Unidos de América. La segunda es una ecuación desarrollada por el Dr. David Froehlich como una alternativa a la ecuación de la Universidad Estatal de Colorado (CSU).

La ecuación del CSU es la siguiente:

$$\frac{y_{se}}{y_o} = 2.0 * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * \left( \frac{b}{y_o} \right)^{0.65} * F_o^{0.43}$$

$$y_{se} \leq 2.4 * b \text{ para } F_o \leq 0.8$$

$$y_{se} \leq 3.0 * b \text{ para } F_o > 0.8$$

(Ec.3)

Donde:

- $y_{se}$ : socavación máxima esperada (m)
- $b$ : ancho de la pila (m)
- $K_1$ : factor de corrección por forma de pila.
- $K_2$ : factor de corrección por ángulo de ataque ( $^\circ$ ).
- $K_3$ : factor de corrección por la forma de lecho
- $K_4$ : factor de corrección por acorazamiento
- $V_o$ : velocidad aguas arriba de la pila. (m/s)
- $y_o$ : calado aguas arriba de la pila
- $F_o$ : número de Froude aguas arriba de la pila

El valor del factor corrector por forma de la pila,  $K_1$ , se puede extraer de la siguiente tabla:

Shape of Pier Nose	$K_1$
(a) Square nose	1.1
(b) Round nose	1.0
(c) Circular cylinder	1.0
(d) Group of cylinders	1.0
(e) Sharp nose (triangular)	0.9

Tabla.14 Factor corrector por forma de la pila (HEC-RAS v4.1 Reference Manual)

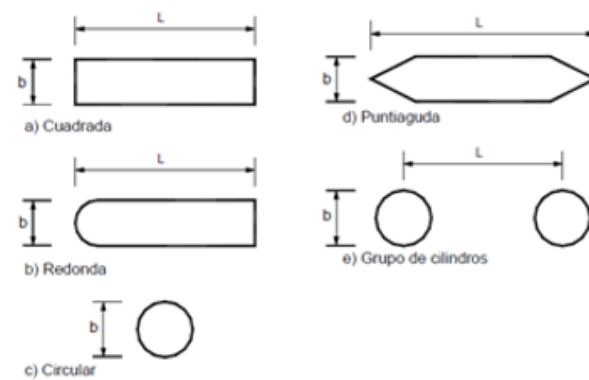


Fig. 46 Formas de la pila

El factor corrector por ángulo de ataque del flujo,  $K_2$ , se calcula automáticamente en el programa según la siguiente ecuación:

$$K_2 = \left( \cos \theta + \frac{L}{\alpha} \sin \theta \right)^{0.65} \quad (\text{Ec.4})$$

Donde:

- L: longitud de la pila en la dirección del flujo, (m)
- $\theta$ : ángulo de ataque del flujo respecto de la pila

El factor corrector por condición del lecho,  $K_3$ , se puede extraer de la siguiente tabla:

Bed Condition	Dune Height H feet	$K_3$
Clear-Water Scour	N/A	1.1
Plane Bed and Antidune Flow	N/A	1.1
Small Dunes	$10 > H \geq 2$	1.1
Medium Dunes	$30 > H \geq 10$	1.1 to 1.2
Large Dunes	$H \geq 30$	1.3

Tabla.15 Factor corrector por condición de lecho, (HEC-RAS v4.1 Reference Manual)

El factor de corrección  $K_4$  representa la capacidad de resistencia a la erosión que se produce naturalmente en el lecho cuyo material tenga un  $D_{50}$  igual o superior que 0.002 m y un  $D_{95}$  igual o superior que 0.020 m. Este coeficiente implica que cuando la velocidad ( $V_1$ ) es menor que la velocidad crítica ( $V_{c90}$ ) correspondiente al  $D_{90}$  del material del lecho, y cuando hay gradación en el material, el valor de  $D_{90}$  es el que limita la profundidad de socavación.

- $D_{50} < 2 \text{ mm}$  o  $D_{95} < 20 \text{ mm} \rightarrow K_4 = 1.0$
- $D_{50} \geq 2 \text{ mm}$  y  $D_{95} \geq 20 \text{ mm} \rightarrow K_4 = 0.4 * (V_R)^{0.15}$
- Mínimo valor que puede adoptar  $K_4 \rightarrow K_{4\min} = 0.4$

$$K_4 = 0.4 * (V_R)^{0.15} \quad (\text{Ec.4})$$

Donde:

- $V_R = \left( \frac{V_0 - V_{icD50}}{V_{cD50} - V_{icD95}} \right)^{0.15} > 0$
- $V_{icDx} = 0.645 \left( \frac{D_x}{b} \right)^{0.053}$
- $V_{cDx} = 0.619 * y_0^{\frac{1}{6}} D_x^{\frac{1}{3}}$





Donde:

- $V_R$  = relación de velocidades (m/s).
- $V_o$  = velocidad de aproximación justo aguas arriba de la pila
- $V_{icDx}$  = velocidad crítica socavación pila para tamaño  $D_x$  (m/s).
- $V_{cDx}$  = velocidad crítica para lecho de tamaño  $D_x$  (m/s).
- $b$  = ancho de la pila (m)

La ecuación de Froehlich es la siguiente:

$$y_s = 0.32\phi(a')^{0.62}y_1^{0.47}Fr_1^{0.22}D_{50}^{-0.09} + a \quad (\text{Ec.5})$$

Donde:

- $\phi$  : factor de corrección de la forma de la nariz de la pila
  - $\phi=1.3$  para nariz cuadrada
  - $\phi=1.0$  para nariz redonda
  - $\phi=0.7$  para nariz triangular
- $a'$  : ancho de la nariz de la pila proyectada respecto a la dirección del flujo (m).

Una vez descritas las ecuaciones que se van a emplear, se calcula la socavación local para las pilas frente a avenida de periodo de retorno 500 años, con ambas ecuaciones, el cálculo se realiza para la condición de máxima velocidad y calado (máx  $y_1$   $V_1$ ), homogeneizando así el resultado para todas las pilas y quedando del lado de la seguridad, ya que realmente si se realizará un análisis local para cada pila la profundidad de socavación real sería menor.

Los resultados con las características de las pilas aparecen en la tabla que aparece a continuación ( tabla 16 ):

Forma de la pila	Cuadrada
a: ancho de la pila (m)	1.5
$y_1$ : calado (m)	12.32
$D_{50}$ (mm)	1.36

$D_{95}$ (mm)	5.87
$V_1$ : Velocidad (m/s)	1.53
$Fr_1$ Froude	0.14
Ángulo de ataque (°)	0
$K_1$ factor de corrección por forma de pila	1.1
$K_2$ : factor de corrección por ángulo de ataque	1
$K_3$ : factor de corrección por la forma de lecho	1.1
$K_4$ : factor de corrección por acorazamiento	1
$y_{se}$ : socavación máxima esperada CSU (m)	3.25
$y_{se}$ : socavación máxima esperada Froehlich (m)	3.54
Promedio (m)	3.4

Tabla. 16 Resultado socavación local en pilas.

Seguidamente se representa la socavación local de las pilas (figura 47).

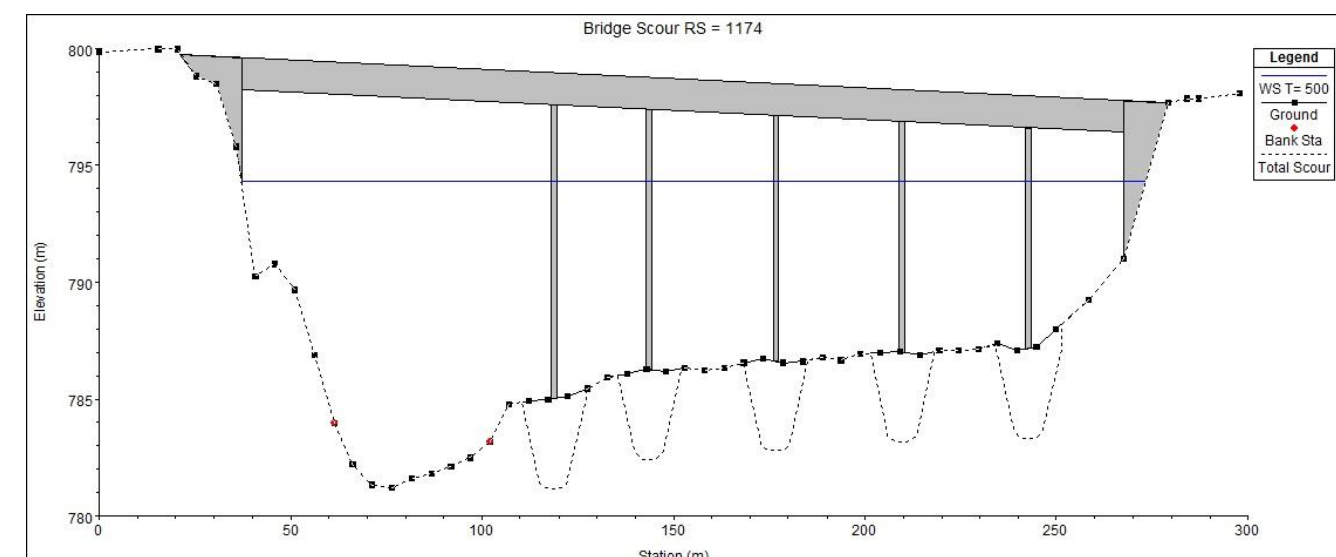


Fig. 47 Representación de la socavación de las pilas. (Fuente: HEC-RAS)

### 4.3. Erosion local en estribos

Para el análisis de socavación localizada en el entorno de los estribos el programa HEC-RAS tiene implementado la ecuación de Hire y la ecuación de Froehlich.

La ecuación de Hire: “*Highways in the River Environment*” de la Federal Highway Administration (FHWA), esta basada en datos experimentales del río Mississippi. Se aplicará cuando la longitud mojada del estribo (L) dividida por la profundidad del flujo más cercano ( $y_1$ ) sea mayor a 25, es decir, tiene validez para  $\frac{L}{y_1} > 25$ .

$$y_s = 4y_1 \left( \frac{K_4}{0.55} \right) K_2 Fr_1^{0.33} \quad (\text{Ec.6})$$

Donde:

- $y_s$  : profundidad de la erosión (m).
- $y_1$  : calado del flujo al pie del estribo en el canal principal o en la llanura de inundación, tomada en la sección inmediata aguas arriba del puente.
- $K_1$  : factor corrector por la forma del estribo. ( tabla 17)
- $K_2$  : factor corrector por el ángulo de ataque ( $\theta$ ). (fig.46)
- $Fr_1$  : número de Froude basado en la velocidad y calado justo aguas arriba del pie del estribo.

Description	K1
Vertical-wall Abutment	1.00
Vertical-wall Abutment with wing walls	0.82
Spill-through Abutment	0.55

Tabla 17 : Factor corrector por la forma del estribo (HEC-RAS v4.1 Reference Manual)

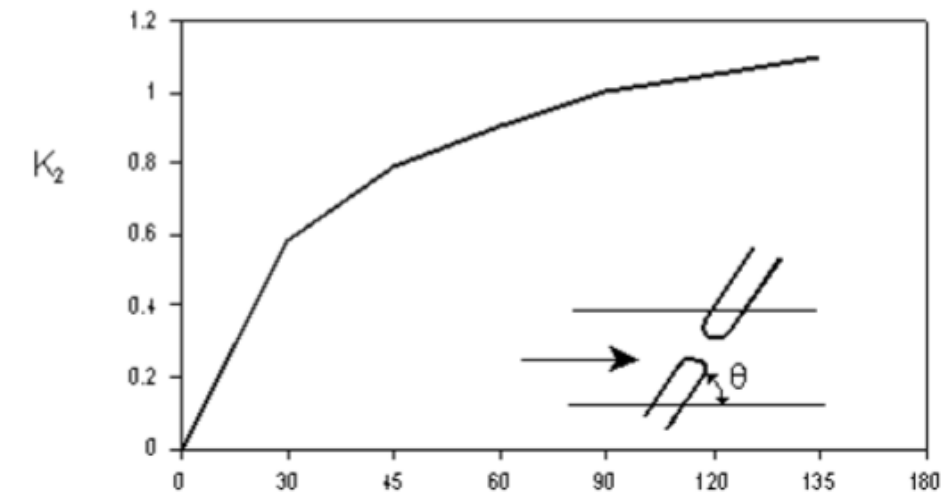


Fig. 48 Factor corrector por el ángulo de ataque ( $\theta$ ). (HEC-RAS v4.1 Reference Manual)

Froehlich analizó 170 lechos en el laboratorio para obtener su ecuación. Se aplicará cuando la longitud mojada del estribo (L) dividida por la profundidad del flujo más cercano ( $y_1$ ) sea menor o igual a 25. Es decir, siempre que  $\frac{L}{y_1} \leq 25$ .

La ecuación es la siguiente:

$$y_s = 2.27 K_1 K_2 (L')^{0.43} y_a^{0.57} Fr^{0.61} + y_a \quad (\text{Ec.7})$$

Donde:

- $y_s$  : profundidad de socavación (m).
- $K_1$  : factor corrector por la forma del estribo. Idéntico al empleado en la ecuación de HIRE (tabla 17).
- $K_2$  : factor corrector por el ángulo de ataque ( $\theta$ ), idéntico al empleado en la ecuación de HIRE (fig. 42).
- $L'$  : longitud del estribo (terraplén) proyectado perpendicular al flujo (m).
- $y_a$  : calado medio del flujo en la llanura de inundación en la sección más próxima(m).
- $Fr$  : número de Froude en la llanura de inundación en la sección más próxima.
  - El número de Froude en la llanura, se puede calcular de la forma:  $Fr = \frac{V_e}{(gy_a^2)}$



- siendo  $V_e$  la velocidad media del caudal en la sección más próxima (m/s). Esta velocidad se calcula como:  $V_e = \frac{Q_e}{A_e}$ 
  - $Q_e$  : caudal obstruido por el estribo en la sección próxima ( $m^3/s$ ).
  - $A_e$  : área de flujo de la sección de aproximación obstruida por el estribo ( $m^2$ ).

El estribo derecho se encuentra en contacto con el agua y por tanto se va a producir una socavación en los alrededores del mismo. Para el cálculo de la socavación en el estribo se empleará la fórmula de Froehlich pues se cumple la condición de  $\frac{L}{y_1} \leq 25$ .

Tras la aplicación de la ecuación de Froehlich se obtienen los siguientes valores de HEC-RAS.

<b><math>K_1</math>: factor corrector por la forma del estribo</b>	<b>0.55</b>
<b><math>K_2</math>: factor corrector por el ángulo de ataque (<math>\theta</math>)</b>	<b>1</b>
<b><math>L'</math>: longitud del estribo (terraplén) proyectado perpendicular al flujo (m).</b>	<b>11.41</b>
<b><math>y_a</math>: calado medio del flujo en la llanura de inundación en la sección más próxima(m)</b>	<b>3.37</b>
<b><math>V_e</math>: velocidad media del caudal en la sección más próxima (m/s)</b>	<b>0.82</b>
<b><math>Q_e</math> caudal obstruido por el estribo en la sección próxima (<math>m^3/s</math>)</b>	<b>250</b>
<b><math>A_e</math> área de flujo de la sección de aproximación obstruida por el estribo (<math>m^2</math>)</b>	<b>305</b>
<b><math>Fr</math>: longitud del estribo (terraplén) proyectado perpendicular al flujo (m)</b>	<b>0.14</b>
<b><math>y_s</math> : profundidad de socavación (m)</b>	<b>5.67</b>

Tabla 18 Resultado de la socavación local en el estribo derecho.

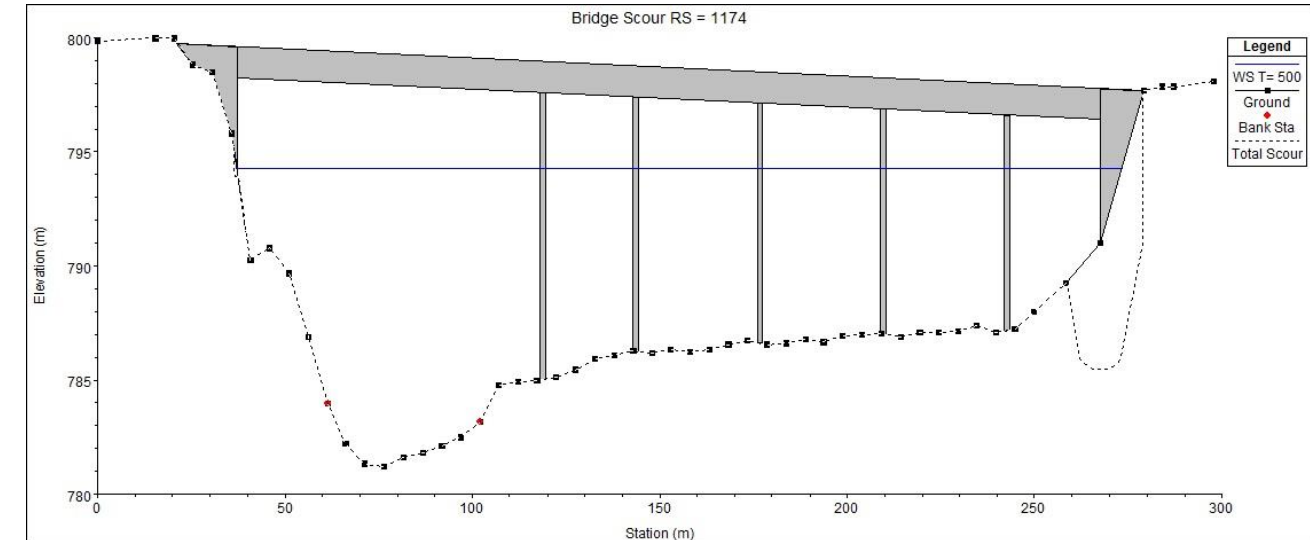


Fig. 49 Representación de la socavación local de las pilas. (Fuente: HEC-RAS)

Resumiendo:

<b>Socavación en las pilas (m)</b>	<b>3.4</b>
<b>Socavación en estribos (m)</b>	<b>5.67</b>

Tabla. 19 Socavación en pilas y estribos.

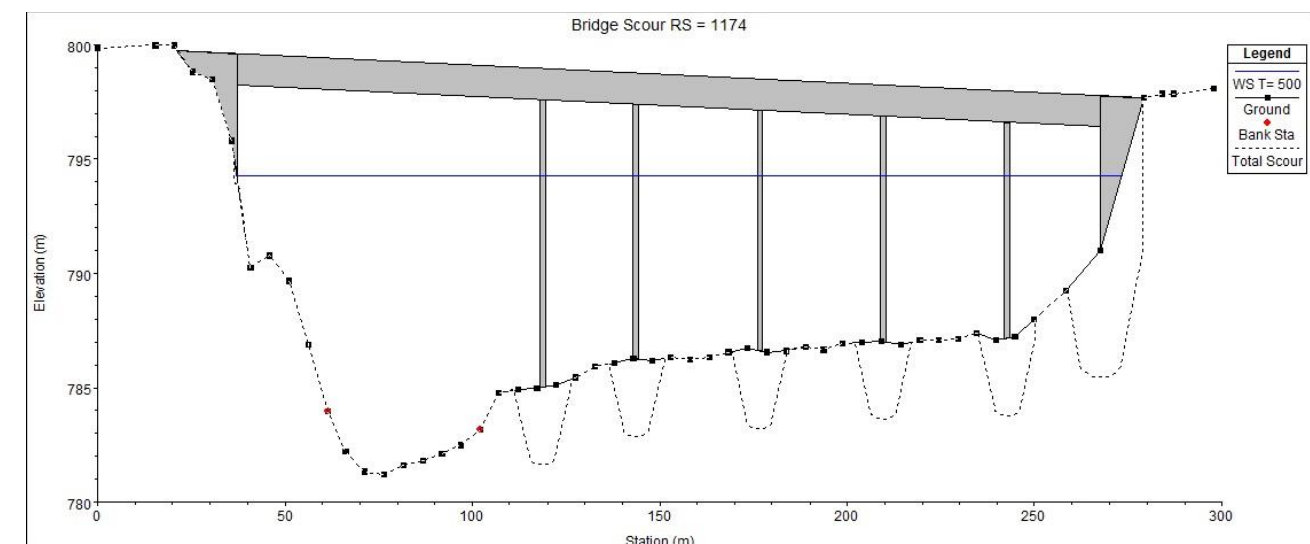


Fig. 50 Representación de la socavación local de las pilas y estribos. (Fuente: HEC-RAS)

## 5. DISEÑO DE LAS ACTUACIONES DE PROTECCIÓN

Como se ha deducido en el anterior apartado “Análisis hidráulico-sedimentológico. Estudio de socavación potencial” es necesario realizar una protección en el tramo de afección a la estructura cuyo diseño se realizará para el caudal pico del periodo de retorno de 500 años.

