UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALENCIA)

ALTERNATIVAS NORTE Y CENTRO. ESTUDIO HIDRÁULICO Y DE AFECCIÓN A CAUCES

Trabajo Final de Grado

Curso: 2015/16

Autor: Sergio Olivas Valera

Tutor: Ignacio Andrés Doménech

Cotutor: Eduardo Albentosa Hernández

Titulación: Grado en Ingeniería Civil

Valencia, junio de 2016

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DOCUMENTO Nº1

MEMORIA GENERAL TFG MULTIDISCIPLINAR

ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALENCIA)

ALUMNOS QUE FORMAN PARTE DEL TRABAJO FINAL DE GRADO MULTIDISCIPLINAR BAJO EL TITULO GENÉRICO:
"ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALENCIA)"

Alumno	**Subtítulo**
Arteaga Ibáñez, Ignacio	Alternativa Centro. Estudio de soluciones y diseño estructural del puente sobre el barranco del Remedio y CV-346.
Fernández Benítez, Sandra	Alternativa Centro. Estudio de soluciones y diseño estructural del puente sobre el barranco del Montú.
Ortega Díaz, Carlos	Alternativa Centro. Estudio de soluciones y diseño estructural del puente en el Rincón del Calvo.
García Císcar, Isabel	Alternativa Centro. Diseño geométrico y del firme
Martín-Loeches Romero, Alejandro	Alternativa Centro. Análisis del tráfico y de la seguridad vial
Mascarell Gómez, Alba	Alternativa Centro. Estudio hidrológico y de drenaje
Olivas Valera, Sergio	Alternativas Norte y Centro. Estudio hidráulico y de afección a cauces.
Martínez Gandía, Martín	Alternativa Norte. Estudio de soluciones y diseño estructural del puente sobre el barranco del Remedio y CV-346.
Ortuño Ortuño, Antonio	Alternativa Norte. Estudio de soluciones y diseño estructural de las subestructuras
Cardona Guerrero, Eduardo	Alternativa Norte. Estudio de soluciones y diseño estructural del puente sobre el barranco del Montú.
Cervera Martínez, Guillem	Alternativa Norte. Diseño geométrico y del firme
Anglés Sancho, Raül	Alternativa Norte. Diseño de los nudos
López de la Torre, Rocío	Alternativa Norte. Estudio hidrológico y de drenaje
España Monedero, Fernando	Alternativa Sur. Estudio de alternativas y diseño estructural del segundo puente sobre el río Chelva.
Catalán Pérez, Jorge	Alternativa Sur. Estudio de alternativas y diseño estructural del primer puente sobre el río Chelva.
Sevilla Fernández, Marcos	Alternativa Sur. Estudio de alternativas y diseño estructural del puente sobre el barranco del Convento.
Martínez Ribes, Sergi	Alternativa Sur. Diseño geométrico y del firme
Pastor Martín, Guillermo	Alternativa Sur. Diseño de los nudos
Sánchez Reimers, Jaime	Alternativa Sur. Estudio hidrológico y de drenaje
Arenas Huerta, María	Alternativa Sur. Estudio hidráulico y de afección a cauces.
Almenar Guiot, Olga	Análisis de la situación actual y propuesta de mejoras
Araque Andreu, Antonio	Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el Medio Físico
Cola Romero, José Luis	Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el Medio Biótico
Valero Cercós, Véronique	Estudio Geológico y comprobaciones Geotécnicas

La autoría del apartado inicial recae en la totalidad de los alumnos incluidos en la presente tabla, definiéndose posteriormente en el resto de documentos del proyecto la autoría de cada uno de ellos.

MEMORIA GENERAL

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES 2

2. OBJETO 2

3. SITUACIÓN ACTUAL 3

4. EQUIPOS 4

5. MÉTODO DE TRABAJO 5

6. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 5

7. VALORACIÓN ECONÓMICA 6

1. ANTECEDENTES

La población de Chelva es un municipio de la Comunidad Valenciana, España. Situado en el interior de la provincia de Valencia, en la comarca de Los Serranos, también conocida como "Alto Turia". Se encuentra a una distancia de 68 km de Valencia, al noroeste de la provincia, y a una altitud de 471 metros sobre el nivel del mar. Con una extensión de 191 km2, su población censada en el año 2015 es de 1463 habitantes.

La carretera objeto de estudio, atraviesa Chelva de este a oeste. Se caracteriza por un volumen de tráfico medio, con relativamente elevado porcentaje de pesados. Al tratarse de la vía principal de conexión entre la comarca de los Serranos y Valencia es inevitable el paso de vehículos pesados. Sin embargo, este volumen de tráfico, que discurre por el núcleo urbano de Chelva, genera una serie de inconvenientes que se detallan a continuación:

- Funcionalidad deficiente de la infraestructura.
- Problemas de seguridad vial.
- Dificultades en materia de accesibilidad.
- Elevada contaminación acústica.
- Contaminación atmosférica.

Como consecuencia de esta problemática surge la necesidad de estudiar la construcción de una variante a dicha carretera, de forma que se evite el paso de gran número de vehículos pesados por la travesía del municipio, reduciendo los problemas descritos anteriormente.

2. OBJETO

El presente trabajo se redacta en calidad de Trabajo Fin de Grado (TFG) por los alumnos especificados en el apartado 4 de esta memoria, pertenecientes a la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (ETSICCP) de la Universitat Politècnica de València (UPV).

La realización de este trabajo tiene como finalidad la obtención del título de GRADUADO EN INGENIERIA CIVIL o GRADUADO EN OBRAS PÚBLICAS, dependiendo de la titulación cursada por cada alumno.

El trabajo final de grado denominado ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA(PROVINCIA DE VALENCIA) se ha redactado de manera conjunta entre veinticuatro alumnos de diferente especialidad.

A partir de la problemática actual en la carretera CV- 35, comentada en el apartado 1, se ha realizado el estudio de tres variantes de construcción de la carretera en el tramo de travesía del municipio de Chelva.

3. SITUACIÓN ACTUAL

En el momento de concebir una obra civil debe abordarse el problema a resolver desde todos los puntos de vista posibles según las distintas disciplinas involucradas en este proyecto y que forman parte de los estudios de Grado en Ingeniería Civil y Grado en Ingeniería de Obras Públicas.

Por este motivo, se han formado grupos de trabajo compuestos por compañeros encargados de los diferentes enfoques de la problemática, y se han repartido en diferentes alternativas para acometer el estudio de tres variantes con el mismo objetivo: eliminar el tramo de travesía de la carretera CV-35 a su paso por Chelva, la cual presenta además un importante volumen de tráfico pesado, que causa una especial problemática en el tramo urbano.

Las alternativas preconcebidas para este estudio básico son las tres siguientes:

- Alternativa Sur 1: circunvalación por el sur del núcleo urbano de Chelva, al norte del cauce del río.
- Alternativa Sur 2: circunvalación por el sur del cauce del río y paralela al mismo en gran parte de su recorrido.
- Alternativa Norte: circunvalación por el norte del núcleo urbano de Chelva.

A continuación se muestra a un esquema previo de las alternativas.

Fig. 1. Trazado inicial de las alternativas planteadas. Elaboración propia.

La orografía de la zona presenta numerosos accidentes geográficos, debiendo plantear diferentes estructuras de paso, con una necesidad latente de estudios geotécnicos, hidrológicos y de impacto ambiental.

Además, el término municipal de Chelva presenta numerosos yacimientos arqueológicos, bienes de relevancia local, de interés cultural y otros hitos a proteger, condicionando altamente las opciones de trazado.

En el Plan General del municipio se realizó una reserva de suelo al norte del casco urbano de Chelva para prever la ejecución de una variante previamente planteada para la CV-35.

