



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



Diseño de una solución hidráulica y constructiva para el drenaje de aguas pluviales de la cuenca endorreica de la Hoya de Manuel afectada por la construcción de la línea de alta velocidad Valencia-Alicante en la Font de la Figuera (Valencia).

Grado en Ingeniería Civil

2016-2017

Autor: Alberto Verdoy Martínez

Tutor: Juan Bautista Marco Segura

Valencia, junio de 2017



INDICE

1.-DOCUMENTO Nº1: MEMORIA Y ANEJOS

0.- MEMORIA

1.-ANEJO Nº1: CALCULOS HIDRÁULICOS

2.-ANEJO Nº2: VALORACIÓN ECONÓMICA

2.-DOCUMENTO Nº2: PLANOS

1.- PLANO 1: Situación y emplazamiento

2.- PLANO 2: Planta

3.- PLANO 3.1: Sección Tipo 1

4.- PLANO 3.2: Sección Tipo 1 en trinchera en el P.K. 0+400

5.- PLANO 3.3: Sección Tipo 2

6.- PLANO 3.4: Sección Tipo 2 Planta y perfil

7.- PLANO 3.5: Sección Tipo 3

8.- PLANO 3.6: Sección Tipo 4

9.- PLANO 4.1: Perfil longitudinal Tramo 1

10.- PLANO 4.2: Perfil longitudinal Tramos 2 y 3

11.- PLANO 4.3: Perfil longitudinal Tramo 4

12.- PLANO 5.1: Obra singular 1

13.- PLANO 5.2: Obra singular 2



DISEÑO DE UNA SOLUCIÓN HIDRÁULICA Y CONSTRUCTIVA PARA EL DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES DE LA CUENCA ENDORREICA DE LA HOYA DE MANUEL AFECTADA POR LA CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD VALENCIA-ALICANTE EN LA FONT DE LA FIGUERA (VALENCIA)





DOCUMENTO Nº1
MEMORIA Y ANEJOS



DISEÑO DE UNA SOLUCIÓN HIDRÁULICA Y CONSTRUCTIVA PARA EL DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES DE LA CUENCA ENDORREICA DE LA HOYA DE MANUEL AFECTADA POR LA CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD VALENCIA-ALICANTE EN LA FONT DE LA FIGUERA (VALENCIA)





MEMORIA

Autor: ALBERTO VERDOY MARTINEZ



DISEÑO DE UNA SOLUCIÓN HIDRÁULICA Y CONSTRUCTIVA PARA EL DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES DE LA CUENCA ENDORREICA DE LA HOYA DE MANUEL AFECTADA POR LA CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD VALENCIA-ALICANTE EN LA FONT DE LA FIGUERA (VALENCIA)





INDICE

1. ANTECEDENTES.....	5
2. OBJETIVOS.....	5
3. LOCALIZACIÓN.....	5
4. ESTUDIOS PREVIOS.....	6
a. TOPOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA.....	6
b. ESTUDIO HIDROLÓGICO	7
c. ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO DEL TERRENO	8
5. ESTUDIO DE SOLUCIONES	12
6. CÁLCULOS HIDRÁULICOS.....	16
7. ANÁLISIS GEOTÉCNICO.....	19
8. REPOSICIÓN DE SERVIDUMBRES.....	21
9. VALORACIÓN ECONÓMICA.....	22
10. CONCLUSIONES.....	23



DISEÑO DE UNA SOLUCIÓN HIDRÁULICA Y CONSTRUCTIVA PARA EL DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES DE LA CUENCA ENDORREICA DE LA HOYA DE MANUEL AFECTADA POR LA CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD VALENCIA-ALICANTE EN LA FONT DE LA FIGUERA (VALENCIA)





1.- ANTECEDENTES

La zona a estudiar se haya en la localidad de la Font de la Figuera, localidad que pertenece a la comarca de La Costera en el suroeste de la Comunidad Valenciana. El lugar a estudiar es la depresión endorreica de la Foia de Manuel, situada en la divisoria entre el valle del Río Cànyles y el Alto Vinalopó, a una altura entre 563 y 570 msnm.

La Font de la Figuera se trata de un debido a sus características del terreno topográficas un lugar estratégico para las comunicaciones, en el que confluyen varias líneas de ferrocarril y carreteras. En la actualidad se están construyendo dos grandes infraestructuras que están modificando el endorreísmo existe. Estas dos nuevas grandes infraestructuras son: la autovía “Cieza - La Font de la Figuera” (A-33), en el tramo A-31 A-35 (La Font de la Figuera) y la plataforma para el Nuevo Acceso Ferroviario de Alta Velocidad de Levante (Tramo Nudo de La Encina. Fase I).

Durante los últimos años y debido a la modificación del endorreísmo se vienen produciendo dos grandes problemas cuando se producen grandes lluvias. En primer lugar la localidad de la Font de la Figuera sufre inundaciones, debido a que el actual encauzamiento transcurre por el centro de la localidad y no está adaptado para el caudal que por el pasa tras la modificación del endorreísmo. En segundo lugar la línea de ferrocarril actual Valencia-Alicante excavada en trinchera en dicho endorreísmo desagua también parte del caudal por donde pasa el ferrocarril

Por todo esto mencionado es necesario una actuación para solventar dichos problemas y en este proyecto se propone solventar la problemática actual.

2.- OBJETIVOS

El proyecto tiene como objetivo definir, justificar y valorar la actuación a llevar a cabo en la Font de la Figuera (Valencia). Para ello se ha realizado un estudio de soluciones, un estudio hidráulico y una valoración económica de la obra a ejecutar, así como una justificación del método constructivo a emplear.

Para esto hemos partido del caudal obtenido en el Estudio hidrológico sobre la modificación del régimen de crecidas en el Barranco de los Molinos por el drenaje de la autovía A- 37 en La Font de la Figuera (Valencia) realizado por: D. Juan Bautista Marco Segura (Doctor ICCP y catedrático de Ingeniería Hidráulica) y D. Vicente Bellver Jiménez (ICCP).

