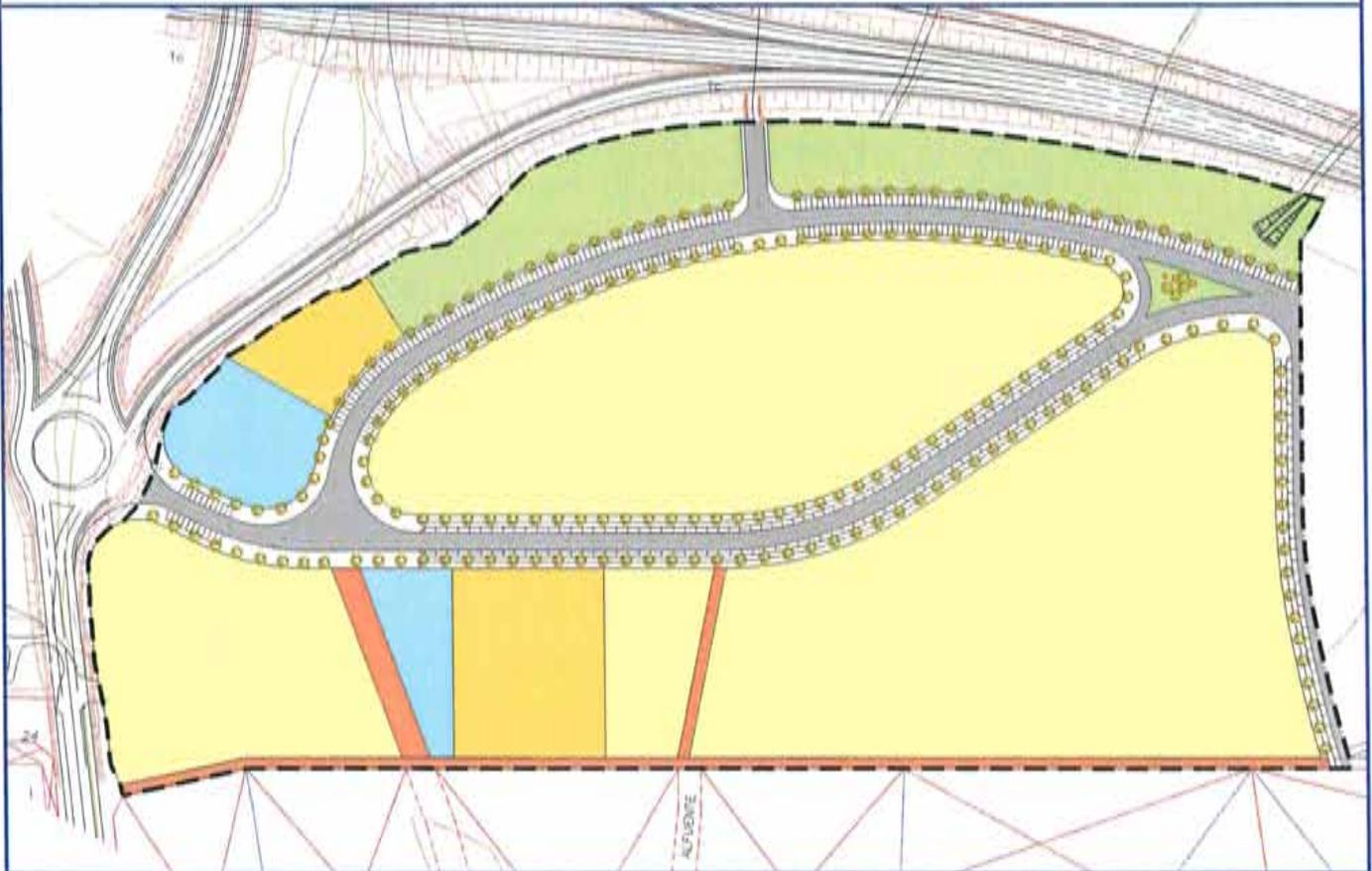


# PLAN PARCIAL DEL SECTOR INDUSTRIAL 13-1 DEL AREA 13 "CAMINO DE LA LIBRA" DEL P.G.O.U. DE HUESCA



## ANEJO - ESTUDIO HIDROLÓGICO

EMPRESA CONSULTORA:

**prointec**

FEBRERO 2007

**ÍNDICE**

1. OBJETO .....	3
2. CONSIDERACIONES PRELIMINARES.....	3
3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES A REALIZAR EN LOS CAUCES.....	3
3.1. Estado actual .....	4
3.1.1. Barranco de La Alfóndiga.....	4
3.1.2. Barranco del Tiro.....	5
3.2. Acciones propuestas .....	5
3.2.1. Desvío del barranco de La Alfóndiga .....	5
3.2.2. Desvío del barranco del Tiro .....	6
4. ESTUDIO DE AVENIDAS. INTRODUCCIÓN.....	6
5. ESTUDIO HIDROLÓGICO .....	7
5.1. Base teórica del cálculo.....	7
5.2. Parámetros físicos e hidrológicos .....	9
5.3. Resultados del cálculo de caudales de avenida.....	14
6. CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE LOS CAUCES ACTUALES .....	15
6.1. Introducción .....	15
6.2. Programa utilizado .....	15
6.3. Datos requeridos por el modelo .....	15
6.3.1. Tipo de régimen .....	16
6.3.2. Calado inicial.....	16
6.3.3. Caudales .....	16
6.3.4. Coeficiente de rozamiento .....	16
6.3.5. Coeficientes de contracción y expansión .....	16
6.3.6. Geometría de las secciones.....	17
6.4. Resumen de los datos de partida.....	17
6.5. Tablas de resultados de los cálculos.....	18
6.5.1. Resultados del Barranco de La Alfóndiga.....	19
6.5.2. Resultados del Barranco del Tiro.....	24
6.6. Representación gráfica y comentarios.....	30

7.	JUSTIFICACIÓN HIDRÁULICA DE LAS SECCIONES ADOPTADAS.....	30
7.1.	Introducción.....	30
7.2.	Datos de partida.....	31
7.3.	Resultado de los cálculos.....	31
7.3.1.	Barranco de La Alfóndiga, sección cubierta. ....	32
7.3.2.	Barranco del Tiro, sección a cielo abierto.....	34
7.3.3.	Barranco del Tiro, sección cubierta. ....	36
7.4.	Resumen de resultados y comentarios .....	37
8.	CONCLUSIONES FINALES .....	38

#### APÉNDICES

Apéndice A-1. Reportaje fotográfico

Apéndice A-2. Gráfico de perfiles longitudinales y transversales actuales en avenidas

#### PLANOS

Plano A-1. Plano de situación y cuencas vertientes

Plano A-2. Planta de los barrancos. Estado actual

Plano A-3. Planta de los barrancos. Desvíos previstos

Plano A-4. Secciones tipo de los barrancos

Plano A-5. Planta de perfiles en cauces actuales

Plano A-6. Planta de inundación. Estado actual

## **ANEJO A LA MEMORIA ESTUDIO HIDROLÓGICO**

### **1. OBJETO**

Es objeto de este estudio evaluar los caudales de avenidas de los barrancos de La Alfóndiga y El Tiro a su paso por el polígono del Área 12 "Camino de La Libra" del P.G.O.U. de Huesca y justificar la capacidad de las secciones de encauzamiento previstas para los mismos.

### **2. CONSIDERACIONES PRELIMINARES**

En este estudio se ha tenido en consideración el informe de la Confederación Hidrográfica del Ebro, fechado el 26 de junio de 2006 y suscrito por El Comisario de Aguas D. Rafael Romeo García, contemplando los siguientes aspectos citados en el mismo:

1. *Planos de planta de la zona que incluyan las actuaciones y las márgenes de los cauces, actuales y futuros, así como las edificaciones existentes o propuestas en ambas orillas.*
2. *Perfiles transversales acotados del emplazamiento de las obras respecto de los cauces afectados.*
3. *Estudio en el se determinen:*
  - a) *Los caudales correspondientes a las avenidas de periodo de retorne de 10, 50, 100 y 500 años.*
  - b) *Estudio que determine los niveles y velocidades del agua para los caudales considerados antes de realizarse las obras y después de las mismas. Deberán reflejarse los resultados sobre el plano de planta y los perfiles transversales.*

### **3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES A REALIZAR EN LOS CAUCES**

La zona de actuación y sus barrancos se ubican al norte del municipio de Huesca, tal y como puede verse en el plano A-1.- *Plano de situación y cuencas vertientes.*

Seguidamente se procede a describir los cauces afectados y las actuaciones a realizar en los mismos.

### **3.1. Estado actual**

Los terrenos objeto del Plan Parcial, situados al norte de Huesca capital, están en la actualidad atravesados por dos barrancos: La Alfóndiga y El Tiro, siendo este último un afluente del primero, aunque la confluencia se produce aguas abajo de los límites del Plan.

Ambos barrancos han sido objeto reformas y desvíos, por lo que ninguno de ellos se encuentra, dentro de la zona del Plan Parcial, en su estado natural.

Para un mejor seguimiento de cuanto sigue véanse los planos:

*A-2.- Planta de los barrancos. Estado actual*

*A-3.- Planta de los barrancos. Desvíos Previstos*

*A-4.- Secciones tipo de los barrancos*

#### **3.1.1. Barranco de La Alfóndiga**

El barranco de La Alfóndiga, situado al oeste de la zona del Plan, penetra en ella a través de una alcantarilla abovedada de 9 x 6 (altura aprox.), situada bajo un ramal de acceso a la variante norte de la carretera N-240.

Ya dentro de la zona unos muretes de hormigón desvían la corriente 90º, para enfilarse el cauce que atraviesa la zona de norte a sur, y finalmente girar hacia el oeste para salir en sección canalizada subterránea rectangular de clave abovedada de 5 x 3 m que pasa por debajo del polígono SEPES.

En todo el recorrido la sección transversal es muy uniforme siendo de destacar que el fondo del cauce se encuentra a bastante profundidad respecto a las márgenes.

La sección del cauce tiene forma trapezoidal de unos 10 a 20 m de base inferior, unos 35 a 40 m de base superior, y de 7 a 8,5 de altura.

### **3.1.2. Barranco del Tiro**

Entra en la zona de actuación por su vértice nororiental a través de un caño de 1,80 m de diámetro, discurriendo en diagonal hacia el suroeste para finalmente girar hacia el sur y encaminarse hacia la salida por el polígono SEPES también en sección canalizada subterránea rectangular de clave abovedada, en este caso de 3 x 2 m de sección.

Este barranco tiene una sección trapecial, pero no uniforme, ya que se inicia con poca altura para ir profundizando su cauce progresivamente a medida que discurre hacia su salida por el sur.

Aproximadamente a un tercio de su recorrido por la zona, existe una confluencia de una vaguada canalizada en tierra, en la que el cauce del barranco queda un poco desdibujado. Esta confluencia coincide con el cruce de un camino.

La base del cauce es de 2 a 7 m de ancho, y la altura es variable entre un mínimo de unos 2 m (en la confluencia de la vaguada antes citada, es menor) y unos 6 m de máximo (en la margen izquierda la altura máxima alcanza los 8 m), dando todo ello lugar a un ancho superior del cauce, variable entre 12 y 26 m.

## **3.2. Acciones propuestas**

Las acciones propuestas son las siguientes:

### **3.2.1. Desvío del barranco de La Alfóndiga**

De este barranco se prevé su total soterramiento desde la entrada al polígono hasta enlazar con la sección subterránea actualmente existente en el polígono SEPES.

El primer tramo discurrirá por una zona verde, para a continuación seguir por debajo de una calle y finalmente, en su tramo final, ir bajo una franja de equipamiento de infraestructuras especialmente prevista para este fin. Todas las zonas por las que discurre son de uso público.

La sección será rectangular de 5 x 3 m, similar, aunque algo superior, a la actualmente existente bajo el SEPES.

Más adelante se incluyen los cálculos hidrológicos e hidráulicos que justifica la capacidad de la sección adoptada.

### **3.2.2. Desvío del barranco del Tiro**

Al igual que el anterior se prevé su soterramiento, aunque en este caso se ha dispuesto de un pequeño tramo en cabecera en sección abierta hasta conseguir la profundidad necesaria para que la sección quede por debajo del terreno

El nuevo trazado, tras atravesar la zona verde situada al norte, discurrirá a lo largo de una calle, cuyo trazado se ha diseñado teniendo en consideración este fin; y finalmente girará hacia el sur para dirigirse a enlazar con la sección subterránea actualmente existente en el polígono SEPES, discurriendo en este tramo final por un franja de reserva de infraestructuras.

La sección subterránea será rectangular de 3 x 2 m; y la sección a cielo abierto estará compuesta por una zona inferior rectangular de 3 x 1 m protegida con escollera de 1 m de anchura, y su altura será variable.

La sección cubierta es similar, aunque algo superior, a la actualmente existente bajo el polígono del SEPES; y muy superior a la del caño de 1,80 m por el que entra el barranco en la zona de estudio.

Más adelante se incluyen los cálculos hidrológicos e hidráulicos que justifican la capacidad de las secciones adoptadas.

## **4. ESTUDIO DE AVENIDAS. INTRODUCCIÓN**

En los siguientes apartados

- se determinarán los caudales de cálculos para los diferentes periodos de retorno,
- se estudiará el régimen actual de las corrientes, y

- se justificará la capacidad hidráulica de las secciones tipo adoptadas.

## **5. ESTUDIO HIDROLÓGICO**

Con este estudio se pretende determinar los caudales que transportan el barranco de la Alfóndiga y su afluente el barranco del Tiro que en la actualidad atraviesan el terreno que ocupará el futuro polígono industrial.

El estudio se desarrolla en las siguientes etapas:

- Bases teóricas del cálculo
- Determinación de los parámetros físicos
- Estimación de parámetros hidrológicos
- Estimación de caudales de avenida

Previamente al desarrollo del estudio, se ha realizado la delimitación de las cuencas de los barrancos de La Alfóndiga y del barranco del Tiro a partir de cartografía a escala 1:10.000. En el plano A-1.- *Plano de situación y cuencas vertientes* pueden verse delimitadas las cuencas y subcuencas vertientes de ambos barrancos.

### **5.1. Base teórica del cálculo**

La estimación de caudales punta de avenida, para varios períodos de retorno, se va a realizar mediante la aplicación de un modelo hidrometeorológico de transformación lluvia-escorrentía.

Dado el tamaño de las cuencas (4,747 km<sup>2</sup> en el caso del barranco de La Alfóndiga y 1,537 km<sup>2</sup> en el caso del barranco del Tiro), se considera aceptable<sup>1</sup> utilizar, como modelo hidrometeorológico, el método de cálculo propuesto por la

---

<sup>1</sup> En la Instrucción de carreteras 5.2.-I.C. de Drenaje Superficial (MOPU, 1990), la frontera entre cuencas grandes y pequeñas corresponde aproximadamente a un tiempo de concentración de seis horas. Para cuencas pequeñas son apropiados los métodos hidrometeorológicos contenidos en la citada instrucción.

actual Instrucción de Carreteras 5.2.-I.C. de Drenaje Superficial (MOPU, 1990), incluyendo las ligeras modificaciones propuestas por Témez (1991)<sup>2</sup>, que emplea como fórmula de cálculo una variante de la tradicional fórmula racional:

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

en la que:

Q = caudal punta, en m<sup>3</sup>/s

I = máxima intensidad media en el intervalo de duración igual al tiempo de concentración, en mm/h

A = superficie de la cuenca, en Km<sup>2</sup>

C = coeficiente de escorrentía del intervalo donde se produce I

K = coeficiente de uniformidad

El coeficiente de uniformidad K varía de unos episodios a otros, pero su valor medio en una cuenca concreta depende fundamentalmente del valor de su tiempo de concentración, y de forma tan prevaeciente que, a efectos prácticos, puede despreciarse la influencia de las restantes variables tales como la torrencialidad del clima, etc. Para su estimación, en valores medios, en el método se propone la siguiente expresión:

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

Respecto al coeficiente de escorrentía C, la fórmula propuesta utiliza como parámetro el umbral de escorrentía P<sub>0</sub> y tiene así mismo en cuenta el efecto de la lluvia diaria P<sub>d</sub>:

$$C = 0 \quad \text{si } P_d \leq P_0$$

$$C = \frac{(P_d - P_0)(P_d + 23P_0)}{(P_d + 11P_0)^2} \quad \text{si } P_d > P_0$$

<sup>2</sup> Témez, J.R., 1991. Extended and improved Rational Method. Version of the Highways Administration of Spain. Proc. XXIV IAHR Congress, Madrid, 1991. Vol A, pp 33-40.