Esta protección consistirá en 3 tipos de actuaciones:

- Actuación de regularización de la margen derecha.
- Actuación bajo el puente de la alternativa 1, donde será necesario proteger frente a la erosión generalizada y la socavación local de pilas y estribos.
- Actuación en el entorno de influencia inmediata, en la zona de aguas arriba y aguas abajo, envolventes de la actuación anterior. Consiste en crear una zona con una estabilidad y rugosidad suficiente para que se puedan resistir las tensiones tangenciales generadas por el paso del flujo mediante escollera a lo largo de 25 metros aguas arriba y aguas abajo de la estructura.

### 5.1. Regularización de la morfología

La regularización de la morfología consiste en modificar los taludes naturales presentes con un talud 3H: 2V en cada sección, evitando así taludes elevados, homogeneizando la sección y mejorando la capacidad hidráulica de la misma. A demás se dejará completamente horizontal la margen donde se apoyan las pilas con el fin de reducir la erosión desigual que se forma alrededor de estas; además de mejorar la eficacia y colocación de las medidas protectoras y al mismo tiempo facilitar la entrada y utilización de la maquinaria necesaria para su colocación. De la misma manera, se tendrá en cuenta la transición entre las secciones de cauce natural y las secciones modificadas.

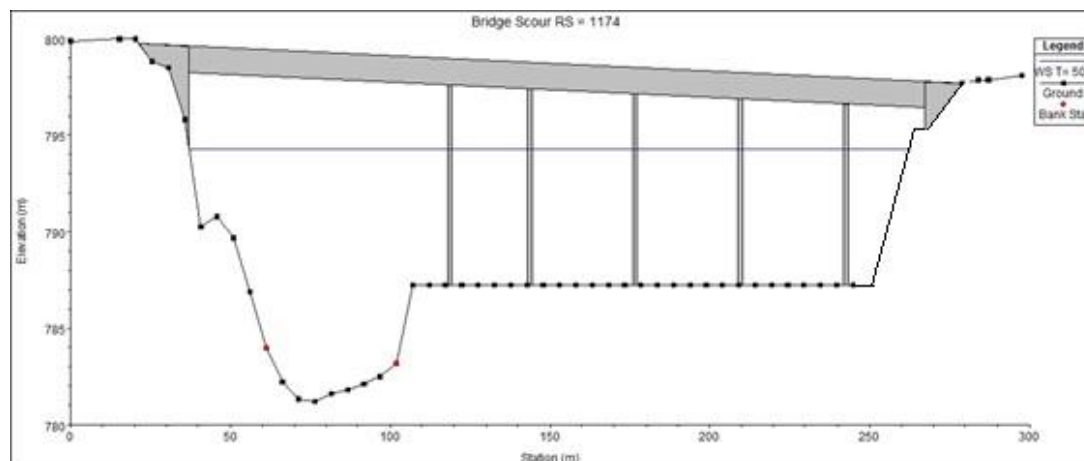


Fig. 51 Regularización de la sección para la alternativa 1 (Fuente: HEC-RAS)

### 5.2. Estabilidad frente a la socavación general

Como medida de protección frente a la erosión o socavación general de la margen se ha escogido, en un principio, como solución realizar un revestimiento de escollera debido a su amplia utilización en este tipo de obras de ingeniería fluvial. La escollera se utiliza como elemento de protección y no como estabilización de la orilla, por lo que los taludes deben ser inicialmente estables, lo cual se ha asegurado previamente al regularizar las secciones. De esta forma, conseguimos además evitar el deterioro de la protección local, alojada alrededor de las pilas.

Para dimensionar esta escollera existen multitud de formulaciones, cuyos resultados difieren notablemente, basadas en consideraciones teóricas y ensayos de laboratorio. En este caso, siguiendo las recomendaciones de J.P. Martín Vide en Ingeniería de ríos, se utiliza la ecuación de Maynard (1993) basada en la experiencia en la utilización de protecciones de escollera en Estados Unidos. La expresión para el tamaño  $D_{30}$  es la siguiente:

$$\frac{D_{30}}{y} = 0.36 \left[ \left( \frac{\gamma}{\gamma_s - \gamma} \right)^{0.5} \cdot \frac{v_0}{\sqrt{g \cdot y}} \right]^{2.5}$$

(Ec.8)

Donde:

- $D_{30}$ : Diámetro representativo del 30 % del escollero (m).
- $y$ : Calado del agua sobre el elemento (m).
- $\gamma$ : Peso específico del agua  $1 \text{ Tn/m}^3$ .
- $\gamma_s$ : Peso específico de la escollera  $2.65 \text{ Tn/m}^3$ .
- $v_0$ : Velocidad media en la vertical del elemento (m/s).
- $g$ : Aceleración de la gravedad  $9,81 \text{ m/s}^2$ .

Obteniendo los siguientes resultados:

Alternativa 1 Protección general	
<b>y: Calado del agua sobre el elemento (m).</b>	12.32
<b><math>\gamma</math>: Peso específico del agua <math>1 \text{ Tn/m}^3</math>.</b>	1
<b><math>\gamma_s</math>: Peso específico de la escollera <math>2.65 \text{ Tn/m}^3</math>.</b>	2.65





<b>v<sub>0</sub>: Velocidad media en la vertical del elemento (m/s)</b>	1.53
<b>g: Aceleración de la gravedad 9,81 m/s<sup>2</sup>.</b>	9.81
<b>D<sub>30</sub>: Diámetro representativo del 30 % del escollerado (m)</b>	0.02

Tabla. 20 Obtención del D<sub>30</sub> a partir de la fórmula de Maynard (1993)

Se ha obtenido la distribución de los tamaños de los diámetros de la escollera a partir del D<sub>30</sub> resultado mediante la ecuación (Ec.8). Para obtener el D<sub>50</sub> se emplea la curva granulométrica de Stevens para el dimensionamiento de escolleras, propuesta por el Departamento de Transportes de los Estados Unidos (U.S. Department Of Transportation) en 1988 y que relaciona todos los diámetros de la curva con el D<sub>50</sub>, proponiendo a su vez un diámetro medio de la misma (tabla 21).

Dónde:

- $D_x = D_x (D_{50})$
- $D_m = 1.25 D_{50}$

% Pasa	T <sub>amiz</sub> / D <sub>50</sub>
0	0.25
10	0.35
20	0.5
30	0.65
40	0.8
50	1
60	1.2
70	1.4
80	1.6
90	1.8
100	2

Tabla. 21 Curva granulométrica de Stevens (FHWA, 1988)

Aplicando los valores anteriores se obtiene como resultado la siguiente granulometría para la escollera:

% Pasa	T <sub>amiz</sub> / D <sub>50</sub>
0	0.007
10	0.009
20	0.013
30	0.017
40	0.021
50	0.026
60	0.032
70	0.037
80	0.042
90	0.047
100	0.053

Tabla. 22 Curva granulométrica de la escollera aplicando Stevens



Cuya representación es la siguiente:

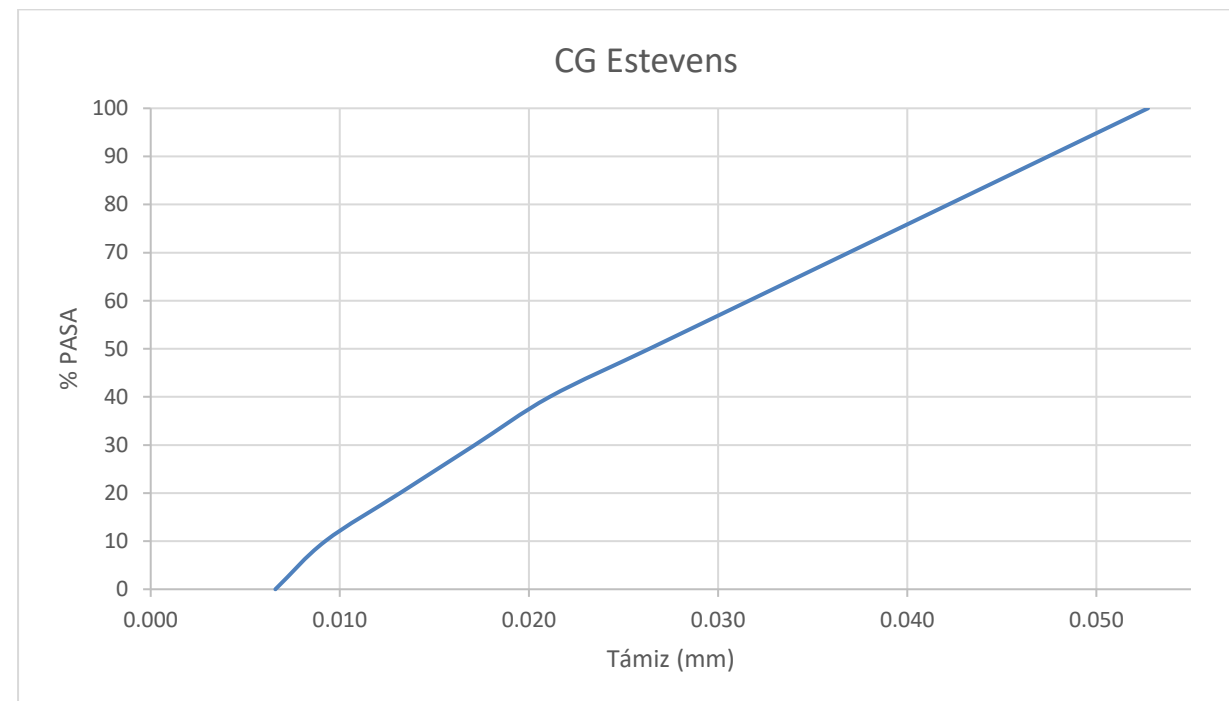


Fig. 52 Representación curva granulométrica de Stevens

Algunas recomendaciones de espesores mínimos deben cumplir:

Espesores mínimos de escollera recomendados	
<b>e= 2*D<sub>50</sub> (m)</b>	0.05
<b>e= 1.1 a 1.2 D<sub>100</sub> (m)</b>	0.058 a 0.063
<b>e &gt;1.8 a 2 D<sub>50</sub> (m)</b>	0.05 a 0.053
<b>e &gt;= 30 cm</b>	0.3
<b>Espesor seleccionado 1 capa de D<sub>50</sub> (m)</b>	<b>0.3</b>

Tabla 23 Espesores mínimos de escollera recomendados

### 5.3. Estabilidad frente a la socavación localizada en las pilas

La medida de protección frente a la erosión local más generalizada es la utilización de los mantos de escollera alrededor de la pila. Es una medida económica, eficaz y relativamente independiente del proyecto del puente en cuestión.

De las formulaciones presentadas en el libro Bridge Scour de Bruce W. Melville y Stephen E. Coleman (2000) se utilizará para la protección de pilas de puente mediante escollera la fórmula desarrollada por Lauchlan (1999) (Ec.9), por ser una de las más utilizadas en la actualidad y recomendada por la literatura técnica:

$$\frac{D_{50}}{y} = 0.3 \left[ 1 - \frac{Z_{sg}}{y} \right]^{2.5} \cdot F_r^{1.2}$$

(Ec.9)

Donde:

- D<sub>50</sub>: Diámetro representativo del 50 % del escollero (m).
- y: Calado del agua sobre el elemento (m).
- FS: Factor de seguridad. El valor mínimo recomendado es 1.1
- Z<sub>sg</sub>: Profundidad de colocación del escollero respecto de la cota del lecho original (m).
- Fr: Número de Froude en la sección inmediatamente aguas arriba de la pila.

Aplicando así esta ecuación (Ec. 9) se obtiene el D<sub>50</sub> de la escollera para la protección frente a la socavación local de las pilas. Se ha considerado que el escollero se coloca al mismo nivel que el lecho original, luego Z<sub>sg</sub> es nulo. En cuanto al factor de seguridad, se ha tomado un valor de 1.5, habitual en estos casos.

Alternativa 1 Protección local Pilas	
<b>y: Calado del agua sobre el elemento (m).</b>	12.32
<b>FS: Factor de seguridad. El valor mínimo recomendado es 1.1</b>	1.5
<b>Z<sub>sg</sub>: Profundidad de colocación del escollero respecto de la cota del lecho original (m)</b>	0.00
<b>Número de Froude en la sección inmediatamente aguas arriba de la pila</b>	0.14
<b>D<sub>50</sub>: Diámetro representativo del 50 % del escollero (m).</b>	0.52

Tabla 24 Obtención del D<sub>50</sub> a partir de la fórmula de Lauchlan (1999)



% Pasa	$T_{\text{amiz}}/D_{50}$
0	0.13
10	0.18
20	0.26
30	0.34
40	0.42
50	0.52
60	0.63
70	0.73
80	0.84
90	0.94
100	1.05

Tabla. 25 Curva granulométrica de la escollera aplicando Stevens

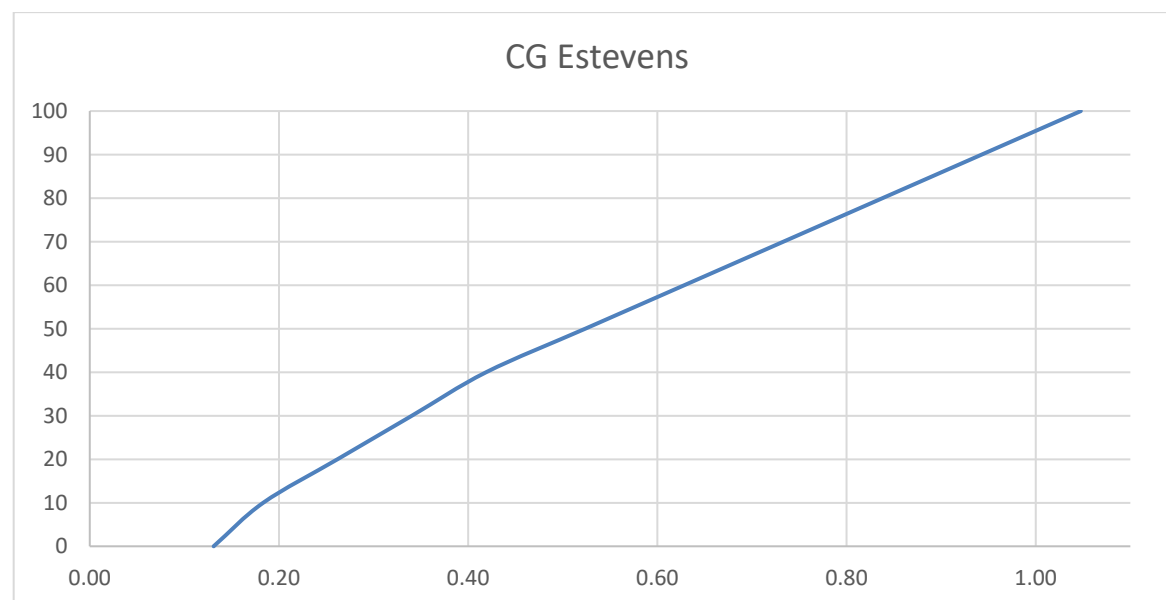


Fig. 53 Representación curva granulométrica de Stevens

Espesores mínimos de escollera recomendados	
$e = 2 \cdot D_{50} \text{ (m)}$	1.05
$e = 1.1 \text{ a } 1.2 D_{100} \text{ (m)}$	0.58 a 0.63
$e > 1.8 \text{ a } 2 D_{50} \text{ (m)}$	0.94 a 1.05
$e \geq 30 \text{ cm}$	0.3
<b>Espesor seleccionado 2 capas de <math>D_{50}</math> (m)</b>	1.05

Tabla 26 Espesores mínimos de escollera recomendados

En caso que las pilas se encuentren esviadas respecto al flujo, se dispondrá que la franja de protección local tenga una anchura de  $2.5D_{50}$  además de un sobreancho de  $2.5D_{50}$  en la cara de aguas abajo y un sobreancho entre  $2.5-3D_{50}$  en el lateral "a sotavento". En el presente estudio, el flujo incide perpendicularmente a las pilas (sin esviaje), se adopta como anchura de la aureola de protección la socavación potencial de la pila ( $y_{se}$ ) o 2.5 veces el  $D_{50}$  de la protección local.

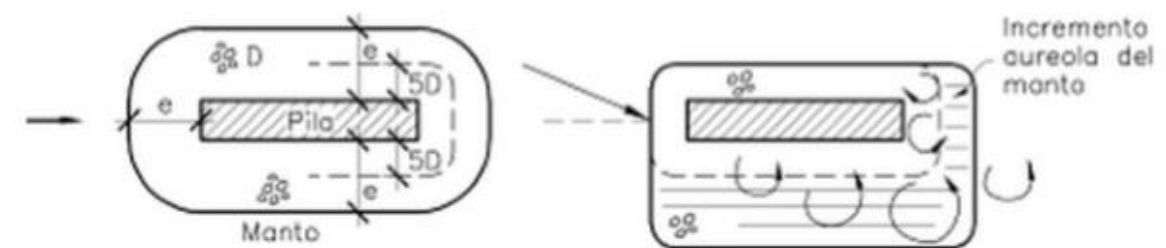


Fig. 54 Posición y dimensiones de un manto de escollera alrededor de una pila de puente, caso general (izquierda) y pila delgada con corriente oblicua (J.P. Martín Vide, Ingeniería de ríos)

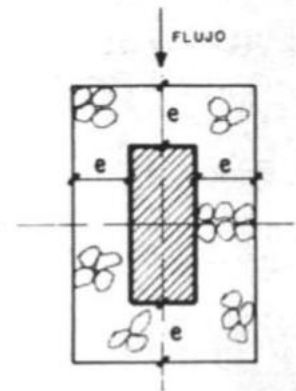


Fig. 55 Posición y dimensión de un manto de escollera cuando el flujo incide perpendicularmente

#### 5.4. Estabilidad frente a la socavación localizada en los estribos

De la misma manera que en las pilas, se empleará un manto de escollera para la protección del estribo, aplicando nuevamente la fórmula desarrollada por Lauchlan (1999) (Ec.9), por ser una de las más utilizadas en la actualidad y recomendada por la literatura técnica):

$$\frac{D_{50}}{y} = 0.3 \left[ 1 - \frac{Z_{sg}}{y} \right]^{2.5} \cdot F_r^{1.2} \quad (\text{Ec.10})$$

Donde:

- $D_{50}$ : Diámetro representativo del 50 % del escollero (m).
- $y$ : Calado del agua sobre el elemento (m).
- $FS$ : Factor de seguridad. El valor mínimo recomendado es 1.1
- $Z_{sg}$ : Profundidad de colocación del escollero respecto de la cota del lecho original (m).
- $Fr$ : Número de Froude en la sección inmediatamente aguas arriba de la pila.