3.- LOCALIZACIÓN

La zona a estudiar se haya en la localidad de la Font de la Figuera, localidad que pertenece a la comarca de La Costera en el suroeste de la Comunidad Valenciana. El lugar a estudiar es la depresión endorreica de la Foia de Manuel, situada en la divisoria entre el valle del Río Cànyles y el Alto Vinalopó, a una altura entre 563 y 570 msnm.

El punto de inicio de nuestra obra hidráulica se encuentra en la latitud 38°47'37.27"N y la longitud 0°53'20.80"O y el punto de desagüe en la latitud 38°49'21.65"N y la longitud 0°52'29.08"O.



Figura 1: Localización en planta de la actuación

El endorreísmo a salvar es la Foia de Manuel que queda enmarcado al norte por la montaña del Capurutxo (899 m) y la Peña Foradada (978 m), mientras que hacia el sur y hacia el este solo hay pequeños relieves alomados, el Alto de Albarizas y l'Altet dels Tres Mollons (705 m), la Lloma Alta (689 m) y l'Altet de la Coveta d'Alminyana (662 m). En el proyecto hay que salvar el escalón topográfico separa el endorreísmo de la Foia de Manuel al valle del Cànyoles donde desagua.

4.- ESTUDIOS PREVIOS

4.1.- TOPOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA

Se disponen de Mapas Topográficos y Cartográficos realizados y proporcionados por el Centro Nacional de Información Geográfica y el Instituto Geológico y Minero de España que están dentro del ámbito del Ministerio de Fomento y el de Economía y Competitividad.



Figura 2: Mapa del IGME del lugar de la actuación

4.2.- ESTUDIO HIDROLÓGICO

El caudal de diseño ha sido obtenido, como ya se ha mencionado antes, del Estudio hidrológico sobre la modificación del régimen de crecidas en el Barranco de los Molinos por el drenaje de la autovía A- 37 en La Font de la Figuera (Valencia) realizado por: D. Juan Bautista Marco Segura (Doctor ICCP y catedrático de Ingeniería Hidráulica) y D. Vicente Bellver Jiménez (ICCP).

En la realización de este estudio se han tenido en cuenta los condicionantes de la línea del ferrocarril así como la construcción de la nueva A-33 que han provocado una modificación en el collado que cierra en endorreísmo. Para la realización de este estudio se ha realizado también un estudio pluviométrico debido a que todos estos caudales son originados por lluvias torrenciales ocasionales en la cuenca.

Periodo de Retorno		T=5	T=10	T=25	T=50	T=100	T=200	T=500
Coef de Uniform Temporal (K)	1.21							
Tiempo de Concentración (horas)	2.826							
T. Concentración (minutos)	169.53							
Longitud (m)	8,506							
Cota Máxima (m)	888.00							
Cota Mínima (m)	555.00							
Pendiente (m/m)	0.03915							
Intensidad (mm/h)		17.7	22.2	28.4	33.4	38.7	44.4	52.3
Precipitación Diaria (mm)		81.0	101.5	129.7	152.4	176.8	202.7	238.6
Precip diaria corregida (mm)		75.2	94.2	120.4	141.4	164.1	188.1	221.4
Intensidad Diaria (mm/h)		3.1	3.9	5.0	5.9	6.8	7.8	9.2
Duración Lluvia (horas)	2.83							
Factor de Reducción Areal	0.9280							
Índice de torrencialidad	11.0							
Coeficiente Escorrentía		0.09	0.15	0.22	0.27	0.31	0.36	0.42
Umbral de Escorrentía Medio	21.363							
Factor de Corrección (Beta)	2.2							
Umbral de Esc. Corregido	46.998							
Superficie (hectáreas)	1,202.14							
CAUDAL DE DISEÑO (M3/SEG)		6.65	13.31	24.85	35.83	49.07	64.45	87.76

Figura 3: Tabla de caudales del estudio hidrológico

Para el diseño de nuestra solución hidráulica hemos escogido un caudal con un periodo de retorno de 500 años $Q=87.76 \text{ M}^3/\text{S}$.

4.3.- ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO DEL TERRENO

Para realizar el presente proyecto, en cuanto a la geología del terreno hemos recurrido al mapa geológico de España realizado por el Instituto Geológico Cartográfico y Minero dicho mapa se encuentra a escala 1:50.000.

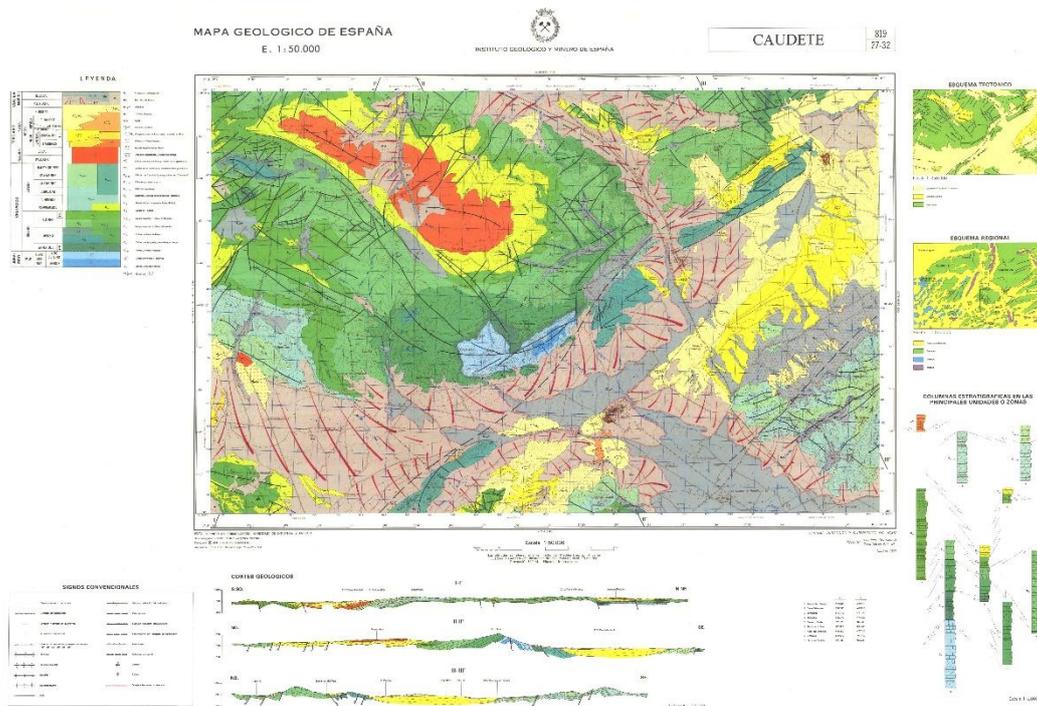


Figura 4: Mapa del Instituto Geológico Cartográfico y Minero correspondiente a la hoja de Caudete

