



## Firmas del Documento

Firma

Firma

Firma

Firma

Firma

Firma

Firma

Firma

Firma

# ESTUDIO DE INUNDABILIDAD DE LA PARCELA 52 DEL POLÍGONO 30, NUEVO SECTOR S11, MARCHENA. SEVILLA



**PROMOTORES:** Empresa PROAGRI, S.L. y D. Juan José Fernández Segovia

José Grande-Caballero López  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Colegiado Nº 5.990

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. ANDALUCIA	
Expediente	Fecha
<b>31321</b>	SEVILLA 28/07/2010
<b>V I S A D O</b>	

JULIO 2010

## ESTUDIO DE INUNDABILIDAD DE LA PARCELA 52 DEL POLÍGONO 30, NUEVO SECTOR S11, MARCHENA. SEVILLA

---

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. ANDALUCIA	
Expediente	Fecha
<b>31321</b>	SEVILLA 28/07/2010
<b>V I S A D O</b>	

## INDICE

- 1.- ANTECEDENTES Y OBJETO DEL ESTUDIO DE INUNDABILIDAD
- 2.- NORMATIVA DEL PLAN HIDROLÓGICO DEL GUADALQUIVIR
- 3.- PERIODO DE RETORNO Y PRECIPITACIÓN MÁXIMA ADOPTADA.
- 4.- DRENAJE.
- 5.- CUENCA APORTADA.
- 6.- TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.
- 7.- INTENSIDAD MEDIA DE LA PRECIPITACIÓN.
- 8.- COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA.
- 9.- CALCULO DE CAUDALES.
- 10.- ESTUDIO DE LA INUNDABILIDAD
- 11.- CONCLUSIÓN



## 1.- ANTECEDENTES Y OBJETO DEL ESTUDIO DE INUNDABILIDAD

Se redacta el siguiente Estudio de Inundabilidad por encargo de la Empresa PROAGRI, S.L. y D. Juan José Fernández Segovia.

El objeto del mismo es definir las zonas inundables de la parcela 52 del Polígono 30 Nuevo Sector S11, zona anexa al polígono La Ventilla situado en Marchena, Sevilla con motivo de la modificación del Plan General para la recalificación de la citada parcela.

## 2.- NORMATIVA DEL PLAN HIDROLÓGICO DEL GUADALQUIVIR

Según el Plan Hidrológico de la Cuenca, en su artículo 67, sobre Objetivos y Propuestas de Actuación en Materia de Protección Frente a Avenidas, se establece que “las obras de tramos que afecta al cauce o a sus márgenes, se dimensionaran para evacuar sin daños la avenida de 500 años de periodo de retorno, sin empeorar las condiciones preexistentes de desagüe”.

## 3.- PERIODO DE RETORNO Y PRECIPITACIÓN MÁXIMA ADOPTADA.

Como se explica en el apartado anterior (2), se va a realizar el Estudio de Inundabilidad para un periodo de retorno de 500 años.

La precipitación máxima adoptada se ha tomado de la Monografía del Ministerio de Fomento (1999) “Máximas lluvias diarias en la España peninsular” utilizando su aplicación informática MAXPLU.

Para ello se toman las coordenadas UTM de la zona  $x = 285073$ ,  $y = 4134169$  y para un periodo de retorno de 100 años se obtiene:

$$P_{media} = 48 \text{ mm/día}, C_v = 0.364 \text{ y } P_t = 109 \text{ mm/día.}$$

y para un periodo de 500 años se obtiene:

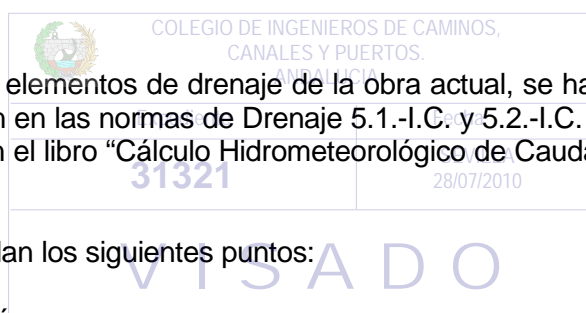
$$P_{media} = 48 \text{ mm/día}, C_v = 0.364 \text{ y } P_t = 140 \text{ mm/día.}$$

## 4.- DRENAJE.

La comprobación de los elementos de drenaje de la obra actual, se hará con los datos y recomendaciones que se citan en las normas de Drenaje 5.1.-I.C. y 5.2.-I.C. de la Instrucción de Carreteras del M.O.P.U. y en el libro “Cálculo Hidrometeorológico de Caudales máximos en Pequeñas Cuencas Naturales”.

Para ello se fijan y calculan los siguientes puntos:

- Cuencas aportadoras.
- Tiempo de concentración.
- Intensidad media de la precipitación.
- Caudal de agua a evacuar.
- Velocidad.



## 5.- CUENCA APORTADA.

La cuenca aportada, correspondiente a la zona a estudiar, queda reflejada en el plano de esquema de cuenca a escala 1:10.000 que se acompaña.

Las características y parámetros que definen la cuenca aportada son las siguientes:

- Superficie.
- Longitud del curso de agua.
- Altura en cabecera.
- Cota en el punto considerado.
- Pendiente media.
- Coeficiente de escorrentía.

Las superficies, longitudes del curso del agua, alturas en cabecera y cotas en el punto considerado, se han tomado del plano citado.

## 6.- TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.

Para el cálculo de la Intensidad de Precipitación se va a seguir el método del libro "Cálculo Hidrometeorológico de Caudales Máximos en Pequeñas Cuencas Naturales".

El tiempo de concentración  $T_c$  es el tiempo que transcurre en empaparse el terreno, más el que tarda en llegar el agua al sumidero u obra de paso.

Se calcula por la fórmula:

$$D = T_c = 0.3 (L/J^{1/4})^{0.76}$$

Siendo:

$T_c$  = Tiempo de concentración en horas.

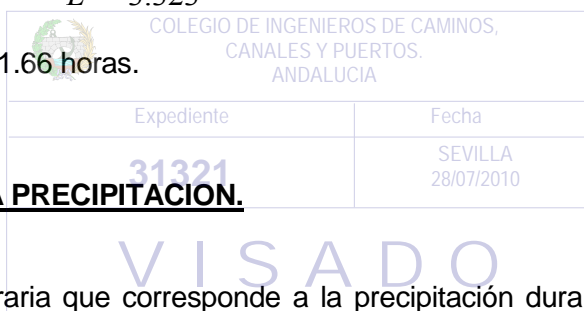
$L$  = Longitud del cauce medio en Km.  $L = 3,323$  Km.

$H$  = Desnivel entre la cabecera de la cuenca y el punto de desagüe en m.