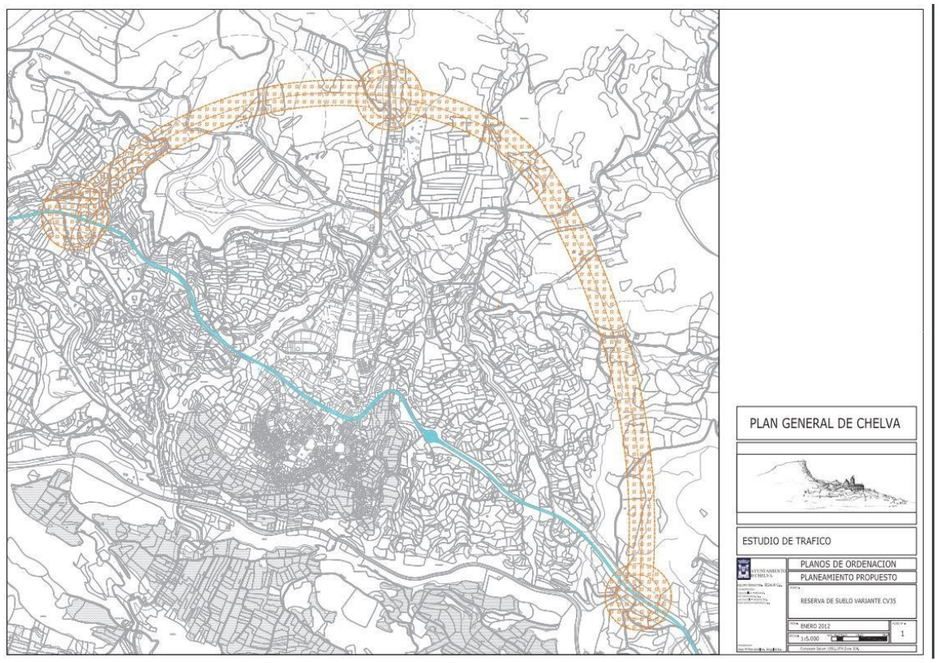


Fig. 2. Trazado inicial de las alternativas planteadas. Elaboración propia.

Para acometer este estudio básico no se ha tenido en cuenta el contenido de este plano de ordenamiento, realizando el trazado desde la fase inicial de concepción.

Tras analizar toda la información y legislación vigente, se llegó a la conclusión de que la Alternativa Sur 1 no era viable. El Decreto 168/2012, de 2 de noviembre, del Consell, por el que se declara bien de interés cultural, con la categoría de conjunto histórico, la Villa de Chelva y sus huertas, en Chelva obligó a modificar las alternativas.

Finalmente, después de la visita de campo y, teniendo en cuenta la legislación vigente, la alternativa Sur 1 fue descartada, apareciendo la alternativa Centro en su lugar.

Los trazados definitivos se muestran en la figura 3.

Fig. 1. Trazado inicial de las alternativas planteadas. Elaboración propia.

4. EQUIPOS

Para la realización de este trabajo multidisciplinar, se ha dividido a los veinticuatro alumnos en cuatro grupos distintos. Los tres primeros grupos se centran en una alternativa concreta: *Norte*, *Centro* o *Sur*. De esta manera, los estudiantes pertenecientes a estos grupos se encargan de estudiar el diseño de la variante, las estructuras necesarias para llevarla a cabo y los aspectos hidrológicos e hidráulicos.

El último grupo de trabajo, llamado *Estudios Generales,* está compuesto por los alumnos que desarrollan estudios que afectan a todas las alternativas.

La organización, por alternativas, de cada grupo de trabajo es la siguiente:

Alternativa Norte	
Alumno	**Estudio**
Martínez Gandía, Martín	Estudio de soluciones y diseño estructural del puente sobre el barranco del Remedio y CV-346.
Ortuño Ortuño, Antonio	Estudio de soluciones y diseño estructural de las subestructuras
Cardona Guerrero, Eduardo	Estudio de soluciones y diseño estructural del puente sobre el barranco del Montú.
Cervera Martínez, Guillem	Diseño geométrico y del firme
Anglés Sancho, Raül	Diseño de los nudos
López de la Torre, Rocío	Estudio hidrológico y de drenaje
Olivas Valera, Sergio	Estudio hidráulico y de afección a cauces.

Alternativa Centro	
Alumno	**Estudio**
Arteaga Ibáñez, Ignacio	Estudio de soluciones y diseño estructural del puente sobre el barranco del Remedio y CV-346.
Fernández Benítez, Sandra	Estudio de soluciones y diseño estructural del puente sobre el barranco del Montú.
Ortega Díaz, Carlos	Estudio de soluciones y diseño estructural del puente en el Rincón del Calvo.
García Císcar, Isabel	Diseño geométrico y del firme
Martín-Loeches Romero, Alejandro	Análisis del tráfico y de la seguridad vial
Mascarell Gómez, Alba	Estudio hidrológico y de drenaje
Olivas Valera, Sergio	Estudio hidráulico y de afección a cauces.

Alternativa Sur	
Alumno	**Estudio**
España Monedero, Fernando	Estudio de alternativas y diseño estructural del segundo puente sobre el río Chelva.
Catalán Pérez, Jorge	Estudio de alternativas y diseño estructural del primer puente sobre el río Chelva.
Sevilla Fernández, Marcos	Estudio de alternativas y diseño estructural del puente sobre el barranco del Convento.
Martínez Ribes, Sergi	Diseño geométrico y del firme
Pastor Martín, Guillermo	Diseño de los nudos
Sánchez Reimers, Jaime	Estudio hidrológico y de drenaje
Arenas Huerta, María	Estudio hidráulico y de afección a cauces.

Estudios generales	
Alumno	**Estudio**
Almenar Guiot, Olga	Análisis de la situación actual y propuesta de mejoras
Araque Andreu, Antonio	Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el Medio Físico
Cola Romero, José Luis	Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el Medio Biótico
Valero Cercós, Véronique	Estudio Geológico y comprobaciones Geotécnicas

5. MÉTODO DE TRABAJO

La metodología empleada para desarrollar este Trabajo Fin de Grado puede dividirse en diferentes fases, todas ellas basadas en la interrelación entre los alumnos, tanto los pertenecientes a un grupo de alternativa como con los componentes del grupo de estudios generales.

La primera de ellas, basada en la adquisición de conocimientos, se lleva a cabo mediante la realización de seminarios temáticos, a partir de septiembre de 2015, para conocer métodos y aprender a utilizar las herramientas de trabajo específicas para poder aplicar los conocimientos adquiridos en el grado a la resolución de un problema real. Estos seminarios incluyen desde la obtención de datos hasta el manejo de software (AutoCAD Civil 3D, HEC-RAS, SAP, Bridge). Además, están dirigidos tanto a los alumnos de la especialidad impartida como a los de todas las demás.

La segunda de las fases consiste en la obtención de datos base, como la toma de datos geológicos, aforos, etc. Para esto, se realizó una visita de campo en enero de 2016 para conocer el terreno por el que discurren las distintas alternativas, y el estado actual de la CV-35. Se realizó además un aforo de tráfico y un reportaje fotográfico.

La tercera de las fases se basa en talleres semanales de trabajo en grupo, a partir de febrero de 2016, para facilitar los intercambios de información entre alumnos, abordar conjuntamente los problemas y buscar la solución óptima. En estos talleres se tiene la oportunidad de comentar el avance de los estudios individuales tanto entre alumnos, como entre alumnos y tutores.

Este método consigue la interacción todos los participantes a la hora de proponer mejoras sobre el diseño de cada una de las alternativas y solucionar los problemas que van surgiendo a lo largo de la redacción de los estudios.

6. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Entre las alternativas propuestas, la que produce un menor impacto global sobre el medio es la Alternativa Centro. Durante la fase de construcción es la que menos efectos negativos genera, mientras que en la fase de explotación genera unos impactos similares a los de la Norte ya que su trazado es bastante similar en una gran parte del mismo, difiriendo en la longitud. Por otra parte, la Alternativa Sur genera un gran impacto, principalmente por tratarse de un área mucho menos antropizada y por la dificultad para integrar paisajísticamente las obras de paso sobre el río Chelva.

Las principales diferencias de la Alternativa Centro respecto a las otras alternativas son:

- Menor longitud de trazado.
- Menor superficie a expropiar.
- Elevado número de caminos rurales que reducirán la necesidad de crear nuevas vías de acceso temporales durante la fase de construcción.
- Obras de paso de menor envergadura respecto a la Sur.
- Presenta una mejor conectividad con la CV-346.
- Mejor integración paisajística que las otras dos alternativas.
- Menor impacto sobre la economía local durante la fase de explotación.

7. VALORACIÓN ECONÓMICA

En el presente apartado se lleva a cabo una valoración del coste económico asociado al conjunto de las unidades de obra previstas a ejecutar en el estudio de soluciones.

La valoración económica se realiza mediante la definición de las unidades de obra correspondientes, que serán en su gran mayoría comunes a las tres alternativas, siendo su resultado el producto del precio unitario de cada una por su medición.

En los siguientes apartados se resumen los resultados generados por las tres alternativas agrupados en un total de 9 capítulos, correspondiendo éstos a la base del presupuesto de la obra lineal.

Capítulo	**Alternativa Sur**	**Alternativa Centro**	**Alternativa Norte**
Capítulo 1: Movimiento de tierras y demoliciones	1.360.156,72 €	224.139,46 €	1.902.735,53 €
Capítulo 2: Firmes y pavimentos	661.824,16 €	662.749,13 €	1.238.084,83 €
Capítulo 3: Obras hidráulicas	251.750,94 €	108.749,4 €	52.294,84 €
Capítulo 4: Estructuras	5.997.459,68 €	1.872.817,02 €	4.107.858,03 €
Capítulo 5: Adecuación ambiental	194.179 €	194.179 €	194.179 €
Capítulo 6: Señalización y balizamiento.	72.000 €	54.000 €	6.082,33 €
Capítulo 7: Drenaje	89.100 €	75.250 €	89,100 €
Capítulo 8: Seguridad y Salud	171.694,94 €	171.694,94 €	171.694,94 €
Capítulo 9: Gestión de residuos.	171.694,94 €	171.694,94 €	171.694,94 €
Total	8.916.942,73 €	5.552.274,91 €	7.598.150,60 €

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DOCUMENTO Nº2

MEMORIA Y ANEJOS

ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALENCIA)
ALTERNATIVA NORTE

Se relacionan a continuación los alumnos que forman parte de la presente alternativa, con el siguiente título general:

ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALENCIA). ALTERNATIVA NORTE

Alumnos integrantes de la alternativa norte:

Alumno	Tutor	Cotutor	Título secundario
Olivas Valera, Sergio	Ignacio Andrés Doménech	Eduardo Albentosa Hernández	Alternativas Norte y Centro. Estudio hidráulico y de afección a cauces.
Martínez Gandía, Martín	Hugo Coll Carrillo	Julián Alcalá González	Alternativa Norte. Estudio de soluciones y diseño estructural del puente sobre el barranco del Remedio y CV-346.
Ortuño Ortuño, Antonio	Hugo Coll Carrillo	Julián Alcalá González	Alternativa Norte. Estudio de soluciones y diseño estructural de las subestructuras
Cardona Guerrero, Eduardo	Hugo Coll Carrillo	Julián Alcalá González	Alternativa Norte. Estudio de soluciones y diseño estructural del puente sobre el barranco del Montú.
Cervera Martínez, Guillem	Pérez Zuriaga, Ana María	Francisco Javier Camacho Torregrosa	Alternativa Norte. Diseño geométrico y del firme
Anglés Sancho, Raül	Pérez Zuriaga, Ana María	Francisco Javier Camacho Torregrosa	Alternativa Norte. Diseño de los nudos
López de la Torre, Rocío	Eduardo Albentosa Hernández	Ignacio Andrés Doménech	Alternativa Norte. Estudio hidrológico y de drenaje

Alumnos autores de los estudios generales que se incluyen en la memoria de la alternativa:

Alumno	Tutor	Cotutor	Título secundario
Almenar Guiot, Olga	Pérez Zuriaga, Ana María	Francisco Javier Camacho Torregrosa	Análisis de la situación actual y propuesta de mejoras
Araque Andreu, Antonio	Inmaculada Romero Gil		Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el Medio Físico
Cola Romero, José Luis	Inmaculada Romero Gil		Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el Medio Biótico
Valero Cercós, Véronique	María Elvira Garrido de la Torre		Estudio Geológico y comprobaciones Geotécnicas

La autoría de la memoria general recae sobre todos los alumnos enumerados, siendo exclusiva la autoría definida posteriormente, en relación con los diferentes anejos de las alternativas. En este caso, los documentos incluidos forman parte de la alternativa norte.

Índice de contenidos

DOCUMENTO	AUTOR
Memoria	Todos
Valoración económica	Todos

ÍNDICE DE ANEJOS	AUTOR
Geología y Geotecnia	Valero Cercós, Véronique
Hidrología y drenaje	López de la Torre, Rocío
Situación actual	Almenar Guiot, Olga
Tráfico	Cervera Martínez, Guillem
Diseño geométrico	Cervera Martínez, Guillem
Seguridad vial	Cervera Martínez, Guillem
Firmes	Cervera Martínez, Guillem
Estructuras. Bases de cálculo	Cardona Guerrero, Eduardo Martínez Gandía, Martín
Estructuras. Estudios de soluciones	Cardona Guerrero, Eduardo Martínez Gandía, Martín Ortuño Ortuño, Antonio
Estructuras. Cálculo de superestructuras	Cardona Guerrero, Eduardo Martínez Gandía, Martín
Estructuras. Cálculo de subestructuras	Ortuño Ortuño, Antonio
Estudio hidráulico y afección a cauces	Olivas Valera, Sergio
Diseño geométrico de los nudos	Anglés Sancho, Raül

ÍNDICE DE PLANOS	AUTOR
Localización	Todos
Situación actual	Almenar Guiot, Olga
Diseño geométrico	Cervera Martínez, Guillem
Estructuras	Cardona Guerrero, Eduardo Martínez Gandía, Martín Ortuño Ortuño, Antonio
Hidráulica	Olivas Valera, Sergio

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

MEMORIA

ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALENCIA)
ALTERNATIVA NORTE

MEMORIA ALTERNATIVA NORTE

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES 2
2. OBJETO 2
3. LOCALIZACIÓN 2
4. SITUACIÓN ACTUAL 3
5. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA
   5.1. Geología y geotecnia 3
   5.2. Hidrología y drenaje 5
   5.3. Estudio de tráfico 7
   5.4. Trazado 7
   5.5. Diseño de los nudos 9
   5.6. Estudio de Seguridad Vial 9
   5.7. Firmes 9
   5.8. Estructuras 10
   5.9. Afección a cauces 14
6. VALORACIÓN DE LA SOLUCIÓN 15
   6.1. Valoración económica 115
   6.2. Presupuesto de ejecución material 115

1. ANTECEDENTES.

Chelva es un municipio de la Comunidad Valenciana situado en el interior de la provincia de Valencia, en la comarca de Los Serranos, también conocida como "Alto Turia".