Así mismo también hemos tenido como fuente el estudio geológico e hidrogeológico realizado por José Miguel Ruiz Pérez (Doctor en Geografía) y Pilar Carmona González (Doctora en Geografía. Universidad de Valencia) para la historia de la Vía Augusta en la Foia de Manuel.

Desde el punto de vista geológico, la zona se ubica en el sector prebético externo, caracterizado por pliegues sencillos de dirección NE-SW y fallas normales e inversas. La cobertera mesozoica-cenozoica está fragmentada y desnivelada en sierras de calizas y dolomías cretácicas y amplias depresiones neógenas. La estructura de la zona prebética se caracteriza por una cubierta de rocas sedimentarias plegada, arrasada y fallada, cuya respuesta tectónica está determinada por la existencia de un nivel de despegue en los materiales plásticos y poco densos (yesos y lutitas) del Keuper. Tras la fase orogénica compresiva (Burdigaliense superior-Tortonense inferior) de la Orogenia Alpina se produjo el episodio de distensión del Mioceno final-Plioceno que originó fallas normales paralelas a los ejes de los pliegues (ENE-OSO). La cobertera mesozoica-cenozoica quedó fragmentada y desnivelada en sierras de calizas y dolomías cretácicas y amplias depresiones neógenas.

Las depresiones tectónicas que conforman el valle del Cànyoles y la meseta situada entre la Font de la Figuera y Caudete están delimitadas por estructuras de dirección SWNE, la falla de Montesa y la falla Jumilla-Valldigna. La Falla de Fuente la Higuera, con más de 30 km de longitud, es parte de la anterior, falla inversa y de desgarre sinistral con escaso desplazamiento a causa de la verticalidad del plano de falla.

Las cuencas intramontañas se rellenaron de sedimentos sinorogénicos (Facies Tap) a lo largo del Mioceno (Burdigaliense superior-Tortonense). El relleno postorogénico continuó entre el Tortonense y el Plioceno y se prolongó incluso hasta entrado el Cuaternario.

Desde el punto de vista hidrogeológico, los únicos niveles impermeables que pueden limitar acuíferos locales son las margas Tap miocenas que afloran al este de la Foia de Manuel y algunos niveles de arcillas y conglomerados del Tortonense-Plioceno que conforma el sustrato de La Font de la Figuera y se encuentra bajo el Cuaternario de la Foia de Manuel. En el primer contexto hidrogeológico se encuentra la Fuensanta al sureste de la calzada y, en el segundo, las fuentes del Barranc dels Molins y las que se encuentran dentro del mismo pueblo o la Basseta del Pijirri, al sur de Santa Bàrbara. También puede haber pequeños afloramientos de agua, no cartografiados, en el contacto entre las dolomías cretácicas y el mioceno o los coluviones al pie del Capurutxo.