$H = 149-99 = 50$  m.

$$J = \text{Pendiente de la Cuenca}; \frac{H}{L} = \frac{50}{3.323} = 0.015 = 1.5 \%$$

$$T_c = 0.3 \left( \frac{3.323}{0.015^{1/4}} \right)^{0.76} = 1.66 \text{ horas.}$$



## 7.- INTENSIDAD MEDIA DE LA PRECIPITACION.

La intensidad media horaria que corresponde a la precipitación durante el tiempo de concentración antes deducido, viene dada por la fórmula:

$$\left(\frac{I}{I_d}\right) = \left(\frac{I_1}{I_d}\right)^M ; M = \frac{28^{0.1} - D^{0.1}}{28^{0.1} - 1} ; M = \frac{28^{0.1} - 1.66^{0.1}}{28^{0.1} - 1} = 0.87$$

en la que:

$I$  = Intensidad media horaria de precipitación.

$I_1$  = Intensidad media horaria correspondiente a la precipitación de duración  $D$ , en mm/h.

$I_d$  = Intensidad media de la precipitación diaria máxima, mm/h.

$D$  = Duración de la precipitación en horas.

$$\frac{I_1}{I_d} = 8.5, \text{ valor tomado de la fig. 10.1 del citado libro.}$$

$$M = 0.87; \frac{I}{I_d} = 8.5^{0.87} = 6.42, \text{ o bien de la fig. 6.3}$$

Como para el periodo de retorno de 100 años, la precipitación es de 109 mm/día, la horaria es de  $I_d = \frac{109}{24} = 4.54$  mm/h.

$$I = 4.54 \times 6.42 = 29.15 \text{ mm/h.}$$

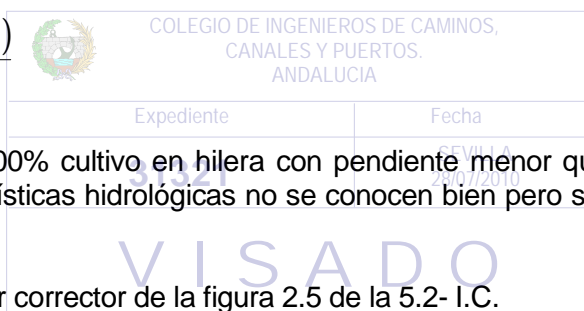
Para el periodo de retorno de 500 años, la precipitación es de 140 mm/día, la horaria es de  $I_d = \frac{140}{24} = 5.83$  mm/h.

$$I = 5.83 \times 6.42 = 37.44 \text{ mm/h.}$$

## 8.- COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA.

Se calcula el coeficiente de escorrentía  $C$ , según la fórmula

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



El uso de la tierra es 100% cultivo en hilera con pendiente menor que el 3 % (R-N). Grupo de suelo C. Las características hidrológicas no se conocen bien pero se va a utilizar un  $P_o$  de 14.

Se multiplica por el factor corrector de la figura 2.5 de la 5.2- I.C.

$$P_o \cdot 14 \times 2.8 = 39.20$$

Para un periodo de retorno de 100 años tenemos:

$$C = \frac{(109 - 39.20)(109 + 23 \times 39.20)}{(109 + 11 \times 39.20)^2} = 0.242$$

Para un periodo de retorno de 500 años tenemos:

$$C = \frac{(140 - 39.20)(140 + 23 \times 39.20)}{(140 + 11 \times 39.20)^2} = 0.322$$

## 9.- CALCULO DE CAUDALES.

Para la determinación de caudales se ha partido de la siguiente fórmula:

$$Q = C \times I \times A / 300$$

Para un periodo de retorno de 100 años:

Q = Caudal en m<sup>3</sup>/seg.

C = Coeficiente de escorrentía: 0.242

A = Área de la cuenca en Ha.: 430.80 (Casco urbano 192.428 Ha y Cultivo 238.372 Ha)

I = Intensidad de lluvia máxima según la cuenca en mm/h.: 29.15

$$Q = \frac{0.242 \times 29.15 \times 430.80}{300} \approx 10.12 \text{ m}^3/\text{sg.}$$

Para un periodo de retorno de 500 años:

Q = Caudal en m<sup>3</sup>/seg.

C = Coeficiente de escorrentía: 0.322

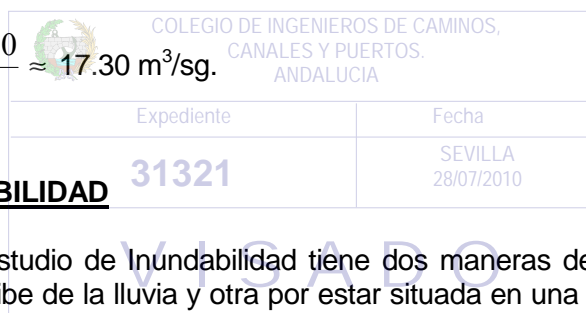
A = Área de la cuenca en Ha.: 430.80 (Casco urbano 192.428 Ha y Cultivo 238.372 Ha).

I = Intensidad de lluvia máxima según la cuenca en mm/h.: 37.44

$$Q = \frac{0.322 \times 37.44 \times 430.80}{300} \approx 17.30 \text{ m}^3/\text{sg.}$$

## 10.- ESTUDIO DE LA INUNDABILIDAD

La parcela objeto del Estudio de Inundabilidad tiene dos maneras de inundarse, una por no evacuar el agua que recibe de la lluvia y otra por estar situada en una zona de avenida de algún río cercano.





Es evidente que evitar la inundación del agua recibida es fácil, sólo con proyectar la red de saneamiento adecuada. Por tanto queda comprobar la posible inundación que algún río cercano pueda provocar.

El río más cercano es el Arroyo del Lavadero situado a 630 m. A esa misma altura el citado arroyo cruza la carretera SE-5202 perteneciente a la Diputación de Sevilla mediante una obra de fábrica (ver plano nº 3). Como se indicó en el apartado 2.- Normativa del Plan Hidrológico del Guadalquivir hay que dimensionar la avenida para un periodo de 500 años dándose la paradoja que según la Instrucción 5.2-IC el drenaje transversal en una obra de fábrica hay que calcularlo para un periodo de retorno de 100 años, si la IMD es alta o media, o bien, para 10 años si la IMD es baja.

El caudal que atraviesa la obra de fábrica, ver fotografía y plano nº 3, es:

$$Q = \frac{1}{n} S R_H^{2/3} J^{1/2}$$

Q = Caudal que atraviesa la obra de fábrica (m³/seg).

S = Superficie (m²).

R<sub>H</sub> = Superficie/ Perímetro mojado (m²/m).

J = Pendiente de la obra de fábrica (Tanto por uno).