## 5.2. **Parámetros físicos e hidrológicos**

Se relacionan a continuación los **parámetros físicos** que caracterizan el comportamiento hidrológico de las cuencas.

### Cuenca de barranco de La Alfóndiga:

El barranco de La Alfóndiga cuenta con dos afluentes importantes, uno en su margen derecha y otro en su margen izquierda. Las características tanto del principal como de los afluentes son las siguientes:

- Barranco de La Alfóndiga (principal):
  - Superficie de la cuenca vertiente:  $1960432 \text{ m}^2 = 1,960432 \text{ km}^2$
  - Cota máxima: 630 m
  - Cota mínima: 465 m
  - Diferencia de cotas: 165 m
  - Longitud: 4474,27 m
  - Pendiente: 0,03688 m/m
  
- Barranco afluente del Alfóndiga por la margen izquierda:
  - Superficie de la cuenca vertiente:  $1049427 \text{ m}^2 = 1,049427 \text{ km}^2$
  - Cota máxima: 565 m
  - Cota mínima: 475 m
  - Diferencia de cotas: 90 m
  - Longitud: 3002,13 m
  - Pendiente: 0,02998 m/m
  
- Barranco afluente del Alfóndiga por la margen derecha:
  - Superficie de la cuenca vertiente:  $1736959 \text{ m}^2 = 1,736959 \text{ km}^2$
  - Cota máxima: 620 m
  - Cota mínima: 495 m
  - Diferencia de cotas: 125 m
  - Longitud: 2666,88 m
  - Pendiente: 0,04687 m/m

- Barranco del Tiro:
  - Superficie de la cuenca vertiente:  $1537655 \text{ m}^2 = 1,537655 \text{ km}^2$
  - Cota máxima: 605 m
  - Cota mínima: 472,50 m
  - Diferencia de cotas: 132,50 m
  - Longitud: 3448,62 m
  - Pendiente: 0,038421 m/m

En el plano A-1. Plano de situación y cuencas vertientes pueden verse las cuencas vertientes citadas.

Por lo que respecta a los **parámetros hidrológicos**, se relaciona a continuación el proceso de obtención y valores del tiempo de concentración, intensidad máxima y umbral de escorrentía.

### Tiempo de concentración

El tiempo de concentración se estima en función de las características físicas de la cuenca mediante la siguiente expresión, propuesta por Témez y recogida en el trabajo ya citado:

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

siendo:

$T_c$  = tiempo de concentración (h)

$L$  = longitud del cauce principal (km)

$J$  = pendiente media del cauce principal (m/m)

Alfóndiga.- El tiempo de concentración del barranco principal asciende a 1,754 horas. Por tanto, esta cuenca puede considerarse pequeña (tiempo de concentración inferior a seis horas) y válido el procedimiento propuesto.

Con este tiempo de concentración, el coeficiente K de uniformidad adopta un valor de 1,126 para dicha cuenca.

Afluyente por la izquierda.- El tiempo de concentración del afluyente por la izquierda del barranco de la Alfóndiga asciende a 1,347 horas. Por tanto, esta cuenca puede considerarse pequeña (tiempo de concentración inferior a seis horas) y válido el procedimiento propuesto.

Afluyente por la derecha.- El tiempo de concentración del afluyente por la derecha del barranco de la Alfóndiga asciende a 1,131 horas. Por tanto, esta cuenca puede considerarse pequeña (tiempo de concentración inferior a seis horas) y válido el procedimiento propuesto.

Barranco del Tiro.- En este caso el tiempo de concentración es de 1,428 horas. Válido por lo tanto también el procedimiento propuesto.

Con este tiempo de concentración, el coeficiente K de uniformidad adopta un valor de 0,988 para dicha cuenca.

### **Intensidad máxima en $T_c$**

La precipitación máxima en 24 horas ( $P_d$ ), con distintos periodos de retorno, se ha obtenido de la publicación "Las precipitaciones máximas en 24 horas y sus periodos de retorno en España, volumen 4, Aragón, Navarra y La Rioja" editado por la Dirección General del Instituto Nacional de Meteorología, del Ministerio de Medio Ambiente. En concreto, se han tomado los datos de la Estación Huesca "Obras Públicas", con el indicativo 9-901B, cuya copia seguidamente se adjunta:

Provincia: Huesca  
Período: 1966/1990

Estación: HUESCA "OBRAS PUBLICAS"  
Longitud: 00° 26' W      Latitud: 42° 08' N

Indicativo: 9-9013  
Altitud: 475 m

SERIE CRONOLOGICA			
1966	45,2	1979	40,3*
1967	44,6*	1980	35,4
1968	32,1	1981	63,7
1969	53,0	1982	-198,9
1970	38,6	1983	93,4
1971	70,2	1984	58,3
1972	68,8	1985	53,4
1973	35,9*	1986	77,3
1974	98,8	1987	50,8
1975	21,9	1988	45,3
1976	48,7	1989	38,2
1977	70,1*	1990	69,5
1978	34,7*		

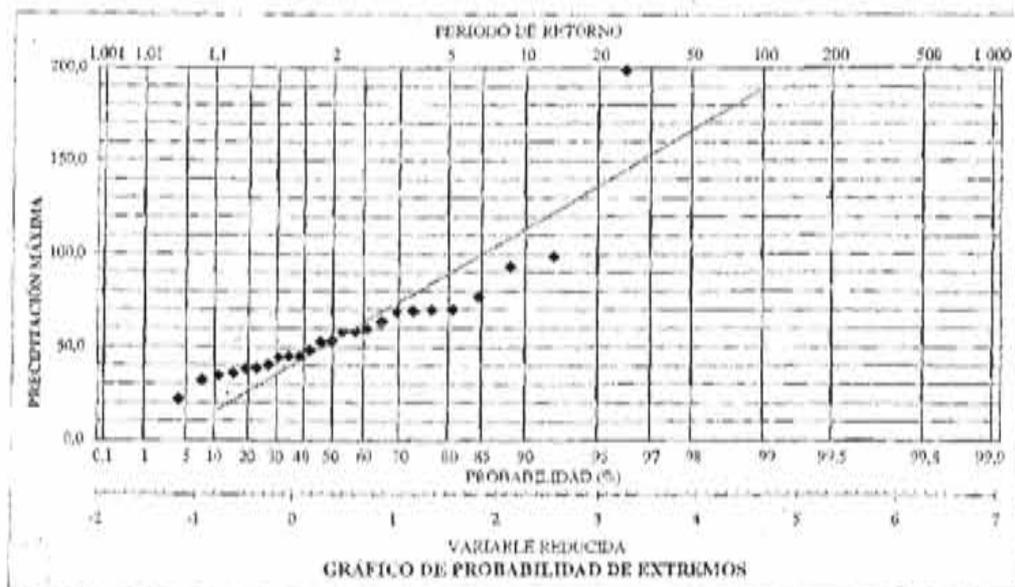
VALOR MÁXIMO: 198,9 (año 1982)

Coefficiente de correlación: 0,872

ESTADÍSTICOS DE LA SERIE	
Media:	60,8
Mediana:	53,4
Desviación típica:	34,4

La serie es homogénea según el test de secuencias, con un nivel de significación de: 0,1

VALORES EXTREMOS PARA DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO				
Valor esperado (mm)	Periodo de retorno (años)	INTERVALO DE CONFIANZA (mm)		
		Nivel de confianza 95 %	Nivel de confianza 90 %	Nivel de confianza 80 %
55,6	2	12,5	10,5	8,2
91,3	5	22,9	19,2	15,0
114,9	10	31,7	26,6	20,7
144,7	25	43,3	36,4	28,4
166,8	50	52,2	43,8	34,1
179,6	75	57,3	48,1	37,5
188,7	100	61,0	51,2	39,9
217,6	250	72,7	61,0	47,6
239,5	500	81,6	68,5	53,4



Esta estimación corresponde al valor de la precipitación en un punto, por lo que debe minorarse para considerar el efecto de no simultaneidad de lluvias con idéntico período de retorno en la totalidad de la cuenca vertiente. Esta minoración se efectúa mediante el coeficiente reductor  $K_A$ , calculado mediante la siguiente expresión:

$$K_A = 1 - \frac{\log A}{15} \quad \text{si } A > 1$$

$$K_A = 1 \quad \text{si } A \leq 1$$

siendo A la superficie de la cuenca en  $\text{km}^2$  y  $\log A$  el logaritmo decimal de dicha superficie.

En el presente estudio, para la cuenca del Alféndiga  $K_A = 0,981$ , para la cuenca del afluente por la izquierda  $K_A = 0,999$ , para la cuenca del afluente por la derecha  $K_A = 0,984$  y para la cuenca del Tiro  $K_A = 0,988$ . En concreto, para un periodo de retorno de 100 años las lluvias en 24 horas, minoradas y las intensidades medias asociadas  $I_d$  se elevan a los siguientes resultados:

Cuenca	Pd	$I_d$	$I_t$
Alféndiga principal	185,022	7,709	55,068
Afluente izquierda	188,436	7,852	65,841
Afluente derecha	185,683	7,737	71,989
Tiro	186,349	7,765	62,875

A partir de las lluvias diarias minoradas se obtienen las intensidades medias correspondientes a una cierta duración t, requeridas para la aplicación del método racional, mediante la expresión siguiente:

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

siendo:

$I_t$  (mm/h) = intensidad media correspondiente al intervalo de duración t deseado

$I_d$  (mm/h) = intensidad media diaria de precipitación, es igual a  $Pd/24$

$I_1/I_d$  = cociente entre la intensidad horaria y la diaria, independiente del período de retorno, y que para la zona de estudio tiene un valor de 10.

$t$  (h) = duración del intervalo al que se refiere  $I_t$

Estos datos se muestran igualmente en la tabla superior.

### Umbral de escorrentía $P_0$

El parámetro  $P_0$  define el umbral de precipitación, a partir del cual se inicia la escorrentía, y es función del complejo suelo-vegetación de la cuenca. Para su estimación, se ha recurrido a las tablas propuestas por el Soil Conservation Service, de EE.UU., con las modificaciones introducidas por J.R. Témez para su adaptación a la experiencia española. En la vigente Instrucción de Carreteras 5.2. - I.C. se recoge la tabla propuesta por el Soil Conservation Service (tabla 2.1.), así como el mapa del coeficiente corrector del umbral de escorrentía (Fig. 2.5.).

Se ha supuesto que los suelos pertenecen al grupo B, de infiltración moderada.

Con una vegetación de rotación de cultivos densos con una pendiente inferior al 3%, como es el caso que nos ocupa, se considera un umbral de escorrentía de 25 mm. A este valor es necesario multiplicarlo por un coeficiente corrector obtenido de la Figura 2.5 de la Instrucción 5.2-IC del MOPU. Este coeficiente refleja la variación regional de la humedad habitual en el suelo al comienzo de aguaceros significativos. Para nuestro caso este coeficiente corrector es de 2.20.

### **5.3. Resultados del cálculo de caudales de avenida.**

Una vez obtenidos los parámetros físicos e hidrológicos de las cuencas en estudio, se está en disposición de calcular el caudal de avenida para los diferentes periodos de retorno, obteniéndose los resultados que figuran en la tabla siguiente.

<b>Barranco</b>	<b>T = 5</b>	<b>T = 10</b>	<b>T = 25</b>	<b>T = 50</b>	<b>T = 100</b>	<b>T = 500</b>
La Alfróndiga	4,529	8,951	15,900	21,532	28,001	44,961
El Tiro	1,452	2,870	5,098	6,916	8,995	14,434

## **6. CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE LOS CAUCES ACTUALES**

### **6.1. Introducción**

El estudio hidráulico del flujo en los cauces en su estado actual ha consistido en la simulación, haciendo uso de un programa informático, del comportamiento hidráulico de los tramos de estudio de ambos barrancos para los caudales de referencia de los periodos de retorno considerados.

Con esta simulación se han obtenido los calados, superficie mojada, velocidades, y demás parámetros del flujo de agua en las distintas secciones transversales consideradas, lo que permite determinar la superficie de inundación previsible para las distintas avenidas de cálculo.

### **6.2. Programa utilizado**

El programa informático usado para análisis y la simulación del comportamiento hidráulico de la zona de estudio ha sido el denominado Sistema de Análisis de Ríos desarrollado por Centro de Ingeniería Hidrológica de Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos conocido por sus siglas en inglés: HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center's - River Analysis System); la versión utilizada ha sido la 3.1.3 de Mayo de 2005.

En este estudio se ha hecho uso del análisis de caudales permanentes o estacionarios.

Para más información sobre el fundamento del estudio nos remitimos a la documentación original de dicho programa que es de libre uso y distribución, y que puede ser obtenida en Internet.

### **6.3. Datos requeridos por el modelo**

Los datos requeridos por el modelo se refieren a las características geométricas e hidráulicas del tramo del río sometido a estudio. Estos datos incluyen:

### **6.3.1. Tipo de régimen**

Se debe indicar si el tipo de régimen es rápido, lento, o si se prevén cambios de régimen (régimen mixto). Esto impondrá el sentido del cálculo (hacia aguas arriba en el caso de el flujo sea lento o hacia aguas abajo en caso contrario).

En nuestro caso hemos tenido que aplicar un régimen mixto.

### **6.3.2. Calado inicial**

Para cada tramo de río considerado se debe indicar al modelo las condiciones de contorno iniciales, es decir los calados existentes en las secciones primera o última, o en ambas en el caso de régimen mixto.

De las varias opciones que permite el programa, en este estudio se han tomado como condiciones de contorno los calados críticos correspondientes a los extremos de los tramos, tanto de aguas arriba como de aguas abajo.

### **6.3.3. Caudales**

En este estudio se han considerado los caudales constantes en cada uno de los cauces y se han ejecutados los cálculos para los caudales de los periodos de retorno de 10, 50, 100 y 500 años, anteriormente obtenidos.

### **6.3.4. Coeficiente de rozamiento**

Para los cálculos se ha adoptado un coeficiente de rozamiento de Manning de 0,030.

### **6.3.5. Coeficientes de contracción y expansión**

En este estudio se han considerado con carácter general para las variaciones suaves los valores propuestos por el programa, que son de 0,1 para las contracciones y de 0,3 para las expansiones.

### 6.3.6. Geometría de las secciones

Las secciones se definen por puntos, desde la margen izquierda a la margen derecha.

Dado que los cauces se encuentran parcialmente encauzado, y presenta pocas variaciones se han elegido sólo las secciones más representativas, lo que para este caso estimamos que proporciona un detalle suficiente del comportamiento del flujo.

En el plano A-5.- *Planta de perfiles en cauces actuales* pueden verse ubicación de las secciones.

Las distancias entre secciones están comprendidas entre 11,94 y 34,44 m para el barranco de la Alfóndiga y entre 16,27 y 56,6 m para el barranco del Tiro.

No obstante se han interpolado secciones intermedias para un mejor ajuste de los cálculos, con lo que el cálculo final se ha realizado entre secciones equidistantes a no más de 3 m unas de otras.

### 6.4. Resumen de los datos de partida

Seguidamente se resumen los datos de partida introducidos en el modelo informático:

- Caudales de referencia anteriormente calculados para los periodos de retorno de 10, 50, 100 y 500 años:

<b>Barranco</b>	<b>T = 10</b>	<b>T = 50</b>	<b>T = 100</b>	<b>T = 500</b>
La Alfóndiga	8,951	21,532	28,001	44,961
El Tiro	2,870	6,916	8,995	14,434

- Coeficiente de Manning: 0,03 en cauce principal.
- Coeficiente de contracción y expansión suaves: 0,1 y 0,3 respectivamente

## **6.5. Tablas de resultados de los cálculos**

Seguidamente se incluyen las tablas con los resultados completos obtenidos con la simulación en los dos barrancos en su estado actual.

Las velocidades máximas (excluidas secciones singulares), son de 4,28 m/s en el barranco de La Alfóndiga y de 4,34 m/s en el barranco del Tiro.