A su paso hacia el noreste de la Comunidad, es atravesado por la CV-35, lo que obliga a aquellos vehículos que transiten por esta carretera a pasar por el interior del municipio. Dicha carretera sirve de elemento de paso para aquellos vehículos de las numerosas poblaciones y empresas existentes en los alrededores.

Esta única ruta de paso provoca un tráfico numeroso dentro del municipio, lo que entraña una limitación de la funcionalidad del tramo de carretera que discurre por el municipio, así como una falta de confort y seguridad vial para los vecinos de la zona.

Es por esto por lo que se propone a continuación un Estudio Básico de la Alternativa Norte para la ejecución de una circunvalación que elimine los problemas presentes en el municipio y dote a los vehículos de una mayor comodidad durante el trayecto por dicha carretera.

2. OBJETO.

El presente Trabajo Final de Grado *Estudios para la redacción del proyecto básico de la variante de la carretera CV-35 a su paso por el municipio de Chelva (provincia de Valencia)* consiste en la definición del proyecto constructivo de una variante a la carretera CV-35 a su paso por Chelva, para eliminar o mitigar los problemas que se dan actualmente en dicho tramo.

Estos problemas que se presentan en el tramo son principalmente la disminución de la seguridad vial dentro de la población de Chelva debido a la poca sección de la calzada para el paso de los vehículos pesados procedentes de las instalaciones industriales cercanas al municipio y alrededores, y tiempos de recorrido elevados por la acumulación de pesados.

Ante esta situación y a la vista de una posible expansión de las actividades en dichos polígonos industriales y agrícolas en la zona, se hace necesario el desarrollo del presente trabajo de manera que se mejore la velocidad de desplazamiento y aumente la seguridad vial.

3. LOCALIZACIÓN.

La zona de estudio se encuentra en la carretera CV-35 a su paso por Chelva, encuadrada en un tramo de 8000 metros aproximadamente, entre los PP.KK. 65+000 y 73+000. Esta carretera comunica la ciudad de Valencia con la comarca de Els Serrans.

El término municipal de Chelva, con sus 190 km^2 de superficie, presenta importantes accidentes geográficos que condicionarán el trazado. El cauce del río Tuéjar forma una importante depresión a su paso por el sur de Chelva, mientras que al norte del núcleo urbano aparecen sucesivos barrancos como el de la Bercutilla que debe salvarse con una obra de paso. El muncipio cuenta con una importante densidad de lugares de interés histórico o cultural, debiendo considerar sus perímetros de protección como condicionantes del trazado.

La variante proyectada tiene su inicio en el PK 66+400 aproximadamente, donde se bifurca de la actual CV-35, y se vuelve a enlazar con la CV-35 en el PK 72+200, aproximadamente, con una longitud de trazado cercana a los 7000 metros.

Las infraestructuras viarias en la zona objeto de estudio son la mencionada CV-35, con sección convencional de única plataforma y un carril por sentido, además de la CV-346 que comunica la pedanía de Chelva, Ahíllas, con el propio núcleo urbano de Chelva.

4. SITUACIÓN ACTUAL.

La carretera CV-35 es una carretera de la provincia de Valencia, que comunica la ciudad de Valencia con el noroeste de la provincia. Popularmente es conocida como la Pista de Ademúz ya que tiene como referencia final la comarca del Rincón de Ademúz. Se convierte en travesía entre los PK 67+400 y el P.K 68+200.

Dicha travesía soporta un tráfico de 2497 vehículos/día con un porcentaje de pesados del 5,4%, calculados a partir de un aforo manual tomado en enero de 2016 complementado con la estación afín CV-35-080. Se prevé para el año de puesta en servicio (2018) un tráfico de 2569 vehículos, con una tasa de crecimiento anual acumulativo del 1.44%.

En vías interurbanas, el Highway Capacity Manual 2010 define seis niveles de servicio para un régimen continuo de circulación, es decir, sin detenciones producidas por intersecciones o semáforos. Estos niveles se hallan numerados de la A a la F, en orden decreciente de calidad El nivel de servicio actual de la travesía calculado como carretera de clase III según el Highway Capacity Manual 2010 es C. En el año horizonte (2018) se prevé el mismo nivel de servicio.

Este tráfico supone importantes interacciones entre diferentes flujos de tráfico: vehículos, vehículos pesados, peatones, bicicletas, etc. Ello supone la existencia de conflictos de tráfico. Los más destacables involucran a vehículos pesados que circulan por la travesía. En varios puntos de la misma dos vehículos pesados no pueden pasar por el mismo punto al mismo tiempo.

Según datos oficiales se han producido accidentes en la travesía, todos ellos con carácter leve y producidos en las intersecciones cuya causa ha sido, en la mayoría de los casos, una infracción de las normas de la seguridad vial.

PROPUESTAS DE MEJORA EN LA TRAVESÍA

En el tramo de carretera CV-35 a su paso por el municipio de Chelva, se han encontrado una serie de problemas los cuales se pretenden solucionar.

En primer lugar, se propone la creación de distintos itinerarios peatonales, actualmente inexistentes, que evitarían algunos de los conflictos detectados entre peatones y vehículos que circulan por la travesía.

Además, se propone la reubicación de algunas plazas de aparcamiento para mejorar la circulación de vehículos (tanto ligeros como pesados) por el municipio, habilitando un aparcamiento en la parte norte.

Se realizará la propuesta de mejorar la intersección entre la Av/Madereros y C/Mártires, dado que es una zona donde se producen la mayor parte de los conflictos detectados entre los diferentes flujos de tráfico.

Por último, se propone realizar una mejora del acceso al municipio desde Tuéjar, creando una puerta de entrada al núcleo urbano, con la creación de una glorieta o carril de espera, para mejorar, además, los accesos a otros puntos del municipio.

5. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.

5.1. Geología y geotecnia.

A falta de la redacción del Estudio Geológico-Geotécnico correspondiente a este proyecto, se describen los materiales considerados y los datos empleados para la realización del mismo:

GEOLOGÍA:

Relación de materiales localizados en el área de estudio, ordenados en orden decreciente de antigüedad:

Triásico. Buntsandstein

T_B: Areniscas silíceas, rosadas y blancas, con arcillas micáceas.

Triásico. Muschelkalk

T_{M1}: Dolomías grises y negras con arenisca dolomítica. Calizas dolomíticas.

T_{M2}: Arcillas y margas rojas, amarillas e irisadas, con yesos y anhidrita.

T_{M3}: Dolomías negras con calizas o calizo-dolomías grises y ocres.

Triásico. Keuper

T_K: Margas abigarradas con yesos y sales solubles.

T_{Ky}: Yesos cristalinos con arcillas rojizas y verdosas.

Jurásico. Hettangiense-Pliensbachiense

J_{11-13}: Dolomías vacuolares, calizas con ostrácodos, calizas oquerosas, calizas dolomitizadas, calizas brechoideas, dolomías oquerosas, calizas con oolitos y calizas con sílex y lumaquelas.

Cuaternario

Q_a: Depósitos aluviales. Gravas y arenas.

Distribución a lo largo de la traza de la carretera:

PK_{inicio}	PK_{final}	MATERIAL
0+000	0+915,6	T_K
0+915,6	1+380	Q_a
1+380	2+045,92	T_K
2+045,92	2+135,11	T_{M3}
2+135,11	2+587,90	T_K
2+587,90	2+683,94	J_{11-13}
2+683,94	2+978,94	T_K
2+978,94	3+575,78	J_{11-13}
3+575,78	4+357,89	Q_a
4+357,89	4+755,79	T_{Ky}
4+755,79	4+824,40	Q_a
4+824,40	4+865,55	T_K
4+865,55	5+988,49	Q_a
5+988,49	7+388,79	T_K

Tabla 1. Distribución de suelos a lo largo de la traza.