Inicio Arroyo Lavadero



Obra de fábrica bajo SE 5202

En nuestro caso tenemos:

$$S = 1.131 \text{ m}^2; R_H = S/P = 1.42/4.57 = 0.31 \text{ m}; J = 0.01;$$

$$Q = 3.46 \text{ m}^3/\text{seg}, \text{ al ser tres orificios: } Q = 3 \times 3.46 = 10.38 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q_{(500)} = 17.30 \text{ m}^3/\text{seg} > 10.38 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q_{(100)} = 10.12 \text{ m}^3/\text{seg} \cong 10.38 \text{ m}^3/\text{seg}$$

El caudal de paso es inferior al de 500 años y aproximadamente igual al de 100 años, luego la obra de fábrica hará de presa probablemente. Para comprobar esto se va a hacer una simulación del Arroyo Lavadero de 400 m a ambos lados de la obra de fábrica con el programa HEC-RAS (River Analysis System), desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica (HEC) del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EEUU, para ver el comportamiento de esta con los caudales de 500 años y 100 años.

Como se ha comentado la obra de fábrica está situada en la carretera SE-5202 Paradas- Marchena, la parcela objeto del Estudio de Inundabilidad está en la margen izquierda y a 630 m de distancia de la citada obra.

En la simulación realizada en el HEC-RAS para un periodo de retorno de 500 años se obtiene que en la margen derecha el caudal se va aproximando a la obra de paso y al no

poder desaguar se remansa e incluso salta por encima. Una vez que salta discurre plácidamente.

Para el periodo de retorno de 100 años, también se remansa pero no salta.

En ambos casos podemos ver que en la margen izquierda, donde está la parcela, el agua inunda para 500 años, 35 m y para 100 años, 28 m. De cualquier forma muy lejos de la parcela estudiada.

En Anejo nº 1 se adjuntan planta y perfil de la inundación para el periodo de retorno de 500 años. Igualmente para el periodo de retorno de 100 años. Perfil 120 y Tabla con los resultados de los perfiles tanto para el periodo de retorno de 500 años como para el de 100.

## 11.- CONCLUSIÓN

***Según el Plan Hidrológico de Cuenca, y a la vista de la situación actual, al no provocarse inundaciones con daños por avenidas de hasta 500 años de período de retorno, se cumple lo dispuesto en los Planes de Cuenca, por lo que la parcela quedaría defendida para dichas avenidas extremas.***

Sevilla, Julio de 2010

Fdo.: José Grande-Caballero López  
Ingeniero de Caminos  
Colegiado nº 5.990

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. ANDALUCIA	
Expediente	Fecha
31321	SEVILLA 28/07/2010
V I S A D O	

## ANEJO Nº 1 LISTADOS HEC-RAS

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. ANDALUCIA	
Expediente	Fecha
<b>31321</b>	SEVILLA 28/07/2010
V I S A D O	