Alternativa 1 Protección local Estibo	
<b>y: Calado del agua sobre el elemento (m).</b>	3.36
<b>FS: Factor de seguridad. El valor mínimo recomendado es 1.1</b>	1.5
<b><math>Z_{sg}</math>: Profundidad de colocación del escollero respecto de la cota del lecho original (m)</b>	0.00
<b>Número de Froude en la sección inmediatamente aguas arriba de la pila</b>	0.12
<b><math>D_{50}</math>: Diámetro representativo del 50 % del escollero (m).</b>	0.12

Tabla 27 Obtención del  $D_{50}$  a partir de la fórmula de Lauchlan (1999)

% Pasa	$T_{amiz}/ D_{50}$
0	0.03
10	0.04
20	0.06
30	0.08
40	0.09
50	0.12
60	0.14
70	0.17
80	0.19
90	0.21
100	0.24

Tabla 28 Curva granulométrica de la escollera aplicando Stevens



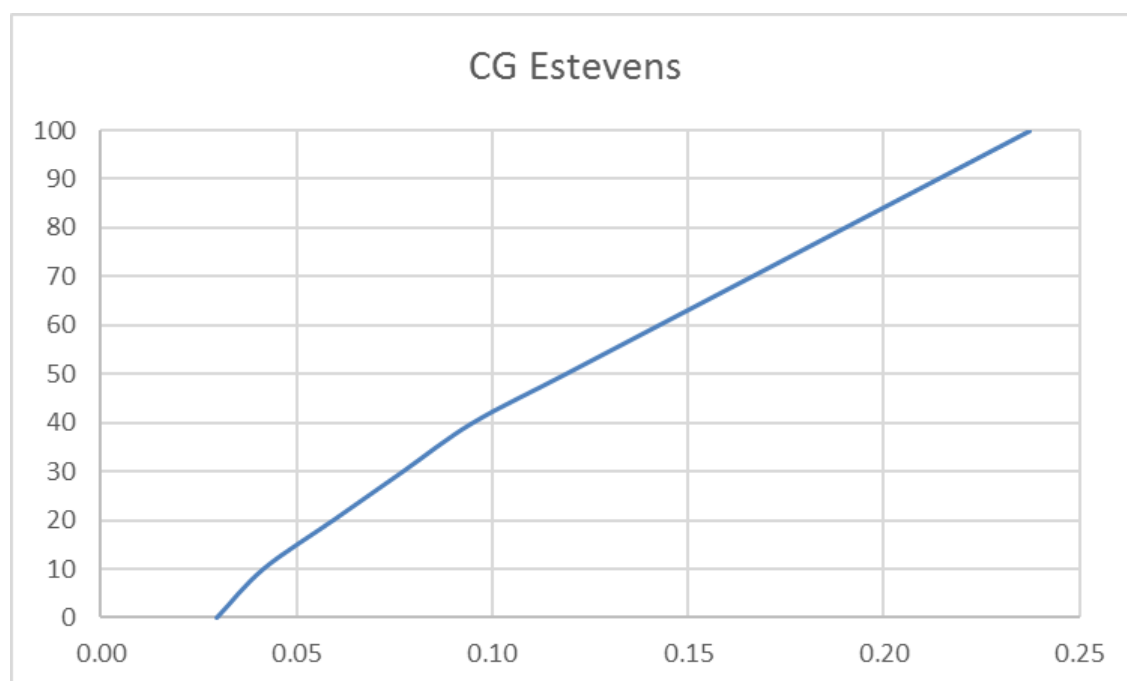


Fig.56 Representación curva granulométrica de Stevens

Espesores mínimos de escollera recomendados	
$e = 2 \cdot D_{50} \text{ (m)}$	0.24
$e = 1.1 \text{ a } 1.2 D_{100} \text{ (m)}$	0.13 a 0.14
$e > 1.8 \text{ a } 2 D_{50} \text{ (m)}$	0.21 a 0.24
$e \geq 30 \text{ cm}$	0.3
<b>Espesor seleccionado 2 capas de <math>D_{50}</math> (m)</b>	<b>0.6</b>

Tabla 29 Espesores mínimos de escollera recomendados

### Estribos en cauce mayor

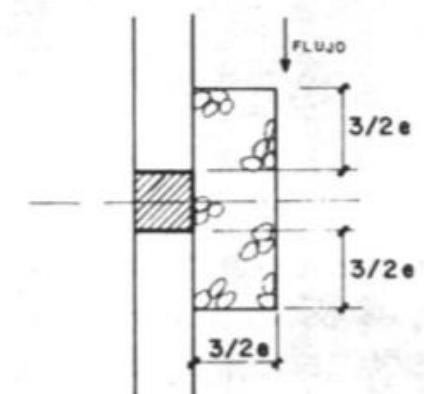


Fig. 57 Posición y dimensiones de un manto de escollera alrededor de un estribo vertical situado en el cauce mayor.

### 5.5. Caracterización de las actuaciones

Las zonas con escollera suponen un gran cambio de rigidez con las gravas existentes en el lecho del cauce, lo que favorece la aparición de turbulencias. Con el fin de evitar socavaciones en las zonas de transición se debe aumentar el espesor de la zona escollorada en los límites de las mismas, dichas actuaciones se conocen como rastrillos de cabecera y fin.

Para el diseño de los rastrillos no existe una metodología particular, por eso se recurre a las siguientes recomendaciones basadas en la experiencia:

- El espesor del rastrillo debe ser del orden de tres veces el diámetro medio de la escollera.
- Las pendientes inicial y final del rastrillo rondarán los  $45^\circ$ .

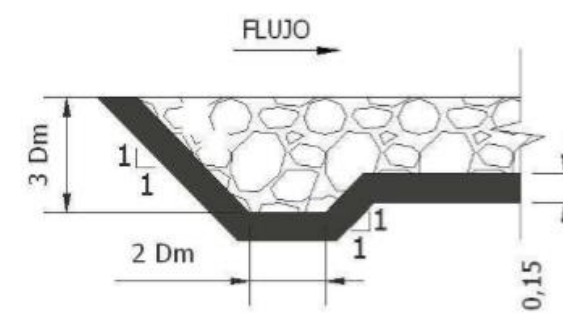


Fig. 58 Detalle del rastrillo de transición escollera–material del cauce, aguas arriba. Cotas en metros (Fuente: Ingeniería de ríos de Juan P. Martín Vide)

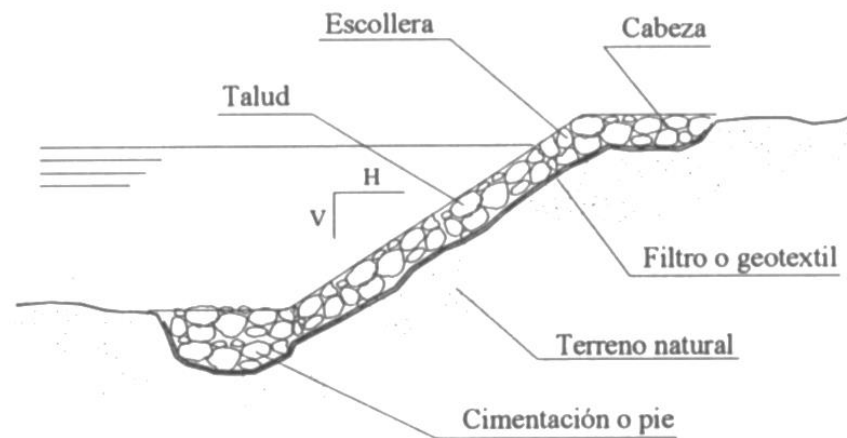


Fig. 59 Esquema de protección de márgenes con escollera

Las protecciones realizadas mediante escollera necesitan un filtro para impedir la migración y pérdida del material del substrato bajo la acción hidrodinámica. Este filtro puede ser natural o un geotextil, escogiendo finalmente el de tipo natural.

Para la definición granulométrica del filtro se siguen las recomendaciones dadas por la U.S. Federal Highway Administration (FHWA) en “Highways in the river environment” (2001), Siendo el diámetro del material fino el del terreno y el diámetro del grueso el de la escollera que son las siguientes:

- $\frac{D_{15}(\text{material grueso})}{d_{85}(\text{material fino})} < 5 \rightarrow \text{Criterio de arrastre}$
- $5 < \frac{D_{15}(\text{material grueso})}{d_{15}(\text{material fino})} < 40 \rightarrow \text{Criterio de permeabilidad}$
- $\frac{D_{50}(\text{material grueso})}{d_{50}(\text{material fino})} < 40 \rightarrow \text{Estabilidad}$

Las desigualdades anteriores deben cumplirse tanto entre el material del filtro y la escollera, como entre el filtro y el material natural de la margen.

Material	D <sub>15</sub> (mm)	D <sub>50</sub> (mm)	D <sub>85</sub> (mm)
<b>Escollera</b>	220	520	890
<b>Margen</b>	< 0.08	1.36	5

Tabla 30 Características granulométricas de la escollera de protección y el material de la margen.

En cuanto al espesor de la capa de filtro, se recomienda que este sea de al menos 1.5 veces mayor que el diámetro medio del material que constituye el propio filtro, y mayor en todo caso de 15 cm:

- $e > 1.5D_{50}$
- $e > 15 \text{ cm}$

Teniendo en cuenta las características de los materiales recogidas en la Tabla 30, se obtiene que en nuestro caso no cumple ninguna de las condiciones anteriores por lo que se dispondrá de un filtro granular traído de cantera de 15 cm de espesor.

Por lo tanto, las protecciones a la socavación producida por el caudal de diseño de 500 años de periodo de retorno, son:

- Regularización de la morfología del cauce.
- Colocación de protección general de la margen derecha, de diámetro  $D_{50}=0.3 \text{ m}$ , entorno a la estructura, tanto aguas arriba como aguas abajo, en una extensión total de 50 metros.
- Colocación de protección local de  $D_{50}=1.05 \text{ m}$  en dos capas de 0.52 m alrededor de las pilas del puente.
- Colocación de protección local de  $D_{50}=0.60 \text{ m}$  en dos capas de 0.30 m alrededor en el estribo derecho del puente.
- Se realizará una única capa de material granular de filtro de un espesor de 15 cm.





6. ESTIMACIÓN ECÓNOMICA

A continuación, se estima un presupuesto aproximado de las actuaciones de protección propuestas en el apartado 5. “Diseño de las actuaciones de protección” del presente anejo. Los precios de ejecución material, a los cuales cada empresa añadirá los gastos generales y beneficio industrial que considere, se obtienen de la base de datos del PREOC 2015 (Precios de Edificación y Obra Civil en España).

6.1. Unidades de obra

UO1 m²

Despeje y desbroce del terreno hasta una profundidad de 0.20 m por medios mecánicos, con corte y retirada de arbustos, arrancando las raíces y destocoado en caso necesario, incluso la carga y transporte de la tierra vegetal a las zonas de acopio y carga de productos y transporte a vertedero.

UO2 m³

Excavación a cielo abierto, en tierras, con medios mecánicos, incluso compactación del fondo de la excavación, carga, transporte de tierras procedentes de la excavación a vertedero y/o acopio en obra.

UO3 m3

Relleno, extendido y compactado de tierras, por medios mecánicos, en tongadas de 15 cm de espesor, incluso aporte de las mismas.

UO4 m³

Relleno con material granular para filtro, con tamaño medio de 0.04 m, incluso transporte, extendido y compactación.

UO5 m³

Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio 0.52 m en y peso específico 2.65 Tn/m³ para protección local en pilas, completamente terminada, incluso adquisición, carga, transporte, vertido y colocación en dos capas.

UO6 m³

Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio 0.30 m y peso específico 2.65 Tn/m³ para protección de márgenes, completamente terminada, incluso adquisición, carga, transporte, vertido y colocación en una capa.

UO7 m³

Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio 0.30 m y peso específico 2.65 Tn/m³ para protección local de estribos, completamente terminada, incluso adquisición, carga, transporte, vertido y colocación en dos capas.

6.2. Mediciones

En la tabla 31 se recogen los valores de las mediciones totales para cada una de las unidades de obra definidas anteriormente, teniendo en cuenta su aplicación en la ejecución de las medidas de protección.

UO	Medición
UO1 m²	675
UO2 m³	1278
UO3 m³	2006.5
UO4 m³	1141
UO5 m³	1062
UO6 m³	1961.3
UO7 m³	491.5

Tabla 31 Mediciones

6.3. Estimación del presupuesto de ejecución material (PEM)

En la tabla 32 se presenta una estimación del presupuesto de ejecución material (P.E.M.) de las obras de protección propuestas, que asciende a un total de CIENTO CUARENTA Y CUATRO MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y SIETE CON SIETE CÉNTIMOS (144987.07€).



Código	UD	Descripción	Medición	Precio	Total (€)
UO 1	m <sup>2</sup>	Despeje y desbroce del terreno hasta una profundidad de 0.20 m por medios mecánicos, con corte y retirada de arbustos, arrancando las raíces y destocoado en caso necesario, incluso la carga y transporte de la tierra vegetal a las zonas de acopio y carga de productos y transporte a vertedero.	675	0.7	472.5
UO 2	m <sup>3</sup>	Excavación a cielo abierto, en tierras, con medios mecánicos, incluso compactación del fondo de la excavación, carga, transporte de tierras procedentes de la excavación a vertedero y/o acopio en obra.	1278	5.81	7425.18
UO 3	m <sup>3</sup>	Relleno con material procedente de la excavación, extendido y compactado de tierras, por medios mecánicos, en tongadas de 15 cm de espesor, incluso aporte de las mismas.	2006.5	6.6	13242.9
UO 4	m <sup>3</sup>	Relleno con material granular para filtro, con tamaño medio de 0.04 m, incluso transporte, extendido y compactación.	1141	4.21	4803.61
UO 5	m <sup>2</sup>	Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio 0.52 m en y peso específico 2.65 Tn/m <sup>3</sup> para protección local en pilas, completamente terminada, incluso adquisición, carga, transporte, vertido y colocación en dos capas	1062	36.8	39081.6
UO 6	m <sup>3</sup>	Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio 0.30 m y peso específico 2.65 Tn/m <sup>3</sup> para protección de márgenes, completamente terminada, incluso adquisición, carga, transporte, vertido y colocación en una capa.	1961.3	32.6	63938.38
UO 7	m <sup>3</sup>	Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio 0.30 m y peso específico 2.65 Tn/m <sup>3</sup> para protección local de estribos, completamente terminada, incluso adquisición, carga, transporte, vertido y colocación en dos capas.	491.5	32.6	16022.9
Total (€)			144987.07		

Tabla 32 Estimación del presupuesto de ejecución material (PEM)

## 7. CONCLUSIONES

A lo largo del presente anejo se ha analizado la interacción entre las estructuras diseñadas tanto para la alternativa 1 como la 2 con el cauce del Río Mijares para la situación de avenida. Se han considerado, la de 100 años de periodo de retorno para evaluar la capacidad hidráulica de los puentes, y la de 500 años de periodo de retorno para la comprobación de sus cimentaciones frente a la socavación de pilas y estribos. Para ello, se ha realizado un modelo hidráulico con el programa informático HEC-RAS, y con la ayuda de otros programas adicionales que han servido para crear la morfología del cauce.

A partir de la visita de campo y observando las características del cauce del Mijares en el área de estudio, en un primer momento se pensaba que para ambas alternativas la lámina de agua no alcanzaría ni tan siquiera la primera pila del puente de la alternativa 1; y en la alternativa 2, por su localización, no habría socavación y, por tanto, aún menos el diseño de medidas para proteger el puente.

Pero una vez la compañera que realizaba el cálculo hidrológico obtuvo los valores de los caudales, se comprobó el funcionamiento hidráulico de nuestro modelo, y para sorpresa la lámina de agua alcanzaba calados de entre 8 y 10 m de altura para las avenidas de T=100 T=500 años respectivamente.

El siguiente paso consiste en calcular la socavación en las pilas y estribos para la avenida de 500 años, y diseñar las medidas protectoras correspondientes, para ello HEC-RAS cuenta con ecuaciones implementadas, para el cálculo de la socavación local en pilas el método del (CSU) y la ecuación de Froehlich como alternativa, cómo el resultado era bastante similar se ha realizado el promedio de ambas. Para el cálculo de la socavación local en el estribo HEC-RAS cuenta con otras dos ecuaciones, la de Hire y Froehlich, en este caso se ha decidido emplear la de Froehlich porque  $\frac{L}{y_1} \leq 25$ , y obteniendo cómo resultado:

- Erosión localizada en las pilas → yse = 3.40 m
- Erosión localizada en el estribo derecho → 5.67 m

Las medidas de protección consisten en primer lugar realizar una regulación de la margen con taludes 3H: 2V evitando así taludes elevados, homogeneizando la sección y mejorando la capacidad hidráulica de la misma. A demás, se dejará completamente horizontal la margen donde se apoyan las pilas con el fin de reducir la erosión desigual que se forma alrededor estas.

En segundo lugar, se dispondrán de las protecciones locales y generales en las zonas de las pilas y estribos. Para las pilas se dispondrá como protección local dos capas de D<sub>50</sub>=0.52 m, mientras que para el estribo se colocarán dos capas de escollera de D<sub>50</sub> = 0.30 m. Cómo medida de protección general en el entorno de influencia inmediatamente aguas arriba y



aguas abajo, se colocará una capa de  $D_{50}=0.3$  m a lo largo de 25 metros creando una zona con una estabilidad y rugosidad suficientes para que se puedan resistir las tensiones tangenciales generadas por el paso del flujo.

Como conclusión, se puede destacar que una vez analizadas las medidas de protección, su definición, dimensionamiento y caracterización, se ha conseguido garantizar la estabilidad del cauce y las márgenes frente a la erosión general y a la socavación local en el entorno de las pilas y estribos y, por tanto, cabe destacar que las medidas de protección propuestas en este anejo son una solución técnica, económica y ambientalmente viable.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Hidráulica de Canales Abiertos, Ven Te Chow (1959). Ed. McGraw-Hill. Santafé de Bogotá, Colombia. Abril de 1994.
- Guide for Selecting Manning's Roughness Coefficients for Natural Channels and Flood Plains. United States Geological Survey Water-supply Paper 2339.
- Bridge Scour by Bruce W. Melville and Stephen E. Coleman. Water Resources Publications, LLC. ISBN: 1-887 201-18-1
- Norma 5.2 – IC Drenaje Superficial de la Instrucción de Carreteras. Ministerio de Fomento. Madrid, BOE 10 de marzo de 2016.
- HEC-RAS 4.1 Hydraulic Reference Manual, U.S. Army Corps of Engineers. Hydrologic Engineering Center. Davis, CA, U.S.A. January 2010.
- Ingeniería de ríos, Juan P. Martín Vide (2002). Edicions UPC, 2ª Edición. Barcelona, diciembre de 2006.

Valencia 8 de junio de 2017

Fdo: Adrián Martínez Biosca





**APÉNDICE I: CÁLCULOS DE LA SITUACIÓN ACTUAL. RÍO MIJARES**

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch EI	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # XS	Shear Total
				(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m)		(N/m <sup>2</sup> )
Mora	Tramo 2	643.5599 27	T= 500	190.2	796.49	799.75	799.4	800.24	0.010527	3.41	66.03	36.02	0.73	183.09
Mora	Tramo 2	643.5599 27	T = 100	106.6	796.49	799.09	798.86	799.46	0.011336	2.89	43.04	33.42	0.76	139.63
Mora	Tramo 2	621.9164 28	T= 500	190.2	795.89	799.35	799.15	799.98	0.012447	4.06	60.99	33.77	0.84	213.44
Mora	Tramo 2	621.9164 28	T = 100	106.6	795.89	798.56	798.55	799.15	0.016265	3.76	35.86	29.15	0.98	191.35
Mora	Tramo 2	602.1734 29	T= 500	190.2	795.52	798.84	798.84	799.69	0.017174	4.63	52.45	30.22	0.99	283.67
Mora	Tramo 2	602.1734 29	T = 100	106.6	795.52	798.2	798.2	798.84	0.016937	3.86	34.24	26.61	1	208.19
Mora	Tramo 2	581.86*	T= 500	190.2	795.43	798.05	798.28	799.26	0.027809	5.14	42.38	26.35	1.23	428.25
Mora	Tramo 2	581.86*	T = 100	106.6	795.43	797.32	797.55	798.34	0.038004	4.61	25.07	21.12	1.31	433.56
Mora	Tramo 2	561.5467 30	T= 500	190.2	795.33	797.41	797.7	798.66	0.036209	5.14	40.41	27.43	1.3	513.09
Mora	Tramo 2	561.5467 30	T = 100	106.6	795.33	797.23	797.06	797.73	0.016337	3.23	35.73	26.43	0.86	212.75
Mora	Tramo 2	540.729*	T= 500	190.2	794.83	797.65	797.29	798.21	0.012246	3.63	60.89	31.16	0.76	225.95
Mora	Tramo 2	540.729*	T = 100	106.6	794.83	796.78	796.74	797.33	0.020807	3.53	34.86	28.64	0.94	243.09
Mora	Tramo 2	519.9122 31	T= 500	190.2	794.32	797.68		797.97	0.005305	2.67	81.96	31.79	0.48	123.79
Mora	Tramo 2	519.9122 31	T = 100	106.6	794.32	796.82		797.02	0.005565	2.17	55.48	29.87	0.46	95.16
Mora	Tramo 2	508.5250 32	T= 500	190.2	794.18	796.84	796.84	797.8	0.021733	4.77	47.28	25.95	1.02	373.01