Otras consideraciones:

- Zona no sísmica

GEOTECNIA

Estabilidad de taludes:

<u>En roca</u>:

- T_{M1}
- T_{M3}
- J_{11-13}
- Admiten taludes verticales. Se recomienda saneo y/o sostenimiento según tamaño de bloque.

<u>En suelos</u>:

- T_{M2}: 1H:3V hasta 9m.
- T_K: 1H:3V hasta 8m.
- T_{Ky}: 1H:3V hasta 9m.
- Q_a: 2,5H:1V hasta 3m.
- Datos obtenidos mediante el programa informático SLIDE, según los métodos de Bishop y Janbú simplificados. La altura indicada es la máxima que verifica los coeficientes de estabilidad global de los taludes para ambos métodos.

Estudios para el cálculo de cimentaciones en suelos:

- La siguiente tabla presenta los valores de la carga de hundimiento, en kPa, de los suelos, obtenidos según el método de Brinch-Hansen para un área eficaz de $1m^2$ y distintos planos de cimentación, D.
- Por último, se indican las tensiones máximas admisibles, en kPa, correspondientes a un factor de seguridad F=3.

	Carga de hundimiento, q_h (kPa)				
	D≤1m	**D=2m**	**D=3m**	**D=4m**	**D=5m**
T_k	2024,8	2534,5	3090,5	3624,2	4147,7
T_{m2}	2091,4	2525,2	3001,8	3452,4	3891,2
T_{ky}	2050,8	2445,9	2881,0	3289,8	3686,7
Q_a	210,2	415,4	635,4	856,6	1078,1

Tabla 2. Carga de hundimiento para los diferentes terrenos.

Tensión máxima admisible, σ_{adm} (kPa)					
	D≤1m	**D=2m**	**D=3m**	**D=4m**	**D=5m**
T_k	674,9	844,8	1030,2	1208,1	1382,6
T_{m2}	697,1	841,7	1000,6	1150,8	1297,1
T_{ky}	683,6	815,3	960,3	1096,6	1228,9
Q_a	70,1	138,5	211,8	285,5	359,4

Tabla 3. Tensión máxima admisible para los diferentes terrenos.

Estudios para el cálculo de cimentaciones en roca:

- Aplicando el apartado 4.5.3 de la Guía de cimentaciones en obras de carretera, se han obtenido los siguientes valores de presión admisible (coeficiente de seguridad implícito):
- T_{M1} = 1,92MPa
- T_{M3} = 1,55MPa
- $J_{11\text{-}13}$ = 3,5MPa (Torrecilla-La Gitana); 2,22MPa (El Barco-Norte);
- 4,7MPa (Norte final).

5.2. Hidrología y drenaje.

El estudio hidrológico se ha efectuado sobre las cuencas vertientes a la traza de la variante CV-35 a su paso por Chelva (Provincia de Valencia), con el fin de poder estimar los caudales de crecidas que se generarán en los puntos de desagüe de dicha traza. Los caudales obtenidos corresponden tanto a los cauces principales de las cuencas vertientes como sus afluentes, y así poder dimensionar y estudiar las obras de drenaje transversal y longitudinal, aplicando diferentes niveles de probabilidad.

Debido a la falta de aforos directos en la zona de interés, el estudio hidrológico se ha realizado mediante métodos hidrometerológicos a fin de determinar los caudales de avenida y sus hidrogramas asociados, a partir de valores extremos de precipitación, mediante la simulación del proceso precipitación-escorrentía. En el “Anejo estudio hidrológico y estudio del drenaje” se desarrolla la metodología empleada, desarrollando en dicho anejo, la metodología empleada, la justificación de los parámetros utilizados, así como los cálculos realizados. A continuación, se muestra una síntesis de lo establecido en dicho anejo.

- Caracterización de la cuenca

La caracterización de la cuenca vertiente se ha realizado mediante los parámetros establecidos en el “Anejo estudio hidrológico y estudio del drenaje”. Con ello se ha identificado el sistema hidrológico y sus características hidromorfométricas, este sistema se ha dividido, por los motivos mencionados en el anejo, en ocho subcuencas y diez intercuencas.

A partir de dichas subcuencas e intercuencas, se ha procedido a la obtención del umbral de escorrentía, para ello, ha sido necesario identificar la tipología de suelo según el modelo SCS, la identificación de los usos del suelo del terreno empleando los datos proporcionados por el SIOSE, la caracterización de la capacidad del suelo para el uso agrícola y la caracterización litológica suministrada por la COPUT. Con estos datos se ha obtenido el umbral de escorrentía en cada una de las zonas del sistema hidrológico, y mediante una ponderación areal se han alcanzado los valores promedio de cada una de las subcuencas e intercuencas.

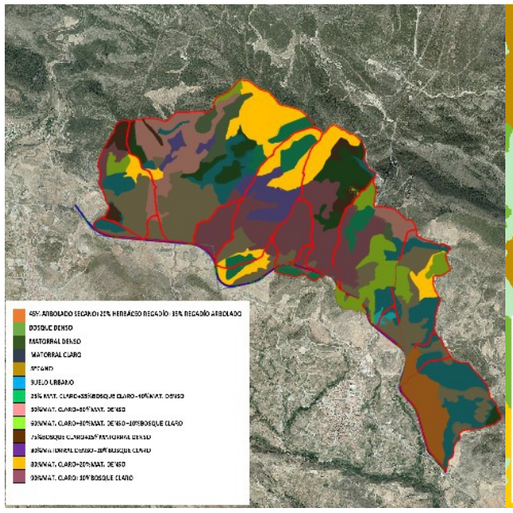


Figura 1. Usos del suelo

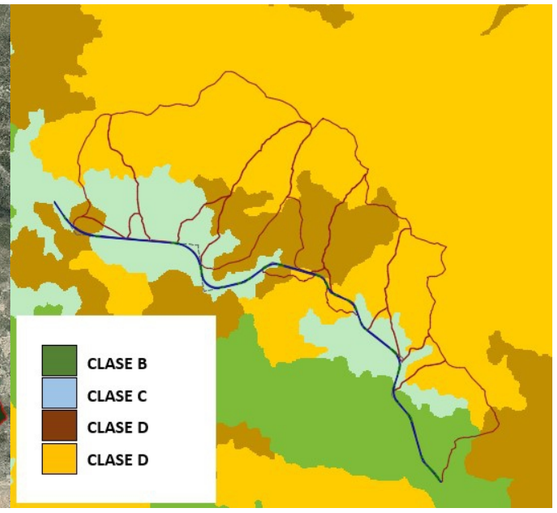


Figura 2. Capacidad del suelo

- Análisis estadístico

El análisis estadístico tiene como objetivo el cálculo de los cuantiles de precipitación diaria máxima anual correspondientes a distintos períodos de retorno. Para ello, ha sido necesario emplear las series diarias de acumulados de precipitación de la Agencia Estatal de Meterología (AEMET) procedentes de 2 estaciones pluviométricas cercanas a la zona de estudio, la estación Chelva y la de Tuéjar, las cuales finalmente, por los motivos expuestos en el capítulo del anejo correspondiente, se unificarán, teniendo una única estación de datos que llamaremos Chelva-Tuejar.

A partir de estos datos, se realiza un análisis estadístico de máximos pluviométricos empleando las distribuciones teóricas comúnmente utilizadas, Gumbel, General Extreme Value (GEV), Two Component Extreme Value (TCEV) y Square-Root Exponential Type Distribution of the Maximum (SQRT-ETmax), utilizando un ajuste paramétrico de máxima verosimilitud en todas ellas. Los cuantiles de máximos pluviométricos anuales se muestran a continuación:

PERIODO DE RETORNO	10	25	50	100	200	500
CUANTILES	81,38	143,27	206,98	264,24	327,22	383,91

Tabla 4. Cuantiles de Pd máxima anual adoptados para la cuenca

- Modelo lluvia escorrentía.