# ÍNDICE

## PERIODO DE RETORNO 500 AÑOS

1. PLANTA INUNDABILIDAD
2. PERFIL DEL CAUCE
3. SECCIÓN 0
4. TABLA DE RESULTADOS

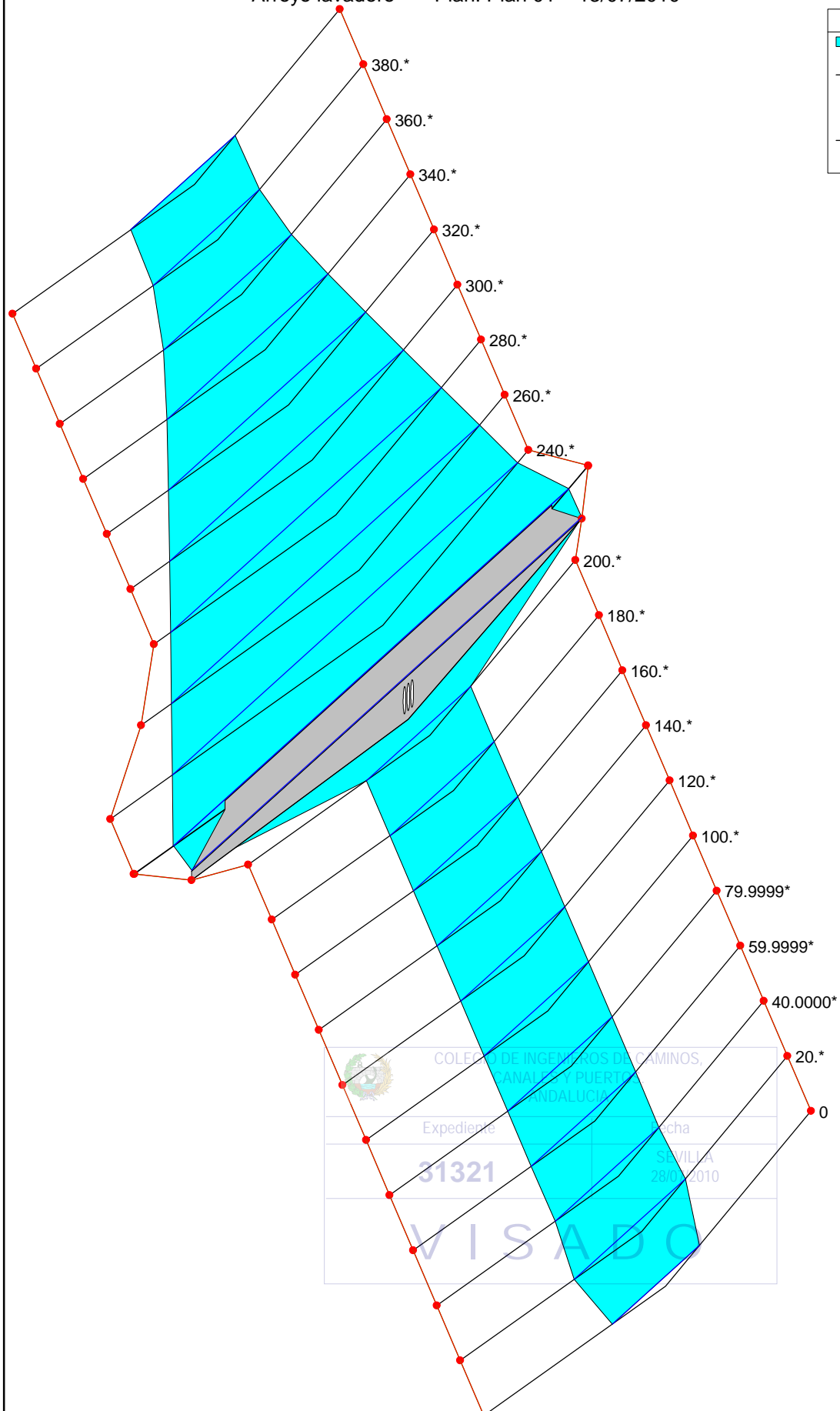
## PERIODO DE RETORNO 100 AÑOS

5. PLANTA INUNDABILIDAD
6. PERFIL DEL CAUCE
7. SECCIÓN 0
8. TABLA DE RESULTADOS

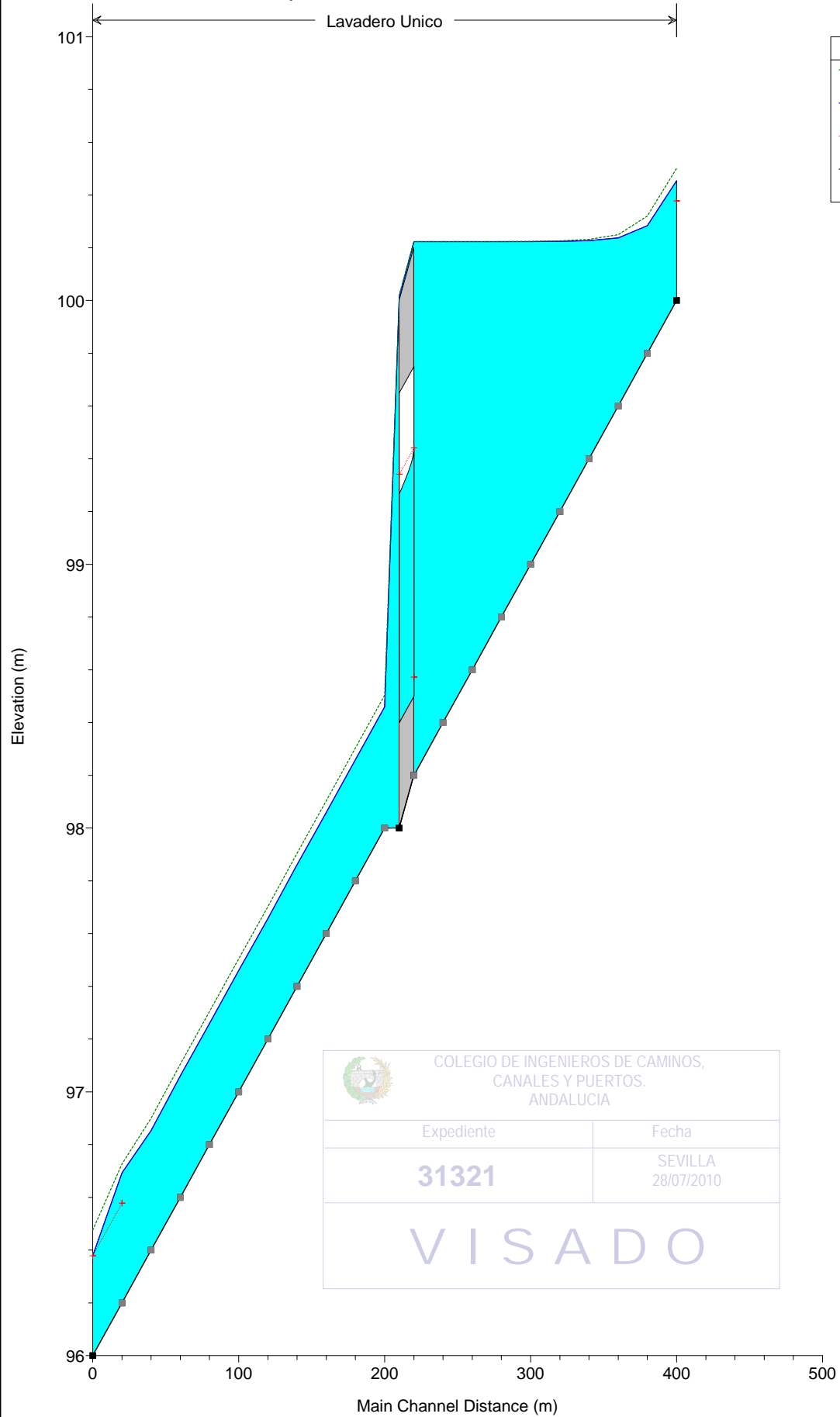
 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. ANDALUCIA	
Expediente	Fecha
31321	SEVILLA 28/07/2010
V I S A D O	

Arroyo lavadero Plan: Plan 01 13/07/2010

Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Ground



Lavadero Unico



Legend	
EG PF 1	
WS PF 1	
Crit PF 1	
Ground	



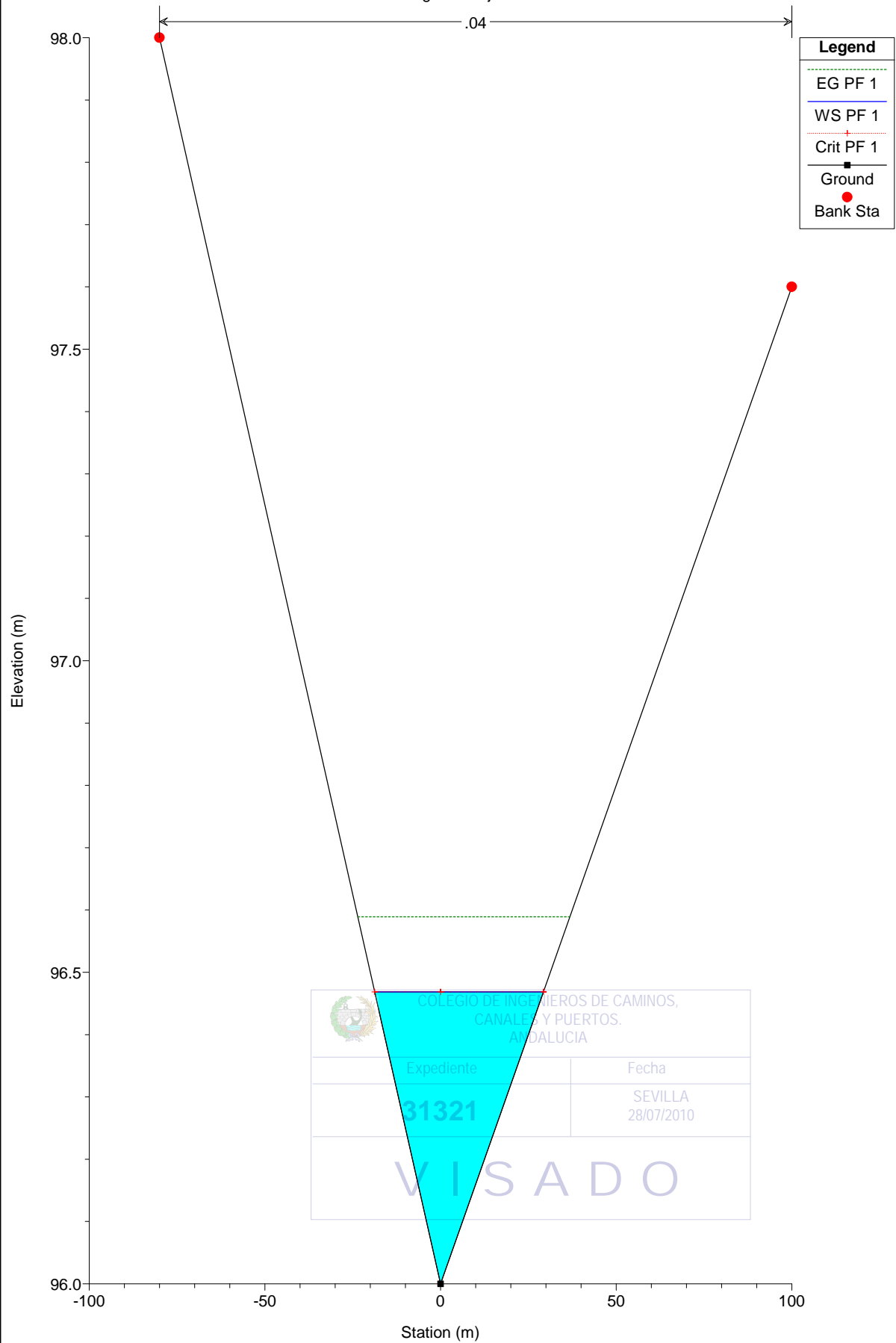
COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS.  
ANDALUCÍA