<b>Mora</b>	Tramo 2	508.5250 32	T = 100	106.6	794.18	796.15	796.15	796.85	0.024339	4.01	30.48	22.46	1.02	312.92
<b>Mora</b>	Tramo 2	496.2939 33	T= 500	190.2	793.22	796.73	796.09	797.22	0.008151	3.6	67.83	30.83	0.67	170.29
<b>Mora</b>	Tramo 2	496.2939 33	T = 100	106.6	793.22	795.95	795.39	796.29	0.007741	2.93	45.4	26.6	0.63	126.16
<b>Mora</b>	Tramo 2	483.078*	T= 500	190.2	792.75	796.37		797.06	0.011908	4.29	58.6	29.68	0.84	222.9
<b>Mora</b>	Tramo 2	483.078*	T = 100	106.6	792.75	795.64		796.15	0.011515	3.55	38.25	25.15	0.82	166.68
<b>Mora</b>	Tramo 2	469.8639 34	T= 500	190.2	792.28	796.26		796.89	0.010763	4.21	61.5	29.87	0.78	207.12
<b>Mora</b>	Tramo 2	469.8639 34	T = 100	106.6	792.28	795.28	795.28	795.94	0.015813	4.08	34.42	25.32	0.99	202.35
<b>Mora</b>	Tramo 2	449.819*	T= 500	190.2	792.33	796.12		796.68	0.008459	3.72	63.2	27.4	0.7	182.45
<b>Mora</b>	Tramo 2	449.819*	T = 100	106.6	792.33	794.63	794.76	795.53	0.02637	4.45	27.48	20.4	1.16	337.49
<b>Mora</b>	Tramo 2	429.7751 35	T= 500	190.2	792.37	796.11		796.5	0.005291	2.99	74.14	27.43	0.53	131.89
<b>Mora</b>	Tramo 2	429.7751 35	T = 100	106.6	792.37	794.3	794.39	795.08	0.026982	4.08	28.9	22.58	1.1	330.97
<b>Mora</b>	Tramo 2	413.3653 36	T= 500	190.2	792.17	796.15		796.4	0.003155	2.46	93.13	32.85	0.42	83.42
<b>Mora</b>	Tramo 2	413.3653 36	T = 100	106.6	792.17	794.29	794.04	794.75	0.013504	3.21	37.93	26.17	0.8	187.55
<b>Mora</b>	Tramo 2	394.3993 37	T= 500	190.2	791.11	796.2		796.33	0.001514	1.96	133.3	47.11	0.31	40.56
<b>Mora</b>	Tramo 2	394.3993 37	T = 100	106.6	791.11	794.34		794.55	0.004123	2.31	58.29	31.35	0.48	73.23
<b>Mora</b>	Tramo 2	380.6568 38	T= 500	190.2	790.86	796.13		796.3	0.001922	2.31	118	40.63	0.34	52.68
<b>Mora</b>	Tramo 2	380.6568 38	T = 100	106.6	790.86	794.15		794.47	0.006022	2.92	49.09	27.77	0.6	101.19
<b>Mora</b>	Tramo 2	366.0706 39	T= 500	190.2	790.5	796.13		796.27	0.00123	1.95	132.01	39.86	0.29	37.92





<b>Mora</b>	Tramo 2	366.0706 39	T = 100	106.6	790.5	794.21		794.36	0.00222	1.95	68.28	28.02	0.35	50.61
<b>Mora</b>	Tramo 2	353.782*	T= 500	190.2	790.51	796.11		796.25	0.00127	1.94	127.77	37.92	0.29	39.92
<b>Mora</b>	Tramo 2	353.782*	T = 100	106.6	790.51	794.16		794.33	0.002526	2	64.39	27.67	0.38	55.24
<b>Mora</b>	Tramo 2	341.4939 40	T= 500	190.2	790.52	796.1		796.23	0.001129	1.79	130.5	35.42	0.27	38.13
<b>Mora</b>	Tramo 2	341.4939 40	T = 100	106.6	790.52	794.15		794.29	0.002215	1.83	68.06	28.4	0.35	49.59
<b>Mora</b>	Tramo 2	319.802*	T= 500	190.2	790.38	796.08		796.21	0.001083	1.81	134.24	36.88	0.26	36.48
<b>Mora</b>	Tramo 2	319.802*	T = 100	106.6	790.38	794.1		794.24	0.002118	1.86	69.43	28.87	0.35	47.85
<b>Mora</b>	Tramo 2	298.1118 41	T= 500	190.2	790.25	796.07		796.18	0.000935	1.73	143.55	37.85	0.24	32.79
<b>Mora</b>	Tramo 2	298.1118 41	T = 100	106.6	790.25	794.07		794.2	0.001766	1.77	75.32	30.05	0.31	41.58
<b>Mora</b>	Tramo 2	277.435*	T= 500	190.2	790.15	796.06		796.16	0.000803	1.61	155.34	46.67	0.25	25.04
<b>Mora</b>	Tramo 2	277.435*	T = 100	106.6	790.15	794.06		794.16	0.001357	1.56	82.32	31.83	0.28	33.09
<b>Mora</b>	Tramo 2	256.759*	T= 500	190.2	790.05	796.05		796.14	0.000635	1.44	170.39	52.58	0.23	19.39
<b>Mora</b>	Tramo 2	256.759*	T = 100	106.6	790.05	794.04		794.13	0.001045	1.38	90.2	33.72	0.25	26.42
<b>Mora</b>	Tramo 2	236.0839 42	T= 500	190.2	789.96	796.05		796.12	0.000497	1.28	186.37	55.45	0.2	15.76
<b>Mora</b>	Tramo 2	236.0839 42	T = 100	106.6	789.96	794.03		794.1	0.000811	1.22	98.88	35.65	0.22	21.27
<b>Mora</b>	Tramo 2	215.047*	T= 500	190.2	789.65	796.07		796.11	0.000287	1.01	240.99	59.2	0.14	11.02
<b>Mora</b>	Tramo 2	215.047*	T = 100	106.6	789.65	794.04		794.08	0.000541	1.05	127.5	52.02	0.19	12.71
<b>Mora</b>	Tramo 2	194.0119 43	T= 500	190.2	789.35	796.08		796.1	0.000157	0.77	305.28	62.79	0.1	7.13



<b>Mora</b>	Tramo 2	194.0119 43	T = 100	106.6	789.35	794.05		794.07	0.000227	0.72	183.46	57.24	0.11	6.95
<b>Mora</b>	Tramo 2	174.4888 44	T= 500	190.2	788.9	796.05		796.09	0.000291	1.09	230.69	52.97	0.14	11.78
<b>Mora</b>	Tramo 2	174.4888 44	T = 100	106.6	788.9	794.03		794.06	0.000361	0.96	138.34	41.18	0.15	11.34
<b>Mora</b>	Tramo 2	152.6513 45	T= 500	190.2	787.91	796.05		796.08	0.00019	0.87	267.17	50.42	0.1	8.88
<b>Mora</b>	Tramo 2	152.6513 45	T = 100	106.6	787.91	794.03		794.05	0.000232	0.77	169.26	46.03	0.11	7.77
<b>Mora</b>	Tramo 2	139.915*	T= 500	190.2	788.11	796.05		796.08	0.000149	0.81	290.68	52.17	0.09	7.41
<b>Mora</b>	Tramo 2	139.915*	T = 100	106.6	788.11	794.03		794.05	0.000171	0.69	188.82	48.46	0.1	6.13
<b>Mora</b>	Tramo 2	127.1787 46	T= 500	190.2	788.31	796.05		796.08	0.000121	0.75	315.57	55.08	0.09	6.18
<b>Mora</b>	Tramo 2	127.1787 46	T = 100	106.6	788.31	794.03		794.04	0.000129	0.63	209.34	50.18	0.08	4.95
<b>Mora</b>	Tramo 2	112.379*	T= 500	190.2	787.99	796.05		796.07	0.000123	0.78	307.36	54.59	0.09	6.27
<b>Mora</b>	Tramo 2	112.379*	T = 100	106.6	787.99	794.02		794.04	0.000135	0.67	201.07	50.29	0.09	4.99
<b>Mora</b>	Tramo 2	97.58062 47	T= 500	190.2	787.67	796.05		796.07	0.000117	0.78	305.82	54.25	0.09	5.94
<b>Mora</b>	Tramo 2	97.58062 47	T = 100	106.6	787.67	794.02		794.04	0.000123	0.65	200.1	49.95	0.1	4.55
<b>Mora</b>	Tramo 2	75.4367*	T= 500	190.2	787.33	796.03		796.07	0.000177	0.95	250.17	48.19	0.12	8.34
<b>Mora</b>	Tramo 2	75.4367*	T = 100	106.6	787.33	794.01		794.04	0.000181	0.79	160.67	40.21	0.12	6.59
<b>Mora</b>	Tramo 2	53.29283 48	T= 500	190.2	786.99	796.01		796.06	0.000226	1.07	225.24	45.37	0.14	10.01
<b>Mora</b>	Tramo 2	53.29283 48	T = 100	106.6	786.99	794		794.03	0.000222	0.88	144.36	35.78	0.13	8.01
<b>Mijares</b>	Tramo 1	1182.753 1	T= 500	1886.11	797.12	807.5	805.98	808.97	0.006159	6.19	403.25	61.85	0.67	360.75



Mijares	Tramo 1	1182.753 1	T = 100	1156.2	797.12	805.15	803.63	806.46	0.007347	5.64	262.88	55.2	0.74	321.84
Mijares	Tramo 1	1160.32*	T= 500	1886.11	796.98	807.29		808.82	0.006442	6.29	392.32	59.57	0.68	381.68
Mijares	Tramo 1	1160.32*	T = 100	1156.2	796.98	804.98		806.3	0.007424	5.65	259.95	53.08	0.73	334.6
Mijares	Tramo 1	1137.88*	T= 500	1886.11	796.84	807.04		808.66	0.006861	6.44	379.2	57.36	0.7	408.49
Mijares	Tramo 1	1137.88*	T = 100	1156.2	796.84	804.78		806.13	0.007619	5.69	255.41	51.14	0.73	350.01
Mijares	Tramo 1	1115.45*	T= 500	1886.11	796.71	806.73		808.49	0.007501	6.66	363.22	55.25	0.73	444.44
Mijares	Tramo 1	1115.45*	T = 100	1156.2	796.71	804.54		805.94	0.008058	5.8	248.04	49.2	0.75	373.09
Mijares	Tramo 1	1093.02*	T= 500	1886.11	796.57	806.33	805.13	808.28	0.008551	6.98	343.07	53.16	0.78	497.01
Mijares	Tramo 1	1093.02*	T = 100	1156.2	796.57	804.22	803.22	805.74	0.008886	6	237.15	47.12	0.78	409.29
Mijares	Tramo 1	1070.588 2	T= 500	1886.11	796.43	805.09	805.05	807.94	0.014257	8.3	282.79	49.19	1	740.02
Mijares	Tramo 1	1070.588 2	T = 100	1156.2	796.43	803.07	803.07	805.39	0.016059	7.3	189.63	42.5	1.02	655.98
Mijares	Tramo 1	1053.21*	T= 500	1886.11	795.95	805.39		807.52	0.009615	7.22	326.61	51.36	0.82	550.15
Mijares	Tramo 1	1053.21*	T = 100	1156.2	795.95	801.97	802.59	804.98	0.023772	8.22	165.95	41.88	1.23	874.45
Mijares	Tramo 1	1035.83*	T= 500	1886.11	795.48	805.57		807.24	0.006839	6.39	369.13	53.31	0.69	422.22
Mijares	Tramo 1	1035.83*	T = 100	1156.2	795.48	803.1	801.9	804.49	0.008171	5.72	244.31	47.24	0.74	385.66
Mijares	Tramo 1	1018.463 3	T= 500	1886.11	795	805.71		807.03	0.005017	5.7	412.83	55.13	0.59	329.89
Mijares	Tramo 1	1018.463 3	T = 100	1156.2	795	803.25		804.26	0.005322	4.89	284.85	48.75	0.59	278.19
Mijares	Tramo 1	998.01*	T= 500	1886.11	794.69	805.34		806.9	0.005838	6.13	386.29	54.28	0.66	368.8





Mijares	Tramo 1	998.01*	T = 100	1156.2	794.69	802.89		804.12	0.006392	5.34	261.65	47.07	0.67	320.19
Mijares	Tramo 1	977.557*	T= 500	1886.11	794.38	805.12		806.76	0.00612	6.29	374.61	51.45	0.67	389.21
Mijares	Tramo 1	977.557*	T = 100	1156.2	794.38	802.73		803.99	0.006365	5.37	259.36	45.27	0.66	324.27
Mijares	Tramo 1	957.1040 4	T= 500	1886.11	794.07	805.05		806.62	0.00579	6.17	382.18	50.81	0.65	374.63
Mijares	Tramo 1	957.1040 4	T = 100	1156.2	794.07	802.67		803.84	0.005875	5.23	267.79	45.42	0.63	304.96
Mijares	Tramo 1	934.091*	T= 500	1886.11	794.02	804.93		806.48	0.00585	6.27	387.88	53.08	0.65	377.41
Mijares	Tramo 1	934.091*	T = 100	1156.2	794.02	802.53		803.71	0.00601	5.35	268.96	46.14	0.64	313.92
Mijares	Tramo 1	911.0787 5	T= 500	1886.11	793.97	805.04		806.26	0.004751	5.79	434.35	57.58	0.57	317.42
Mijares	Tramo 1	911.0787 5	T = 100	1156.2	793.97	802.6		803.51	0.004768	4.88	303.18	49.66	0.55	261.25
Mijares	Tramo 1	899.291*	T= 500	1886.11	793.82	805.01		806.19	0.004502	5.61	449.09	64.14	0.58	285.05
Mijares	Tramo 1	899.291*	T = 100	1156.2	793.82	802.54		803.44	0.004619	4.77	307.23	52.42	0.55	245.72
Mijares	Tramo 1	887.5036 6	T= 500	1886.11	793.67	805.1		806.08	0.003672	5.07	487.62	67.38	0.52	239.1
Mijares	Tramo 1	887.5036 6	T = 100	1156.2	793.67	802.58		803.35	0.003908	4.39	330.92	56.22	0.51	208.43
Mijares	Tramo 1	865.7755 7	T= 500	1886.11	793.2	804.97		805.98	0.003704	5.09	471.19	60.8	0.51	245.57
Mijares	Tramo 1	865.7755 7	T = 100	1156.2	793.2	802.49		803.25	0.003796	4.34	329.93	53.64	0.5	202.75
Mijares	Tramo 1	846.029*	T= 500	1886.11	793.05	804.36		805.77	0.005534	6.15	403.92	55.79	0.62	347.79
Mijares	Tramo 1	846.029*	T = 100	1156.2	793.05	801.96		803.06	0.005748	5.3	278.74	47.95	0.61	293.1
Mijares	Tramo 1	826.2842 8	T= 500	1886.11	792.89	802.19	802.04	805.08	0.015079	9.02	282.32	47.16	0.98	793.83



Mijares	Tramo 1	826.2842 8	T = 100	1156.2	792.89	800.49	800.11	802.49	0.013329	7.36	207	41.31	0.89	591.47
Mijares	Tramo 1	804.062*	T= 500	1886.11	792.7	802.28	801.59	804.59	0.012869	8.41	314.98	53.67	0.89	684.94
Mijares	Tramo 1	804.062*	T = 100	1156.2	792.7	800.36	799.87	802.12	0.012842	7.17	220	46.24	0.86	560.18
Mijares	Tramo 1	781.8401 9	T= 500	1886.11	792.51	802.74		804.08	0.007963	6.85	414.52	71.97	0.68	420.29
Mijares	Tramo 1	781.8401 9	T = 100	1156.2	792.51	800.62		801.69	0.007983	5.81	272.26	51.71	0.64	384.95
Mijares	Tramo 1	763.150*	T= 500	1886.11	792.43	802.02		803.86	0.010634	7.72	360.61	66.65	0.83	532.3
Mijares	Tramo 1	763.150*	T = 100	1156.2	792.43	800.27		801.52	0.008905	6.13	257.23	50.75	0.7	416.12
Mijares	Tramo 1	744.461*	T= 500	1886.11	792.35	801.48	800.85	803.63	0.011937	8.04	331.84	60.07	0.88	610.27
Mijares	Tramo 1	744.461*	T = 100	1156.2	792.35	799.83		801.32	0.010331	6.51	240.36	50.2	0.79	458.2
Mijares	Tramo 1	725.7726 10	T= 500	1886.11	792.27	800.87	800.73	803.36	0.013771	8.4	308.63	56.95	0.96	685.99
Mijares	Tramo 1	725.7726 10	T = 100	1156.2	792.27	799.31	798.89	801.08	0.012206	6.91	224.73	50.62	0.89	501.48
Mijares	Tramo 1	711.842*	T= 500	1886.11	792.51	800.89	800.43	803.08	0.012911	7.99	322.59	59.21	0.9	653.37
Mijares	Tramo 1	711.842*	T = 100	1156.2	792.51	799.26	798.73	800.87	0.012103	6.69	231.6	52.57	0.85	499
Mijares	Tramo 1	697.9121 11	T= 500	1886.11	792.75	800.93		802.82	0.011681	7.5	340.98	61.57	0.83	602.71
Mijares	Tramo 1	697.9121 11	T = 100	1156.2	792.75	799.23		800.65	0.011574	6.38	241.48	54.92	0.8	478.91
Mijares	Tramo 1	677.964*	T= 500	1886.11	792.09	800.73		802.59	0.011132	7.45	346.76	62.59	0.82	576.76
Mijares	Tramo 1	677.964*	T = 100	1156.2	792.09	799		800.42	0.011126	6.38	244.53	56	0.81	459.29
Mijares	Tramo 1	658.0166 12	T= 500	1886.11	791.43	800.54		802.35	0.01059	7.37	354.36	64.05	0.81	545.97



Mijares	Tramo 1	658.0166 12	T = 100	1156.2	791.43	798.82		800.19	0.010404	6.3	250.46	57.16	0.79	430.93
Mijares	Tramo 1	639.686*	T= 500	1886.11	791.14	800.23		802.14	0.011375	7.7	346.08	62.96	0.83	584.43
Mijares	Tramo 1	639.686*	T = 100	1156.2	791.14	798.56		799.99	0.010794	6.51	247.04	55.89	0.8	449.24
Mijares	Tramo 1	621.3561 13	T= 500	1886.11	790.84	800.1		801.91	0.010876	7.67	354.04	62.86	0.8	567.93
Mijares	Tramo 1	621.3561 13	T = 100	1156.2	790.84	798.39		799.78	0.010575	6.57	251.9	56.98	0.79	438.35
Mijares	Tramo 1	603.480*	T= 500	1886.11	790.85	800.51		801.54	0.005292	5.48	473.16	80.32	0.59	294.71
Mijares	Tramo 1	603.480*	T = 100	1156.2	790.85	798.7		799.45	0.004933	4.57	337.98	69.7	0.56	226.96
Mijares	Tramo 1	585.604*	T= 500	1886.11	790.86	800.72		801.34	0.002944	4.11	593.47	89.52	0.43	183.46
Mijares	Tramo 1	585.604*	T = 100	1156.2	790.86	798.84		799.29	0.002802	3.45	430.87	84.16	0.42	136.49
Mijares	Tramo 1	567.7289 14	T= 500	1886.11	790.87	800.82		801.23	0.001892	3.29	708.5	97.53	0.34	127.99
Mijares	Tramo 1	567.7289 14	T = 100	1156.2	790.87	798.91		799.2	0.00175	2.71	525.86	94.2	0.32	92.43
Mijares	Tramo 1	544.5462 15	T= 500	1886.11	790.7	800.8		801.18	0.001717	3.21	742.38	103.78	0.33	115.57
Mijares	Tramo 1	544.5462 15	T = 100	1156.2	790.7	798.89		799.16	0.001574	2.66	549	98.26	0.31	83.59
Mijares	Tramo 1	524.512*	T= 500	1886.11	790.47	800.51		801.12	0.002887	4.09	599.99	92.02	0.43	176.59
Mijares	Tramo 1	524.512*	T = 100	1156.2	790.47	798.66		799.1	0.002742	3.45	434.97	85.66	0.42	131.9
Mijares	Tramo 1	504.4796 16	T= 500	1886.11	790.24	799.89		801	0.005906	5.58	448.99	77.79	0.62	313.04
Mijares	Tramo 1	504.4796 16	T = 100	1156.2	790.24	798.16		798.99	0.005721	4.77	320.23	71.12	0.61	238.71
Mijares	Tramo 1	483.975*	T= 500	1886.11	789.81	798.64	798.59	800.72	0.013048	7.7	343.03	73.99	0.95	568.36