NOTA - En el barranco de la Alfóndiga se detecta una velocidad superior justo al comienzo del tramo, en una zona en la que existe una sección de control estrecha, a cuya salida la corriente produce una sobreexcavación, pero este valor es poco representativo, ya que la propia movilidad de fondo del cauce en este punto hace que el perfil real pueda variar durante las avenidas. De hecho en la inspección visual realizada para este estudio se pudo observar que sobreexcavación existente era muy inferior a la que figura en la topografía utilizada.

**6.5.1. Resultados del Barranco de La Alfóndiga**

Sección	Periodo retorno	Q Total	Cota	Cota de	Calado	Altura	Pérdida	Velocidad	Área	Máxima	Número o de Froude
		(m <sup>3</sup> /s)	(m)	la lámina de agua	crítico	de energía	de energía	ad del agua en el cauce	(m <sup>2</sup> )	anchura	
12	T 10	8,95	450	451	451	451,26	0,016315	2,25	3,98	7,98	1,02
12	T 50	21,53	450	451,42	451,42	451,82	0,013787	2,8	7,69	9,62	1
12	T 100	28,01	450	451,58	451,58	452,04	0,013577	3,01	9,29	10,24	1,01
12	T 500	44,96	450	451,95	451,95	452,53	0,012707	3,38	13,31	11,66	1,01
11	T 10	8,95	446,9	448,52	447,69	448,56	0,001007	0,92	9,69	8,47	0,28
11	T 50	21,53	446,9	447,58	448,19	450,19	0,159633	7,15	3,01	5,7	3,14
11	T 100	28,01	446,9	447,7	448,4	450,55	0,142864	7,47	3,75	6,07	3,04
11	T 500	44,96	446,9	447,99	448,82	451,24	0,115242	7,98	5,63	6,92	2,83
10	T 10	8,95	447,9	448,31	448,31	448,48	0,017673	1,85	4,85	14,13	1,01
10	T 50	21,53	447,9	448,59	448,59	448,88	0,014932	2,42	8,9	15,14	1,01
10	T 100	28,01	447,9	448,7	448,7	449,05	0,014245	2,62	10,71	15,57	1,01
10	T 500	44,96	447,9	448,97	448,97	449,43	0,013064	3	15	16,55	1,01

Sección	Periodo retorno	Q Total	Cota mínima de la sección	Cota de la lámina de agua	Calado crítico	Altura de energía	Pérdida de energía	Velocidad del agua en el cauce	Área mojada	Máxima anchura	Númer o de Froude
		(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m)	
9	T 10	8,95	447,5	447,96	447,91	448,06	0,011772	1,41	6,33	20,42	0,81
9	T 50	21,53	447,5	448,05	448,13	448,39	0,029445	2,58	8,34	21,62	1,33
9	T 100	28,01	447,5	448,12	448,22	448,54	0,03016	2,88	9,73	21,8	1,37
9	T 500	44,96	447,5	448,25	448,43	448,89	0,032987	3,54	12,69	22,18	1,49
8	T 10	8,95	446,2	446,95	446,74	447,04	0,004755	1,38	6,51	10,82	0,57
8	T 50	21,53	446,2	446,89	447,09	447,57	0,037228	3,65	5,9	10,63	1,56
8	T 100	28,01	446,2	447,01	447,23	447,78	0,034358	3,9	7,19	11,02	1,54
8	T 500	44,96	446,2	447,3	447,56	448,23	0,028284	4,28	10,51	11,97	1,46
7	T 10	8,95	446,09	446,76		446,88	0,006728	1,5	5,95	11,3	0,66
7	T 50	21,53	446,09	447,13		447,34	0,00757	2,03	10,6	13,93	0,74
7	T 100	28,01	446,09	447,27		447,52	0,007813	2,21	12,66	14,95	0,77
7	T 500	44,96	446,09	447,6		447,93	0,007334	2,54	17,71	16,09	0,77

Sección	Periodo retorno	Q Total	Cota mínima de la sección	Cota de la lámina de agua	Calado crítico	Altura de energía	Pérdida de energía	Velocid ad del agua en el cauce	Área mojada	Máxima anchura	Númer o de Froude
		(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m)	
6	T 10	8,95	445,9	446,61		446,74	0,007633	1,55	5,79	11,65	0,7
6	T 50	21,53	445,9	446,95		447,18	0,008438	2,11	10,21	13,8	0,78
6	T 100	28,01	445,9	447,09		447,36	0,008337	2,3	12,18	14,25	0,79
6	T 500	44,96	445,9	447,42		447,78	0,007929	2,65	16,96	15,29	0,8
5	T 10	8,95	445,7	446,36		446,49	0,009127	1,54	5,81	13,56	0,75
5	T 50	21,53	445,7	446,73		446,93	0,007025	1,93	11,14	15,01	0,72
5	T 100	28,01	445,7	446,89		447,11	0,006474	2,06	13,58	15,52	0,7
5	T 500	44,96	445,7	447,27		447,54	0,005523	2,3	19,56	16,7	0,68
4	T 10	8,95	445,35	445,99	445,98	446,19	0,015913	2,02	4,42	10,3	0,99
4	T 50	21,53	445,35	446,32	446,32	446,68	0,01436	2,65	8,12	11,5	1,01
4	T 100	28,01	445,35	446,47	446,47	446,88	0,013527	2,84	9,86	11,99	1
4	T 500	44,96	445,35	446,79	446,79	447,33	0,012593	3,24	13,9	13,05	1

Sección	Periodo retorno	Q Total	Cota mínima de la sección	Cota de la lámina de agua	Calado crítico	Altura de energía	Pérdida de energía	Velocidad del agua en el cauce	Área mojada	Máxima anchura	Númer o de Froude
		(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m)	
3	T 10	8,95	444,95	445,84		445,87	0,001082	0,74	12,14	17,12	0,28
3	T 50	21,53	444,95	446,26		446,32	0,001434	1,1	19,61	18,63	0,34
3	T 100	28,01	444,95	446,43		446,51	0,001546	1,23	22,77	19,23	0,36
3	T 500	44,96	444,95	446,8		446,91	0,001717	1,49	30,19	20,57	0,39
2	T 10	8,95	445	445,78		445,84	0,003326	1,1	8,11	14,57	0,47
2	T 50	21,53	445	446,17		446,29	0,003579	1,52	14,12	16,38	0,52
2	T 100	28,01	445	446,33		446,47	0,00367	1,68	16,72	17,11	0,54
2	T 500	44,96	445	446,68		446,87	0,003665	1,95	23,11	18,77	0,56
1	T 10	8,95	444,95	445,7		445,76	0,002707	1,09	8,18	12,57	0,43
1	T 50	21,53	444,95	446,05		446,19	0,004112	1,69	12,74	13,84	0,56
1	T 100	28,01	444,95	446,17		446,36	0,004744	1,93	14,5	14,3	0,61
1	T 500	44,96	444,95	446,47		446,76	0,005653	2,38	18,86	15,38	0,69

Sección	Periodo retorno	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Cota mínima de la sección (m)	Cota de la lámina de agua (m)	Calado crítico (m)	Altura de energía (m)	Pérdida de energía (m/m)	Velocidad del agua en el cauce (m/s)	Área mojada (m <sup>2</sup> )	Máxima anchura (m)	Número o de Froude
0	T 10	8,95	444,9	445,5	445,5	445,69	0,017254	1,94	4,61	12,22	1,01
0	T 50	21,53	444,9	445,81	445,81	446,1	0,015262	2,35	9,17	16,65	1,01
0	T 100	28,01	444,9	445,94	445,94	446,25	0,014653	2,48	11,31	18,37	1,01
0	T 500	44,96	444,9	446,06	446,18	446,61	0,021527	3,28	13,7	19,44	1,25

### 6.5.2. Resultados del Barranco del Tiro

Sección	Periodo retorno	Q Total	Cota mínima de la sección	Cota de la lámina de agua	Calado crítico	Altura de energía	Pérdida de energía	Velocidad del agua en el cauce	Área mojada	Máxima anchura	Número o de Froude
		(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m)	
15	T 10	2,87	455,9	456,52	456,5	456,68	0,015365	1,78	1,62	4,3	0,93
15	T 50	6,92	455,9	456,8	456,8	457,07	0,016442	2,3	3,01	5,7	1,01
15	T 100	8,99	455,9	456,92	456,92	457,21	0,015892	2,39	3,77	6,58	1,01
15	T 500	14,43	455,9	457,17	457,17	457,51	0,015062	2,59	5,57	8,32	1,01
14	T 10	2,87	455,6	456,22	456,19	456,34	0,015748	1,58	1,82	6,1	0,92
14	T 50	6,92	455,6	456,38	456,44	456,66	0,025407	2,32	2,98	8,01	1,22
14	T 100	8,99	455,6	456,45	456,53	456,77	0,026314	2,51	3,59	8,85	1,26
14	T 500	14,43	455,6	456,59	456,71	457,03	0,029104	2,92	4,95	10,48	1,36
13	T 10	2,87	455,4	455,95		456,05	0,013468	1,36	2,12	8,01	0,84
13	T 50	6,92	455,4	456,18	456,12	456,32	0,011249	1,63	4,25	10,64	0,82
13	T 100	8,99	455,4	456,27		456,42	0,010766	1,73	5,21	11,53	0,82
13	T 500	14,43	455,4	456,45	456,37	456,64	0,009965	1,92	7,53	13,45	0,82

Sección	Periodo retorno	Q Total	Cota mínima de la sección	Cota de la lámina de agua	Calado crítico	Altura de energía	Pérdida de energía	Velocidad del agua en el cauce	Área mojada	Máxima anchura	Número de Froude
		(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m)	
12	T 10	2,87	455	455,63		455,7	0,007903	1,21	2,38	7,1	0,67
12	T 50	6,92	455	455,87		456	0,008534	1,57	4,4	9,31	0,73
12	T 100	8,99	455	455,96		456,11	0,008775	1,7	5,29	10,12	0,75
12	T 500	14,43	455	456,15		456,35	0,009294	1,97	7,34	11,8	0,8
11	T 10	2,87	454,75	455,22	455,22	455,35	0,019792	1,61	1,79	6,96	1,01
11	T 50	6,92	454,75	455,44	455,44	455,63	0,017477	1,94	3,57	9,55	1,01
11	T 100	8,99	454,75	455,52	455,52	455,73	0,016825	2,04	4,4	10,55	1,01
11	T 500	14,43	454,75	455,69	455,69	455,95	0,015764	2,25	6,41	12,62	1,01
10	T 10	2,87	453,99	454,55	454,47	454,64	0,009317	1,29	2,23	6,87	0,72
10	T 50	6,92	453,99	454,85	454,71	454,96	0,00715	1,46	4,72	9,82	0,67
10	T 100	8,99	453,99	454,98	454,8	455,09	0,006111	1,48	6,09	11,11	0,64
10	T 500	14,43	453,99	455,29		455,35	0,003625	1,12	12,91	24,11	0,49

Sección	Periodo retorno	Q Total	Cota mínima de la sección	Cota de la lámina de agua	Calado crítico	Altura de energía	Pérdida de energía	Velocidad del agua en el cauce	Área mojada	Máxima anchura	Número de Froude
		(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m)	
9	T 10	2,87	453,5	454,21		454,35	0,011965	1,63	1,76	4,4	0,83
9	T 50	6,92	453,5	454,58		454,75	0,009217	1,84	3,75	6,43	0,77
9	T 100	8,99	453,5	454,73		454,91	0,008277	1,88	4,79	7,37	0,74
9	T 500	14,43	453,5	455,04		455,24	0,00683	1,95	7,39	9,31	0,7
8	T 10	2,87	453,05	453,78	453,78	454,01	0,018936	2,1	1,37	3,11	1,01
8	T 50	6,92	453,05	454,16	454,16	454,48	0,016705	2,5	2,77	4,37	1
8	T 100	8,99	453,05	454,3	454,3	454,65	0,016136	2,62	3,44	4,94	1
8	T 500	14,43	453,05	454,6	454,6	455,01	0,015187	2,84	5,07	6,18	1
7	T 10	2,87	452,8	453,37	453,4	453,59	0,022415	2,08	1,38	3,84	1,11
7	T 50	6,92	452,8	453,61	453,71	454,03	0,027618	2,87	2,41	4,83	1,29
7	T 100	8,99	452,8	453,71	453,84	454,2	0,028667	3,12	2,89	5,22	1,34
7	T 500	14,43	452,8	453,91	454,1	454,56	0,029884	3,59	4,03	6,05	1,4

Sección	Periodo retorno	Q Total	Cota mínima de la sección	Cota de la lámina de agua	Calado crítico	Altura de energía	Pérdida de energía	Velocidad del agua en el cauce	Área mojada	Máxima anchura	Número de Froude
		(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m)	
6	T 10	2,87	452,15	452,54	452,63	452,84	0,054079	2,43	1,18	5,29	1,64
6	T 50	6,92	452,15	452,71	452,87	453,25	0,054407	3,27	2,11	5,96	1,76
6	T 100	8,99	452,15	452,77	452,97	453,42	0,054336	3,56	2,52	6,23	1,79
6	T 500	14,43	452,15	452,93	453,19	453,79	0,053556	4,11	3,51	6,85	1,83
5	T 10	2,87	450,5	450,96	451,1	451,4	0,055807	2,93	0,98	3,25	1,7
5	T 50	6,92	450,5	451,21	451,42	451,89	0,051608	3,67	1,88	4,13	1,73
5	T 100	8,99	450,5	451,3	451,55	452,08	0,05041	3,91	2,3	4,47	1,74
5	T 500	14,43	450,5	451,51	451,82	452,47	0,047345	4,34	3,32	5,23	1,74
4	T 10	2,87	449,9	450,48	450,5	450,68	0,022399	1,96	1,46	4,54	1,1
4	T 50	6,92	449,9	450,72	450,79	451,06	0,022984	2,58	2,69	5,56	1,18
4	T 100	8,99	449,9	450,8	450,9	451,22	0,024778	2,85	3,15	5,91	1,25
4	T 500	14,43	449,9	451	451,13	451,55	0,025926	3,31	4,36	6,72	1,31

Sección	Periodo retorno	Q Total	Cota mínima de la sección	Cota de la lámina de agua	Calado crítico	Altura de energía	Pérdida de energía	Velocidad del agua en el cauce	Área mojada	Máxima anchura	Número de Froude
		(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m)	
3	T 10	2,87	449,05	449,51	449,52	449,7	0,021007	1,95	1,47	4,36	1,07
3	T 50	6,92	449,05	449,77	449,81	450,09	0,020429	2,51	2,75	5,36	1,12
3	T 100	8,99	449,05	449,88	449,93	450,25	0,020056	2,69	3,34	5,76	1,13
3	T 500	14,43	449,05	450,11	450,18	450,57	0,019084	3,02	4,78	6,64	1,14
2	T 10	2,87	448,4	448,94	448,99	449,15	0,029658	2,03	1,42	5,22	1,24
2	T 50	6,92	448,4	449,13	449,24	449,52	0,034034	2,77	2,49	6,32	1,41
2	T 100	8,99	448,4	449,2	449,33	449,67	0,034964	3,04	2,96	6,63	1,46
2	T 500	14,43	448,4	449,36	449,55	449,99	0,034927	3,52	4,1	7,35	1,5
1	T 10	2,87	447,5	448,03	448,1	448,33	0,032229	2,4	1,19	3,51	1,32
1	T 50	6,92	447,5	448,31	448,43	448,77	0,02935	3,01	2,3	4,41	1,33
1	T 100	8,99	447,5	448,43	448,56	448,94	0,027717	3,17	2,84	4,78	1,31
1	T 500	14,43	447,5	448,68	448,83	449,29	0,024794	3,46	4,17	5,61	1,28

Sección	Periodo retorno	Q Total	Cota mínima de la sección	Cota de la lámina de agua	Calado crítico	Altura de energía	Pérdida de energía	Velocidad del agua en el cauce	Área mojada	Máxima anchura	Número o de Froude
		(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m)	
0	T 10	2,87	447	447,42	447,47	447,66	0,030229	2,17	1,32	4,42	1,27
0	T 50	6,92	447	447,63	447,75	448,06	0,033087	2,92	2,37	5,39	1,4
0	T 100	8,99	447	447,71	447,86	448,23	0,034334	3,19	2,82	5,75	1,45
	T 500	14,43	447	447,88	448,1	448,59	0,036779	3,73	3,87	6,52	1,55

## **6.6. Representación gráfica y comentarios**

En el Apéndice A-2 se incluyen las representaciones gráficas de los perfiles longitudinales y los perfiles transversales de los dos cauces con la cota alcanzada por la lámina de agua en los diferentes periodos de retorno.