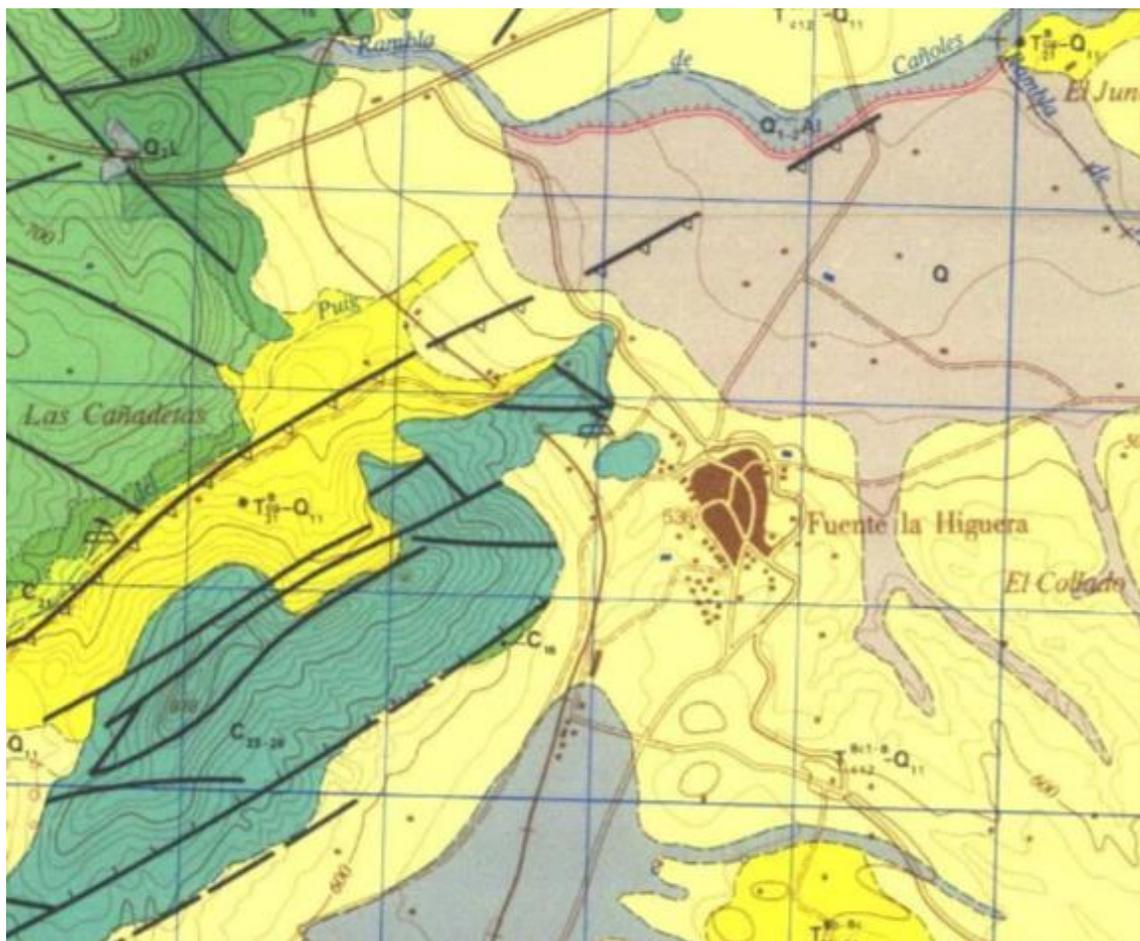


Figura 5: Ampliación del mapa geológico del lugar de la actuación

El paso al exorreísmo en la cuenca del río Cànyoles se produjo avanzado el Pleistoceno, sin llegar a capturar cuencas endorreicas como la Foia de Manuel y la Hoya de la Carrasca, próximas a la Font de la Figuera. A lo largo del Cuaternario, la incisión fluvial sobre las margas miocenas labra una densa red de vaguadas de fondo plano y se desarrolla, asimismo, el valle con amplias terrazas cuaternarias del Cànyoles. Las condiciones paleoclimáticas del Plioceno y Cuaternario inferior favorecen la intensa carstificación de los relieves de calizas y dolomías que dejaron morfologías cársticas, lapiaces y acumulaciones de arcillas rojas o terra rossa.

A lo largo del Cuaternario se desarrollaron extensas superficies de glaciares y abanicos y se acumularon depósitos de vertiente.

Nos encontramos, por tanto, con una zona claramente endorreica, que de forma natural no permitía el drenaje de las aguas pluviales, quedando éstas acumuladas. La salida natural del endorreísmo, se sitúa en un collado al oeste del casco urbano de la Font de la Figuera, lugar donde se concentran numerosas infraestructuras de comunicaciones, por constituir éste el paso natural entre los valles del Vinalopó y el Cànyoles.

Como resultado de la evolución cuaternaria se pueden distinguir las siguientes unidades geomorfológicas:

- Relieves labrados en dolomías y calizas del Cretácico superior (Coniaciense-Maestrichtiense). Constituyen la vertiente oriental del Capurutxo que se caracteriza por escarpes y laderas de pendiente fuerte con acumulaciones discontinuas de clastos y bloques.
- Los movimientos neotectónicos han generado varias generaciones de fracturas con rellenos brechíferos, algunos del Pleistoceno superior.
- Vertientes modeladas sobre conglomerados calcáreos rojos con matriz arcillosa del Mioceno superior (Tortonense-Villafranquiense) en la cabecera de la Rambla de la Silla.
- Depósitos de vertiente cuaternarios al pie del Capurutxo con acumulación de clastos, arenas y limos.
- Relieves alomados labrados sobre margas blancas del Mioceno medio (facies Tap) al sur y este de la Font de la Figuera. Sobre estos relieves se excava una red de vaguadas de fondo plano que drenan las lomas neógenas hacia la Foia de Manuel.
- Glaciares y abanicos aluviales cuaternarios conformados por derrames de gravas, arenas y limos en los piedemontes de los relieves anteriores.
- Depresión endorreica de la Foia de Manuel, colmatada por sedimentos limoarcillosos de decantación y horizontes orgánicos.

La depresión endorreica queda cerrada hacia el NE por un bloque neógeno levantado sin que el Barranc dels Molins llegue a capturarla de forma natural, ya que la

captura se produce de forma artificial con la construcción de la trinchera del ferrocarril. En consecuencia, los aportes de una cuenca vertiente de 22 km² abocan a la Foia de Manuel y tienden a colmatarla.

El Barranc dels Molins tiene su origen al norte del collado y discurre encajado entre la población y el cerro de Santa Bárbara y desaparece poco después de superar el casco urbano hacia el norte, sobre la superficie de glacis de Els Cascallars. La Rambla de la Silla es el principal cauce que aboca a la Foia de Manuel. La puesta en cultivo de esta depresión y los acondicionamientos de bancales han hecho desaparecer a lo largo de siglos los rastros de dicho cauce en su tramo final, que en la actualidad además se encuentra taponado por terrenos de cultivo levantados varios metros. Por otro lado, la Rambla de la Silla se encuentra abancalada en la mayor parte de su recorrido, lo que ha limitado artificialmente la transmisión del sedimento grueso durante sus crecidas.