Expediente  
**31321**

Fecha  
SEVILLA  
28/07/2010

VISADO

Arroyo lavadero Plan: Plan 01 14/07/2010  
Aguas abajo




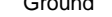


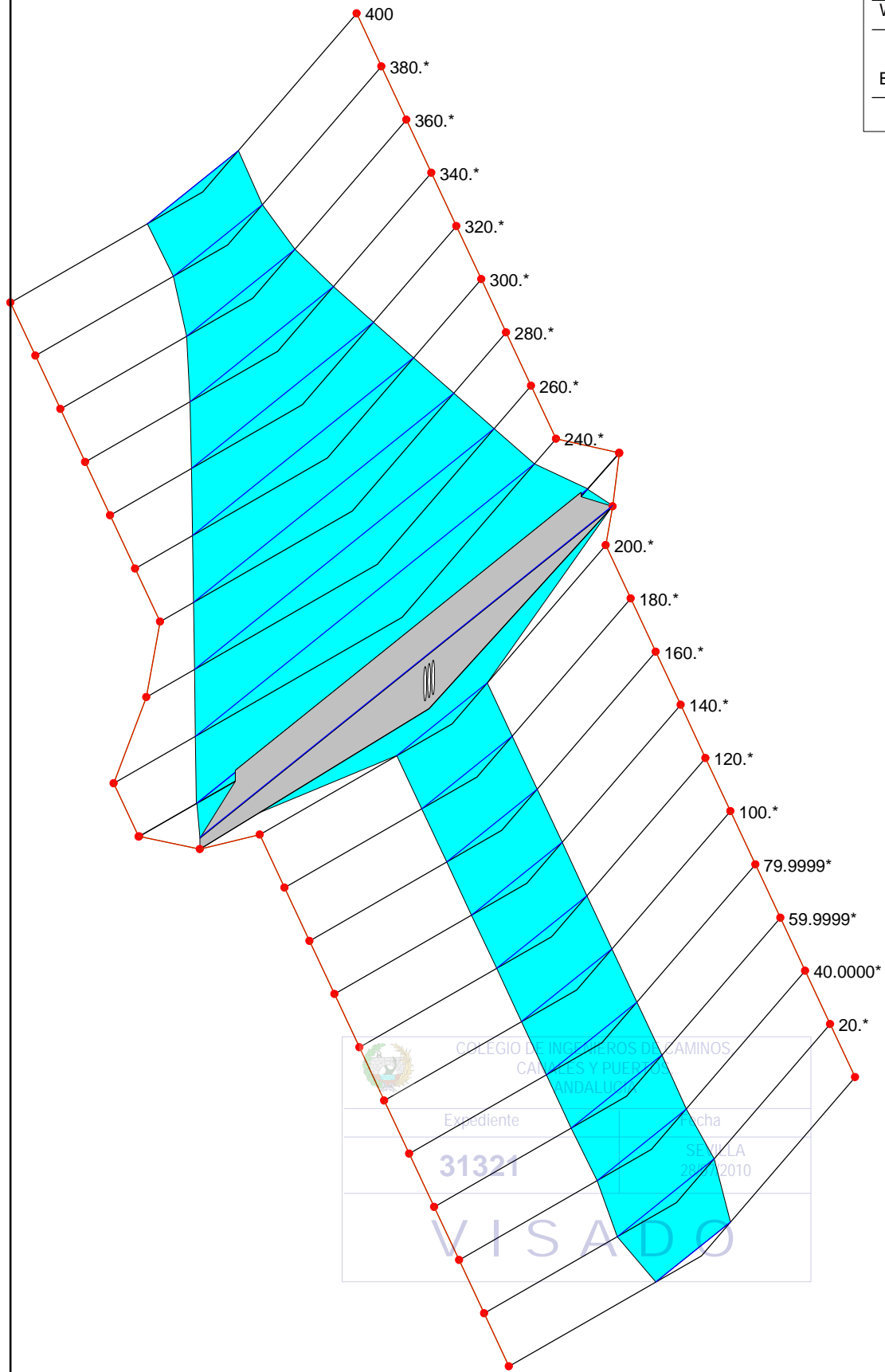


HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Lavadero Reach: Unico Profile: PF 1