Mijares	Tramo 1	483.975*	T = 100	1156.2	789.81	796.92	796.92	798.71	0.014167	6.85	226.19	61.09	0.98	493.67
Mijares	Tramo 1	463.4704 17	T= 500	1886.11	789.38	799.27		800.23	0.005214	5.21	460.91	64.52	0.52	328.33
Mijares	Tramo 1	463.4704 17	T = 100	1156.2	789.38	797.54	795.13	798.16	0.004392	4.16	351.66	61.29	0.47	226.17
Mijares	Tramo 1	448.678*	T= 500	1886.11	789.56	799.03		800.14	0.00645	5.86	442.58	73.43	0.61	360.87
Mijares	Tramo 1	448.678*	T = 100	1156.2	789.56	797.27		798.07	0.005965	4.88	320.54	64.94	0.57	274.34
Mijares	Tramo 1	433.8866 18	T= 500	1886.11	789.74	799.02		800.02	0.005889	5.72	459.35	72.32	0.56	344.44
Mijares	Tramo 1	433.8866 18	T = 100	1156.2	789.74	797.26		797.96	0.0053	4.7	337.85	65.63	0.52	253.32
Mijares	Tramo 1	414.627*	T= 500	1886.11	789.4	798.59		799.87	0.007207	5.91	418.05	73.54	0.67	382.38
Mijares	Tramo 1	414.627*	T = 100	1156.2	789.4	796.84		797.82	0.007138	5.04	295.83	66.24	0.66	299.48
Mijares	Tramo 1	395.3691 19	T= 500	1886.11	789.06	798.48		799.72	0.00669	5.49	424.37	77.49	0.67	341.97
Mijares	Tramo 1	395.3691 19	T = 100	1156.2	789.06	796.67		797.67	0.007138	4.79	290.73	70.07	0.7	278.29
Mijares	Tramo 1	372.309*	T= 500	1886.11	789.09	798.29		799.57	0.006638	5.44	418.62	79.45	0.7	330.47
Mijares	Tramo 1	372.309*	T = 100	1156.2	789.09	796.52		797.51	0.006856	4.66	288.3	68.22	0.68	274.65
Mijares	Tramo 1	349.2504 20	T= 500	1886.11	789.12	798.19		799.4	0.006126	5.2	436	89.86	0.7	281.72
Mijares	Tramo 1	349.2504 20	T = 100	1156.2	789.12	796.39		797.34	0.006539	4.5	287.98	64.92	0.66	274.07
Mijares	Tramo 1	326.784*	T= 500	1886.11	788.96	797.7		799.21	0.007773	5.78	390.01	82.04	0.8	350.76
Mijares	Tramo 1	326.784*	T = 100	1156.2	788.96	795.91		797.14	0.00852	5.05	255.19	66.94	0.8	308.56
Mijares	Tramo 1	304.318*	T= 500	1886.11	788.8	797.68		798.99	0.00668	5.5	417.56	81.57	0.72	323.51



Mijares	Tramo 1	304.318*	T = 100	1156.2	788.8	795.82		796.93	0.007589	4.89	274.01	69.91	0.75	282.79
Mijares	Tramo 1	281.8532 21	T= 500	1886.11	788.65	797.69		798.79	0.005531	5.15	462.58	89.38	0.65	270.44
Mijares	Tramo 1	281.8532 21	T = 100	1156.2	788.65	795.81		796.71	0.006116	4.54	308.32	76.09	0.67	235.1
Mijares	Tramo 1	259.932*	T= 500	1886.11	788.5	797.6		798.65	0.005296	5.08	471.93	90.35	0.63	262.42
Mijares	Tramo 1	259.932*	T = 100	1156.2	788.5	795.69		796.57	0.005923	4.5	312.25	76.15	0.66	231.59
Mijares	Tramo 1	238.011*	T= 500	1886.11	788.35	797.52		798.53	0.005061	4.99	482.68	91.14	0.62	254.06
Mijares	Tramo 1	238.011*	T = 100	1156.2	788.35	795.59		796.44	0.005681	4.44	317.92	75.62	0.63	227.74
Mijares	Tramo 1	216.0907 22	T= 500	1886.11	788.2	797.45		798.41	0.004847	4.91	494.58	92.2	0.6	245.17
Mijares	Tramo 1	216.0907 22	T = 100	1156.2	788.2	795.5		796.3	0.005374	4.34	324.95	73.72	0.6	224.44
Mijares	Tramo 1	195.675*	T= 500	1886.11	787.96	797.43		798.28	0.004284	4.58	519.56	95.85	0.56	220.83
Mijares	Tramo 1	195.675*	T = 100	1156.2	787.96	795.43		796.18	0.005068	4.15	338.46	81.97	0.6	200.1
Mijares	Tramo 1	175.260*	T= 500	1886.11	787.73	797.41		798.17	0.00383	4.29	545.11	99.76	0.53	199.7
Mijares	Tramo 1	175.260*	T = 100	1156.2	787.73	795.38		796.06	0.004646	3.91	354.83	87.92	0.58	179.88
Mijares	Tramo 1	154.8451 23	T= 500	1886.11	787.49	797.39		798.07	0.003446	4.03	571.95	104.13	0.5	180.53
Mijares	Tramo 1	154.8451 23	T = 100	1156.2	787.49	795.34		795.95	0.004226	3.68	372.01	91.99	0.55	163.7
Mijares	Tramo 1	137.389*	T= 500	1886.11	787.52	797.17		797.99	0.00409	4.45	523.68	94.13	0.54	216.58
Mijares	Tramo 1	137.389*	T = 100	1156.2	787.52	795.17		795.86	0.004722	3.97	347.53	82.45	0.57	190.63
Mijares	Tramo 1	119.934*	T= 500	1886.11	787.55	796.8		797.88	0.005436	5.13	454.33	80.38	0.62	291.33



Mijares	Tramo 1	119.934*	T = 100	1156.2	787.55	794.86		795.75	0.006006	4.51	307.63	71.14	0.64	247.96
Mijares	Tramo 1	102.4784 24	T= 500	1886.11	787.58	795.34	795.15	797.62	0.013612	7.38	312.61	62.75	0.96	639.67
Mijares	Tramo 1	102.4784 24	T = 100	1156.2	787.58	793.73	793.58	795.51	0.014232	6.36	216.48	56.71	0.97	517.54
Mijares	Tramo 1	88.4946*	T= 500	1886.11	787.51	795.23	794.97	797.41	0.012708	7.16	320.95	64.3	0.93	597.14
Mijares	Tramo 1	88.4946*	T = 100	1156.2	787.51	793.56	793.37	795.3	0.013749	6.23	218.68	57.52	0.96	497.56
Mijares	Tramo 1	74.51099 25	T= 500	1886.11	787.44	795.24	794.87	797.17	0.010927	6.73	346.59	72.24	0.9	494.86
Mijares	Tramo 1	74.51099 25	T = 100	1156.2	787.44	793.52		795.06	0.011772	5.84	230.57	59.44	0.89	433.18
Mijares	Tramo 1	59.6537*	T= 500	1886.11	786.98	795.37		796.91	0.008162	6.1	384.89	71.42	0.76	412.48
Mijares	Tramo 1	59.6537*	T = 100	1156.2	786.98	793.59		794.81	0.008719	5.31	263.73	64.83	0.78	336.76
Mijares	Tramo 1	44.79642 26	T= 500	1886.11	786.53	795.44		796.72	0.006417	5.62	418.49	70.46	0.66	354.7
Mijares	Tramo 1	44.79642 26	T = 100	1156.2	786.53	793.67		794.61	0.006267	4.74	298.47	64.8	0.64	271.84
Mijares	Tramo 3	1579.663 49	T= 500	2076.3	784.26	794.63		795.46	0.003492	4.71	570.67	81.87	0.49	227.28
Mijares	Tramo 3	1579.663 49	T = 100	1262.8	784.26	793.06		793.56	0.002562	3.6	447.52	76.02	0.41	141.88
Mijares	Tramo 3	1555.61*	T= 500	2076.3	783.92	794.43		795.36	0.003995	5.04	552.25	85.74	0.54	242.11
Mijares	Tramo 3	1555.61*	T = 100	1262.8	783.92	792.94		793.49	0.002807	3.8	433.79	75.98	0.44	151.19
Mijares	Tramo 3	1531.57*	T= 500	2076.3	783.58	794.26		795.25	0.004364	5.29	548.94	92.06	0.58	245.52
Mijares	Tramo 3	1531.57*	T = 100	1262.8	783.58	792.85		793.42	0.002933	3.92	429.41	76.63	0.45	154.84
Mijares	Tramo 3	1507.52*	T= 500	2076.3	783.25	794.18		795.14	0.004336	5.31	569.1	99.99	0.58	232.46





Mijares	Tramo 3	1507.52*	T = 100	1262.8	783.25	792.74		793.34	0.003151	4.1	433.17	85.42	0.49	150.38
Mijares	Tramo 3	1483.484 50	T= 500	2076.3	782.91	794.21		794.98	0.003715	4.97	641.25	117.05	0.53	190.98
Mijares	Tramo 3	1483.484 50	T = 100	1262.8	782.91	792.67		793.26	0.003193	4.16	466.69	109.14	0.52	128.5
Mijares	Tramo 3	1464.76*	T= 500	2076.3	782.84	794.26		794.87	0.00291	4.4	707.5	123.54	0.46	157.28
Mijares	Tramo 3	1464.76*	T = 100	1262.8	782.84	792.72		793.16	0.002426	3.62	523.65	115.02	0.44	104.58
Mijares	Tramo 3	1446.03*	T= 500	2076.3	782.78	794.3		794.78	0.002285	3.9	780.38	129.63	0.4	129.94
Mijares	Tramo 3	1446.03*	T = 100	1262.8	782.78	792.75		793.09	0.001847	3.15	586.53	120.35	0.37	85.33
Mijares	Tramo 3	1427.31*	T= 500	2076.3	782.72	794.33		794.72	0.001806	3.46	859.28	135.98	0.35	107.69
Mijares	Tramo 3	1427.31*	T = 100	1262.8	782.72	792.78		793.03	0.001424	2.76	654.52	126.52	0.32	69.75
Mijares	Tramo 3	1408.592 51	T= 500	2076.3	782.65	794.35		794.66	0.001442	3.08	943.71	142.8	0.31	89.65
Mijares	Tramo 3	1408.592 51	T = 100	1262.8	782.65	792.79		792.99	0.001111	2.43	727.43	133.42	0.27	57.25
Mijares	Tramo 3	1385.74*	T= 500	2076.3	782.46	794.36		794.61	0.001174	2.82	1049.36	158.79	0.28	73.53
Mijares	Tramo 3	1385.74*	T = 100	1262.8	782.46	792.79		792.96	0.000921	2.25	806.57	149.84	0.25	47.16
Mijares	Tramo 3	1362.90*	T= 500	2076.3	782.26	794.37		794.58	0.00097	2.6	1157.74	174.88	0.25	61.11
Mijares	Tramo 3	1362.90*	T = 100	1262.8	782.26	792.79		792.93	0.000769	2.08	888.72	166	0.23	39.29
Mijares	Tramo 3	1340.05*	T= 500	2076.3	782.07	794.37		794.55	0.000811	2.4	1269	191.03	0.23	51.37
Mijares	Tramo 3	1340.05*	T = 100	1262.8	782.07	792.79		792.91	0.000646	1.94	973.85	182.06	0.21	33.06
Mijares	Tramo 3	1317.214 52	T= 500	2076.3	781.87	794.38		794.52	0.000684	2.23	1383.26	207.32	0.21	43.6



Mijares	Tramo 3	1317.214 52	T = 100	1262.8	781.87	792.79		792.89	0.000546	1.81	1061.98	198.11	0.19	28.05
Mijares	Tramo 3	1295.83*	T= 500	2076.3	781.78	794.36		794.51	0.000651	2.2	1410.03	210.29	0.2	41.81
Mijares	Tramo 3	1295.83*	T = 100	1262.8	781.78	792.79		792.88	0.000493	1.74	1089.62	193.54	0.18	26.59
Mijares	Tramo 3	1274.45*	T= 500	2076.3	781.7	794.36		794.49	0.000579	2.1	1451.29	204.65	0.19	39.33
Mijares	Tramo 3	1274.45*	T = 100	1262.8	781.7	792.78		792.86	0.000434	1.65	1137.11	193.45	0.17	24.44
Mijares	Tramo 3	1253.07*	T= 500	2076.3	781.61	794.36		794.47	0.000522	2.01	1509.41	207.67	0.18	36.35
Mijares	Tramo 3	1253.07*	T = 100	1262.8	781.61	792.78		792.85	0.000385	1.57	1190.02	196.77	0.15	22.35
Mijares	Tramo 3	1231.698 53	T= 500	2076.3	781.53	794.35		794.46	0.000474	1.92	1572	212.75	0.17	33.55
Mijares	Tramo 3	1231.698 53	T = 100	1262.8	781.53	792.78		792.84	0.000347	1.5	1245.21	202.31	0.15	20.46
Mijares	Tramo 3	1208.80*	T= 500	2076.3	781.46	794.34		794.45	0.000475	1.95	1559.89	212.6	0.17	33.42
Mijares	Tramo 3	1208.80*	T = 100	1262.8	781.46	792.77		792.84	0.000349	1.53	1233.16	203.47	0.15	20.34
Mijares	Tramo 3	1185.90*	T= 500	2076.3	781.4	794.32		794.44	0.000473	1.97	1550.33	212.35	0.18	33.17
Mijares	Tramo 3	1185.90*	T = 100	1262.8	781.4	792.75		792.83	0.00035	1.55	1223.07	204.83	0.16	20.12
Mijares	Tramo 3	1163.00*	T= 500	2076.3	781.33	794.31		794.43	0.00047	1.98	1543.19	212.95	0.18	32.8
Mijares	Tramo 3	1163.00*	T = 100	1262.8	781.33	792.74		792.82	0.000348	1.56	1215.1	206.12	0.16	19.81
Mijares	Tramo 3	1140.11*	T= 500	2076.3	781.26	794.29		794.42	0.000467	1.99	1538.43	213.8	0.19	32.32
Mijares	Tramo 3	1140.11*	T = 100	1262.8	781.26	792.73		792.81	0.000345	1.57	1209.28	207.46	0.16	19.4
Mijares	Tramo 3	1117.216 54	T= 500	2076.3	781.2	794.28		794.41	0.000462	1.99	1536.1	215.39	0.19	31.7



Mijares	Tramo 3	1117.216 54	T = 100	1262.8	781.2	792.72		792.8	0.000339	1.57	1205.68	208.85	0.17	18.92
Mijares	Tramo 3	1099.84*	T= 500	2076.3	780.75	794.29		794.4	0.000375	1.79	1629	216.1	0.17	27.21
Mijares	Tramo 3	1099.84*	T = 100	1262.8	780.75	792.73		792.79	0.000265	1.38	1297.12	210.05	0.15	15.81
Mijares	Tramo 3	1082.47*	T= 500	2076.3	780.31	794.29		794.39	0.000315	1.63	1717.48	218.33	0.16	23.87
Mijares	Tramo 3	1082.47*	T = 100	1262.8	780.31	792.73		792.79	0.000216	1.23	1382.99	211.19	0.13	13.63
Mijares	Tramo 3	1065.109 55	T= 500	2076.3	779.87	794.29		794.38	0.000271	1.5	1800.21	218.41	0.14	21.37
Mijares	Tramo 3	1065.109 55	T = 100	1262.8	779.87	792.73		792.78	0.000182	1.12	1463.69	212.88	0.12	12.01
Mijares	Tramo 3	1050.41*	T= 500	2076.3	779.74	794.27		794.37	0.000315	1.64	1697.32	210.05	0.15	24.53
Mijares	Tramo 3	1050.41*	T = 100	1262.8	779.74	792.72		792.78	0.000213	1.23	1376.28	203.36	0.13	13.91
Mijares	Tramo 3	1035.724 56	T= 500	2076.3	779.61	794.25		794.37	0.000383	1.82	1586.45	202.57	0.17	28.85
Mijares	Tramo 3	1035.724 56	T = 100	1262.8	779.61	792.71		792.77	0.000262	1.38	1278.8	195.19	0.14	16.58
Mijares	Tramo 3	1017.51*	T= 500	2076.3	779.32	794.17		794.28	0.000395	1.93	1602.68	212.11	0.17	28.76
Mijares	Tramo 3	1017.51*	T = 100	1262.8	779.32	792.66		792.72	0.000265	1.46	1291.78	196.92	0.14	16.75
Mijares	Tramo 3	999.299*	T= 500	2076.3	779.04	794.08		794.19	0.000412	2.05	1630.1	221.82	0.17	29.2
Mijares	Tramo 3	999.299*	T = 100	1262.8	779.04	792.6		792.66	0.000279	1.57	1312.41	207.36	0.14	17.02
Mijares	Tramo 3	981.0879 57	T= 500	2076.3	778.76	793.98		794.07	0.000427	2.18	1671.34	227.17	0.16	30.24
Mijares	Tramo 3	981.0879 57	T = 100	1262.8	778.76	792.53		792.59	0.000296	1.69	1348.96	217.14	0.14	17.69
Mijares	Tramo 3	959.9446 58	T= 500	2076.3	778.09	793.9		794.06	0.000645	2.73	1360.94	189.94	0.21	43.85





Mijares	Tramo 3	959.9446 58	T = 100	1262.8	778.09	792.48		792.57	0.000443	2.12	1095.35	183.36	0.18	25.17
Mijares	Tramo 3	940.4006 59	T= 500	2076.3	777.92	793.12	791.78	793.97	0.003229	5.8	724.71	157.44	0.6	137.84
Mijares	Tramo 3	940.4006 59	T = 100	1262.8	777.92	791.92	787.76	792.51	0.00226	4.58	549.06	136.39	0.54	83.76
Mijares	Tramo 3	925		Bridge										
Mijares	Tramo 3	910.0000 60	T= 500	2076.3	777.92	791.88	791.88	793.59	0.006806	7.92	527.25	130.87	0.92	250.78
Mijares	Tramo 3	910.0000 60	T = 100	1262.8	777.92	787.79	787.83	791.8	0.018136	10.15	168.23	25.91	1.11	872.12
Mijares	Tramo 3	897.078*	T= 500	2076.3	777.79	791.57	788.51	793.08	0.004994	6.67	519.98	106.52	0.79	224.49
Mijares	Tramo 3	897.078*	T = 100	1262.8	777.79	784.5	786.81	791.12	0.046864	12.18	122.75	27.05	1.71	1802.48
Mijares	Tramo 3	884.1564 61	T= 500	2076.3	777.66	791.8	787.59	792.89	0.003205	5.39	571.04	92.15	0.59	179.67
Mijares	Tramo 3	884.1564 61	T = 100	1262.8	777.66	788.06	785.32	789.17	0.004532	5.14	304.35	45	0.57	265.47
Mijares	Tramo 3	868.5		Bridge										
Mijares	Tramo 3	852.8736 62	T= 500	2076.3	777.66	790.96		792.56	0.005196	6.34	494.35	89.02	0.76	261.51
Mijares	Tramo 3	852.8736 62	T = 100	1262.8	777.66	787.67		788.99	0.006021	5.57	287.02	44	0.64	341.08
Mijares	Tramo 3	830.716*	T= 500	2076.3	777.54	791.32		792.31	0.002988	5.08	559.26	57.97	0.45	241.32
Mijares	Tramo 3	830.716*	T = 100	1262.8	777.54	787.96		788.77	0.003394	4.46	373.58	53	0.48	209.08
Mijares	Tramo 3	808.5600 63	T= 500	2076.3	777.42	791.41		792.21	0.002252	4.56	612.82	51.72	0.37	200.59
Mijares	Tramo 3	808.5600 63	T = 100	1262.8	777.42	788.11		788.64	0.002136	3.7	445.05	49.75	0.35	153.89