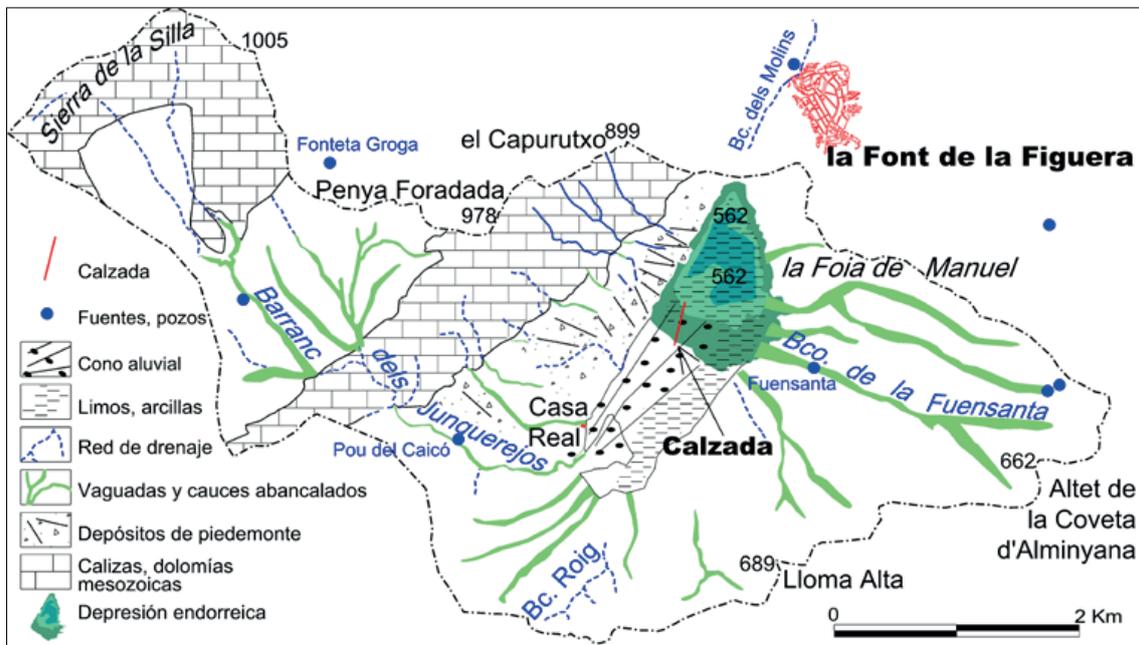


Figura 6: Mapa geomorfológico de la Foia de Manuel.

5.- ESTUDIO DE SOLUCIONES

El estudio de alternativas que se ha planteado en el proyecto, en primer lugar, corresponde a la elección de si adecuar el actual encauzamiento para el caudal calculado en el estudio hidrológico a un periodo de retorno de 500 años o si por lo contrario se realiza un nuevo encauzamiento.

Debido a la poca capacidad del encauzamiento actual que pasa por el centro de la localidad de la Font de la Figuera, como se puede apreciar en la imagen, y su difícil adecuación ya que atraviesa lugares protegidos como una fuente natural ubicada en el centro de la población, se ha decidido realizar un nuevo encauzamiento totalmente alternativo al actual. Dicho encauzamiento cuenta con distintas alternativas pero todas ellas bordeando la localidad por la zona SE.

El diseño de las alternativas viene principalmente condicionado por las dificultades orográficas del terreno, en primer lugar hay que salvar el endorreísmo mediante un túnel o una trinchera. En segundo lugar hay que salvar la diferencia de altura desde la meseta en la que se encuentra la Font de la Figuera hasta la meseta donde se encuentra el rio Canyoles. Para esto se han propuesto tres alternativas.

Alternativa 1.



Figura 7: Trazado en planta de la alternativa 1

La primera alternativa propuesta consiste en salvar el endorreísmo realizando un túnel por el que fluya el agua en presión. Dicho túnel habría de pasar por debajo del túnel realizado por ADIF para la línea de ferrocarril Valencia-Alicante. Para entrar al túnel en presión se realizaría un sumidero de 15.0m de altura. El túnel saldría por un barranco al otro lado de la línea de ferrocarril, discurriría por el hasta el final de dicho barranco y cruzaría de nuevo la línea de ferrocarril gracias a un paso ya realizado por Adif para el

barranco por el que transcurre el encauzamiento pasado el túnel, como se puede observar en la siguiente imagen.



Figura 8: Detalle de la sección para el cruce inferior de la vía del tren

Una vez ya vuelto a cruzar las vías del tren se ha propuesto realizar el trazado más rápido hasta el río Canyoles. Dicho trazado contaría con dos partes 1510.0m a una pendiente del 3,7% pendiente constante en todo el terreno por lo que no habría que realizar ningún desmonte ni ningún terraplén para la construcción del mismo. Y en segundo lugar otro tramo de 700.0m con una pendiente del 0.14%. Para el primer tramo se ha propuesto realizar una rápida convencional ya que su pendiente no excede del 5.0%, mientras que para el segundo tramo se ha propuesto un encauzamiento en régimen lento. Ambos dos construidos sobre la misma sección trapezoidal de base 10m y talud 1:1, para el primer tramo con una altura de 0.80m mientras que para el segundo tramo con una altura de 2.10m de altura.

Esta alternativa ha sido descartada debido principalmente al elevado costo del al largo túnel en sección circular en presión que habría que realizar para la ejecución de la solución. Así mismo la opción de realizar todo el canal en lámina libre resulta mejor para el comportamiento hidráulico del encauzamiento. No realizando esta alternativa nos evitamos también el hecho de tener que atravesar en dos ocasiones la línea de ferrocarril Valencia-Alicante.

Alternativa 2.



Figura 9: Trazado en planta de la alternativa 2

Para esta alternativa se ha propuesto realizar un túnel de sección circular de un diámetro de 5 metros en primer lugar a una pendiente media del 0.48% con una longitud de 1380.0m posteriormente le sigue un tramo en sección trapezoidal con una pendiente media del 0,52% con una longitud de 270.0m. Tras esto y para salvar el desnivel entre las dos mesetas se ha propuesto una escalera con una longitud de 165m que salve una diferencia de cota de 33m teniendo una pendiente media del 20%. La escalera ha sido diseñada como posteriormente se justifica en los cálculos hidráulicos con un escalón de 0.4m de altura y una diferencia de 2.0m entre escalones. El punto final de esta escalera coincide con el de la salida del cruce inferior de la línea de ferrocarril valencia alicante por lo que desde el final de la escalera hasta el punto de desagüe la solución planteada es la misma.

Esta solución ha sido descartada debido a que no es rentable realizar un túnel de sección circular con un diámetro de 5m para una distancia de tan solo 1380.0m.

Alternativa 3.

La alternativa 3 cuenta con el mismo trazado en planta que la alternativa 2. La única diferencia con respecto a la alternativa 2 es la forma de salvar el endorreísmo. En esta ocasión para salvar el endorreísmo se realizaría una trinchera debido a que el túnel que planteábamos tiene una altura máxima de terreno encima de él de 27.30m por lo que realizarlo en trinchera sería una buena opción además de mucho más económica.