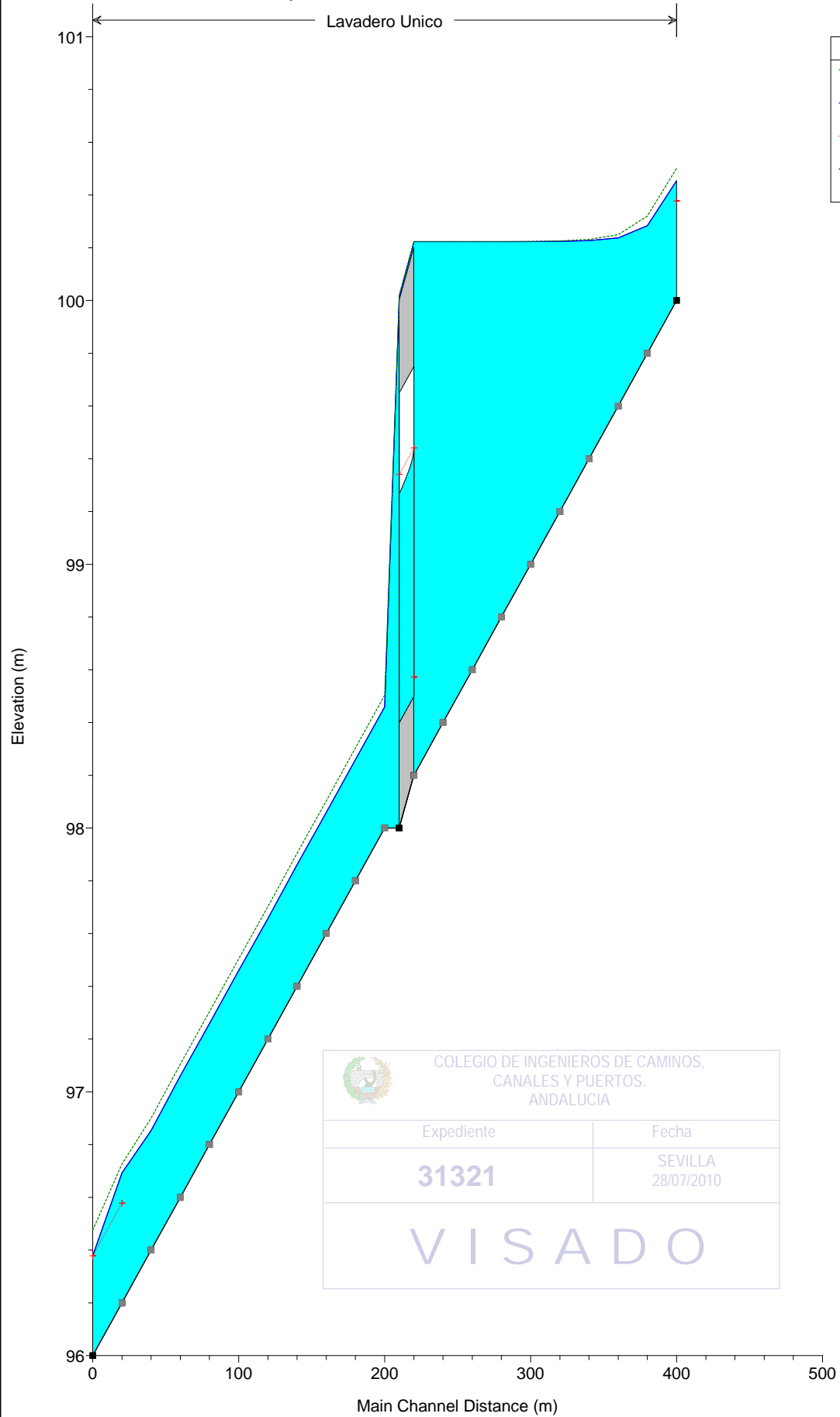
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Unico	400	PF 1	17.30	100.00	100.56	100.47	100.62	0.010112	1.08	16.08	57.41	0.65
Unico	380.*	PF 1	17.30	99.80	100.38		100.43	0.008543	1.01	17.13	59.26	0.60
Unico	360.*	PF 1	17.30	99.60	100.30		100.33	0.003007	0.68	25.34	72.08	0.37
Unico	340.*	PF 1	17.30	99.40	100.28		100.29	0.000890	0.43	40.00	90.54	0.21
Unico	320.*	PF 1	17.30	99.20	100.28		100.28	0.000309	0.29	59.47	110.41	0.13
Unico	300.*	PF 1	17.30	99.00	100.27		100.28	0.000126	0.21	83.31	130.68	0.08
Unico	280.*	PF 1	17.30	98.80	100.27		100.28	0.000058	0.16	111.34	151.08	0.06
Unico	260.*	PF 1	17.30	98.60	100.27		100.27	0.000029	0.12	143.52	171.53	0.04
Unico	240.*	PF 1	17.30	98.40	100.27		100.27	0.000016	0.10	179.82	192.00	0.03
Unico	220.*	PF 1	17.30	98.20	100.27	98.66	100.27	0.000009	0.08	227.75	219.71	0.02
Unico	210		Culvert									
Unico	200.*	PF 1	17.30	98.00	98.56		98.62	0.010010	1.07	16.14	57.52	0.65
Unico	180.*	PF 1	17.30	97.80	98.36		98.42	0.009986	1.07	16.15	57.55	0.65
Unico	160.*	PF 1	17.30	97.60	98.16		98.22	0.010014	1.07	16.14	57.52	0.65
Unico	140.*	PF 1	17.30	97.40	97.96		98.02	0.009988	1.07	16.15	57.55	0.65
Unico	120.*	PF 1	17.30	97.20	97.76		97.82	0.010022	1.07	16.13	57.51	0.65
Unico	100.*	PF 1	17.30	97.00	97.56		97.62	0.010000	1.07	16.15	57.53	0.65
Unico	79.9999*	PF 1	17.30	96.80	97.36		97.42	0.009995	1.07	16.15	57.53	0.65
Unico	59.9999*	PF 1	17.30	96.60	97.16		97.22	0.009925	1.07	16.19	57.61	0.64
Unico	40.0000*	PF 1	17.30	96.40	96.96		97.02	0.010306	1.08	15.96	57.21	0.65
Unico	20.*	PF 1	17.30	96.20	96.80	96.67	96.84	0.007147	0.94	18.31	61.27	0.55
Unico	0	PF 1	17.30	96.00	96.47	96.47	96.59	0.026220	1.54	11.25	48.02	1.01

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. ANDALUCÍA	
Expediente	Fecha
31321	SEVILLA 28/07/2010
V I S A D O	