Mijares	Tramo 3	789.3163 64	T= 500	2076.3	777.61	791.44		792.14	0.002103	4.34	648.08	58.67	0.36	183.71
Mijares	Tramo 3	789.3163 64	T = 100	1262.8	777.61	788.08		788.59	0.002168	3.65	457.14	55.2	0.35	149.44
Mijares	Tramo 3	771.1290 65	T= 500	2076.3	777.53	789.72		791.89	0.00641	6.73	356.75	38.78	0.69	440.82
Mijares	Tramo 3	771.1290 65	T = 100	1262.8	777.53	786.88		788.39	0.006395	5.56	252.54	34.38	0.64	363.61
Mijares	Tramo 3	756.2645 66	T= 500	2076.3	777.52	788.37	787.21	791.7	0.011901	8.22	277.99	32.82	0.89	735.44
Mijares	Tramo 3	756.2645 66	T = 100	1262.8	777.52	786.25		788.27	0.009697	6.36	212.11	29.67	0.75	520.86
Mijares	Tramo 3	741.893*	T= 500	2076.3	777.55	787.48	787.48	791.46	0.016	9.19	263.18	35.93	1.04	931.31
Mijares	Tramo 3	741.893*	T = 100	1262.8	777.55	784.96	784.96	788	0.018112	7.92	177.45	31.9	1.05	832.61
Mijares	Tramo 3	727.5232 67	T= 500	2076.3	777.58	784.79	786.48	790.93	0.039826	11.88	212.33	38.34	1.49	1891.95
Mijares	Tramo 3	727.5232 67	T = 100	1262.8	777.58	783.13	784.33	787.53	0.040184	9.91	150.62	36.11	1.45	1492.3
Mijares	Tramo 3	697.428*	T= 500	2076.3	775.78	781.42	783.93	789.93	0.078816	13.82	176.69	42.49	2.02	3003.32
Mijares	Tramo 3	697.428*	T = 100	1262.8	775.78	780.11	782.02	786.54	0.085633	11.82	122.43	40.04	2.05	2459.73
Mijares	Tramo 3	667.3330 68	T= 500	2076.3	773.97	778.93	781.59	788.53	0.111152	14.57	165.14	48.23	2.37	3576.27
Mijares	Tramo 3	667.3330 68	T = 100	1262.8	773.97	777.83	779.88	785.07	0.120461	12.45	114.04	44.3	2.37	2951.7
Mijares	Tramo 3	647.048*	T= 500	2076.3	773.43	778.95	781.05	785.98	0.070306	12.57	193.56	49.74	1.9	2558.18
Mijares	Tramo 3	647.048*	T = 100	1262.8	773.43	777.92	779.34	782.59	0.062576	10.1	143.36	47.35	1.76	1796.1
Mijares	Tramo 3	626.764*	T= 500	2076.3	772.9	778.9	780.46	784.33	0.048682	11.14	221.31	52.02	1.6	1927.09
Mijares	Tramo 3	626.764*	T = 100	1262.8	772.9	777.95	778.78	781.21	0.037154	8.54	172.75	50.28	1.38	1205.38



Mijares	Tramo 3	606.479*	T= 500	2076.3	772.37	778.72	779.85	783.18	0.037302	10.18	245.45	54.87	1.41	1552.02
Mijares	Tramo 3	606.479*	T = 100	1262.8	772.37	777.75	778.22	780.39	0.02764	7.73	193.08	52.67	1.2	954.41
Mijares	Tramo 3	586.195*	T= 500	2076.3	771.84	778.33	779.3	782.34	0.03288	9.71	261.39	58.88	1.34	1365.9
Mijares	Tramo 3	586.195*	T = 100	1262.8	771.84	777.09	777.63	779.8	0.029502	7.85	191.16	54.45	1.24	978.08
Mijares	Tramo 3	565.9106 69	T= 500	2076.3	771.31	777.6	778.66	781.64	0.035145	9.81	260.85	61.77	1.38	1395.37
Mijares	Tramo 3	565.9106 69	T = 100	1262.8	771.31	776.44	777.06	779.18	0.031366	7.94	191.14	57.9	1.29	981.41
Mijares	Tramo 3	548.469*	T= 500	2076.3	770.65	778.32	778.32	780.91	0.017145	7.78	327.92	64.88	1.01	811.26
Mijares	Tramo 3	548.469*	T = 100	1262.8	770.65	776.7	776.7	778.68	0.017861	6.64	226.86	59.93	1.02	640.75
Mijares	Tramo 3	531.028*	T= 500	2076.3	770	777.71	777.89	780.53	0.01832	7.92	312.64	64.21	1.08	834.38
Mijares	Tramo 3	531.028*	T = 100	1262.8	770	775.95	776.18	778.26	0.021232	6.98	205.47	56.49	1.13	730.02
Mijares	Tramo 3	513.5866 70	T= 500	2076.3	769.34	776.95	777.41	780.11	0.020719	8.17	290.61	63.26	1.17	884.93
Mijares	Tramo 3	513.5866 70	T = 100	1262.8	769.34	775.07	775.55	777.75	0.026477	7.37	183.61	51.71	1.23	880.42
Mijares	Tramo 3	492.285*	T= 500	2076.3	768.94	775.92	776.74	779.64	0.027384	8.97	268.41	60.67	1.3	1144.91
Mijares	Tramo 3	492.285*	T = 100	1262.8	768.94	774.48	775.09	777.26	0.02837	7.6	184.72	54.69	1.28	913.37
Mijares	Tramo 3	470.984*	T= 500	2076.3	768.53	775.06	776.11	779.09	0.033193	9.51	260.28	62.71	1.39	1312.02
Mijares	Tramo 3	470.984*	T = 100	1262.8	768.53	773.7	774.45	776.7	0.034603	8.06	179.35	54.95	1.36	1080.52
Mijares	Tramo 3	449.6832 71	T= 500	2076.3	768.15	776.76	775.18	778.11	0.007575	5.59	450.18	78.44	0.69	411.84
Mijares	Tramo 3	449.6832 71	T = 100	1262.8	768.15	774.85	773.62	775.89	0.00818	4.79	308.52	70.04	0.68	344.07





Mijares	Tramo 3	428.362*	T= 500	2076.3	768.06	776.58		777.94	0.007585	5.55	444.16	76.91	0.69	414.73
Mijares	Tramo 3	428.362*	T = 100	1262.8	768.06	774.67		775.71	0.008251	4.76	304.28	68.98	0.69	347.69
Mijares	Tramo 3	407.042*	T= 500	2076.3	767.97	776.44		777.77	0.007375	5.44	447.03	76.91	0.68	405.25
Mijares	Tramo 3	407.042*	T = 100	1262.8	767.97	774.5		775.53	0.008215	4.69	304.46	69.33	0.68	344.53
Mijares	Tramo 3	385.721*	T= 500	2076.3	767.88	776.32		777.59	0.007056	5.28	455.46	77.98	0.66	388.82
Mijares	Tramo 3	385.721*	T = 100	1262.8	767.88	774.34		775.34	0.008187	4.62	306.64	70.81	0.68	338.46
Mijares	Tramo 3	364.401*	T= 500	2076.3	767.79	776.22		777.42	0.006714	5.12	467.41	80.11	0.64	368.86
Mijares	Tramo 3	364.401*	T = 100	1262.8	767.79	774.17		775.15	0.008225	4.55	309.42	73.05	0.68	332.37
Mijares	Tramo 3	343.080*	T= 500	2076.3	767.7	776.13		777.26	0.006387	4.96	482.02	83.55	0.62	346.55
Mijares	Tramo 3	343.080*	T = 100	1262.8	767.7	774		774.97	0.008365	4.5	312.02	75.87	0.68	327.92
Mijares	Tramo 3	321.760*	T= 500	2076.3	767.61	776.05		777.1	0.006081	4.8	500.38	89.41	0.61	320
Mijares	Tramo 3	321.760*	T = 100	1262.8	767.61	773.83		774.78	0.008635	4.46	313.93	79.11	0.69	326.3
Mijares	Tramo 3	300.4396 73	T= 500	2076.3	767.52	775.98		776.95	0.005669	4.6	526.88	96.81	0.6	289.87
Mijares	Tramo 3	300.4396 73	T = 100	1262.8	767.52	773.64		774.59	0.009067	4.45	314.82	82.74	0.71	328.17
Mijares	Tramo 3	277.332*	T= 500	2076.3	766.16	775.86		776.82	0.005187	4.94	551.34	93.32	0.57	286.35
Mijares	Tramo 3	277.332*	T = 100	1262.8	766.16	773.49		774.39	0.007049	4.64	343.8	80.92	0.65	282.74
Mijares	Tramo 3	254.2259 74	T= 500	2076.3	765.17	775.84		776.68	0.004276	4.63	581.22	89.08	0.51	256.54
Mijares	Tramo 3	254.2259 74	T = 100	1262.8	765.17	773.46		774.2	0.00532	4.22	378.75	80.95	0.56	232.1



Mijares	Tramo 3	228.837*	T= 500	2076.3	764.96	775.67		776.57	0.004588	4.98	567.89	85.62	0.52	279.77
Mijares	Tramo 3	228.837*	T = 100	1262.8	764.96	773.26		774.07	0.005701	4.58	369.7	77.86	0.58	252.63
Mijares	Tramo 3	203.4488 75	T= 500	2076.3	764.74	775.5		776.46	0.00501	5.41	558.22	82.8	0.53	309.43
Mijares	Tramo 3	203.4488 75	T = 100	1262.8	764.74	773.04		773.93	0.006355	5.04	361.25	75.52	0.61	283.5
Mijares	Tramo 3	180.798*	T= 500	2076.3	764.5	774.61		776.24	0.008414	6.75	434.02	69.91	0.72	481.28
Mijares	Tramo 3	180.798*	T = 100	1262.8	764.5	772.17		773.67	0.010761	6.25	275.4	60.77	0.81	455.66
Mijares	Tramo 3	158.1472 76	T= 500	2076.3	764.26	773.3	772.63	775.89	0.014543	8.24	344.73	62.67	0.97	740.9
Mijares	Tramo 3	158.1472 76	T = 100	1262.8	764.26	771.74	770.95	773.39	0.011705	6.44	255.26	53.21	0.83	520.62
Mijares	Tramo 3	140.638*	T= 500	2076.3	764.27	772.68	772.68	775.49	0.015638	8.05	319.92	60.2	1.03	774.54
Mijares	Tramo 3	140.638*	T = 100	1262.8	764.27	770.74	770.74	772.99	0.017486	7.01	211.93	50.95	1.04	682.47
Mijares	Tramo 3	123.1305 77	T= 500	2076.3	764.27	771.61	771.94	775	0.021503	8.44	275.39	53.45	1.15	1023.53
Mijares	Tramo 3	123.1305 77	T = 100	1262.8	764.27	769.78	770.16	772.45	0.025569	7.38	184.09	46.76	1.16	940.66
Mijares	Tramo 3	106.003*	T= 500	2076.3	764.03	771.24	771.65	774.63	0.021704	8.46	276.57	54.53	1.16	1022.47
Mijares	Tramo 3	106.003*	T = 100	1262.8	764.03	769.83	769.83	772.05	0.019297	6.77	203.76	49.14	1.03	748.97
Mijares	Tramo 3	88.87721 78	T= 500	2076.3	763.78	770.74	771.35	774.21	0.023163	8.59	276.73	58.75	1.21	1022.36
Mijares	Tramo 3	88.87721 78	T = 100	1262.8	763.78	769.29	769.44	771.67	0.021961	7.02	197.59	50.44	1.1	809.66

**APÉNDICE II: CÁLCULOS DE LA SITUACIÓN CON LA ALTERNATIVA 1 Y 2 PARA T= 100 Y T= 500 AÑOS. RÍO MIJARES**

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # XS	Shear Total
				(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)		(N/m2)
<b>Mora</b>	Tramo 2	643.5599 27	T= 500	190.2	796.49	799.75	799.4	800.24	0.010527	3.41	66.03	36.02	0.73	183.09
<b>Mora</b>	Tramo 2	643.5599 27	T = 100	106.6	796.49	799.09	798.86	799.46	0.011336	2.89	43.04	33.42	0.76	139.63
<b>Mora</b>	Tramo 2	621.9164 28	T= 500	190.2	795.89	799.35	799.15	799.98	0.012447	4.06	60.99	33.77	0.84	213.44
<b>Mora</b>	Tramo 2	621.9164 28	T = 100	106.6	795.89	798.56	798.55	799.15	0.016265	3.76	35.86	29.15	0.98	191.35
<b>Mora</b>	Tramo 2	602.1734 29	T= 500	190.2	795.52	798.84	798.84	799.69	0.017174	4.63	52.45	30.22	0.99	283.67
<b>Mora</b>	Tramo 2	602.1734 29	T = 100	106.6	795.52	798.2	798.2	798.84	0.016937	3.86	34.24	26.61	1	208.19
<b>Mora</b>	Tramo 2	581.86*	T= 500	190.2	795.43	798.05	798.28	799.26	0.027809	5.14	42.38	26.35	1.23	428.25
<b>Mora</b>	Tramo 2	581.86*	T = 100	106.6	795.43	797.32	797.55	798.34	0.038004	4.61	25.07	21.12	1.31	433.56
<b>Mora</b>	Tramo 2	561.5467 30	T= 500	190.2	795.33	797.41	797.7	798.66	0.036209	5.14	40.41	27.43	1.3	513.09
<b>Mora</b>	Tramo 2	561.5467 30	T = 100	106.6	795.33	797.23	797.06	797.73	0.016337	3.23	35.73	26.43	0.86	212.75
<b>Mora</b>	Tramo 2	540.729*	T= 500	190.2	794.83	797.65	797.29	798.21	0.012246	3.63	60.89	31.16	0.76	225.95



<b>Mora</b>	Tramo 2	540.729*	T = 100	106.6	794.83	796.78	796.74	797.33	0.020807	3.53	34.86	28.64	0.94	243.09
<b>Mora</b>	Tramo 2	519.9122 31	T= 500	190.2	794.32	797.68		797.97	0.005305	2.67	81.96	31.79	0.48	123.79
<b>Mora</b>	Tramo 2	519.9122 31	T = 100	106.6	794.32	796.82		797.02	0.005565	2.17	55.48	29.87	0.46	95.16
<b>Mora</b>	Tramo 2	508.5250 32	T= 500	190.2	794.18	796.84	796.84	797.8	0.021733	4.77	47.28	25.95	1.02	373.01
<b>Mora</b>	Tramo 2	508.5250 32	T = 100	106.6	794.18	796.15	796.15	796.85	0.024339	4.01	30.48	22.46	1.02	312.92
<b>Mora</b>	Tramo 2	496.2939 33	T= 500	190.2	793.22	796.73	796.09	797.22	0.008161	3.6	67.8	30.83	0.67	170.43
<b>Mora</b>	Tramo 2	496.2939 33	T = 100	106.6	793.22	795.95	795.39	796.29	0.007741	2.93	45.4	26.6	0.63	126.16
<b>Mora</b>	Tramo 2	483.078*	T= 500	190.2	792.75	796.37		797.06	0.011981	4.3	58.46	29.66	0.84	223.92
<b>Mora</b>	Tramo 2	483.078*	T = 100	106.6	792.75	795.64		796.15	0.011515	3.55	38.25	25.15	0.82	166.68
<b>Mora</b>	Tramo 2	469.8639 34	T= 500	190.2	792.28	796.25		796.89	0.010857	4.22	61.31	29.85	0.79	208.47
<b>Mora</b>	Tramo 2	469.8639 34	T = 100	106.6	792.28	795.28	795.28	795.94	0.015813	4.08	34.42	25.32	0.99	202.35
<b>Mora</b>	Tramo 2	449.819*	T= 500	190.2	792.33	796.11		796.68	0.008542	3.73	62.98	27.37	0.7	183.81
<b>Mora</b>	Tramo 2	449.819*	T = 100	106.6	792.33	794.63	794.76	795.53	0.02637	4.45	27.48	20.4	1.16	337.49
<b>Mora</b>	Tramo 2	429.7751 35	T= 500	190.2	792.37	796.11		796.49	0.005336	2.99	73.92	27.41	0.54	132.76





<b>Mora</b>	Tramo 2	429.7751 35	T = 100	106.6	792.37	794.3	794.39	795.08	0.026982	4.08	28.9	22.58	1.1	330.97
<b>Mora</b>	Tramo 2	413.3653 36	T= 500	190.2	792.17	796.15		796.4	0.003179	2.46	92.87	32.81	0.42	83.94
<b>Mora</b>	Tramo 2	413.3653 36	T = 100	106.6	792.17	794.28	794.04	794.75	0.013709	3.23	37.73	26.13	0.8	189.7
<b>Mora</b>	Tramo 2	394.3993 37	T= 500	190.2	791.11	796.19		796.32	0.001526	1.96	132.94	47.09	0.31	40.79
<b>Mora</b>	Tramo 2	394.3993 37	T = 100	106.6	791.11	794.33		794.54	0.004163	2.31	58.07	31.29	0.48	73.81
<b>Mora</b>	Tramo 2	380.6568 38	T= 500	190.2	790.86	796.12		796.29	0.001936	2.32	117.68	40.59	0.34	52.99
<b>Mora</b>	Tramo 2	380.6568 38	T = 100	106.6	790.86	794.14		794.46	0.006105	2.93	48.83	27.67	0.6	102.36
<b>Mora</b>	Tramo 2	366.0706 39	T= 500	190.2	790.5	796.12		796.26	0.001237	1.95	131.69	39.79	0.29	38.12
<b>Mora</b>	Tramo 2	366.0706 39	T = 100	106.6	790.5	794.2		794.35	0.002242	1.96	68.03	27.97	0.35	51.01
<b>Mora</b>	Tramo 2	353.782*	T= 500	190.2	790.51	796.1		796.25	0.001278	1.94	127.46	37.88	0.29	40.12
<b>Mora</b>	Tramo 2	353.782*	T = 100	106.6	790.51	794.15		794.32	0.002554	2.01	64.14	27.62	0.38	55.72
<b>Mora</b>	Tramo 2	341.4939 40	T= 500	190.2	790.52	796.09		796.23	0.001136	1.8	130.21	35.39	0.27	38.31
<b>Mora</b>	Tramo 2	341.4939 40	T = 100	106.6	790.52	794.14		794.28	0.002241	1.84	67.78	28.36	0.35	50.04



Mora	Tramo 2	319.802*	T= 500	190.2	790.38	796.07		796.2	0.00109	1.81	133.94	36.84	0.26	36.66
Mora	Tramo 2	319.802*	T = 100	106.6	790.38	794.09		794.24	0.002144	1.87	69.13	28.83	0.35	48.29
Mora	Tramo 2	298.1118 41	T= 500	190.2	790.25	796.06		796.17	0.000941	1.74	143.24	37.82	0.24	32.95
Mora	Tramo 2	298.1118 41	T = 100	106.6	790.25	794.06		794.19	0.001787	1.78	75	30	0.31	41.97
Mora	Tramo 2	277.435*	T= 500	190.2	790.15	796.05		796.15	0.000797	1.61	155.01	45.34	0.24	25.52
Mora	Tramo 2	277.435*	T = 100	106.6	790.15	794.04		794.15	0.001374	1.57	81.97	31.79	0.28	33.4
Mora	Tramo 2	256.759*	T= 500	190.2	790.05	796.05		796.13	0.000639	1.45	169.96	52.49	0.23	19.49
Mora	Tramo 2	256.759*	T = 100	106.6	790.05	794.03		794.12	0.001058	1.38	89.83	33.67	0.25	26.66
Mora	Tramo 2	236.0839 42	T= 500	190.2	789.96	796.05		796.12	0.0005	1.29	185.92	55.39	0.2	15.83
Mora	Tramo 2	236.0839 42	T = 100	106.6	789.96	794.02		794.09	0.00082	1.23	98.49	35.6	0.22	21.45
Mora	Tramo 2	215.047*	T= 500	190.2	789.65	796.06		796.1	0.000288	1.01	240.51	59.18	0.14	11.07
Mora	Tramo 2	215.047*	T = 100	106.6	789.65	794.03		794.07	0.000548	1.06	126.92	51.97	0.19	12.83
Mora	Tramo 2	194.0119 43	T= 500	190.2	789.35	796.07		796.09	0.000158	0.77	304.78	62.77	0.1	7.16
Mora	Tramo 2	194.0119 43	T = 100	106.6	789.35	794.04		794.06	0.00023	0.72	182.83	57.2	0.11	7
Mora	Tramo 2	174.4888 44	T= 500	190.2	788.9	796.04		796.08	0.000292	1.09	230.26	52.9	0.14	11.83