Debido a las características de la cuenca el modelo de transformación lluvia-escorrentía recomendable es el método de Témez Modificado, recomendado en la normativa nacional (MOPU, 1990), pero con modificaciones posteriores (Témez, 1991).

La metodología de Témez se basa en el método Racional, aplicable a pequeñas cuencas, pero con una serie de modificaciones; entre otras cuestiones, corrige la dependencia del coeficiente de escorrentía del período de retorno, obteniendo aquél a partir de un parámetro de producción de escorrentía, derivado de la metodología del *USDA Soil Conservation Service*, y de la propia magnitud de la precipitación. Por otra parte, mantiene del Método Racional un hietograma de diseño rectangular, que se determina a partir del tiempo de concentración de la cuenca y de la curva IDF (intensidad-duración-frecuencia). A partir de todo lo expuesto, se han obtenido los siguientes caudales correspondientes a los distintos períodos de retorno:

Periodo de retorno	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7	SC8	IC1	IC2	IC3	IC4	IC5	IC
50	13,80	44,93	21,76	8,66	22,57	24,06	15,25	18,52	3,38	1,65	5,54	7,81	1,79	1,
100	19,88	64,08	30,37	11,94	31,43	33,57	21,72	27,48	4,83	2,48	8,21	11,10	2,49	1,

Tabla 5. Caudales pico para los períodos de retorno y cuencas de estudio

- Drenaje.

Para evacuar los caudales de inundación externa (recogidos en la tabla precedente) y también los generados por precipitación sobre la calzada, se dota a la variante de una serie de elementos de drenaje transversal (viaductos, obras de fábrica, etc.) y longitudinales (canaletas, bajantes en terraplén, et

En el presente estudio el objetivo es el predimensionamiento hidráulico de las mismas; esto es, en régimen uniforme, considerando además los condicionantes hidráulicos geométricos de cada elemento de drenaje y otras restricciones, bien de tipo normativo (cumplimiento de velocidades mínimas y máximas, etc.) o bien técnico (adaptación a las características geométricas de la variante diseñada).

5.3. Estudio de tráfico.

El anejo correspondiente al estudio de tráfico se realiza el análisis del tráfico actualmente circulante por la CV-35 con el objetivo de obtener las IMD del año de observación, año de puesta en servicio y año horizonte del proyecto.

Se ha realizado un aforo manual del tráfico durante 6 horas ininterrumpidas en un día laborable del presente año, cuyos datos se cotejarán con la red de estaciones de aforo con la que la carretera cuenta, con el objetivo de obtener las características del tráfico como la intensidad media diaria, intensidad media diaria de vehículos pesados, factor de hora punta e intensidad de hora punta.

Al tratarse la carretera a proyectar de una variante, los aforos realizados incluyen las matrículas de los vehículos aforados, permitiendo, al realizarse los mismos a la entrada y salida del casco urbano de Chelva, comparar los vehículos que entran y salen de la zona urbanizada y en cuánto tiempo lo hacen. De este modo se puede saber con exactitud qué vehículos no se detienen en Chelva, siendo estos los usuarios potenciales de la variante.

Además del tráfico actual, se ha estimado el tráfico para los años de puesta en servicio y año horizonte, mediante los incrementos anuales que propone la Orden FOM/3317. Los años de puesta en servicio y horizonte son, respectivamente, 2021 y 2041.

La Norma 3.1 IC establece un nivel de servicio mínimo para las proyectos de carreteras según las características de la sección transversal y velocidad de diseño entre otros criterios, aunque no define un método de cálculo de dicho nivel de servicio, limitándose a remitirse al *Highway Capacity Manual 2010,* el cual cuenta con un proceso de cálculo del nivel de servicio detallado para cada caso. En el cuarto apartado de este anejo se acomete el cálculo del nivel de servicio con las características de la variante, obteniéndose un nivel de servicio B, por encima del mínimo exigido por la Norma 3.1 IC, la cual exige un nivel de servicio E para las carreteras con las mismas características que las de la variante.

La pendiente constituye un importante factor condicionante en el trazado de la variante, pero se demuestra que no representa una especial limitación para con el nivel de servicio, el cual no se ve prácticamente influido si es tiene dicho factor en consideración. El nivel de servicio se mantiene en los tramos en pendiente.

Por último, el nivel de servicio obtenido en el apartado 4 de este anejo responde a una única situación del tráfico, si bien el tráfico representa multitud de situaciones diferentes con amplia aleatoriedad de los hechos, lo cual se magnifica teniendo en cuenta que los cálculos abarcan hasta el año 2041. Por todo esto, en el apartado quinto del presente anejo se incluye un análisis de sensibilidad del nivel de servicio, el cual introduce aleatoriedad en la distribución de tráfico por sentidos, tomando una media de 60% en un sentido y 40% en el opuesto, con tres desviaciones típicas, abarcando así el 99.7% de los casos. Se comprueba que en ningún caso el nivel de servicio desciende por debajo del nivel E, establecido como mínimo según la Norma 3.1 IC.

Los apéndices del anejo incluyen los datos de la estación de aforo tomada como afín, los aforos manuales realizados in situ y se muestra la hoja de cálculo confeccionada exclusivamente para la obtención del nivel de servicio introduciendo la aleatoriedad de cara al análisis de sensibilidad del apartado quinto ya enumerado.

5.4. Trazado.

El anejo correspondiente al diseño geométrico contiene todo lo relacionado con la definición exacta de la traza de la variante, siguiendo la normativa vigente de carácter nacional, la instrucción de Carreteras 3.1-I.C “Trazado”, de enero de 2000 aprobada el 27 de diciembre, junto con las Órdenes Circulares vigentes.

La obra proyectada cuenta con una longitud aproximada de 7000 metros, a falta de definir con exactitud los nudos inicial y final en el anejo de entrega posterior correspondiente. Son importantes los condicionantes en la zona, pues el terreno es altamente accidentado, siendo ineludible el proyecto de al menos una gran estructura para acometer el paso de alguno de los barrancos que existen en la zona. Además, existen puntos con perímetros de protección o de seguridad, como los bienes de interés cultural existentes, o la pirotecnia ubicada al norte de Chelva.

Según la velocidad de diseño y las características de la sección transversal, la variante se proyecta como una C-60, y la traza definitivamente proyectada discurre por el norte del municipio de Chelva, zona especialmente condicionante por sus elevadas pendientes e importantes barrancos, para unirse con la actual CV-35 prácticamente en suelo correspondiente al término municipal de Chelva, más allá del P.K. 72+000 de la misma. Se muestra en la figura X el aspecto en planta del trazado:

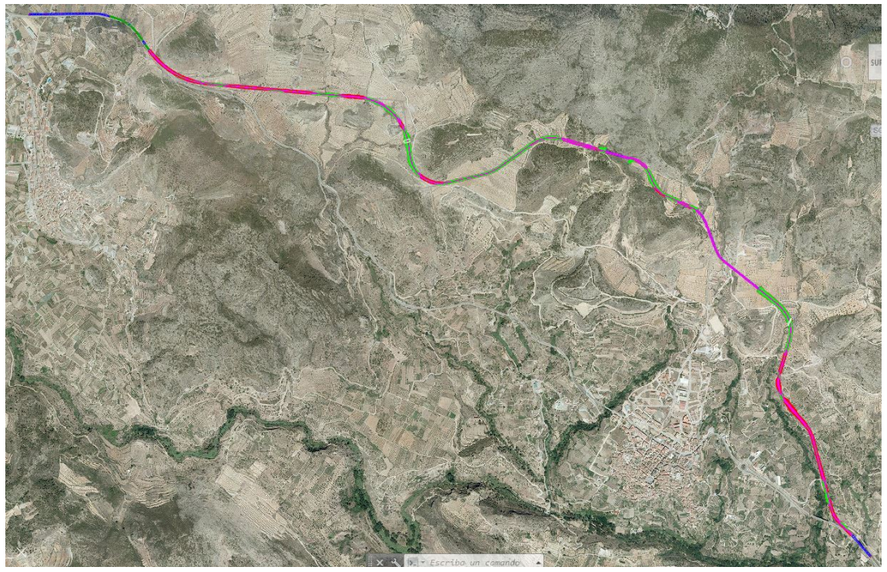


Figura 3. Planta general de la alternativa norte.