Legend	
	WS PF 1
	Ground
	Bank Sta
	Ground



Lavadero Unico



Legend	
EG PF 1	
WS PF 1	
Crit PF 1	
Ground	

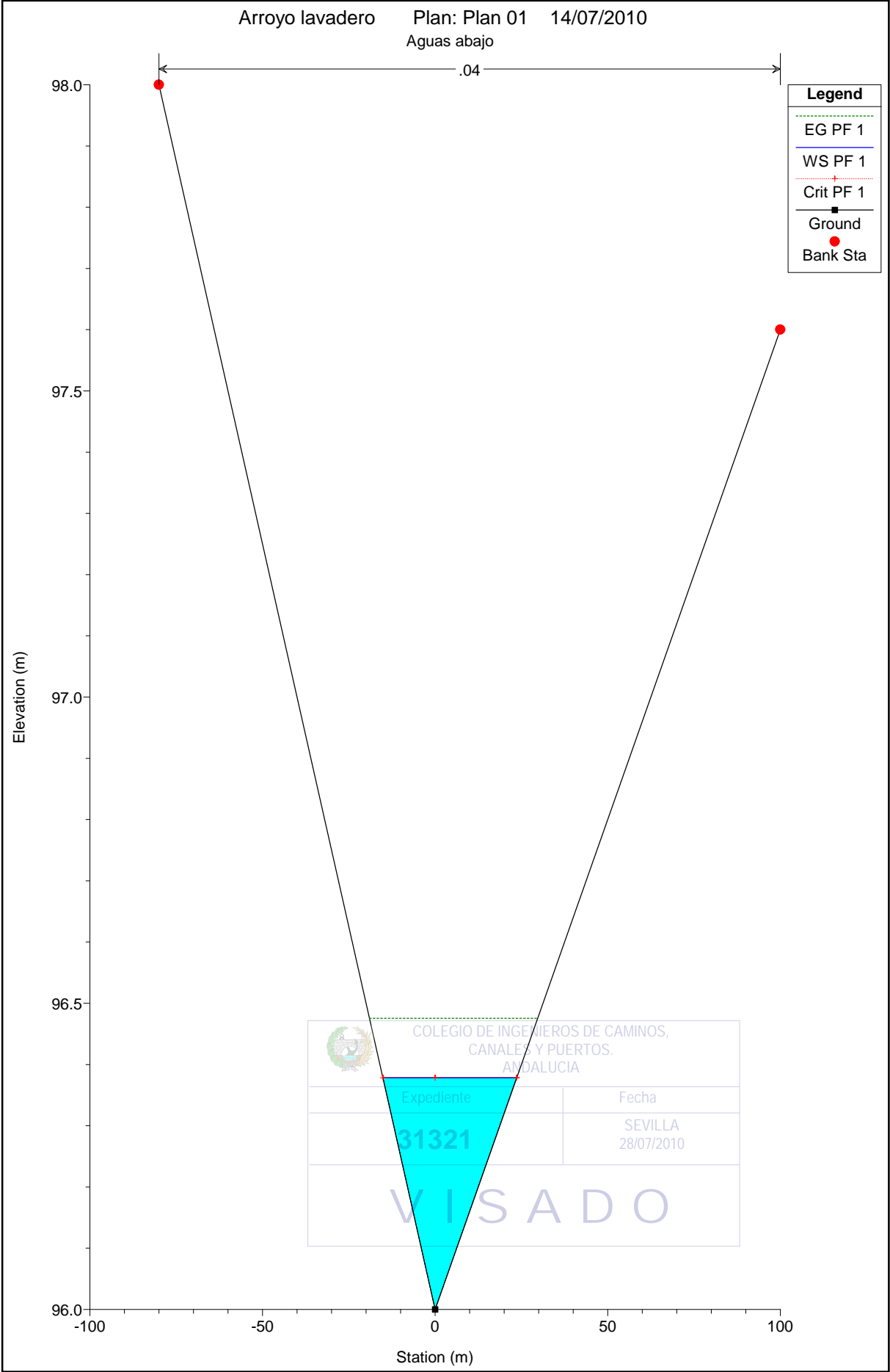


COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS.  
ANDALUCIA

Expediente  
**31321**

Fecha  
SEVILLA  
28/07/2010

**VISADO**



HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Lavadero Reach: Unico Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Unico	400	PF 1	10.12	100.00	100.45	100.38	100.50	0.010593	0.96	10.57	46.55	0.64
Unico	380.*	PF 1	10.12	99.80	100.28		100.32	0.007544	0.84	12.00	49.61	0.55
Unico	360.*	PF 1	10.12	99.60	100.24		100.25	0.001736	0.49	20.83	65.34	0.27
Unico	340.*	PF 1	10.12	99.40	100.23		100.23	0.000431	0.29	35.11	84.84	0.14
Unico	320.*	PF 1	10.12	99.20	100.22		100.23	0.000138	0.19	53.83	105.04	0.08
Unico	300.*	PF 1	10.12	99.00	100.22		100.22	0.000054	0.13	76.77	125.45	0.05
Unico	280.*	PF 1	10.12	98.80	100.22		100.22	0.000024	0.10	103.84	145.90	0.04
Unico	260.*	PF 1	10.12	98.60	100.22		100.22	0.000012	0.07	135.04	166.39	0.03
Unico	240.*	PF 1	10.12	98.40	100.22		100.22	0.000006	0.06	170.34	186.87	0.02
Unico	220.*	PF 1	10.12	98.20	100.22	98.57	100.22	0.000003	0.05	216.90	214.41	0.01
Unico	210		Culvert									
Unico	200.*	PF 1	10.12	98.00	98.46		98.50	0.009975	0.94	10.81	47.07	0.62
Unico	180.*	PF 1	10.12	97.80	98.26		98.30	0.010018	0.94	10.79	47.04	0.62
Unico	160.*	PF 1	10.12	97.60	98.06		98.10	0.009982	0.94	10.81	47.07	0.62
Unico	140.*	PF 1	10.12	97.40	97.86		97.90	0.009846	0.93	10.86	47.19	0.62
Unico	120.*	PF 1	10.12	97.20	97.66		97.70	0.010152	0.94	10.74	46.92	0.63
Unico	100.*	PF 1	10.12	97.00	97.46		97.50	0.009907	0.93	10.84	47.13	0.62
Unico	79.9999*	PF 1	10.12	96.80	97.26		97.30	0.010066	0.94	10.77	46.99	0.63
Unico	59.9999*	PF 1	10.12	96.60	97.06		97.11	0.009746	0.93	10.90	47.28	0.62
Unico	40.0000*	PF 1	10.12	96.40	96.85		96.90	0.010767	0.96	10.50	46.41	0.65
Unico	20.*	PF 1	10.12	96.20	96.69	96.58	96.73	0.006881	0.81	12.42	50.47	0.52
Unico	0	PF 1	10.12	96.00	96.38	96.38	96.48	0.028156	1.38	7.33	38.75	1.01