Mora	Tramo 2	174.4888 44	T = 100	106.6	788.9	794.01		794.05	0.000364	0.96	137.87	41.14	0.15	11.42
Mora	Tramo 2	152.6513 45	T= 500	190.2	787.91	796.05		796.07	0.00019	0.87	266.77	50.4	0.1	8.91
Mora	Tramo 2	152.6513 45	T = 100	106.6	787.91	794.02		794.04	0.000234	0.77	168.74	46	0.11	7.83
Mora	Tramo 2	139.915*	T= 500	190.2	788.11	796.05		796.07	0.00015	0.81	290.26	52.16	0.09	7.44
Mora	Tramo 2	139.915*	T = 100	106.6	788.11	794.02		794.04	0.000172	0.7	188.28	48.44	0.1	6.17
Mora	Tramo 2	127.1787 46	T= 500	190.2	788.31	796.05		796.07	0.000121	0.75	315.12	55.06	0.09	6.2
Mora	Tramo 2	127.1787 46	T = 100	106.6	788.31	794.02		794.03	0.00013	0.63	208.78	50.16	0.08	4.98
Mora	Tramo 2	112.379*	T= 500	190.2	787.99	796.04		796.07	0.000124	0.78	306.91	54.57	0.09	6.29
Mora	Tramo 2	112.379*	T = 100	106.6	787.99	794.01		794.03	0.000136	0.67	200.51	50.26	0.09	5.02
Mora	Tramo 2	97.58062 47	T= 500	190.2	787.67	796.04		796.06	0.000118	0.78	305.38	54.24	0.09	5.96
Mora	Tramo 2	97.58062 47	T = 100	106.6	787.67	794.01		794.03	0.000124	0.66	199.54	49.92	0.1	4.58
Mora	Tramo 2	75.4367*	T= 500	190.2	787.33	796.02		796.06	0.000178	0.96	249.77	48.16	0.12	8.36
Mora	Tramo 2	75.4367*	T = 100	106.6	787.33	794		794.02	0.000182	0.79	160.21	40.16	0.12	6.63
Mora	Tramo 2	53.29283 48	T= 500	190.2	786.99	796.01		796.05	0.000227	1.07	224.87	45.31	0.14	10.05



Mora	Tramo 2	53.29283 48	T = 100	106.6	786.99	793.98		794.02	0.000224	0.88	143.95	35.68	0.13	8.07
Mijares	Tramo 1	1182.753 1	T= 500	1886.11	797.12	807.5	805.98	808.97	0.006159	6.19	403.25	61.85	0.67	360.75
Mijares	Tramo 1	1182.753 1	T = 100	1156.2	797.12	805.15	803.63	806.46	0.007347	5.64	262.88	55.2	0.74	321.84
Mijares	Tramo 1	1160.32*	T= 500	1886.11	796.98	807.29		808.82	0.006442	6.29	392.32	59.57	0.68	381.68
Mijares	Tramo 1	1160.32*	T = 100	1156.2	796.98	804.98		806.3	0.007424	5.65	259.95	53.08	0.73	334.6
Mijares	Tramo 1	1137.88*	T= 500	1886.11	796.84	807.04		808.66	0.006861	6.44	379.2	57.36	0.7	408.49
Mijares	Tramo 1	1137.88*	T = 100	1156.2	796.84	804.78		806.13	0.007619	5.69	255.41	51.14	0.73	350.01
Mijares	Tramo 1	1115.45*	T= 500	1886.11	796.71	806.73		808.49	0.007501	6.66	363.22	55.25	0.73	444.44
Mijares	Tramo 1	1115.45*	T = 100	1156.2	796.71	804.54		805.94	0.008058	5.8	248.04	49.2	0.75	373.09
Mijares	Tramo 1	1093.02*	T= 500	1886.11	796.57	806.33	805.13	808.28	0.008551	6.98	343.07	53.16	0.78	497.01
Mijares	Tramo 1	1093.02*	T = 100	1156.2	796.57	804.22	803.22	805.74	0.008886	6	237.15	47.12	0.78	409.29
Mijares	Tramo 1	1070.588 2	T= 500	1886.11	796.43	805.09	805.05	807.94	0.014257	8.3	282.79	49.19	1	740.02
Mijares	Tramo 1	1070.588 2	T = 100	1156.2	796.43	803.07	803.07	805.39	0.016059	7.3	189.63	42.5	1.02	655.98
Mijares	Tramo 1	1053.21*	T= 500	1886.11	795.95	805.39		807.52	0.009615	7.22	326.61	51.36	0.82	550.15
Mijares	Tramo 1	1053.21*	T = 100	1156.2	795.95	801.97	802.59	804.98	0.023772	8.22	165.95	41.88	1.23	874.45
Mijares	Tramo 1	1035.83*	T= 500	1886.11	795.48	805.57		807.24	0.006839	6.39	369.13	53.31	0.69	422.22





Mijares	Tramo 1	1035.83*	T = 100	1156.2	795.48	803.1	801.9	804.49	0.008171	5.72	244.31	47.24	0.74	385.66
Mijares	Tramo 1	1018.463 3	T= 500	1886.11	795	805.71		807.03	0.005017	5.7	412.83	55.13	0.59	329.89
Mijares	Tramo 1	1018.463 3	T = 100	1156.2	795	803.25		804.26	0.005322	4.89	284.85	48.75	0.59	278.19
Mijares	Tramo 1	998.01*	T= 500	1886.11	794.69	805.34		806.9	0.005838	6.13	386.29	54.28	0.66	368.8
Mijares	Tramo 1	998.01*	T = 100	1156.2	794.69	802.89		804.12	0.006392	5.34	261.65	47.07	0.67	320.19
Mijares	Tramo 1	977.557*	T= 500	1886.11	794.38	805.12		806.76	0.00612	6.29	374.61	51.45	0.67	389.21
Mijares	Tramo 1	977.557*	T = 100	1156.2	794.38	802.73		803.99	0.006365	5.37	259.36	45.27	0.66	324.27
Mijares	Tramo 1	957.1040 4	T= 500	1886.11	794.07	805.05		806.62	0.00579	6.17	382.18	50.81	0.65	374.63
Mijares	Tramo 1	957.1040 4	T = 100	1156.2	794.07	802.67		803.84	0.005875	5.23	267.79	45.42	0.63	304.96
Mijares	Tramo 1	934.091*	T= 500	1886.11	794.02	804.93		806.48	0.00585	6.27	387.88	53.08	0.65	377.41
Mijares	Tramo 1	934.091*	T = 100	1156.2	794.02	802.53		803.71	0.00601	5.35	268.96	46.14	0.64	313.92
Mijares	Tramo 1	911.0787 5	T= 500	1886.11	793.97	805.04		806.26	0.004751	5.79	434.35	57.58	0.57	317.42
Mijares	Tramo 1	911.0787 5	T = 100	1156.2	793.97	802.6		803.51	0.004768	4.88	303.18	49.66	0.55	261.25
Mijares	Tramo 1	899.291*	T= 500	1886.11	793.82	805.01		806.19	0.004502	5.61	449.09	64.14	0.58	285.05
Mijares	Tramo 1	899.291*	T = 100	1156.2	793.82	802.54		803.44	0.004619	4.77	307.23	52.42	0.55	245.72



Mijares	Tramo 1	887.5036 6	T= 500	1886.11	793.67	805.1		806.08	0.003672	5.07	487.62	67.38	0.52	239.1
Mijares	Tramo 1	887.5036 6	T = 100	1156.2	793.67	802.58		803.35	0.003908	4.39	330.92	56.22	0.51	208.43
Mijares	Tramo 1	865.7755 7	T= 500	1886.11	793.2	804.97		805.98	0.003704	5.09	471.19	60.8	0.51	245.57
Mijares	Tramo 1	865.7755 7	T = 100	1156.2	793.2	802.49		803.25	0.003796	4.34	329.93	53.64	0.5	202.75
Mijares	Tramo 1	846.029*	T= 500	1886.11	793.05	804.36		805.77	0.005534	6.15	403.92	55.79	0.62	347.79
Mijares	Tramo 1	846.029*	T = 100	1156.2	793.05	801.96		803.06	0.005748	5.3	278.74	47.95	0.61	293.1
Mijares	Tramo 1	826.2842 8	T= 500	1886.11	792.89	802.19	802.04	805.08	0.015079	9.02	282.32	47.16	0.98	793.83
Mijares	Tramo 1	826.2842 8	T = 100	1156.2	792.89	800.49	800.11	802.49	0.013329	7.36	207	41.31	0.89	591.47
Mijares	Tramo 1	804.062*	T= 500	1886.11	792.7	802.28	801.59	804.59	0.012869	8.41	314.98	53.67	0.89	684.94
Mijares	Tramo 1	804.062*	T = 100	1156.2	792.7	800.36	799.87	802.12	0.012842	7.17	220	46.24	0.86	560.18
Mijares	Tramo 1	781.8401 9	T= 500	1886.11	792.51	802.74		804.08	0.007963	6.85	414.52	71.97	0.68	420.29
Mijares	Tramo 1	781.8401 9	T = 100	1156.2	792.51	800.62		801.69	0.007983	5.81	272.26	51.71	0.64	384.95
Mijares	Tramo 1	763.150*	T= 500	1886.11	792.43	802.02		803.86	0.010634	7.72	360.61	66.65	0.83	532.3
Mijares	Tramo 1	763.150*	T = 100	1156.2	792.43	800.27		801.52	0.008905	6.13	257.23	50.75	0.7	416.12
Mijares	Tramo 1	744.461*	T= 500	1886.11	792.35	801.48	800.85	803.63	0.011937	8.04	331.84	60.07	0.88	610.27



Mijares	Tramo 1	744.461*	T = 100	1156.2	792.35	799.83		801.32	0.010331	6.51	240.36	50.2	0.79	458.2
Mijares	Tramo 1	725.7726 10	T= 500	1886.11	792.27	800.87	800.73	803.36	0.013771	8.4	308.63	56.95	0.96	685.99
Mijares	Tramo 1	725.7726 10	T = 100	1156.2	792.27	799.31	798.89	801.08	0.012206	6.91	224.73	50.62	0.89	501.48
Mijares	Tramo 1	711.842*	T= 500	1886.11	792.51	800.89	800.43	803.08	0.012911	7.99	322.59	59.21	0.9	653.37
Mijares	Tramo 1	711.842*	T = 100	1156.2	792.51	799.26	798.73	800.87	0.012103	6.69	231.6	52.57	0.85	499
Mijares	Tramo 1	697.9121 11	T= 500	1886.11	792.75	800.93		802.82	0.011681	7.5	340.98	61.57	0.83	602.71
Mijares	Tramo 1	697.9121 11	T = 100	1156.2	792.75	799.23		800.65	0.011574	6.38	241.48	54.92	0.8	478.91
Mijares	Tramo 1	677.964*	T= 500	1886.11	792.09	800.73		802.59	0.011132	7.45	346.76	62.59	0.82	576.76
Mijares	Tramo 1	677.964*	T = 100	1156.2	792.09	799		800.42	0.011126	6.38	244.53	56	0.81	459.29
Mijares	Tramo 1	658.0166 12	T= 500	1886.11	791.43	800.54		802.35	0.01059	7.37	354.36	64.05	0.81	545.97
Mijares	Tramo 1	658.0166 12	T = 100	1156.2	791.43	798.82		800.19	0.010404	6.3	250.46	57.16	0.79	430.93
Mijares	Tramo 1	639.686*	T= 500	1886.11	791.14	800.23		802.14	0.011375	7.7	346.08	62.96	0.83	584.43
Mijares	Tramo 1	639.686*	T = 100	1156.2	791.14	798.56		799.99	0.010794	6.51	247.04	55.89	0.8	449.24
Mijares	Tramo 1	621.3561 13	T= 500	1886.11	790.84	800.1		801.91	0.010876	7.67	354.04	62.86	0.8	567.93
Mijares	Tramo 1	621.3561 13	T = 100	1156.2	790.84	798.39		799.78	0.010575	6.57	251.9	56.98	0.79	438.35



Mijares	Tramo 1	603.480*	T= 500	1886.11	790.85	800.51		801.54	0.005292	5.48	473.16	80.32	0.59	294.71
Mijares	Tramo 1	603.480*	T = 100	1156.2	790.85	798.7		799.45	0.004933	4.57	337.98	69.7	0.56	226.96
Mijares	Tramo 1	585.604*	T= 500	1886.11	790.86	800.72		801.34	0.002944	4.11	593.47	89.52	0.43	183.46
Mijares	Tramo 1	585.604*	T = 100	1156.2	790.86	798.84		799.29	0.002802	3.45	430.87	84.16	0.42	136.49
Mijares	Tramo 1	567.7289 14	T= 500	1886.11	790.87	800.82		801.23	0.001892	3.29	708.5	97.53	0.34	127.99
Mijares	Tramo 1	567.7289 14	T = 100	1156.2	790.87	798.91		799.2	0.00175	2.71	525.86	94.2	0.32	92.43
Mijares	Tramo 1	544.5462 15	T= 500	1886.11	790.7	800.8		801.18	0.001717	3.21	742.38	103.78	0.33	115.57
Mijares	Tramo 1	544.5462 15	T = 100	1156.2	790.7	798.89		799.16	0.001574	2.66	549	98.26	0.31	83.59
Mijares	Tramo 1	524.512*	T= 500	1886.11	790.47	800.51		801.12	0.002887	4.09	599.99	92.02	0.43	176.59
Mijares	Tramo 1	524.512*	T = 100	1156.2	790.47	798.66		799.1	0.002742	3.45	434.97	85.66	0.42	131.9
Mijares	Tramo 1	504.4796 16	T= 500	1886.11	790.24	799.89		801	0.005906	5.58	448.99	77.79	0.62	313.04
Mijares	Tramo 1	504.4796 16	T = 100	1156.2	790.24	798.16		798.99	0.005721	4.77	320.23	71.12	0.61	238.71
Mijares	Tramo 1	483.975*	T= 500	1886.11	789.81	798.64	798.59	800.72	0.013048	7.7	343.03	73.99	0.95	568.36
Mijares	Tramo 1	483.975*	T = 100	1156.2	789.81	796.92	796.92	798.71	0.014167	6.85	226.19	61.09	0.98	493.67
Mijares	Tramo 1	463.4704 17	T= 500	1886.11	789.38	799.27		800.23	0.005214	5.21	460.91	64.52	0.52	328.33





Mijares	Tramo 1	463.4704 17	T = 100	1156.2	789.38	797.54	795.13	798.16	0.004392	4.16	351.66	61.29	0.47	226.17
Mijares	Tramo 1	448.678*	T= 500	1886.11	789.56	799.03		800.14	0.00645	5.86	442.58	73.43	0.61	360.87
Mijares	Tramo 1	448.678*	T = 100	1156.2	789.56	797.27		798.07	0.005965	4.88	320.54	64.94	0.57	274.34
Mijares	Tramo 1	433.8866 18	T= 500	1886.11	789.74	799.02		800.02	0.005889	5.72	459.35	72.32	0.56	344.44
Mijares	Tramo 1	433.8866 18	T = 100	1156.2	789.74	797.26		797.96	0.0053	4.7	337.85	65.63	0.52	253.32
Mijares	Tramo 1	414.627*	T= 500	1886.11	789.4	798.59		799.87	0.007207	5.91	418.05	73.54	0.67	382.38
Mijares	Tramo 1	414.627*	T = 100	1156.2	789.4	796.84		797.82	0.007138	5.04	295.83	66.24	0.66	299.48
Mijares	Tramo 1	395.3691 19	T= 500	1886.11	789.06	798.48		799.72	0.00669	5.49	424.37	77.49	0.67	341.97
Mijares	Tramo 1	395.3691 19	T = 100	1156.2	789.06	796.67		797.67	0.007137	4.79	290.74	70.07	0.7	278.27
Mijares	Tramo 1	372.309*	T= 500	1886.11	789.09	798.29		799.57	0.006638	5.44	418.62	79.45	0.7	330.47
Mijares	Tramo 1	372.309*	T = 100	1156.2	789.09	796.52		797.51	0.006855	4.66	288.31	68.22	0.68	274.63
Mijares	Tramo 1	349.2504 20	T= 500	1886.11	789.12	798.19		799.4	0.006126	5.2	436	89.86	0.7	281.72
Mijares	Tramo 1	349.2504 20	T = 100	1156.2	789.12	796.39		797.34	0.006539	4.5	287.99	64.92	0.66	274.05
Mijares	Tramo 1	326.784*	T= 500	1886.11	788.96	797.7		799.21	0.007773	5.78	390.01	82.04	0.8	350.74
Mijares	Tramo 1	326.784*	T = 100	1156.2	788.96	795.91		797.14	0.008519	5.05	255.21	66.94	0.8	308.51



Mijares	Tramo 1	304.318*	T= 500	1886.11	788.8	797.68		798.99	0.00668	5.5	417.57	81.57	0.72	323.49
Mijares	Tramo 1	304.318*	T = 100	1156.2	788.8	795.82		796.93	0.007588	4.89	274.03	69.91	0.75	282.75
Mijares	Tramo 1	281.8532 21	T= 500	1886.11	788.65	797.69		798.79	0.00553	5.15	462.59	89.38	0.65	270.43
Mijares	Tramo 1	281.8532 21	T = 100	1156.2	788.65	795.81		796.71	0.006115	4.54	308.35	76.09	0.67	235.05
Mijares	Tramo 1	259.932*	T= 500	1886.11	788.5	797.6		798.65	0.005296	5.08	471.94	90.35	0.63	262.41
Mijares	Tramo 1	259.932*	T = 100	1156.2	788.5	795.69		796.57	0.005921	4.5	312.28	76.15	0.66	231.54
Mijares	Tramo 1	238.011*	T= 500	1886.11	788.35	797.52		798.53	0.005061	4.99	482.7	91.14	0.62	254.05
Mijares	Tramo 1	238.011*	T = 100	1156.2	788.35	795.59		796.44	0.005679	4.44	317.96	75.63	0.63	227.68
Mijares	Tramo 1	216.0907 22	T= 500	1886.11	788.2	797.45		798.41	0.004846	4.91	494.59	92.2	0.6	245.16
Mijares	Tramo 1	216.0907 22	T = 100	1156.2	788.2	795.5		796.3	0.005373	4.34	324.99	73.73	0.6	224.36
Mijares	Tramo 1	195.675*	T= 500	1886.11	787.96	797.43		798.28	0.004284	4.58	519.57	95.85	0.56	220.81
Mijares	Tramo 1	195.675*	T = 100	1156.2	787.96	795.43		796.18	0.005066	4.14	338.5	81.99	0.6	200.03
Mijares	Tramo 1	175.260*	T= 500	1886.11	787.73	797.41		798.17	0.003829	4.29	545.12	99.77	0.53	199.69
Mijares	Tramo 1	175.260*	T = 100	1156.2	787.73	795.38		796.06	0.004644	3.91	354.89	87.93	0.58	179.82
Mijares	Tramo 1	154.8451 23	T= 500	1886.11	787.49	797.39		798.07	0.003446	4.03	571.97	104.13	0.5	180.52
Mijares	Tramo 1	154.8451 23	T = 100	1156.2	787.49	795.34		795.95	0.004224	3.67	372.08	91.99	0.55	163.64



Mijares	Tramo 1	137.389*	T= 500	1886.11	787.52	797.17		797.99	0.004089	4.45	523.7	94.13	0.54	216.57
Mijares	Tramo 1	137.389*	T = 100	1156.2	787.52	795.17		795.86	0.00472	3.97	347.6	82.46	0.57	190.55
Mijares	Tramo 1	119.934*	T= 500	1886.11	787.55	796.8		797.88	0.005436	5.13	454.36	80.38	0.62	291.3
Mijares	Tramo 1	119.934*	T = 100	1156.2	787.55	794.86		795.75	0.006002	4.51	307.7	71.15	0.64	247.83
Mijares	Tramo 1	102.4784 24	T= 500	1886.11	787.58	795.33	795.15	797.62	0.013677	7.39	312.08	62.71	0.96	642.01
Mijares	Tramo 1	102.4784 24	T = 100	1156.2	787.58	793.72	793.58	795.51	0.014337	6.37	215.91	56.68	0.97	520.32
Mijares	Tramo 1	88.4946*	T= 500	1886.11	787.51	795.22	794.97	797.41	0.01278	7.17	320.3	64.27	0.94	599.67
Mijares	Tramo 1	88.4946*	T = 100	1156.2	787.51	793.54	793.37	795.3	0.013872	6.25	217.97	57.46	0.96	500.91
Mijares	Tramo 1	74.51099 25	T= 500	1886.11	787.44	795.23	794.87	797.17	0.010999	6.74	345.76	72.21	0.9	497.22
Mijares	Tramo 1	74.51099 25	T = 100	1156.2	787.44	793.51		795.06	0.011874	5.86	229.82	59.14	0.89	437.75
Mijares	Tramo 1	59.6537*	T= 500	1886.11	786.98	795.36		796.9	0.008202	6.11	384.21	71.38	0.76	414.02
Mijares	Tramo 1	59.6537*	T = 100	1156.2	786.98	793.57		794.81	0.008797	5.32	262.88	64.78	0.78	338.95
Mijares	Tramo 1	44.79642 26	T= 500	1886.11	786.53	795.43		796.71	0.006445	5.63	417.86	70.43	0.66	355.85
Mijares	Tramo 1	44.79642 26	T = 100	1156.2	786.53	793.66		794.61	0.006313	4.75	297.69	64.75	0.64	273.34
Mijares	Tramo 3	1579.663 49	T= 500	2076.3	784.26	794.62		795.45	0.003511	4.71	569.52	81.78	0.49	228.3