El trazado en alzado, tal y como se explica en el apartado cuarto, constituye uno de los hitos más importantes de la alternativa, debiéndose plantear dos obras de paso de gran envergadura para aumentar la cota a la par que salvar los valles, dado que existe un elevado desnivel entre el punto de mayor cota del trazado y el punto más bajo. En la figura siguiente se dispone una vista del perfil longitudinal. Cabe destacar la especial envergadura del primer puente y los valores de inclinación cercanos al máximo admisible asumidos en las dos rasantes contiguas al punto de mayor cota del trazado.

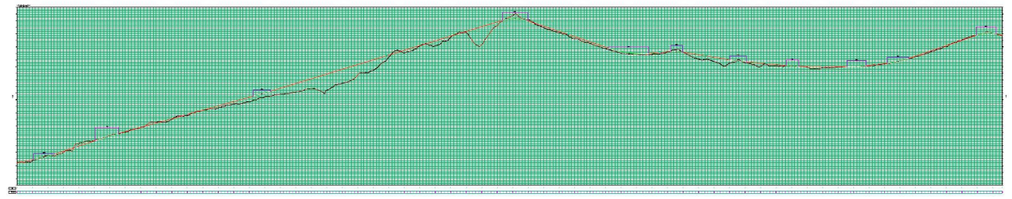


Figura 4. Perfil longitudinal de la alternativa norte.

Tal y como se desarrolla en el apartado 6, la sección transversal corresponde a la que establece la normativa para una carretera C-60: Carretera en única plataforma, con un carril por sentido de circulación. Los carriles tienen un ancho de 3.5 metros, los arcenes son de 1 metro de ancho, mientras que las bermas se han reducido justificadamente en 0.25 metros respecto al mínimo establecido por la normativa, con el objetivo de reducir el ancho de la plataforma y el movimiento de tierras. Se muestra la sección transversal esquematizada en la figura bajo estas líneas:

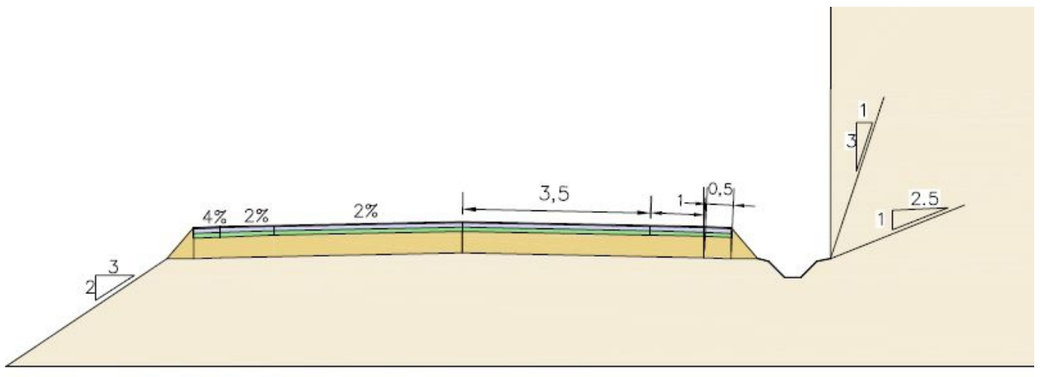


Figura 5. Sección transversal de la alternativa norte.

5.5. Diseño de los nudos

El anejo referente al diseño de los nudos tiene como objeto desarrollar una solución óptima para los dos nudos a ejecutar con la construcción de la nueva variante norte de la CV-35 a su paso por el municipio de Chelva (provincia de Valencia). Se realiza el estudio previo, diseño de alternativas y valoración y elección de las soluciones óptimas. Así pues, se han propuesto alternativas para el nudo al oeste de la localidad y para el nudo al este de la misma. El nudo oeste conectaría la variante con la CV-35 antes de su paso por Tuéjar (sentido oeste) y el nudo este la conectaría con la CV-35 antes de su paso por Calles (sentido hacia Valencia).

Después del desarrollo de las posibles soluciones y sus correspondientes análisis de funcionalidad, las alternativas óptimas planteadas son intersecciones en “T”, en ambos nudos, con elección por comparación de alternativas mediante análisis multicriterio, consistente en dar valores según importancia a ciertas variables como funcionalidad de los nudos, capacidad, seguridad vial, impacto ambiental o coste económico, para elegir con criterio la solución óptima entre las alternativas analizadas.

Seguidamente, se procede a desarrollar el diseño de la solución óptima adoptada. En el mismo, se tiene, para ambos nudos, el diseño geométrico de los mismos, el cumplimiento de la seguridad vial (distancias de cruce y visibilidad dentro de cada nudo), la señalización (horizontal y vertical), simulaciones de trayectorias de los vehículos más conflictivos, estudio de sensibilidad... También se realiza un estudio de los caminos y servicios afectados, con propuesta de soluciones para reposiciones de caminos o decisiones sobre líneas eléctricas, así como un control de los accesos y desvíos del tráfico durante las distintas fases de construcción de los nudos y resto de la variante, para no interferir en el tráfico tanto en la carretera a su paso por Chelva como en los distintos caminos de la zona.

5.6. Estudio de Seguridad Vial.

En el presente anejo se confeccionan los perfiles de velocidad de operación, parámetro a utilizar en otros anejos, como en el estudio de la visibilidad, del anejo de diseño geométrico. Se diferencia la velocidad de operación, correspondiente al percentil 85 de la distribución de velocidades a las que circulan los usuarios, de la velocidad de diseño. Esta velocidad de operación es obtenida en todos los puntos de la variante según se trate de rectas, curvas o clotoides de acuerdo con modelos matemáticos que estiman dicha velocidad, permitiendo finalmente confeccionar un perfil continuo.

Además, se evalúa en este anejo la consistencia global y local de la variante propuesta mediante los criterios de Lamm y Camacho, obteniendo resultados favorables en ambos casos.

En cuanto a la homogeneidad del trazado, se ha evaluado la deflexión acumulada en el trazado mediante el CCR, el cual permite tramificar la carretera en tramos de longitud superior a 2000 metros con características homogéneas según el valor del CCR.

Por último, con los parámetros obtenidos y mediante el uso de una función SPF (*Safety Performance Functions),* se estiman los accidentes para un periodo de diez años en la variante. Los resultados obtenidos anuncian una esperable mejora de la actual carretera en cuanto a accidentes, motivando más si cabe la actuación.

5.7. Firmes.

En el desarrollo del anejo de firmes se dimensiona la sección de la explanada y del firme según la Norma 6.1 IC de Secciones de Firme.

Inicialmente se ha categorizado el tráfico pesado en base a su intensidad de paso, obteniéndose la categoría T31. Posteriormente, la categoría de la explanada a disponer es E2, realizándose los rellenos de los tramos proyectados en terraplén con suelo seleccionado con un espesor mínimo de un metro, tal y como indica la citada normativa en el apartado 5. Explanada.