En el plano A-6,- *Planta de inundación. Estado actual actuales* se ha representado la superficie inundada en los dos cauces para la máxima avenida de 500 años. A la vista de esta planta no se ha estimado necesario incluir también la planta de inundación para otros periodos de retorno, ya que no aportarían ninguna información de interés.

Como puede observarse en los gráficos y plano citados, solamente se produciría un pequeño desbordamiento en el barranco del Tiro en la zona que más arriba comentábamos de la confluencia con una vaguada, en la que el cauce del barranco queda, como decíamos, desdibujado.

## **7. JUSTIFICACIÓN HIDRÁULICA DE LAS SECCIONES ADOPTADAS**

### **7.1. Introducción**

Para la justificación de las secciones adoptadas para los desvíos de los barranco se aplica la fórmula de Manning.

$$V = \frac{R_h^{2/3} \cdot J^{1/2}}{n}$$

Siendo:

$V$ : La velocidad media en m/s

$R_h$ : El radio hidráulico de la sección.

$J$ : La pendiente de la conducción en m/m

$n$ : El coeficiente de Manning, dependiente del tipo de material.

Para efectuar los cálculos nos hemos auxiliado del programa Informático CRS (versión 1.0.016, de junio de 1999), que permite calcular secciones hidráulicas de definidas punto a punto.

## **7.2. Datos de partida**

Como caudales circulantes para ambos barrancos se adoptan los anteriormente obtenidos en el estudio hidrológico para el periodo de retorno de 500 años.

Por tanto los valores de los caudales máximos a considerar son:

<b>Barranco</b>	<b>T = 500</b>
La Alfóndiga	44,961
El Tiro	14,434

Como coeficiente de Manning se ha adoptado un valor de 0.030 para los cauces a cielo abierto, y de 0,013 para las secciones subterráneas de hormigón.

Como pendiente en todos los tramos se ha adoptado el 0,32 % (en todos los casos las diferencias de cotas disponibles entre el principio y el final de cada tramo son muy superiores a las que se necesitarían para obtener la pendiente adoptada).

## **7.3. Resultado de los cálculos**

Seguidamente se incluyen el resultado de los cálculos para las tres secciones propuestas.

### 7.3.1. Barranco de La Alfóndiga, sección cubierta.

CRS (c) 1999

CALCULO HIDRAULICO DE LA SECCION PARA FLUJO UNIFORME

IDENTIFICACION DE LA SECCION -----

Nombre sección: LIBRA-ALFONDIGA-CUBIERTA

Tipo sección : DEFINIDA POR ANCHOS

Altura (m) Ancho (m)

0,000 5,000

3,000 5,000

DATOS DEL RAMAL -----

Pendiente del ramal (%): 0,320

Coefficiente rugosidad de Manning : 0,0130

PARA EL CAUDAL CIRCULANTE -----

Caudal circulante (m<sup>3</sup>/s): 44,9610

Velocidad caudal circulante (m/s): 4,621

Calado caudal circulante (m): 1,946

Grado llenado caudal circulante (%): 64,87

SECCION LLENA -----

Caudal sección llena (m<sup>3</sup>/s): 62,5226

Velocidad para sección llena (m/s): 4,168

Calado máximo (m): 3,000

CAUDAL MAXIMO -----

Caudal máximo (m<sup>3</sup>/s): 79,2192

Velocidad para caudal máximo (m/s): 5,335

Calado para el caudal máximo (m): 2,970

Grado llenado caudal máximo (%): 99,00

VELOCIDADES CARACTERISTICAS -----

Velocidad para QII (m/s): 4,168

Velocidad para QII/10 (m/s): 2,453

Velocidad para QII/100 (m/s): 1,033

CARACTERISTICAS HIDRAULICAS PARA DISTINTAS ALTURAS

<u>Calado (m)</u>	<u>Llenado(%)</u>	<u>Q (m3/s)</u>	<u>V (m/s)</u>
0,000	0,000	0,0000	0,000
0,150	5,000	0,8862	1,182
0,300	10,000	2,7122	1,808
0,450	15,000	5,1487	2,288
0,600	20,000	8,0458	2,682
0,750	25,000	11,3086	3,016
0,900	30,000	14,8700	3,304
1,050	35,000	18,6806	3,558
1,200	40,000	22,7019	3,784
1,350	45,000	26,9036	3,986
1,500	50,000	31,2613	4,168
1,650	55,000	35,7549	4,334
1,800	60,000	40,3679	4,485
1,950	65,000	45,0864	4,624
2,100	70,000	49,8986	4,752
2,250	75,000	54,7945	4,871
2,400	80,000	59,7654	4,980
2,550	85,000	64,8039	5,083
2,700	90,000	69,9035	5,178
2,850	95,000	75,0586	5,267
3,000	100,000	62,5226	4,168

### 7.3.2. Barranco del Tiro, sección a cielo abierto.

CRS (c) 1999

CALCULO HIDRAULICO DE LA SECCION PARA FLUJO UNIFORME

IDENTIFICACION DE LA SECCION -----

Nombre sección: LIBRA-EL-TIRO-ABIERTA

Tipo sección : DEFINIDA POR ANCHOS

Altura (m) Ancho (m)

0,000 3,000

1,000 3,000

1,010 5,000

3,000 15,000

DATOS DEL RAMAL -----

Pendiente del ramal (%): 0,320

Coefficiente rugosidad de Manning : 0,0300

PARA EL CAUDAL CIRCULANTE -----

Caudal circulante (m<sup>3</sup>/s): 14,4340

Velocidad caudal circulante (m/s): 1,600

Calado caudal circulante (m): 1,851

Grado llenado caudal circulante (%): 61,70

SECCION LLENA -----

Caudal sección llena (m<sup>3</sup>/s): 51,5074

Velocidad para sección llena (m/s): 2,239

Calado máximo (m): 3,000

CAUDAL MAXIMO -----

Caudal máximo (m<sup>3</sup>/s): 51,5074

Velocidad para caudal máximo (m/s): 2,239

Calado para el caudal máximo (m): 3,000

Grado llenado caudal máximo (%): 100,00

## VELOCIDADES CARACTERISTICAS -----

Velocidad para QII	(m/s):	1,487
Velocidad para QII/10	(m/s):	1,279
Velocidad para QII/100	(m/s):	0,585

## CARACTERISTICAS HIDRAULICAS PARA DISTINTAS ALTURAS

<u>Calado (m)</u>	<u>Llenado(%)</u>	<u>Q (m<sup>3</sup>/s)</u>	<u>V (m/s)</u>
0,000	0,000	0,0000	0,000
0,150	5,000	0,2248	0,500
0,300	10,000	0,6735	0,748
0,450	15,000	1,2550	0,930
0,600	20,000	1,9293	1,072
0,750	25,000	2,6727	1,188
0,900	30,000	3,4692	1,285
1,050	35,000	3,5896	1,107
1,200	40,000	4,9010	1,201
1,350	45,000	6,5142	1,295
1,500	50,000	8,4562	1,388
1,650	55,000	10,7530	1,479
1,800	60,000	13,4295	1,569
1,950	65,000	16,5101	1,658
2,100	70,000	20,0184	1,745
2,250	75,000	23,9774	1,830
2,400	80,000	28,4093	1,914
2,550	85,000	33,3362	1,996
2,700	90,000	38,7793	2,078
2,850	95,000	44,7597	2,157
3,000	100,000	51,5074	2,239

### 7.3.3. Barranco del Tiro, sección cubierta.

CRS (c) 1999

CALCULO HIDRAULICO DE LA SECCION PARA FLUJO UNIFORME

IDENTIFICACION DE LA SECCION -----

Nombre sección: LIBRA-EL-TIRO-CUBIERTA

Tipo sección: DEFINIDA POR ANCHOS

Altura (m) Ancho (m)

0,000 3,000

2,000 3,000

DATOS DEL RAMAL -----

Pendiente del ramal (%): 0,320

Coefficiente rugosidad de Manning : 0,0130

PARA EL CAUDAL CIRCULANTE -----

Caudal circulante (m<sup>3</sup>/s): 14,4340

Velocidad caudal circulante (m/s): 3,490

Calado caudal circulante (m): 1,379

Grado llenado caudal circulante (%): 68,93

SECCION LLENA -----

Caudal sección llena (m<sup>3</sup>/s): 18,5731

Velocidad para sección llena (m/s): 3,096

Calado máximo (m): 2,000

CAUDAL MAXIMO -----

Caudal máximo (m<sup>3</sup>/s): 23,2560

Velocidad para caudal máximo (m/s): 3,915

Calado para el caudal máximo (m): 1,980

Grado llenado caudal máximo (%): 99,00

VELOCIDADES CARACTERISTICAS -----

Velocidad para QII (m/s): 3,096

Velocidad para QII/10 (m/s): 1,840

Velocidad para QII/100 (m/s): 0,778

#### CARACTERISTICAS HIDRAULICAS PARA DISTINTAS ALTURAS

Calado (m)	Llenado(%)	Q (m3/s)	V (m/s)
0,000	0,000	0,0000	0,000
0,100	5,000	0,2694	0,898
0,200	10,000	0,8214	1,369
0,300	14,999	1,5542	1,727
0,400	20,000	2,4214	2,018
0,500	25,000	3,3942	2,263
0,600	30,000	4,4523	2,474
0,700	35,000	5,5807	2,657
0,800	40,000	6,7683	2,820
0,900	45,000	8,0059	2,965
1,000	50,000	9,2865	3,096
1,100	55,000	10,6044	3,213
1,200	59,999	11,9547	3,321
1,300	65,000	13,3336	3,419
1,400	70,000	14,7376	3,509
1,500	75,000	16,1641	3,592
1,600	80,000	17,6105	3,669
1,700	84,999	19,0749	3,740
1,800	90,000	20,5554	3,807
1,900	95,000	22,0504	3,868
2,000	100,000	18,5731	3,096

#### **7.4. Resumen de resultados y comentarios**

En la tabla siguiente se resumen los datos más significativos de los cálculos.

Sección	Valores máximos (para un llenado del 90%.)			Caudal de cálculo (T = 500)		
	Caudal	Velocidad	Calado	Caudal	Velocidad	Calado
La Alféndiga (cubierta)	79,219	5,335	2,97	44,961	4,621	1,95
El Tiro (abierto)	51,507	2,239	3,00	14,434	1,600	1,85
El Tiro (cubierta)	23,256	3,915	1,98	14,434	3,490	1,38

Como puede observarse todas las secciones tienen capacidad suficiente para desaguar los caudales máximos de la avenida de 500 años.

## **8. CONCLUSIONES FINALES**

Seguidamente se resumen las principales conclusiones de este estudio.

- En la actualidad los tramos afectados de los barrancos objeto de este estudio discurren por cauces artificiales, por lo general bastante profundos en relación a los caudales circulantes, no existiendo en ellos riesgo de desbordamientos, salvo en una pequeña zona de confluencia del barranco del Tiro con una vaguada, en la que puede verse inundada una pequeña superficie de un campo cultivado.
- No existe en la actualidad ninguna edificación en las proximidades de los cauces afectados.
- Los nuevos trazados propuestos para los desvíos discurrirán siempre (tanto en las secciones abiertas como en las cerradas por zonas de dominio público).
- Todas las secciones propuestas tienen capacidad suficiente para desaguar los caudales de las máximas avenidas de 500 años.
- Las secciones cerradas serán similares (incluso un poco superiores) a las ya existentes aguas abajo para estos barrancos.
- No existe riego de inundación en las futuras edificaciones.

De todo cuanto antecede estimamos que queda suficientemente justificada la solución de encauzamiento prevista.

**APÉNDICE A-1**  
**REPORTAJE FOTOGRAFICO**



**Barranco de la Alfóndiga. Alcantarilla de entrada**



**Barranco de la Alfóndiga. Obra de control desvío del flujo a la entrada**



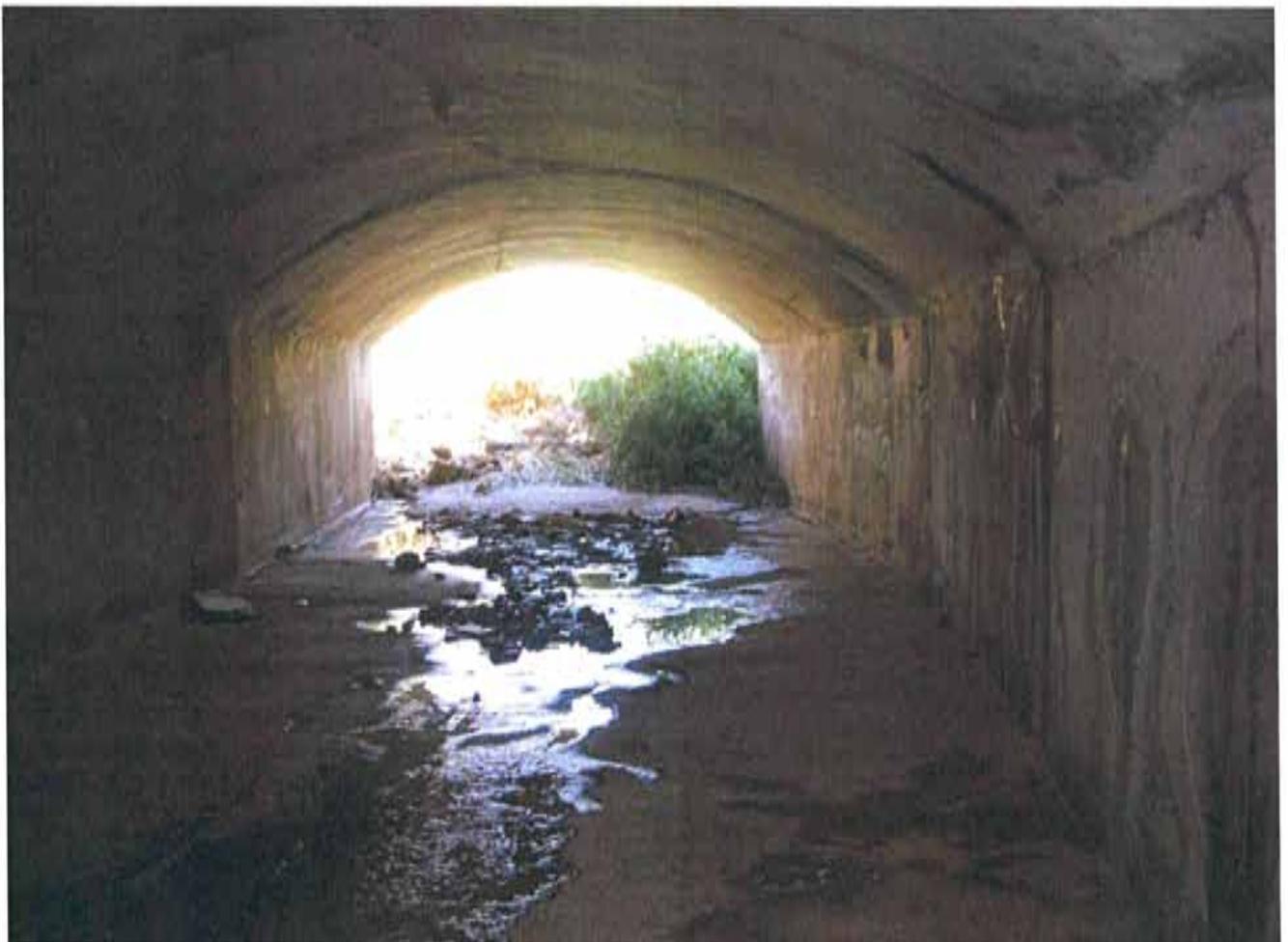
**Barranco de la Alfóndiga. Cauce visto desde el margen izquierdo**