Al realizarse en trinchera el primer tramo dicho tramo se realizará en sección trapezoidal de base 7.0m y de un talud 1:1 cubierto con una bóveda. Dicha trinchera una vez realizado el canal se rellenará de tierra de nuevo para minimizar el impacto ambiental producido sobre el terreno.

Alternativa elegida

Finalmente se ha escogido realizar la solución alternativa 3 ya que es la más sencilla y económica de realizar. Cuenta con un primer tramo de 1770m con una diferencia de cota de 8.50m (cota de solera inicial 556.50m y cota de solera final 548.0m) por lo que tiene una pendiente del 0.48% realizado en sección trapezoidal de base 7.0m y un talud 1:1. El segundo tramo consta de 165 con una pérdida de cota de 33m (cota de solera inicial 548.0m y cota de solera final 515.0m) en una distancia de 165m. Se trata de un tramo realizado en escalera rápida cuya altura de los escalones es de 0.4m y la distancia entre ellos de 2.0m. El último tramo del trazado contaría con dos partes 1510.0m a una pendiente del 3,7% pendiente constante en todo el terreno por lo que no habría que realizar ningún desmonte ni ningún terraplén para la construcción del mismo. Y en segundo lugar otro tramo de 700.0m con una pendiente del 0.14%. Para el primer tramo se ha propuesto realizar una rápida convencional ya que su pendiente no excede del 5.0%, mientras que para el segundo tramo se ha propuesto un encauzamiento en régimen lento. Ambos dos construidos sobre la misma sección trapezoidal de base 10m y talud 1:1, para el primer tramo con una altura de 0.80m mientras que para el segundo tramo con una altura de 2.10m de altura.

Descripción de los tramos del encauzamiento de la alternativa elegida.

Tramo 1 (Tramo sección trapezoidal en régimen rápido excavada en trinchera):

En el primer tramo abarca hasta el P.K. 1+770. Nuestro primer tramo tendrá entonces una longitud de 1770m dicho tramo se produce en lámina libre en trinchera posteriormente enterrada de sección trapezoidal de base de 7 metros, talud 1:1 y una altura del trapecio de 1,8m la sección se acaba con un arco en bóveda para posteriormente ser la trinchera enterrada. Este tramo cuenta con una pendiente media de $I=0.0048$ y un coeficiente de manning $n=0.014$

Tramo 2 (Tramo rápida escalonada): Nuestro segundo tramo transcurre entre el P.K. 1+770 y el P.K. 1.+935. Se trata de una rápida escalonada en la que tenemos un desnivel de cota de 33.0 metros en 165.0 metros desde la cota de solera de 545.0m a 512.0m lo que hace que tengamos una pendiente $I=0.2$. La escalera cuenta con una altura de los escalones de 0.4m y una distancia entre escalones de 2.0m lo que da un total de 83 escalones. La rápida escalonada está construida con hormigón y en sección cuadrada de base igual a 10m.

Tramo 3 (Tramo rápida convencional en sección trapezoidal): El tercer tramo hemos realizado un tramo rápido convencional. Dicho tramo va entre el P.K. 1+935 y el P.K. 3+445 hay una pendiente de $I=0.037m$, un coeficiente de manning de $n=0.014$ y una longitud de 1510m. Esta realizado sobre una sección trapezoidal de $b=10m$ de talud 1:1 y una altura del trapecio de 1m.

Tramo 5 (Tramo en régimen lento en sección trapezoidal): El último tramo transcurre entre el P.K. 1+935 y el P.K. 3+445 hay una pendiente de $I=0.0014m$, un coeficiente de manning de $n=0.014$ y una longitud de 1510m. Esta realizado sobre una sección trapezoidal de $b=10m$ de talud 1:1 y una altura del trapecio de 2.1m.

6.- CALCULOS HIDRÁULICOS

Los cálculos hidráulicos llevados a cabo para el correcto diseño del encauzamiento desde la embocadura en el endorreísmo hasta el río Canyoles están detallados en el Anejo: Cálculos Hidráulicos.

Por un lado se han calculado los tramos 1, 3 y 4 de sección trapezoidal y por otro lado el tramo 2 un tramo que no se rige por las fórmulas de la hidráulica convencional y por lo tanto no se utiliza la ecuación de manning para el calado. Están justificados todos los cálculos en el anejo de Cálculos hidráulicos.

Tramo 1 (P.K. 0+000 – P.K. 1+770)

Sección trapezoidal en régimen rápido realizada en trinchera

Cota solera	P.K. 0+000: 556.50m
Cota coronación	P.K. 0+000: 558.30m
Cota solera	P.K. 1+770: 548.00m
Cota coronación	P.K. 1+770: 549.80m
Diferencia de cota	8.50m
Longitud	1770.00m
Pendiente	$I=0.0048$
Coeficiente de manning	$n=0.014$
Sección trapezoidal	
Base	7.00m
Talud	1:1
Altura	1.80m

Calado crítico	Yc=2.25m
Calado normal	Y0=1.73m
Régimen rápido	
Nº de Froude	F=1.54

Tramo 2(P.K. 1+770 – P.K. 1+935)

Sección rectangular en régimen rápido (Escalera rápida)

Cota solera	P.K. 1+770: 548.00m
Cota coronación	P.K. 1+770: 549.80m
Cota solera	P.K. 1+935: 515.00m
Cota coronación	P.K. 1+935: 516.80m
Diferencia de cota	33.00m
Longitud:	165.00m
Pendiente	I=0.2
Coeficiente de manning	n=0.014
Sección cuadrada	
Base	10.00m
Altura	1.80m
Calado crítico	Yc=1.97m
Calado normal	Y0=1.65m
Régimen rápido	

Tramo 3 (P.K. 1+935 – P.K. 3+445)

Sección trapezoidal en régimen rápido

Cota solera	P.K. 1+935: 515.00m
Cota coronación	P.K. 1+935: 516.00m
Cota solera	P.K. 3+445: 458.00m
Cota coronación	P.K. 3+445: 459.00m
Diferencia de cota	57.00m
Longitud	1510.00m
Pendiente	I=0.037
Coeficiente de manning	n=0.014
Sección trapezoidal	
Base	10.00m
Talud	1:1
Altura	1.00m
Calado crítico	Yc=1.86m
Calado normal	Y0=0.77m
Régimen rápido	
Nº de Froude	F=3.98