Mijares	Tramo 3	1579.663 49	T = 100	1262.8	784.26	793.04		793.54	0.002585	3.61	446.12	75.96	0.41	142.82
Mijares	Tramo 3	1555.61*	T= 500	2076.3	783.92	794.41		795.35	0.004019	5.05	550.91	85.59	0.54	243.42
Mijares	Tramo 3	1555.61*	T = 100	1262.8	783.92	792.93		793.47	0.002834	3.81	432.29	75.91	0.44	152.29
Mijares	Tramo 3	1531.57*	T= 500	2076.3	783.58	794.24		795.24	0.004403	5.3	547.16	91.98	0.58	247.12
Mijares	Tramo 3	1531.57*	T = 100	1262.8	783.58	792.83		793.4	0.002963	3.93	427.81	76.52	0.45	156.06
Mijares	Tramo 3	1507.52*	T= 500	2076.3	783.25	794.16		795.12	0.004377	5.33	567.04	99.85	0.58	234.17
Mijares	Tramo 3	1507.52*	T = 100	1262.8	783.25	792.72		793.32	0.003175	4.11	431.45	84.9	0.49	151.79
Mijares	Tramo 3	1483.484 50	T= 500	2076.3	782.91	794.18		794.97	0.003756	4.99	638.68	116.97	0.54	192.48
Mijares	Tramo 3	1483.484 50	T = 100	1262.8	782.91	792.65		793.24	0.003238	4.18	464.15	108.98	0.53	129.78
Mijares	Tramo 3	1464.76*	T= 500	2076.3	782.84	794.23		794.86	0.002941	4.42	704.88	123.45	0.47	158.45
Mijares	Tramo 3	1464.76*	T = 100	1262.8	782.84	792.7		793.14	0.002456	3.64	521.1	114.8	0.45	105.57
Mijares	Tramo 3	1446.03*	T= 500	2076.3	782.78	794.28		794.77	0.002307	3.91	777.7	129.52	0.4	130.86
Mijares	Tramo 3	1446.03*	T = 100	1262.8	782.78	792.73		793.07	0.001868	3.17	583.93	120.09	0.37	86.09
Mijares	Tramo 3	1427.31*	T= 500	2076.3	782.72	794.31		794.7	0.001823	3.47	856.51	135.88	0.35	108.42
Mijares	Tramo 3	1427.31*	T = 100	1262.8	782.72	792.76		793.02	0.001439	2.77	651.83	126.31	0.32	70.34
Mijares	Tramo 3	1408.592 51	T= 500	2076.3	782.65	794.33		794.64	0.001455	3.09	940.82	142.72	0.31	90.24





Mijares	Tramo 3	1408.592 51	T = 100	1262.8	782.65	792.77		792.97	0.001123	2.44	724.61	133.25	0.27	57.71
Mijares	Tramo 3	1385.74*	T= 500	2076.3	782.46	794.34		794.6	0.001185	2.83	1046.15	158.7	0.28	74.01
Mijares	Tramo 3	1385.74*	T = 100	1262.8	782.46	792.77		792.94	0.000931	2.26	803.39	149.68	0.25	47.54
Mijares	Tramo 3	1362.90*	T= 500	2076.3	782.26	794.35		794.56	0.000979	2.61	1154.18	174.78	0.25	61.51
Mijares	Tramo 3	1362.90*	T = 100	1262.8	782.26	792.77		792.91	0.000777	2.09	885.18	165.85	0.23	39.61
Mijares	Tramo 3	1340.05*	T= 500	2076.3	782.07	794.35		794.53	0.000818	2.41	1265.09	190.93	0.23	51.71
Mijares	Tramo 3	1340.05*	T = 100	1262.8	782.07	792.77		792.89	0.000653	1.95	969.96	181.91	0.21	33.33
Mijares	Tramo 3	1317.214 52	T= 500	2076.3	781.87	794.36		794.5	0.00069	2.24	1379.01	207.17	0.21	43.89
Mijares	Tramo 3	1317.214 52	T = 100	1262.8	781.87	792.77		792.87	0.000553	1.81	1057.73	197.96	0.19	28.28
Mijares	Tramo 3	1295.83*	T= 500	2076.3	781.7	794.36		794.48	0.000537	2.02	1506.26	213.55	0.18	36.31
Mijares	Tramo 3	1295.83*	T = 100	1262.8	781.7	792.78		792.85	0.000416	1.61	1173.16	206.66	0.17	22.75
Mijares	Tramo 3	1274.45*	T= 500	2076.3	781.53	794.36		794.46	0.000426	1.83	1636.74	220.77	0.16	30.35
Mijares	Tramo 3	1274.45*	T = 100	1262.8	781.53	792.78		792.84	0.000321	1.44	1291.01	215.2	0.14	18.57
Mijares	Tramo 3	1253.07*	T= 500	2076.3	781.37	794.37		794.45	0.000344	1.67	1770.17	228.4	0.15	25.61
Mijares	Tramo 3	1253.07*	T = 100	1262.8	781.37	792.78		792.83	0.000252	1.3	1411.46	223.69	0.13	15.34
Mijares	Tramo 3	1231.698 53	T= 500	2076.3	781.2	794.37	788.2	794.44	0.000282	1.53	1906.33	236.3	0.13	21.79



Mijares	Tramo 3	1231.698 53	T = 100	1262.8	781.2	792.78	786.85	792.82	0.000201	1.18	1534.45	232.15	0.11	12.82
Mijares	Tramo 3	1174		Bridge										
Mijares	Tramo 3	1117.216 54	T= 500	2076.3	781.2	794.32		794.39	0.000287	1.54	1894.73	236.17	0.14	22.08
Mijares	Tramo 3	1117.216 54	T = 100	1262.8	781.2	792.75		792.79	0.000204	1.19	1527.04	232.07	0.12	12.95
Mijares	Tramo 3	1099.84*	T= 500	2076.3	780.75	794.31		794.39	0.000286	1.55	1849.49	229.66	0.14	22.18
Mijares	Tramo 3	1099.84*	T = 100	1262.8	780.75	792.74		792.79	0.000201	1.18	1493.12	225.33	0.12	12.84
Mijares	Tramo 3	1082.47*	T= 500	2076.3	780.31	794.3		794.38	0.000281	1.53	1817.8	224.14	0.14	21.92
Mijares	Tramo 3	1082.47*	T = 100	1262.8	780.31	792.74		792.79	0.000193	1.16	1471.65	218.95	0.12	12.52
Mijares	Tramo 3	1065.109 55	T= 500	2076.3	779.87	794.29		794.38	0.000271	1.5	1800.21	218.41	0.14	21.37
Mijares	Tramo 3	1065.109 55	T = 100	1262.8	779.87	792.73		792.78	0.000182	1.12	1463.69	212.88	0.12	12.01
Mijares	Tramo 3	1050.41*	T= 500	2076.3	779.74	794.27		794.37	0.000315	1.64	1697.32	210.05	0.15	24.53
Mijares	Tramo 3	1050.41*	T = 100	1262.8	779.74	792.72		792.78	0.000213	1.23	1376.28	203.36	0.13	13.91
Mijares	Tramo 3	1035.724 56	T= 500	2076.3	779.61	794.25		794.37	0.000383	1.82	1586.45	202.57	0.17	28.85
Mijares	Tramo 3	1035.724 56	T = 100	1262.8	779.61	792.71		792.77	0.000262	1.38	1278.8	195.19	0.14	16.58
Mijares	Tramo 3	1017.51*	T= 500	2076.3	779.32	794.17		794.28	0.000395	1.93	1602.68	212.11	0.17	28.76



Mijares	Tramo 3	1017.51*	T = 100	1262.8	779.32	792.66		792.72	0.000265	1.46	1291.78	196.92	0.14	16.75
Mijares	Tramo 3	999.299*	T= 500	2076.3	779.04	794.08		794.19	0.000412	2.05	1630.1	221.82	0.17	29.2
Mijares	Tramo 3	999.299*	T = 100	1262.8	779.04	792.6		792.66	0.000279	1.57	1312.41	207.36	0.14	17.02
Mijares	Tramo 3	981.0879 57	T= 500	2076.3	778.76	793.98		794.07	0.000427	2.18	1671.34	227.17	0.16	30.24
Mijares	Tramo 3	981.0879 57	T = 100	1262.8	778.76	792.53		792.59	0.000296	1.69	1348.96	217.14	0.14	17.69
Mijares	Tramo 3	959.9446 58	T= 500	2076.3	778.09	793.9		794.06	0.000645	2.73	1360.94	189.94	0.21	43.85
Mijares	Tramo 3	959.9446 58	T = 100	1262.8	778.09	792.48		792.57	0.000443	2.12	1095.35	183.36	0.18	25.17
Mijares	Tramo 3	940.4006 59	T= 500	2076.3	777.92	793.12	791.78	793.97	0.003229	5.8	724.71	157.44	0.6	137.84
Mijares	Tramo 3	940.4006 59	T = 100	1262.8	777.92	791.92	787.76	792.51	0.00226	4.58	549.06	136.39	0.54	83.76
Mijares	Tramo 3	925		Bridge										
Mijares	Tramo 3	910.0000 60	T= 500	2076.3	777.92	791.88	791.88	793.59	0.006806	7.92	527.25	130.87	0.92	250.78
Mijares	Tramo 3	910.0000 60	T = 100	1262.8	777.92	787.79	787.83	791.8	0.018136	10.15	168.23	25.91	1.11	872.12
Mijares	Tramo 3	897.078*	T= 500	2076.3	777.79	791.57	788.51	793.08	0.004994	6.67	519.98	106.52	0.79	224.49
Mijares	Tramo 3	897.078*	T = 100	1262.8	777.79	784.5	786.81	791.12	0.046864	12.18	122.75	27.05	1.71	1802.48



Mijares	Tramo 3	884.1564 61	T= 500	2076.3	777.66	791.8	787.59	792.89	0.003205	5.39	571.04	92.15	0.59	179.67
Mijares	Tramo 3	884.1564 61	T = 100	1262.8	777.66	788.06	785.32	789.17	0.004532	5.14	304.35	45	0.57	265.47
Mijares	Tramo 3	868.5		Bridge										
Mijares	Tramo 3	852.8736 62	T= 500	2076.3	777.66	790.96		792.56	0.005196	6.34	494.35	89.02	0.76	261.51
Mijares	Tramo 3	852.8736 62	T = 100	1262.8	777.66	787.67		788.99	0.006021	5.57	287.02	44	0.64	341.08
Mijares	Tramo 3	830.716*	T= 500	2076.3	777.54	791.32		792.31	0.002988	5.08	559.26	57.97	0.45	241.32
Mijares	Tramo 3	830.716*	T = 100	1262.8	777.54	787.96		788.77	0.003394	4.46	373.58	53	0.48	209.08
Mijares	Tramo 3	808.5600 63	T= 500	2076.3	777.42	791.41		792.21	0.002252	4.56	612.82	51.72	0.37	200.59
Mijares	Tramo 3	808.5600 63	T = 100	1262.8	777.42	788.11		788.64	0.002136	3.7	445.05	49.75	0.35	153.89
Mijares	Tramo 3	789.3163 64	T= 500	2076.3	777.61	791.44		792.14	0.002103	4.34	648.08	58.67	0.36	183.71
Mijares	Tramo 3	789.3163 64	T = 100	1262.8	777.61	788.08		788.59	0.002168	3.65	457.14	55.2	0.35	149.44
Mijares	Tramo 3	771.1290 65	T= 500	2076.3	777.53	789.72		791.89	0.00641	6.73	356.75	38.78	0.69	440.82
Mijares	Tramo 3	771.1290 65	T = 100	1262.8	777.53	786.88		788.39	0.006395	5.56	252.54	34.38	0.64	363.61





Mijares	Tramo 3	756.2645 66	T= 500	2076.3	777.52	788.37	787.21	791.7	0.011901	8.22	277.99	32.82	0.89	735.44
Mijares	Tramo 3	756.2645 66	T = 100	1262.8	777.52	786.25		788.27	0.009697	6.36	212.11	29.67	0.75	520.86
Mijares	Tramo 3	741.893*	T= 500	2076.3	777.55	787.48	787.48	791.46	0.016	9.19	263.18	35.93	1.04	931.31
Mijares	Tramo 3	741.893*	T = 100	1262.8	777.55	784.96	784.96	788	0.018112	7.92	177.45	31.9	1.05	832.61
Mijares	Tramo 3	727.5232 67	T= 500	2076.3	777.58	784.79	786.48	790.93	0.039826	11.88	212.33	38.34	1.49	1891.95
Mijares	Tramo 3	727.5232 67	T = 100	1262.8	777.58	783.13	784.33	787.53	0.040184	9.91	150.62	36.11	1.45	1492.3
Mijares	Tramo 3	697.428*	T= 500	2076.3	775.78	781.42	783.93	789.93	0.078816	13.82	176.69	42.49	2.02	3003.32
Mijares	Tramo 3	697.428*	T = 100	1262.8	775.78	780.11	782.02	786.54	0.085633	11.82	122.43	40.04	2.05	2459.73
Mijares	Tramo 3	667.3330 68	T= 500	2076.3	773.97	778.93	781.59	788.53	0.111152	14.57	165.14	48.23	2.37	3576.27
Mijares	Tramo 3	667.3330 68	T = 100	1262.8	773.97	777.83	779.88	785.07	0.120461	12.45	114.04	44.3	2.37	2951.7
Mijares	Tramo 3	647.048*	T= 500	2076.3	773.43	778.95	781.05	785.98	0.070306	12.57	193.56	49.74	1.9	2558.18
Mijares	Tramo 3	647.048*	T = 100	1262.8	773.43	777.92	779.34	782.59	0.062576	10.1	143.36	47.35	1.76	1796.1
Mijares	Tramo 3	626.764*	T= 500	2076.3	772.9	778.9	780.46	784.33	0.048682	11.14	221.31	52.02	1.6	1927.09
Mijares	Tramo 3	626.764*	T = 100	1262.8	772.9	777.95	778.78	781.21	0.037154	8.54	172.75	50.28	1.38	1205.38
Mijares	Tramo 3	606.479*	T= 500	2076.3	772.37	778.72	779.85	783.18	0.037302	10.18	245.45	54.87	1.41	1552.02
Mijares	Tramo 3	606.479*	T = 100	1262.8	772.37	777.75	778.22	780.39	0.02764	7.73	193.08	52.67	1.2	954.41



Mijares	Tramo 3	586.195*	T= 500	2076.3	771.84	778.33	779.3	782.34	0.03288	9.71	261.39	58.88	1.34	1365.9
Mijares	Tramo 3	586.195*	T = 100	1262.8	771.84	777.09	777.63	779.8	0.029502	7.85	191.16	54.45	1.24	978.08
Mijares	Tramo 3	565.9106 69	T= 500	2076.3	771.31	777.6	778.66	781.64	0.035145	9.81	260.85	61.77	1.38	1395.37
Mijares	Tramo 3	565.9106 69	T = 100	1262.8	771.31	776.44	777.06	779.18	0.031366	7.94	191.14	57.9	1.29	981.41
Mijares	Tramo 3	548.469*	T= 500	2076.3	770.65	778.32	778.32	780.91	0.01712	7.78	328.08	64.88	1.01	810.4
Mijares	Tramo 3	548.469*	T = 100	1262.8	770.65	776.7	776.7	778.68	0.017861	6.64	226.86	59.93	1.02	640.75
Mijares	Tramo 3	531.028*	T= 500	2076.3	770	778.17	777.89	780.53	0.01417	7.28	342.93	65.54	0.95	691.1
Mijares	Tramo 3	531.028*	T = 100	1262.8	770	776.25	776.18	778.24	0.017066	6.51	222.72	58.08	1.02	617.65
Mijares	Tramo 3	513.5866 70	T= 500	2076.3	769.34	778.18		780.17	0.010723	6.59	370.77	66.64	0.85	549.34
Mijares	Tramo 3	513.5866 70	T = 100	1262.8	769.34	776.32		777.82	0.011122	5.59	252.47	58.18	0.83	449.06
Mijares	Tramo 3	492.285*	T= 500	2076.3	768.94	778.29		779.9	0.007935	5.96	408.73	65.35	0.72	457.64
Mijares	Tramo 3	492.285*	T = 100	1262.8	768.94	776.39		777.56	0.007796	4.97	288.75	61.22	0.7	346.07
Mijares	Tramo 3	470.984*	T= 500	2076.3	768.53	778.42		779.68	0.005729	5.31	468.16	71.69	0.62	348.24
Mijares	Tramo 3	470.984*	T = 100	1262.8	768.53	776.47		777.36	0.005485	4.39	333.08	65.92	0.59	261.81
Mijares	Tramo 3	449.6832 71	T= 500	2076.3	768.13	778.53	775.62	779.51	0.004223	4.74	532.59	77.38	0.53	271.14



Mijares	Tramo 3	449.6832 71	T = 100	1262.8	768.13	776.54	773.98	777.22	0.003891	3.87	385.11	70.89	0.5	199.59
Mijares	Tramo 3	375		Bridge										
Mijares	Tramo 3	300.4396 73	T= 500	2076.3	768.13	775.73	775.73	778.31	0.017479	7.75	328.53	67.75	1.03	803.9
Mijares	Tramo 3	300.4396 73	T = 100	1262.8	768.13	774.08	774.08	776.07	0.018888	6.66	223.55	59.54	1.03	676.74
Mijares	Tramo 3	277.332*	T= 500	2076.3	766.65	774.61	775.03	777.81	0.019967	8.33	291.2	59.23	1.14	920.26
Mijares	Tramo 3	277.332*	T = 100	1262.8	766.65	772.53	773.12	775.45	0.028205	7.76	178.94	48.79	1.26	977.64
Mijares	Tramo 3	254.2259 74	T= 500	2076.3	765.17	775.84	773.03	776.68	0.004276	4.63	581.22	89.08	0.51	256.54
Mijares	Tramo 3	254.2259 74	T = 100	1262.8	765.17	773.46	771.68	774.2	0.00532	4.22	378.75	80.95	0.56	232.1
Mijares	Tramo 3	228.837*	T= 500	2076.3	764.96	775.67		776.57	0.004588	4.98	567.89	85.62	0.52	279.77
Mijares	Tramo 3	228.837*	T = 100	1262.8	764.96	773.26		774.07	0.005701	4.58	369.7	77.86	0.58	252.63
Mijares	Tramo 3	203.4488 75	T= 500	2076.3	764.74	775.5		776.46	0.00501	5.41	558.22	82.8	0.53	309.43
Mijares	Tramo 3	203.4488 75	T = 100	1262.8	764.74	773.04		773.93	0.006355	5.04	361.25	75.52	0.61	283.5
Mijares	Tramo 3	180.798*	T= 500	2076.3	764.5	774.61		776.24	0.008414	6.75	434.02	69.91	0.72	481.28
Mijares	Tramo 3	180.798*	T = 100	1262.8	764.5	772.17		773.67	0.010761	6.25	275.4	60.77	0.81	455.66



<b>Mijares</b>	Tramo 3	158.1472 76	T= 500	2076.3	764.26	773.3	772.63	775.89	0.014543	8.24	344.73	62.67	0.97	740.9
<b>Mijares</b>	Tramo 3	158.1472 76	T = 100	1262.8	764.26	771.74	770.95	773.39	0.011705	6.44	255.26	53.21	0.83	520.62
<b>Mijares</b>	Tramo 3	140.638*	T= 500	2076.3	764.27	772.68	772.68	775.49	0.015638	8.05	319.92	60.2	1.03	774.54
<b>Mijares</b>	Tramo 3	140.638*	T = 100	1262.8	764.27	770.74	770.74	772.99	0.017486	7.01	211.93	50.95	1.04	682.47
<b>Mijares</b>	Tramo 3	123.1305 77	T= 500	2076.3	764.27	771.61	771.94	775	0.021503	8.44	275.39	53.45	1.15	1023.53
<b>Mijares</b>	Tramo 3	123.1305 77	T = 100	1262.8	764.27	769.78	770.16	772.45	0.025569	7.38	184.09	46.76	1.16	940.66