**Barranco de la Alfóndiga. Cauce visto desde el fondo**



**Barranco de la Alfóndiga. Entrada a la canalización cubierta**



**Barranco de la Alfóndiga. Canalización cubierta bajo el SEPES**



**Barranco del Tiro. Alcantarilla de entrada**



**Barranco del Tiro. Cauce visto desde el margen izquierdo**



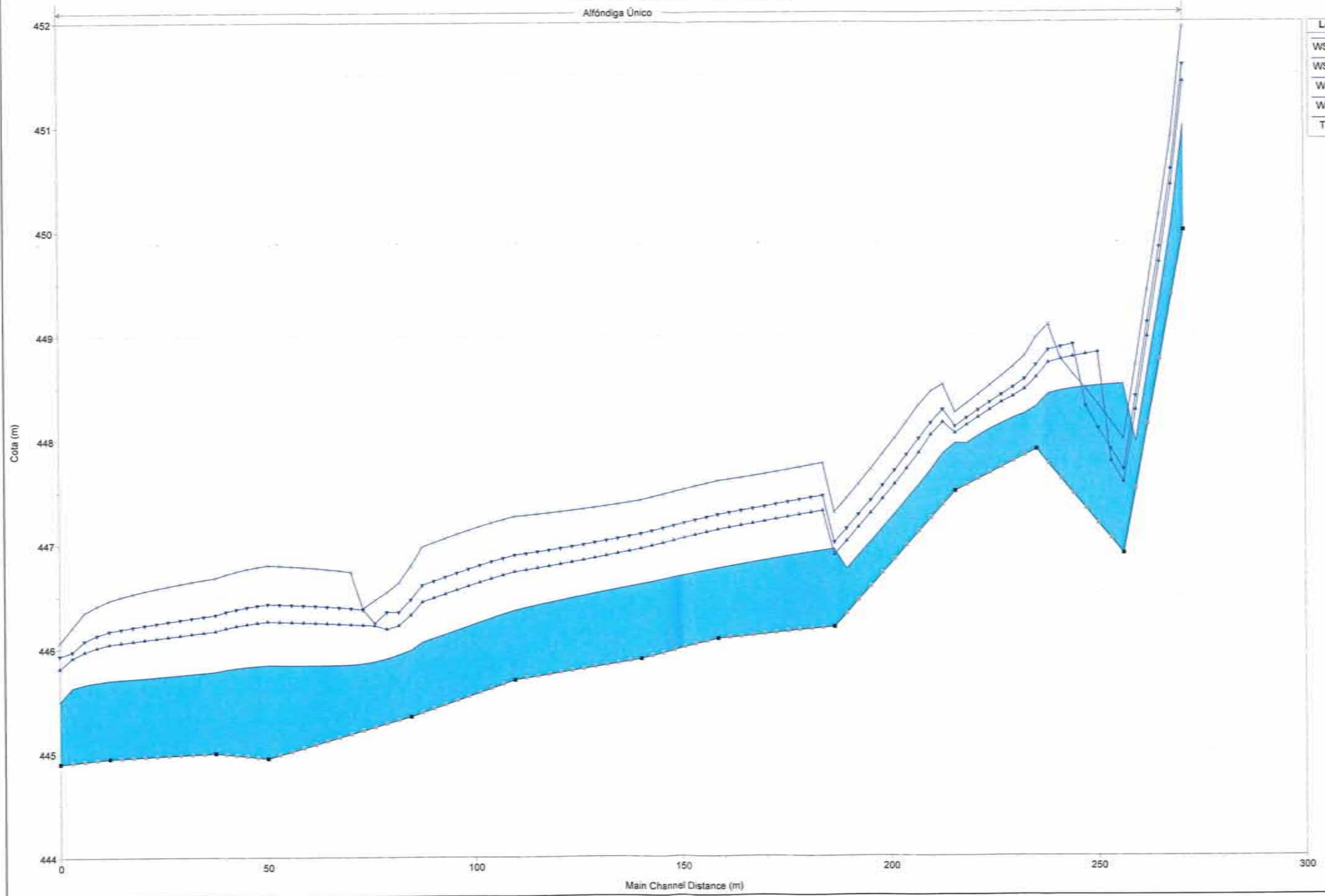
**Barranco del Tiro. Entrada a la canalización cubierta**



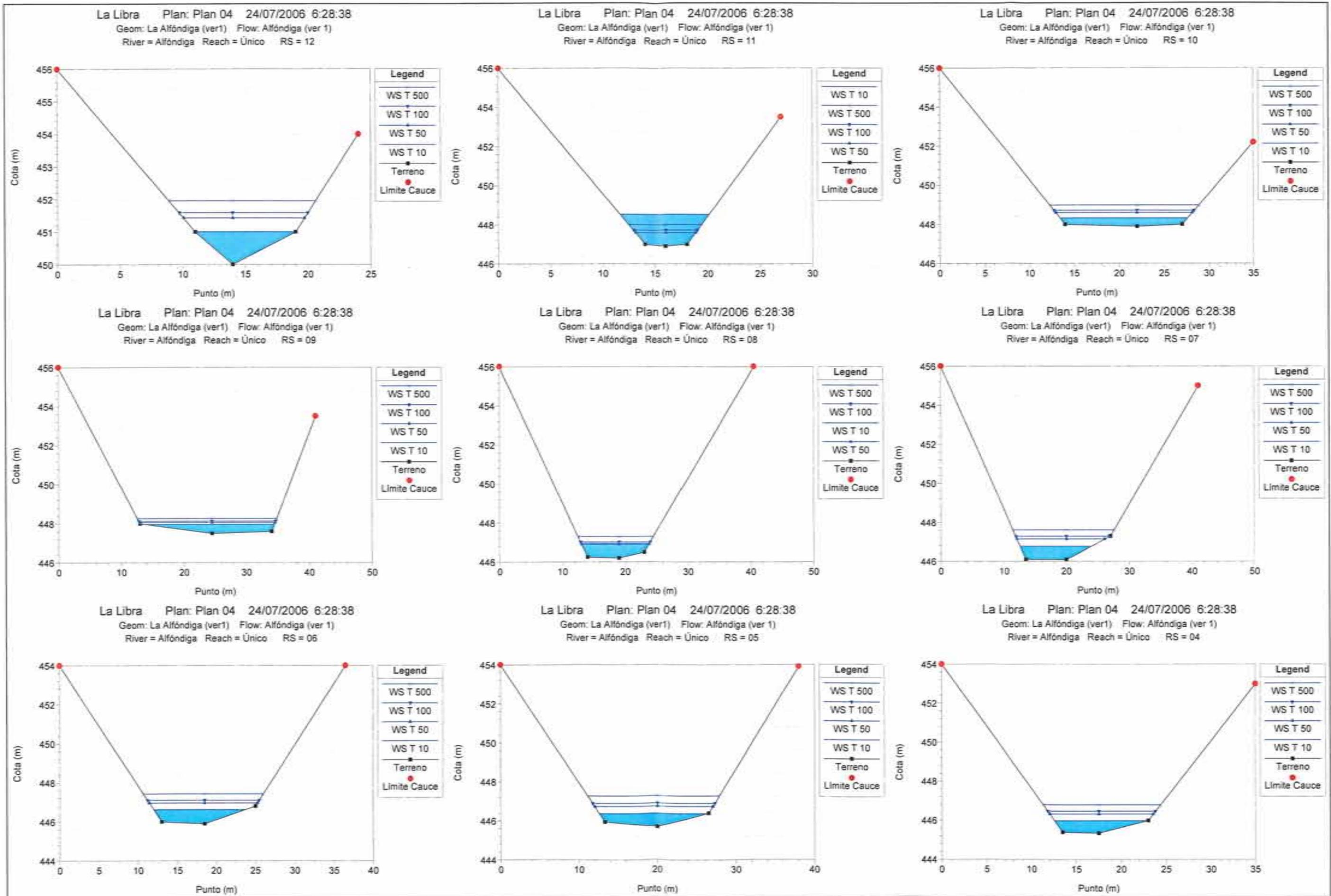
**Barranco del Tiro. Canalización cubierta bajo el SEPES**

APÉNDICE A-2  
GRAFICOS DE LOS PERFILES LONGITUDINALES  
Y TRANSVERSALES ACTUALES EN AVENIDAS

Alfóndiga Único



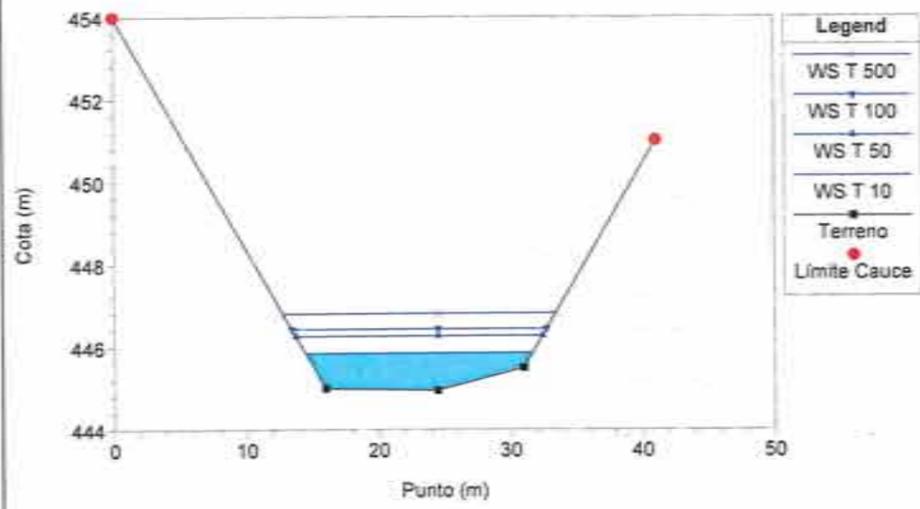
Legend	
WS T 500	▲
WS T 100	▲
WS T 50	▲
WS T 10	▲
Terreno	●



La Libra Plan: Plan 04 24/07/2006 6:28:38

Geom: La Alfóndiga (ver1) Flow: Alfóndiga (ver 1)

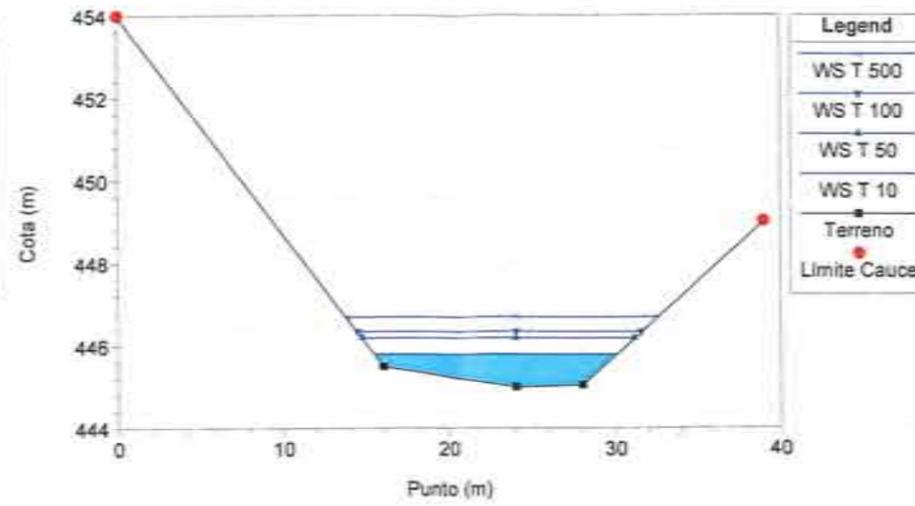
River = Alfóndiga Reach = Único RS = 03



La Libra Plan: Plan 04 24/07/2006 6:28:38

Geom: La Alfóndiga (ver1) Flow: Alfóndiga (ver 1)

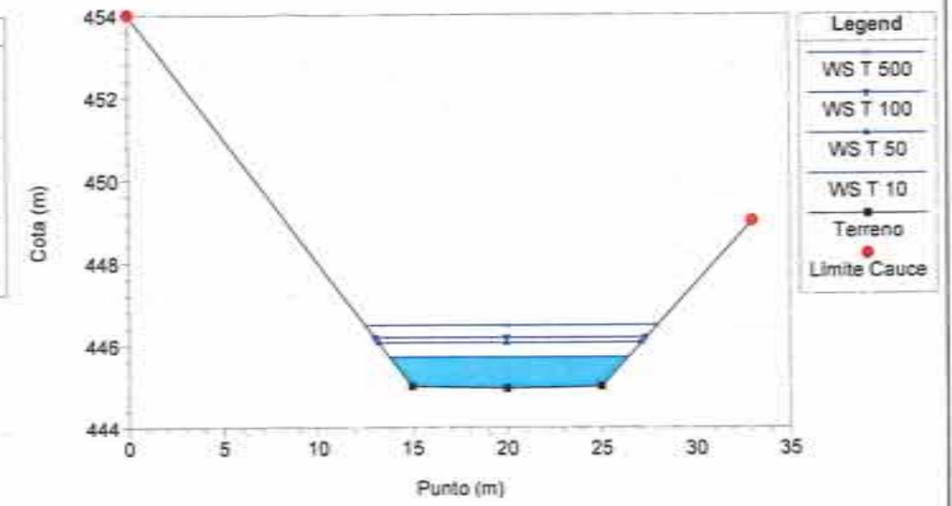
River = Alfóndiga Reach = Único RS = 02



La Libra Plan: Plan 04 24/07/2006 6:28:38

Geom: La Alfóndiga (ver1) Flow: Alfóndiga (ver 1)