Tramo 4 (P.K. 3+445 – P.K. 4+145)

Sección trapezoidal en régimen lento

Cota solera	P.K. 3+445: 458.00m
Cota coronación	P.K. 3+445: 460.10m
Cota solera	P.K. 4+145: 457.00m
Cota coronación	P.K. 4+145: 459.10m
Diferencia de cota	1.00m
Longitud	700.00m
Pendiente	I=0.0014
Coefficiente de manning	n=0.014
Sección trapezoidal	
Base	7.00m
Talud	1:1
Altura	2.10m
Calado crítico	Yc=1.86m
Calado normal	Y0=2.02m
Régimen lento	
Nº de Froude	F=0.89

Entre el tramo 3 y 4 se produce un resalto hidráulico al producirse un cambio de régimen de régimen lento a régimen rápido. Se produce una curva de remanso tipo S3 hasta el calado conjugado del calado del tramo 4 que es de 1,67 y en ese momento se produce el resalto. Para calcular el calado conjugado del cuarto tramo del encauzamiento hemos utilizado la fórmula de Belanguer. Al llegar al calado conjugado se produce el salto hasta el calado del tramo 4 como se puede ver simulando en el HEC-RAS. La curva de remanso S3 tiene una longitud de 340m.

En el final del cuatro tramo se produce también una curva de remanso S2 donde el calado normal tiende al calado crítico hasta llegar a él en el punto de desagüe. Esta curva tiene una longitud de 220m, por lo que comienza 220m antes del punto de desagüe.