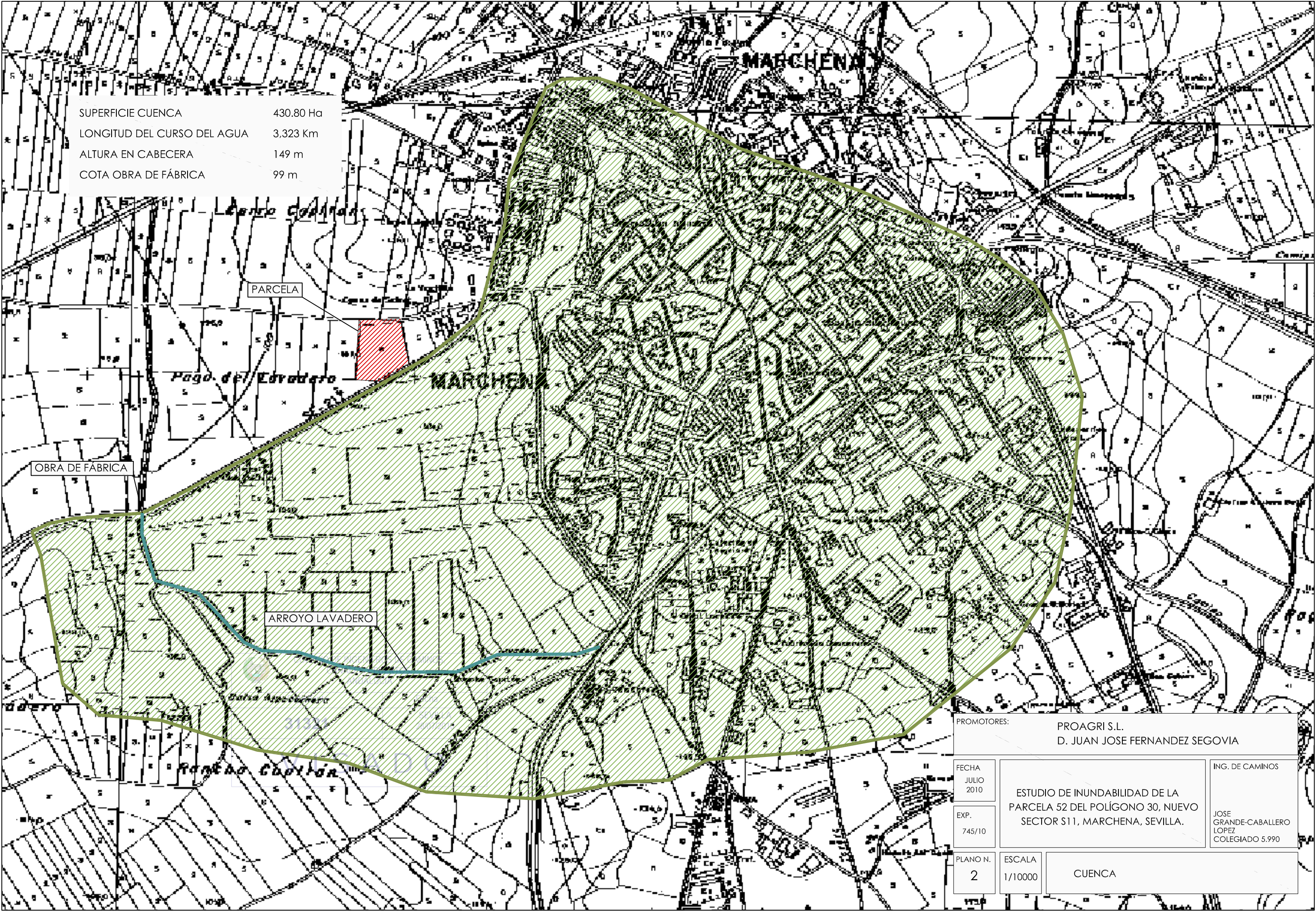
 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. ANDALUCÍA	
Expediente	Fecha
31321	SEVILLA 28/07/2010
V I S A D O	

## PLANOS

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. ANDALUCIA	
Expediente	Fecha
<b>31321</b>	SEVILLA 28/07/2010
V I S A D O	







SUPERFICIE CUENCA 430.80 Ha  
LONGITUD DEL CURSO DEL AGUA 3.323 Km  
ALTURA EN CABECERA 149 m  
COTA OBRA DE FÁBRICA 99 m

PARCELA

OBRA DE FÁBRICA

ARROYO LAVADERO

PROMOTORES: PROAGRI S.L.  
D. JUAN JOSE FERNANDEZ SEGOVIA

FECHA  
JULIO  
2010

EXP.  
745/10

PLANO N.  
2

ESTUDIO DE INUNDABILIDAD DE LA  
PARCELA 52 DEL POLÍGONO 30, NUEVO  
SECTOR S11, MARCHENA, SEVILLA.

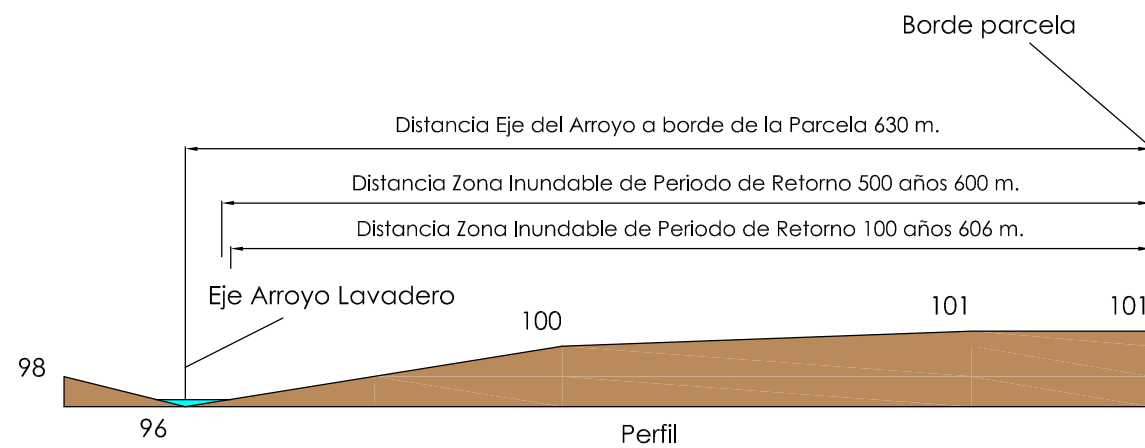
ESCALA  
1/10000

CUENCA

ING. DE CAMINOS

JOSE  
GRANDE-CABALLERO  
LOPEZ  
COLEGIADO 5.990



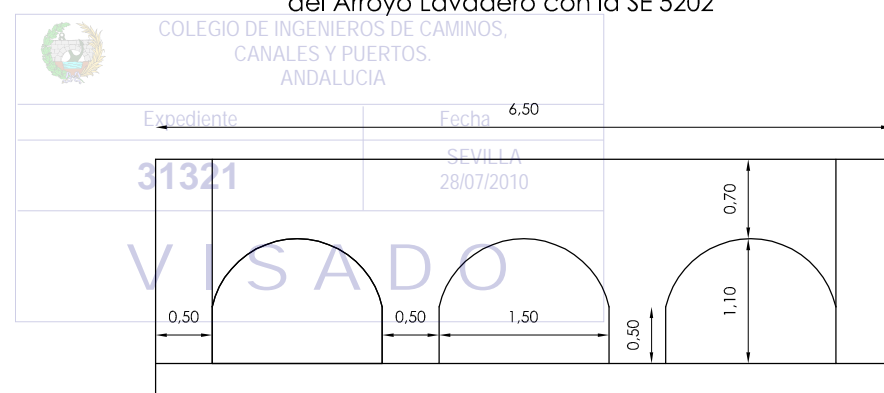


ESCALA 1/5000



ESCALA 1/10000

Croquis Obra de Fábrica situada en el cruce  
del Arroyo Lavadero con la SE 5202



ESCALA 1/150

PROMOTORES:		PROAGRI S.L. D. JUAN JOSE FERNANDEZ SEGOVIA	
FECHA JULIO 2010	ESTUDIO DE INUNDABILIDAD DE LA PARCELA 52 DEL POLÍGONO 30, NUEVO SECTOR S11, MARCHENA, SEVILLA.		ING. DE CAMINOS
EXP. 745/10			JOSE GRANDE-CABALLERO LOPEZ COLEGIADO 5.990
PLANO N. 3	ESCALA INDICADAS	DISTANCIAS ZONAS INUNDABLES PERIODO DE RETORNO 500 Y 100 AÑOS A BORDE DE PARCELA SITUACIÓN Y CROQUIS OBRA DE FÁBRICA	