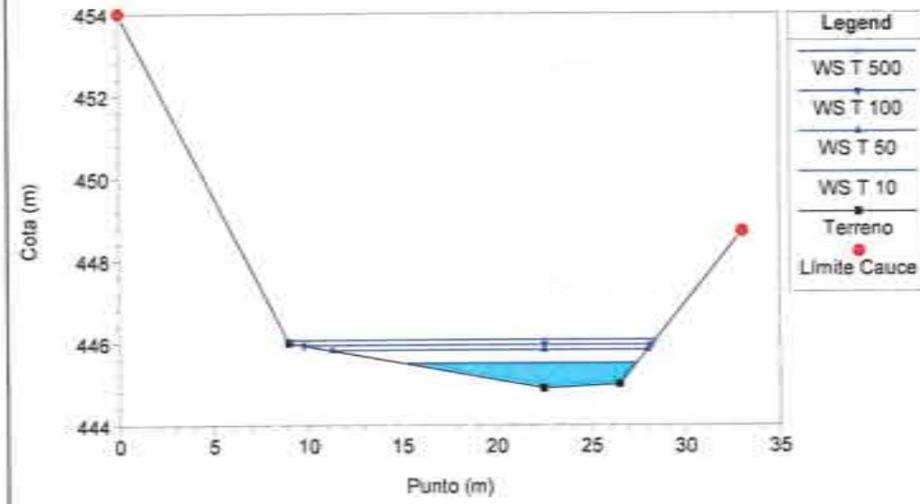
River = Alfóndiga Reach = Único RS = 01

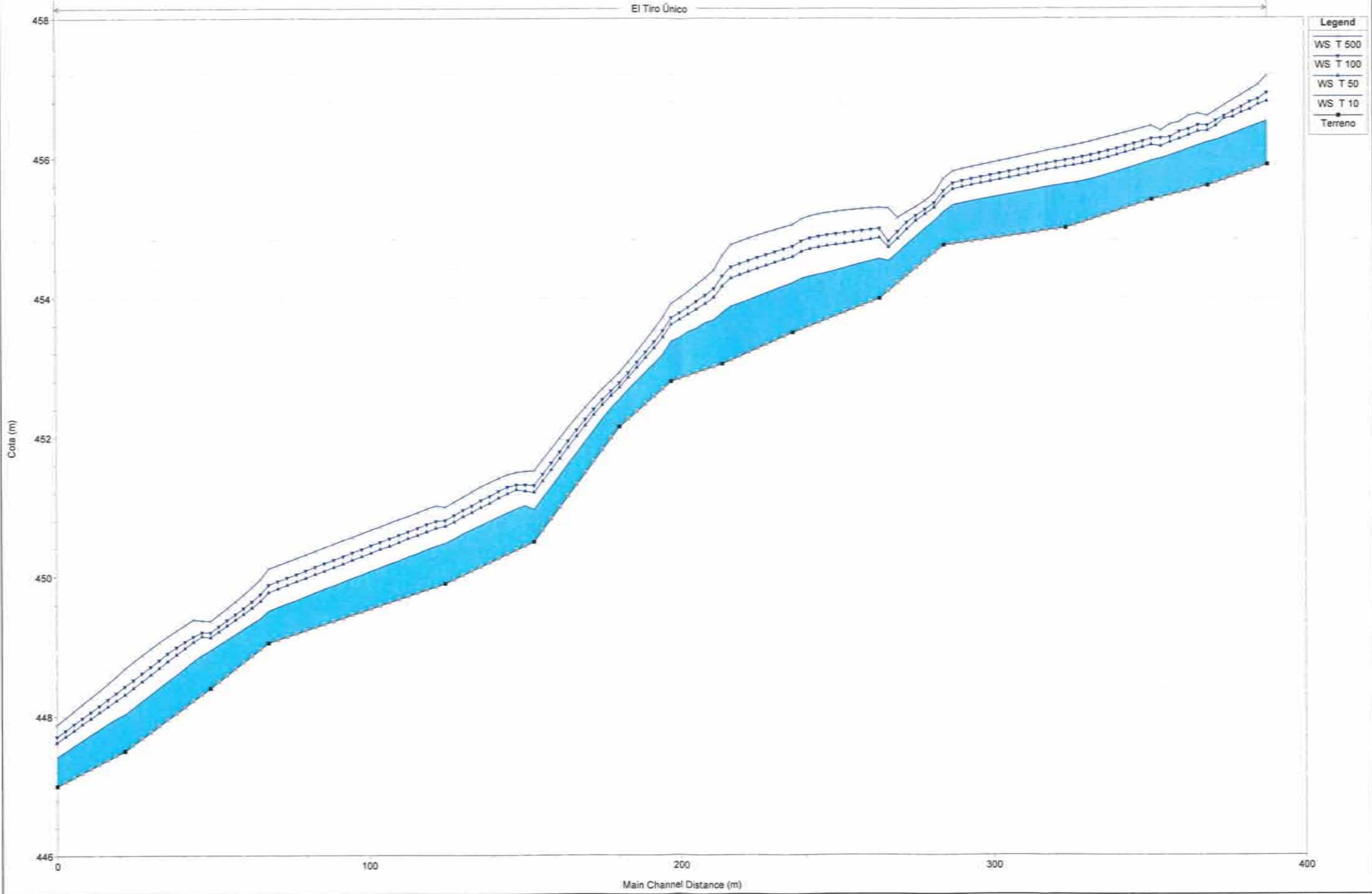


La Libra Plan: Plan 04 24/07/2006 6:28:38

Geom: La Alfóndiga (ver1) Flow: Alfóndiga (ver 1)

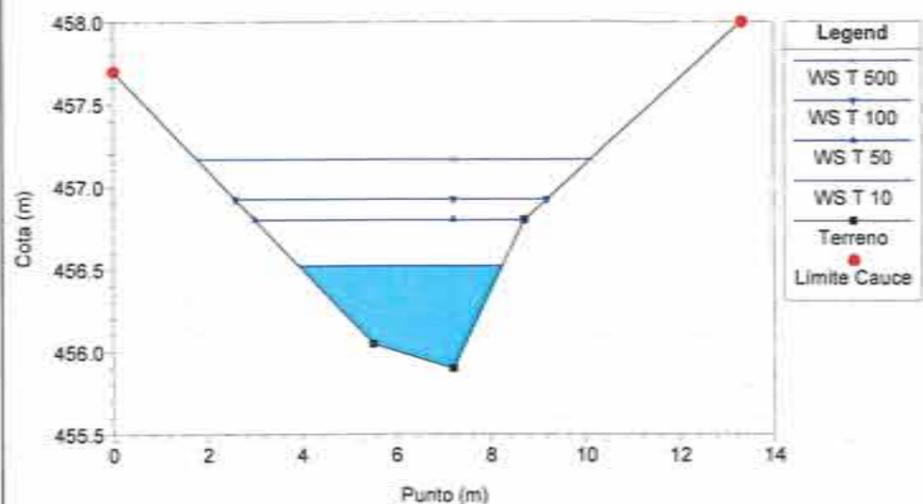
River = Alfóndiga Reach = Único RS = 00



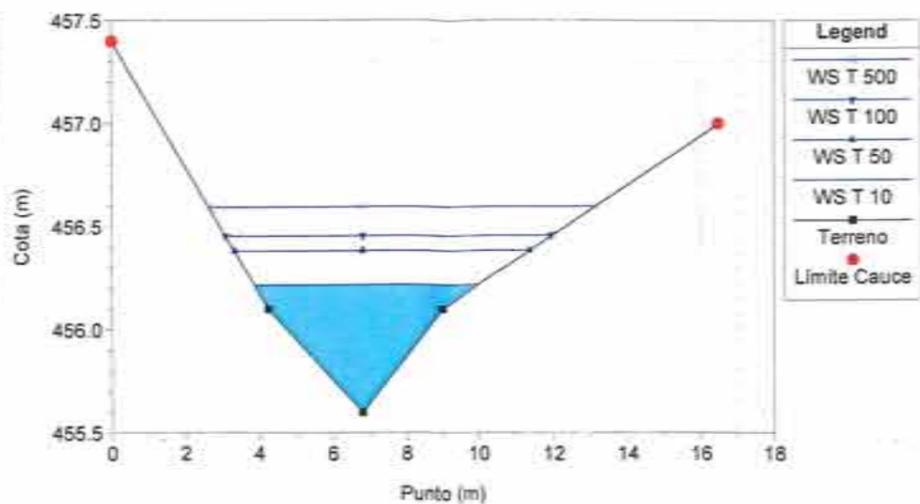


Legend	
WS T 500	—
WS T 100	—
WS T 50	—
WS T 10	—
Terreno	—

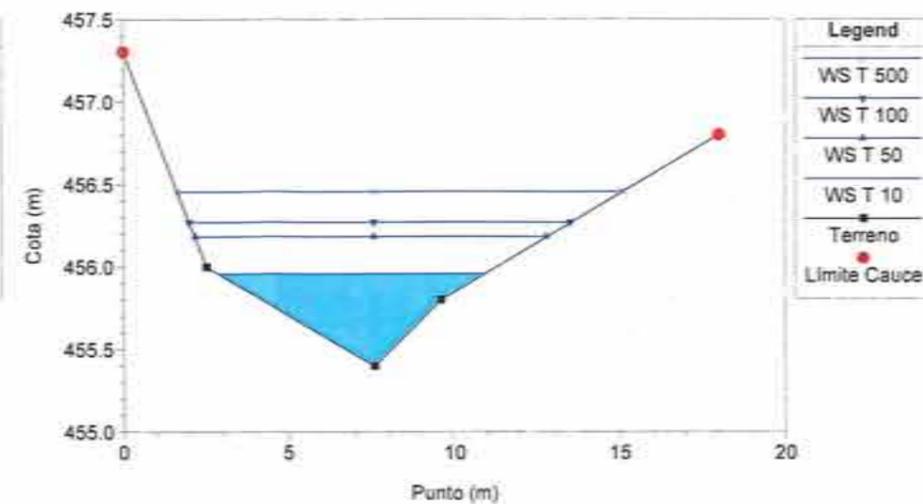
La Libra Plan: El Tiro (ver1) 21/07/2006 23:24:49  
Geom: El Tiro (ver 1) Flow: El Tiro  
River = El Tiro Reach = Único RS = 15



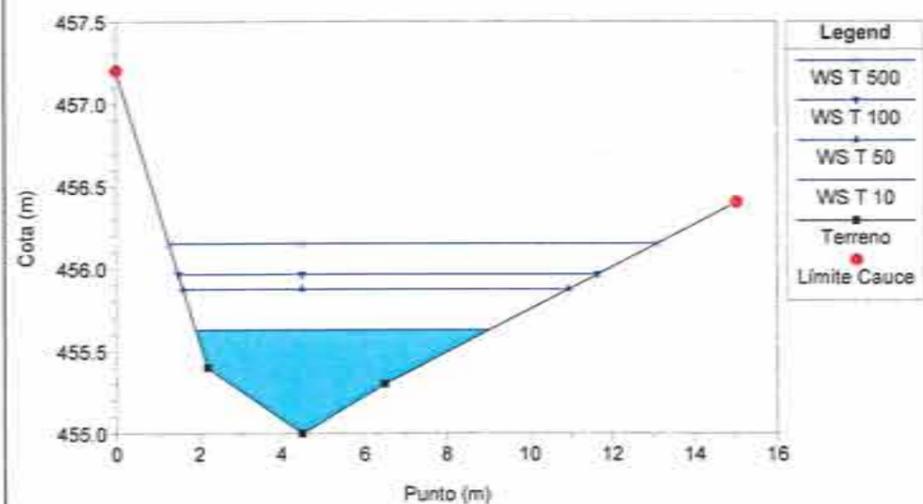
La Libra Plan: El Tiro (ver1) 21/07/2006 23:24:49  
Geom: El Tiro (ver 1) Flow: El Tiro  
River = El Tiro Reach = Único RS = 14



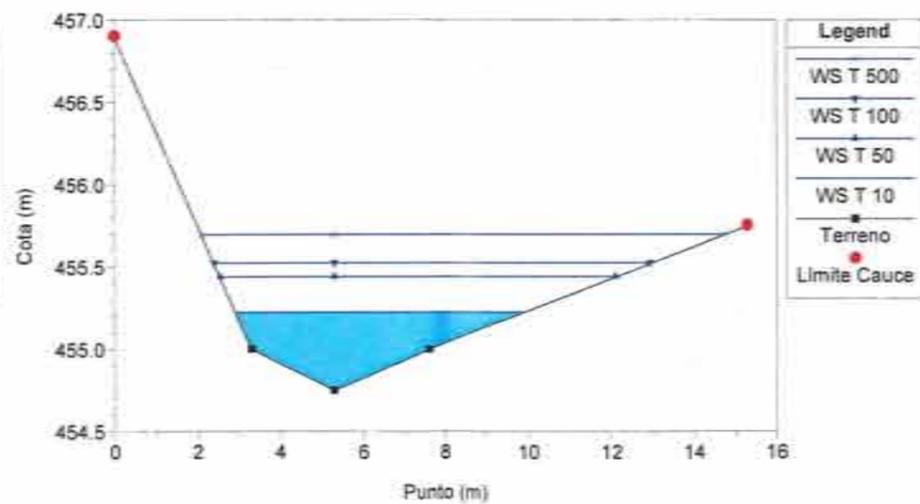
La Libra Plan: El Tiro (ver1) 21/07/2006 23:24:49  
Geom: El Tiro (ver 1) Flow: El Tiro  
River = El Tiro Reach = Único RS = 13



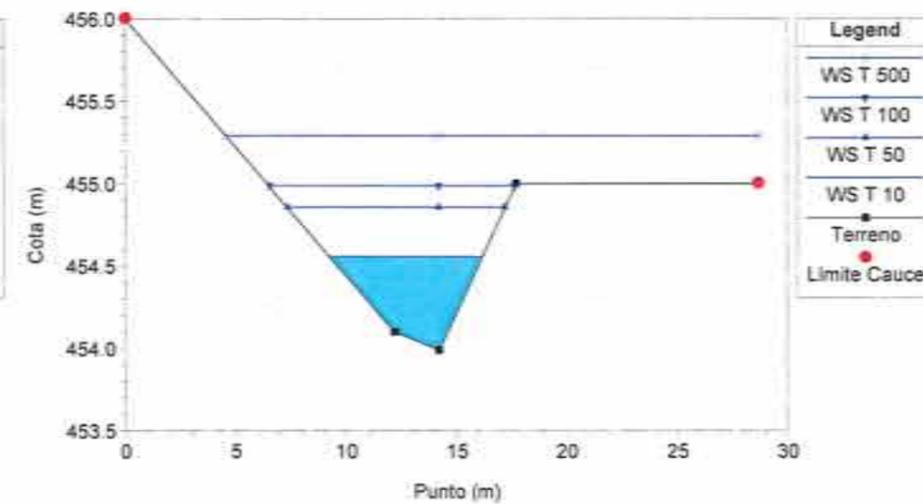
La Libra Plan: El Tiro (ver1) 21/07/2006 23:24:49  
Geom: El Tiro (ver 1) Flow: El Tiro  
River = El Tiro Reach = Único RS = 12



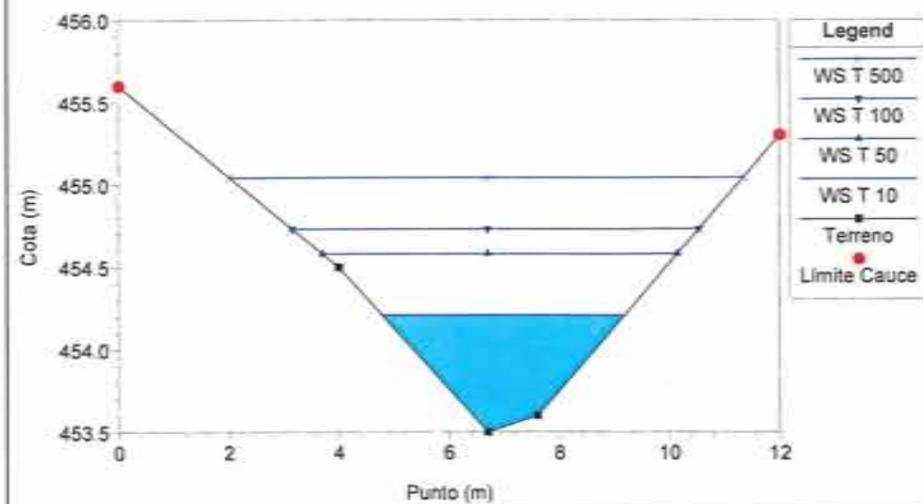
La Libra Plan: El Tiro (ver1) 21/07/2006 23:24:49  
Geom: El Tiro (ver 1) Flow: El Tiro  
River = El Tiro Reach = Único RS = 11



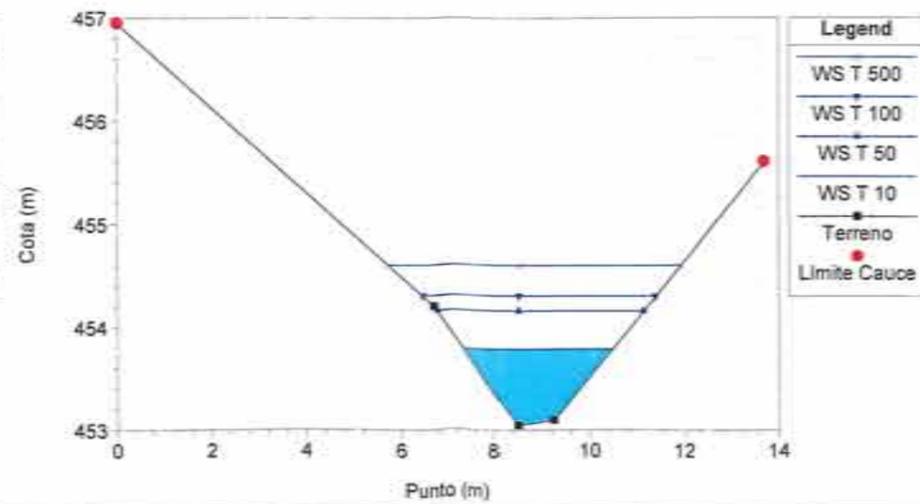
La Libra Plan: El Tiro (ver1) 21/07/2006 23:24:49  
Geom: El Tiro (ver 1) Flow: El Tiro  
River = El Tiro Reach = Único RS = 10