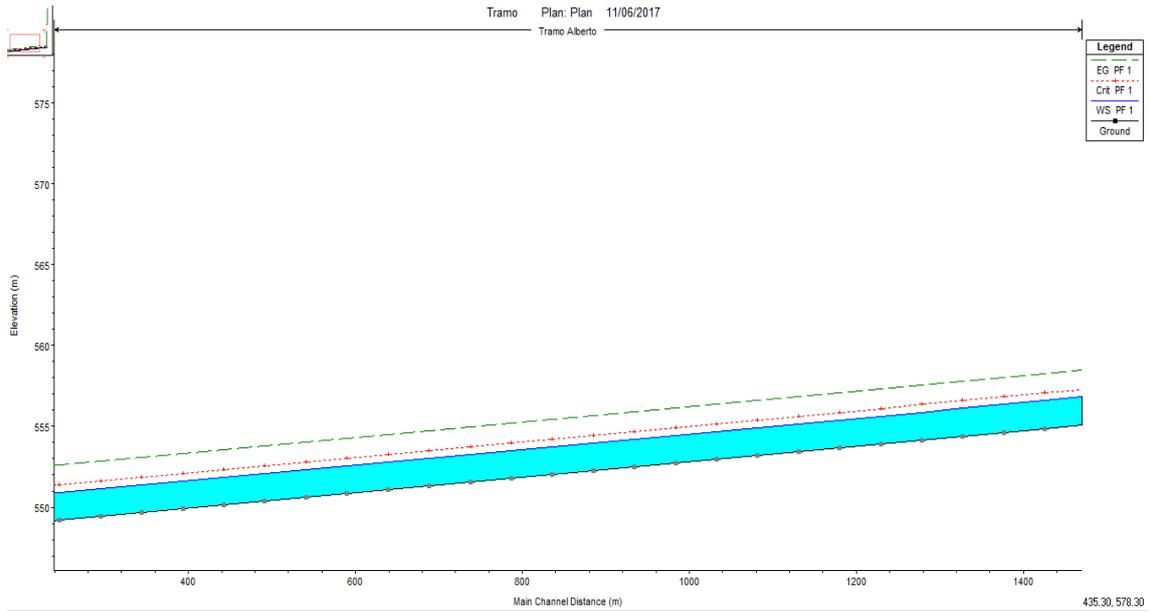


Figura 10: Perfil longitudinal del primer tramo del encauzamiento

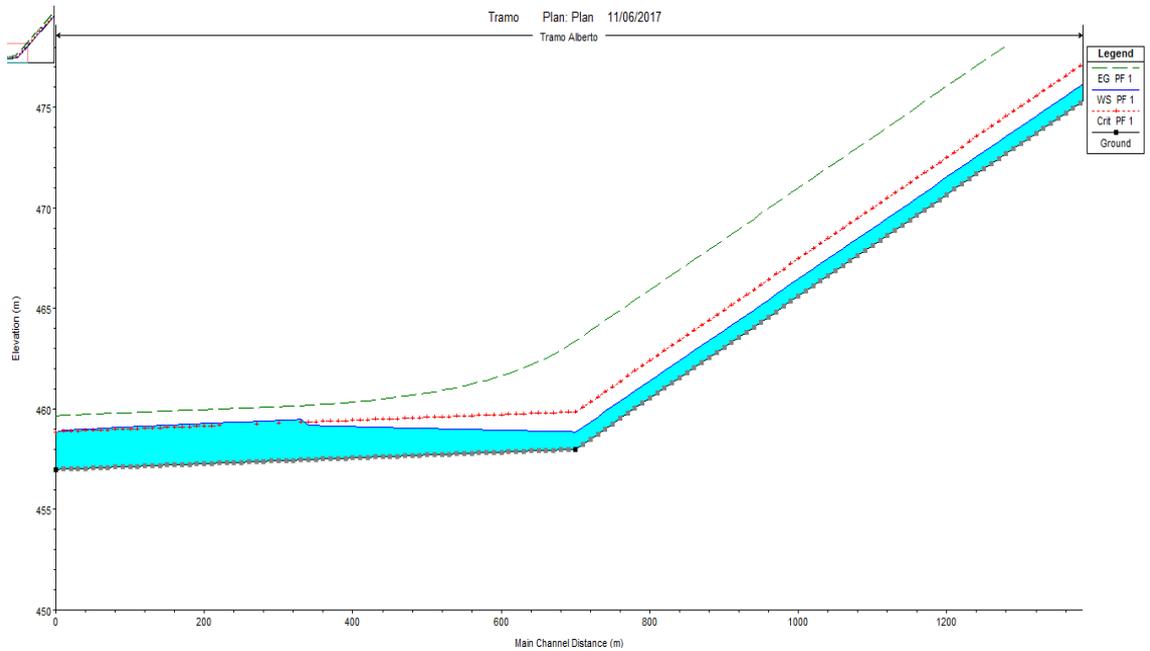


Figura 11: Perfil longitudinal del tercer y el cuarto tramo del encauzamiento

7.- ANÁLISIS GEOTÉCNICO

La primera parte de nuestra solución hidráulica, es decir la sección trapezoidal en trinchera, requiere de un estudio geotécnico para su realización debido a la gran trinchera que se ha de realizar de 27.3 metros de profundidad máxima para salvar el endorreísmo.



Figura 12: Corte del talud de la vía ferroviaria Valencia-Alicante

Este es un corte geológico de la trinchera que está realizada por ADIF para la construcción de la línea de ferrocarril de Valencia-Alicante, dicha trinchera está realizada a apenas 30m en forma paralela a la trinchera a construir. En este corte geológico se puede apreciar una sucesión de capas de arcillas y calizas u dolomías mesozoicas.

Para la correcta realización de la obra sería necesario realizar una campaña geotécnica del terreno para obtener los datos necesarios del terreno para el correcto cálculo del talud de la trinchera.

Posteriormente dicha trinchera será cubierta con el mismo tipo de terreno para no causar con nuestra obra hidráulica un gran impacto ambiental visual, como sí que ha causado la trinchera realizada para la construcción de la línea de ferrocarril de Valencia-Alicante.

Para la realización de la campaña geotécnica se ha de contar con planos topográficos de la zona y todas las características y localización exacta de la obra que hemos de realizar, lo cual disponemos gracias a nuestro diseño hidráulico que cuenta con la planta, alzado y la sección a proyectar.

Además de disponer de las características de la obra se ha de recoger información complementaria de la zona experiencia local y antecedentes, condicionantes de la zona y su entorno, geología local, características morfológicas, condiciones de las aguas freáticas y la pluviometría. Todos estos datos los disponemos por lo que solo sería necesario tomar las muestras necesarias y analizarlas en el laboratorio y obtener todos los datos del terreno para calcular el talud de la trinchera.

8.- REPOSICIÓN DE SERVIDUMBRES

El canal atraviesa en trinchera por debajo la carretera N-344 actualmente con una gran intensidad de tráfico, sin embargo, durante este año será abierta al tráfico la autovía “Cieza - La Font de la Figuera” (A-33), que sustituye a la actualmente sobre utilizada N-344. Gracias a la apertura de esta Autovía se podría cortar la N-344 durante la construcción del punto del canal en el PK 0+335.50, que es el lugar afectado por esta carretera.



Figura 13: Intersección con la N-344

Así mismo durante la construcción del tramo 1 también se ve afectada otra carretera, aunque esta de una intensidad de tráfico muchísimo menor. Dicha carretera es la CV-660 que también se ha de restituir una vez realizada la trinchera y rellenada.



Figura 14: Intersección con la CV-660

9.- VALORACIÓN ECONÓMICA

Para la realización de la valoración económica de la obra se ha recurrido al Cuadro de precios y condiciones técnicas CICCPC Comunidad Valenciana 2016, de dicho cuadro de precios se ha obtenido todos los precios con los que se justifica la valoración económica de la obra. Dicho cuadro de precios es propiedad del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Comunidad Valenciana – IteC.

Resumen de valoración económica:

Tramo 1	5.446.446,31€
Tramo 2	335.785,52€
Tramo 3	2.709.353,95€
Tramo 4	1.677.841,62€
Reposición de servidumbres	450.600,67€
Presupuesto de ejecución material	10.620.028,07€
Gastos generales (13%)	1.380.603,65€
Beneficio industrial (6%)	637.201,68€
Presupuesto de ejecución por contrata	12.637.833,40€
IVA	2.653.945,02€
Presupuesto total	15.291.778,42€
Expropiaciones	72.225€
COSTO TOTAL	15.364.003,42€

10.- CONCLUSIONES

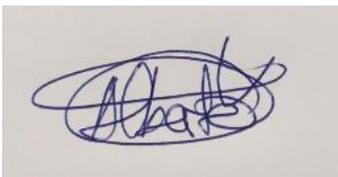
En conclusión del estudio se puede concluir que la necesidad de realizar esta actuación u otra análoga a esta que solucione el problema debido a que en la actualizad existe un encauzamiento cuyo caudal máximo no llega a os 30m³/s siendo el caudal actual estimado en el estudio hidráulico de 87.8 m³/s.

Para la solución del problema hemos propuesto la construcción de un canal de una longitud de 4145,00 m desde la depresión endorreica de la Foia de Manuel hasta el barranco del río Canyoles. Dicho encauzamiento cuenta con cuatro partes bien diferenciadas:

- Sección trapezoidal en régimen rápido realizada en trinchera
- Sección rectangular en régimen rápido (Escalera rápida)
- Sección trapezoidal en régimen rápido (Rápida convencional)
- Sección trapezoidal en régimen lento

Para la realización del proyecto se ha de realizar una expropiación de 4,0125Ha, el presupuesto de ejecución material es de 10.620.028.07€ y el de ejecución por contrata de 12.637.833.40€. El costo total incluyendo el IVA y el valor de las expropiaciones es de 15.364.003,42€.

El presente proyecto del DISEÑO DE UNA SOLUCIÓN HIDRÁULICA Y CONSTRUCTIVA PARA EL DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES DE LA CUENCA ENDORREICA DE LA HOYA DE MANUEL AFECTADA POR LA CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD VALENCIA-ALICANTE EN LA FONT DE LA FIGUERA ha sido realizado por:



Alberto Verdoy Martínez

Valencia, Junio 2017.