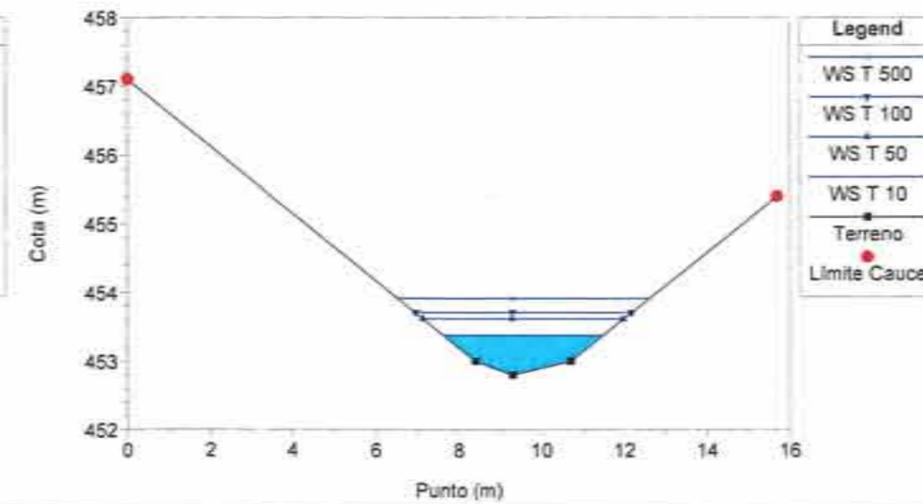
La Libra Plan: El Tiro (ver1) 21/07/2006 23:24:49  
Geom: El Tiro (ver 1) Flow: El Tiro  
River = El Tiro Reach = Único RS = 09



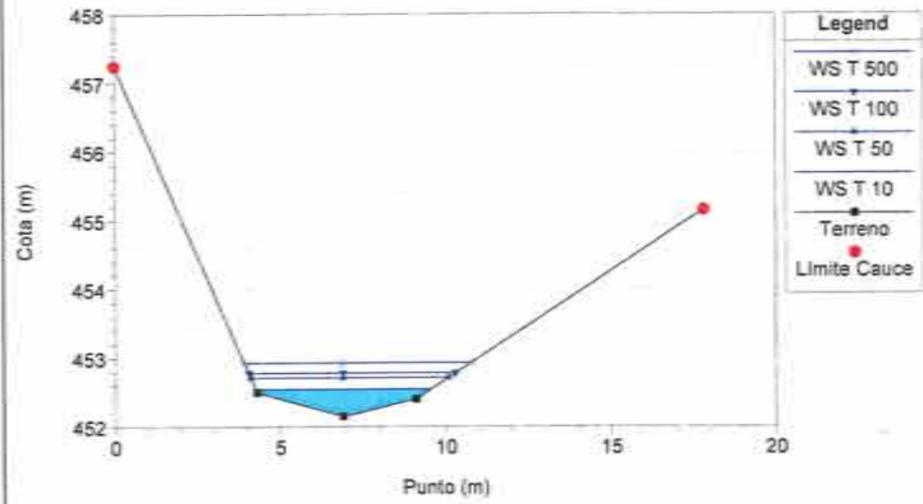
La Libra Plan: El Tiro (ver1) 21/07/2006 23:24:49  
Geom: El Tiro (ver 1) Flow: El Tiro  
River = El Tiro Reach = Único RS = 08



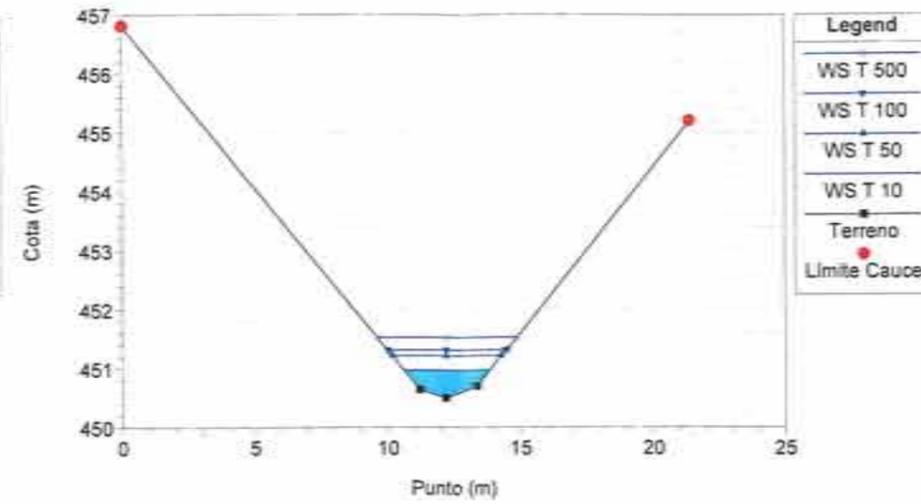
La Libra Plan: El Tiro (ver1) 21/07/2006 23:24:49  
Geom: El Tiro (ver 1) Flow: El Tiro  
River = El Tiro Reach = Único RS = 07



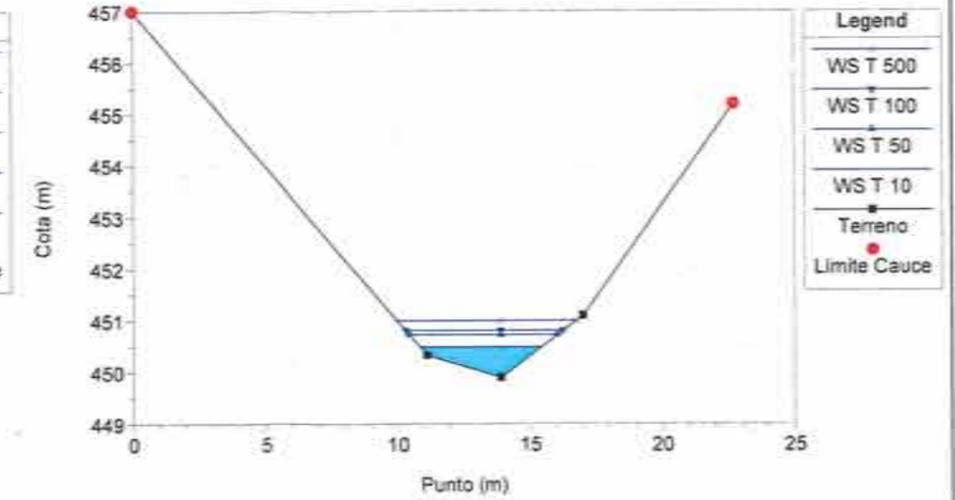
La Libra Plan: El Tiro (ver1) 21/07/2006 23:24:49  
 Geom: El Tiro (ver 1) Flow: El Tiro  
 River = El Tiro Reach = Único RS = 06



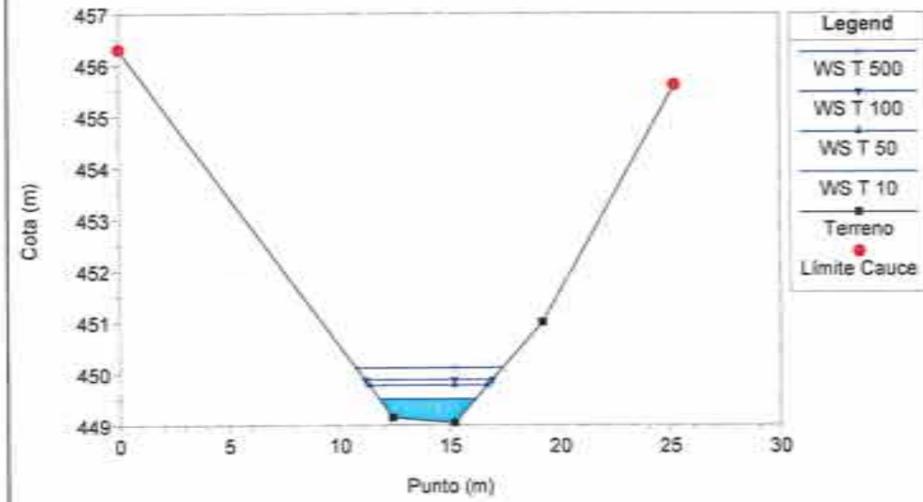
La Libra Plan: El Tiro (ver1) 21/07/2006 23:24:49  
 Geom: El Tiro (ver 1) Flow: El Tiro  
 River = El Tiro Reach = Único RS = 05



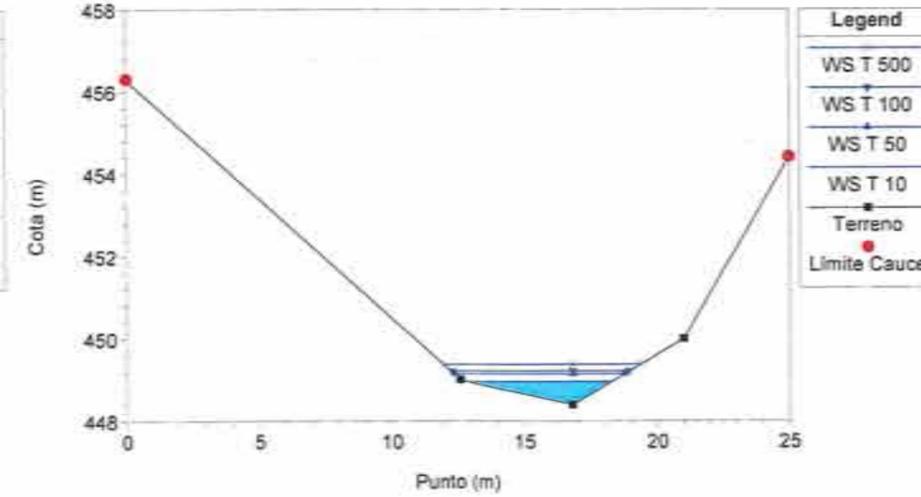
La Libra Plan: El Tiro (ver1) 21/07/2006 23:24:49  
 Geom: El Tiro (ver 1) Flow: El Tiro  
 River = El Tiro Reach = Único RS = 04



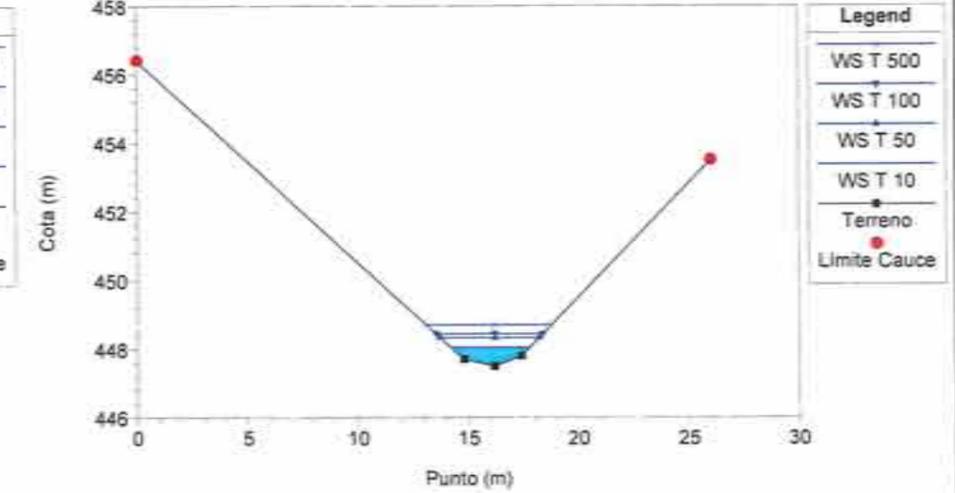
La Libra Plan: El Tiro (ver1) 21/07/2006 23:24:49  
 Geom: El Tiro (ver 1) Flow: El Tiro  
 River = El Tiro Reach = Único RS = 03



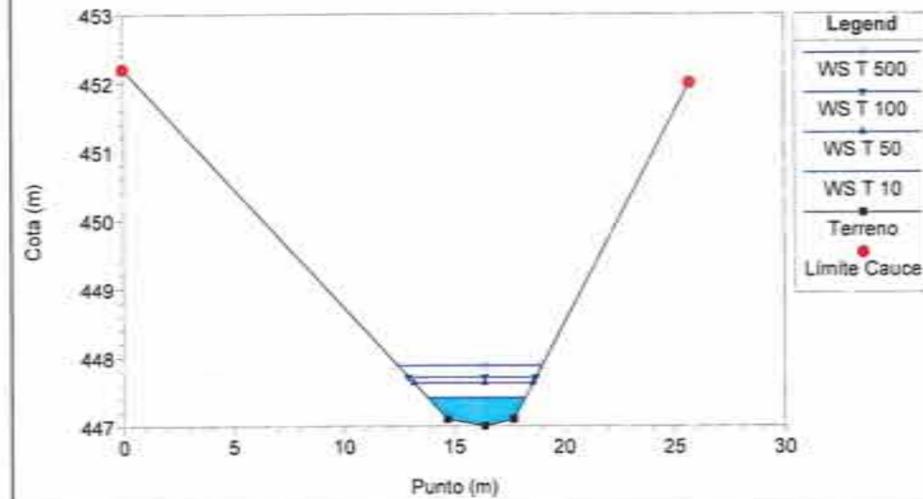
La Libra Plan: El Tiro (ver1) 21/07/2006 23:24:49  
 Geom: El Tiro (ver 1) Flow: El Tiro  
 River = El Tiro Reach = Único RS = 02



La Libra Plan: El Tiro (ver1) 21/07/2006 23:24:49  
 Geom: El Tiro (ver 1) Flow: El Tiro  
 River = El Tiro Reach = Único RS = 01



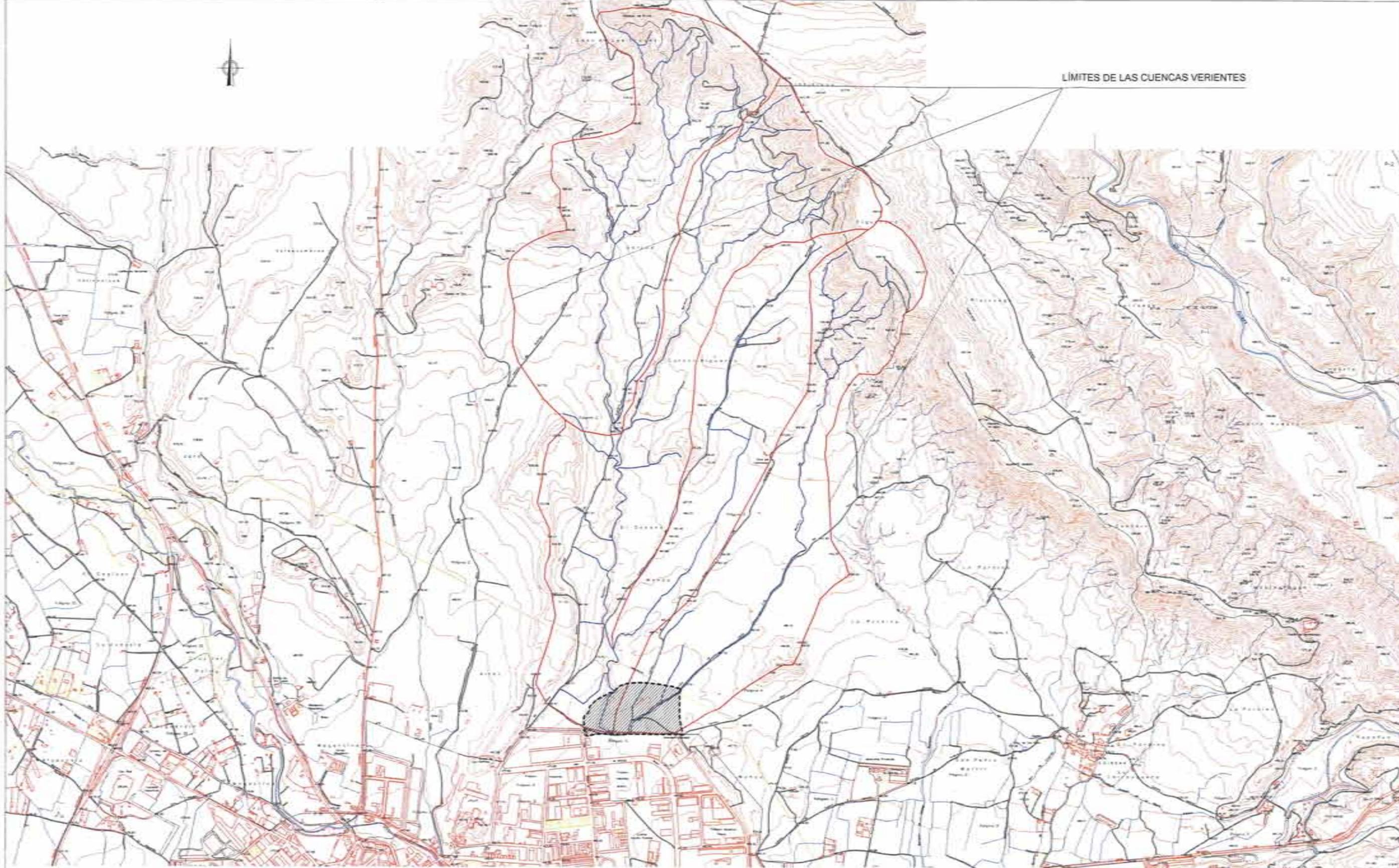
La Libra Plan: El Tiro (ver1) 21/07/2006 23:24:49  
 Geom: El Tiro (ver 1) Flow: El Tiro  
 River = El Tiro Reach = Único RS = 00



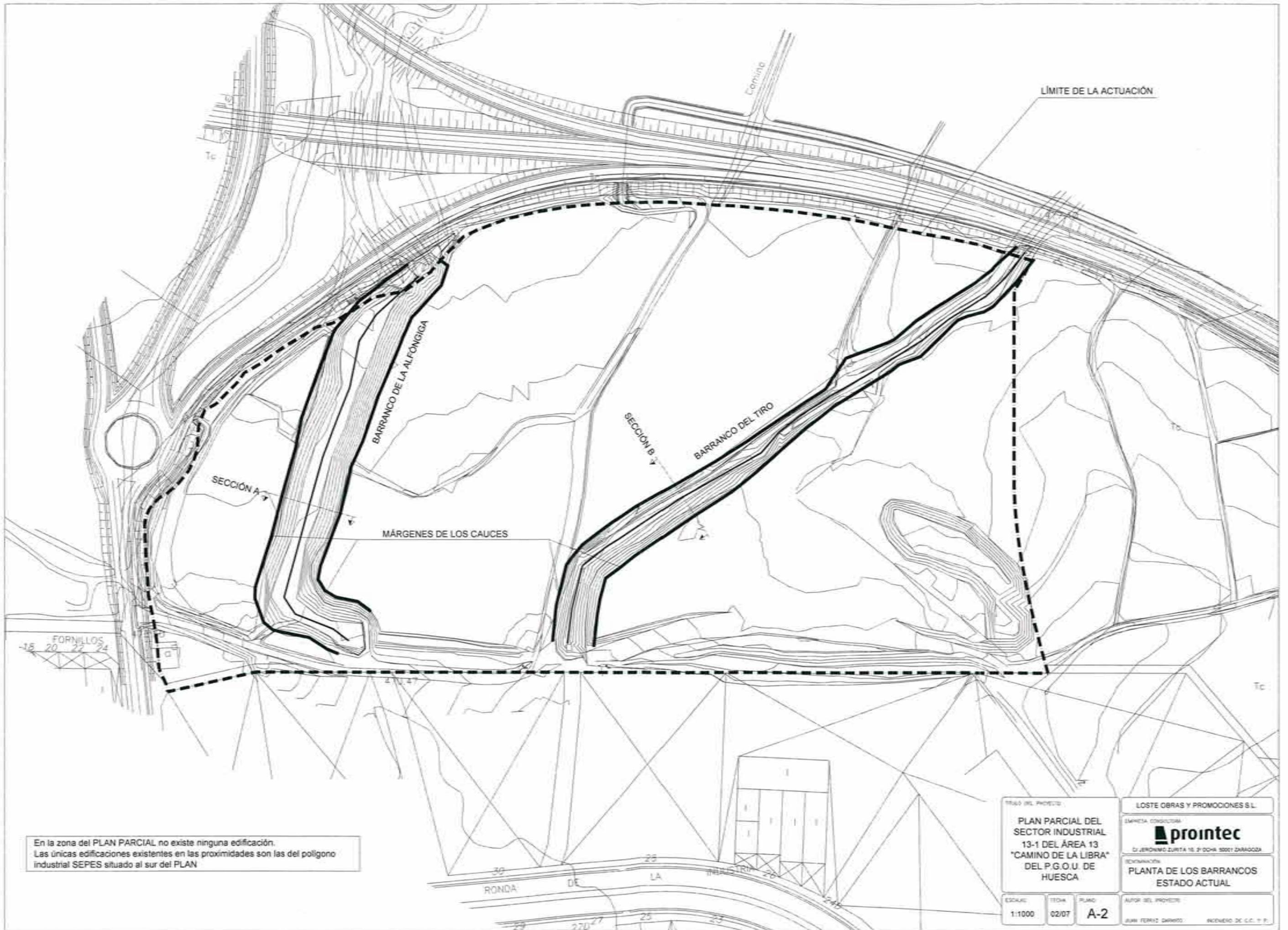
## PLANOS DEL ANEJO



LÍMITES DE LAS CUENCAS VERIENTES

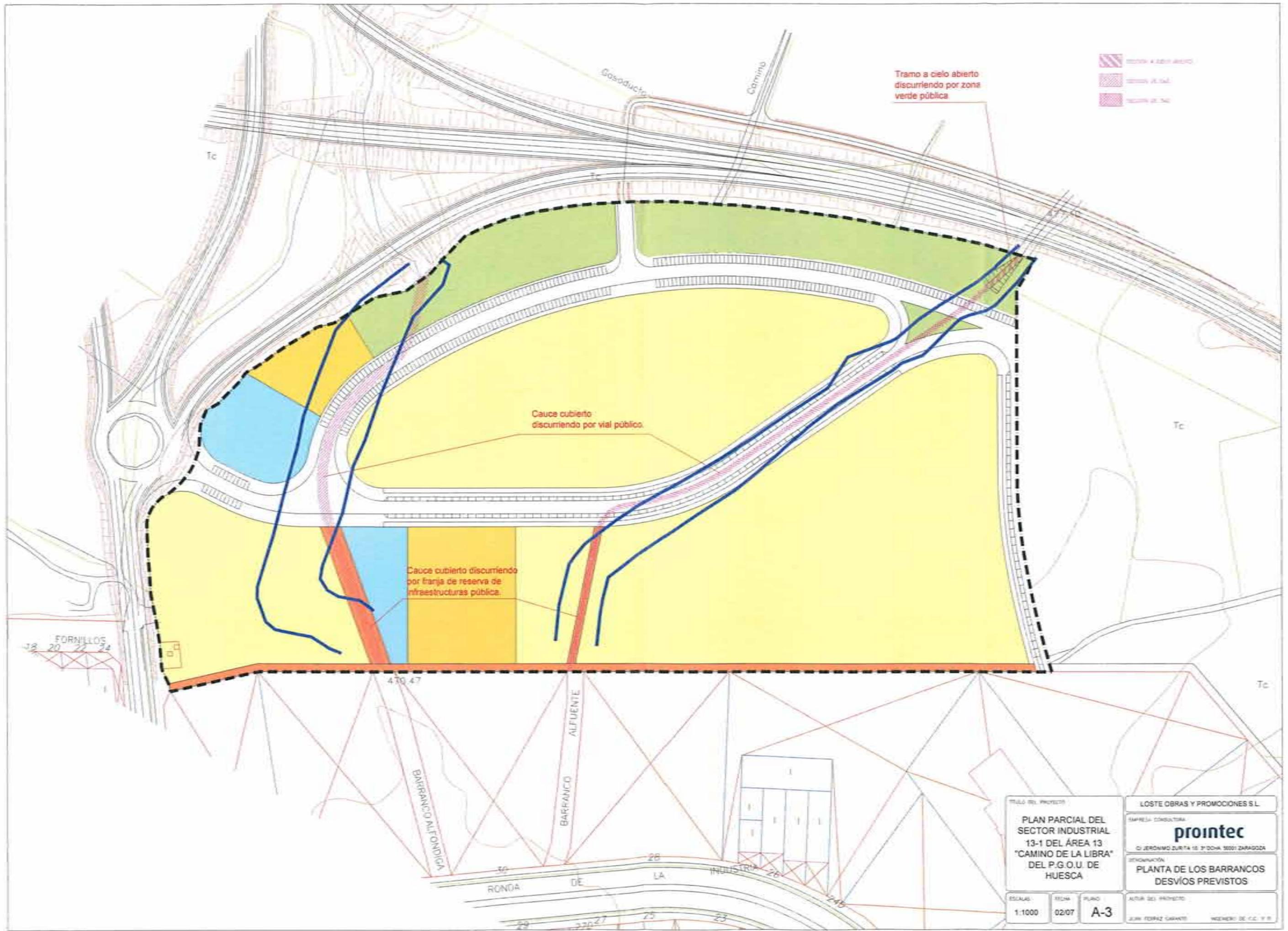


ESTADO DEL PROYECTO			LOSTE OBRAS Y PROMOCIONES S.L.	
PLAN PARCIAL DEL SECTOR INDUSTRIAL 13-1 DEL ÁREA 13 "CAMINO DE LA LIBRA" DEL P.G.O.U. DE HUESCA			EMPRESA CONSULTORA <b>prontec</b> C/ JERÓNIMO ZURITA 10. 5º DCHA. 50001 ZARAGOZA	
EDIFICIO			DENOMINACIÓN	
1:1000			PLANO DE SITUACIÓN Y CUENCAS VERTIENTES	
FECHA			AUTOR DEL PROYECTO	
02/07			JUAN FERRAZ GARAYO INGENIERO DE C.C. Y P.	
FOLIO				
A-1				



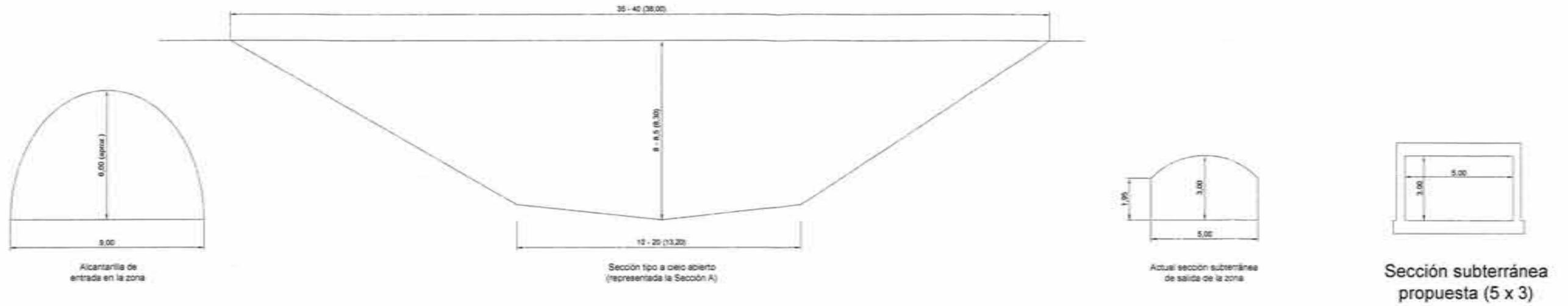
En la zona del PLAN PARCIAL no existe ninguna edificación.  
 Las únicas edificaciones existentes en las proximidades son las del polígono industrial SEPES situado al sur del PLAN

TÍTULO DEL PROYECTO:			LOSTE OBRAS Y PROMOCIONES S.L.		
PLAN PARCIAL DEL SECTOR INDUSTRIAL 13-1 DEL ÁREA 13 "CAMINO DE LA LIBRA" DEL P.G.O.U. DE HUESCA			EMPRESA CONDUCTORA:		
			 C/ JERÓNIMO ZURITA 18, 2º DOHA 50011 ZARAGOZA		
			DENOMINACIÓN:		
			PLANTA DE LOS BARRANCOS ESTADO ACTUAL		
			AUTOR DEL PROYECTO:		
			JUAN FERRIZ DARRIO INGENIERO DE C.C. Y P.		
ESCALA:	FECHA:	PLANO:			
1:1000	02/07	A-2			

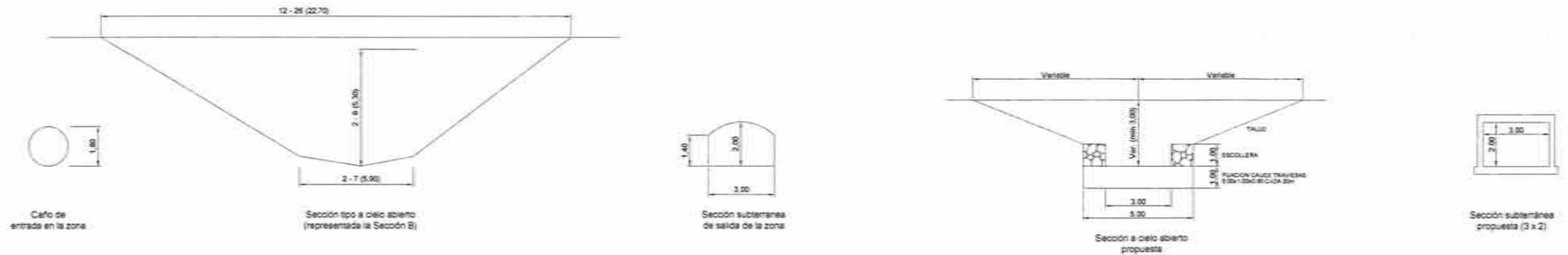


TÍTULO DEL PROYECTO <b>PLAN PARCIAL DEL SECTOR INDUSTRIAL 13-1 DEL ÁREA 13 "CAMINO DE LA LIBRA" DEL P.G.O.U. DE HUESCA</b>			EMPRESA CONSULTORA <b>prontec</b> C/ JERÓNIMO ZURITA 18 3ª DCHA 50001 ZARAGOZA		
DENOMINACIÓN <b>PLANTA DE LOS BARRANCOS DESVÍOS PREVISTOS</b>			AUTOR DEL PROYECTO JUAN FERRAZ GARAYTE INGENIERO DE C.C. Y B.		
ESCALA: 1:1000	FECHA: 02/07	PLANO: A-3			

## BARRANCO DE LA ALFÓNDIGA



## BARRANCO DE EL TIRO



PLAN PARCIAL DEL SECTOR INDUSTRIAL 13-1 DEL ÁREA 13 "CAMINO DE LA LIBRA" DEL P.G.O.U. DE HUESCA			LOSTE OBRAS Y PROMOCIONES S.L. EMPRESA CONSULTORA <b>prontec</b> CIJERÓNIMO ZURITA 10, 2ª P.DCHA 50001 ZARAGOZA	
DENOMINACIÓN <b>SECCIONES TIPO DE LOS BARRANCOS</b>			AUTOR DEL PROYECTO JUAN FERRAZ GARAYO INGENIERO DE C.C. Y P.	
ESCALAS: 1:1000	FECHA: 02/07	PLANO: <b>A-4</b>		



FORNILLOS  
18 20 22 24

ALFUENTE

TÍTULO DEL PROYECTO: <b>PLAN PARCIAL DEL SECTOR INDUSTRIAL 13-1 DEL ÁREA 13 "CAMINO DE LA LIBRA" DEL P.G.O.U. DE HUESCA.</b>			LOSTE OBRAS Y PROMOCIONES S.L. EMPRESA CONDUCTORA  C/ JERÓNIMO ZURITA 10 3ª DCHA 50011 ZARAGOZA	
DENOMINACIÓN: <b>PLANTA DE PERFILES EN CAUCES ACTUALES</b>			AUTOR DEL PROYECTO: JUAN TERRAZ GARAYO INGENIERO DE C.C. Y R.	
ESCALA: <b>1:1000</b>	FECHA: <b>02/07</b>	FOLIO: <b>A-5</b>		



Barranco de la Alfóndiga (estado actual):  
Superficie inundada para un periodo de retorno de 500 años

Barranco del Tiro (estado actual):  
Superficie inundada para un periodo de retorno de 500 años

TÍTULO DEL PROYECTO <b>PLAN PARCIAL DEL SECTOR INDUSTRIAL 13-1 DEL ÁREA 13 "CAMINO DE LA LIBRA" DEL P.G.O.U. DE HUESCA</b>			EMPRESA CONSULTORA <b>prontec</b> C/ JERÓNIMO ZURITA 18 3ª BARRIA 50001 ZARAGOZA	
DENOMINACIÓN <b>PLANTA DE INUNDACIÓN ESTADO ACTUAL</b>			AUTOR DEL PROYECTO JUAN FERRAZ GARIBAY	
ESCALA 1:1000	FECHA 02/07	PLANO A-6	INGENIERO DE C.I. Y P.	