En cuanto a los firmes, en base a la categoría de tráfico pesado y la explanada escogida, se dispone el paquete de firmes siguiente:

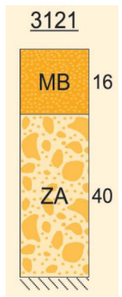


Figura 6. Paquete de firmes de la alternativa norte.

Además, las capas de firme junto con los riegos de adherencia se proyectan según se muestra en la siguiente tabla:

Material de la capa	Espesor
BBTM 8A	2 cm
Riego de adherencia C60B3 ADH (> 250 g/m^2)	
AC22 bin S	6 cm
Riego de adherencia C60B3 ADH (>200 g/m^2)	
AC22 base G	8 cm
Riego de imprimación C50BF4 IMP (> 500 g/m^2)	
Zahorras	40 cm

Tabla 6. Capas del firme para la variante.

5.8. Estructuras.

La alternativa norte para la variante de la cv-35 a su paso por Chelva requiere una serie de estructuras que se describen en el presente apartado. Cabe destacar, que al igual que el resto de estudios del proyecto, las estructuras han sido sometidas a un estudio de soluciones que permitiese encontrar la solución más factible.

Posteriormente se ha procedido a un predimensionamiento de la estructura, y una comprobación de las dimensiones y cuantías dadas, para asegurar la viabilidad de la construcción, y poder realizar un primer presupuesto de la alternativa en su conjunto.

Debido a la orografía el terreno son necesarios dos puentes que salven distintos obstáculos. Estos puentes deben cumplir las características del trazado, y evitar los obstáculos de manera eficiente. Se tienen dos puentes, uno de ellos transcurre sobre el barranco del Remedio y la carretera CV-346, mientras que el otro atraviesa el barranco del Montú. Además de estos dos puentes, se han proyectado dos marcos hidráulicos para permitir el curso del agua en zonas donde se ha considerado innecesario realizar una estructura de mayores dimensiones.

Puente Sobre el Barranco del Remedio y la CV-346.

El puente sobre el barranco del Remedio y la CV-346 es un viaducto de gran longitud, puesto que la calzada avanza sobre un terreno llano con una pendiente considerable. Este viaducto será visible desde el municipio de Chelva, y desde muchos otros lugares de la comarca debido a su localización.

Existen una serie de condicionantes, además de los dos obstáculos principales que el puente debe cumplir:

- Pendiente longitudinal (7,1%).
- Trazado con dos curvas compuestas por clotoides y acuerdos circulares de radios constantes. Los radios de estas son de 150m y 160m.
- Anchura de calzada de 9m a los cuales se deben incluir pretiles en los bordes incrementando dicha anchura a 10.5 m.

El primer estudio se ha basado en fijar la posición de los estribos. En este caso, se tiene mucha libertad debido a la orografía del terreno y a la gran longitud del tramo que avanza. Tras el estudio de soluciones detallado en el anejo correspondiente se ha optado por la siguiente posición final de los estribos: El puente comienza en el Pk 1+922,9 y finaliza en el Pk 2+564,6. Por lo tanto se tiene un viaducto de luz total 641,6m.

El estudio de soluciones se ha basado en encontrar soluciones de mayores o menores luces que permitiesen salvar la totalidad del valle, y principalmente los dos obstáculos principales; de manera que no se invadiese la carretera ni la parte inferior del barranco; las alternativas estudiadas se detallan en el anejo de “Estudio de Soluciones”.

La solución adoptada para el puente sobre el barranco del remedio y la cv-346 consta de un puente continuo losa formada por cuatro tramos independientes separados por juntas elastoméricas, tres de ellos de 179,2m de longitud total y uno de 104m

El primero tramo está formado por una losa de canto constante de 10,5m de ancho y 1,3m de espesor. El primer vano y el último son vanos de compensación de 25,6m de luz, mientras que los 4 vanos intermedios tienen una luz de 32m cada uno. El segundo y cuarto tramo mantienen esta misma distribución de luces para sus vanos.

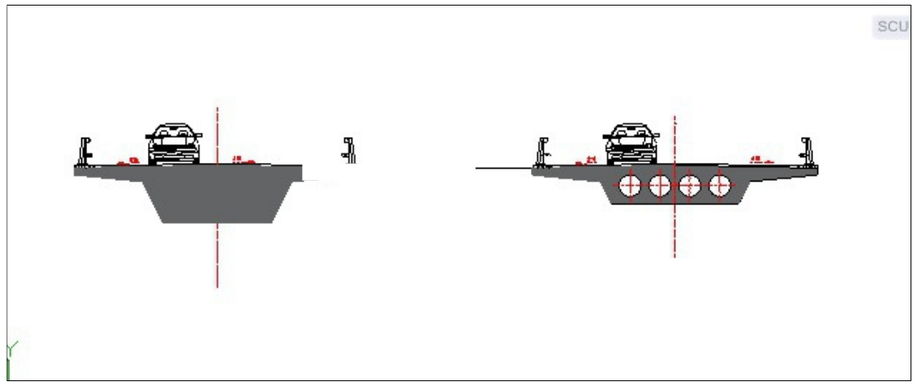


Figura 7. Secciones transversales puente sobre Barranco del Remedio.

El tercer tramo es aquel que se sitúa sobre la carretera CV-346, y debido a la esviación de la calzada con respecto al puente es necesario una luz mayor. Este tramo se compone de una losa canto variable con un canto de 2m en apoyos y de 1,3m en la sección de centro luz.

En total se tiene un puente constituido por 21 vanos de distintas longitudes y 20 pilas de sección circular con dos metros de diámetro. El diseño del fuste de la pila y del cabezal ha sido también estudiado, y puede observarse en los planos correspondientes.

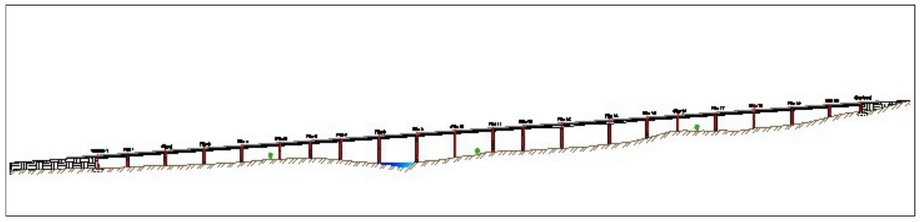


Figura 8. Alzado puente sobre el barranco del Remedio.

A continuación, se muestra una imagen del modelo empleado para el cálculo del puente sobre el barranco del Remedio.

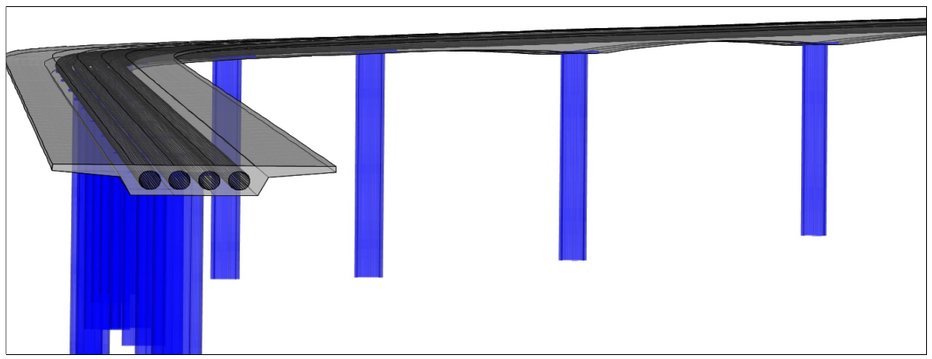


Figura 9. Modelo de cálculo del puente sobre el barranco del Remedio.

A continuación se muestra una imagen en 3D de las pilas empleadas en el puente sobre el barranco del Remedio, dónde se pueden apreciar los distintos tramos de la misma.

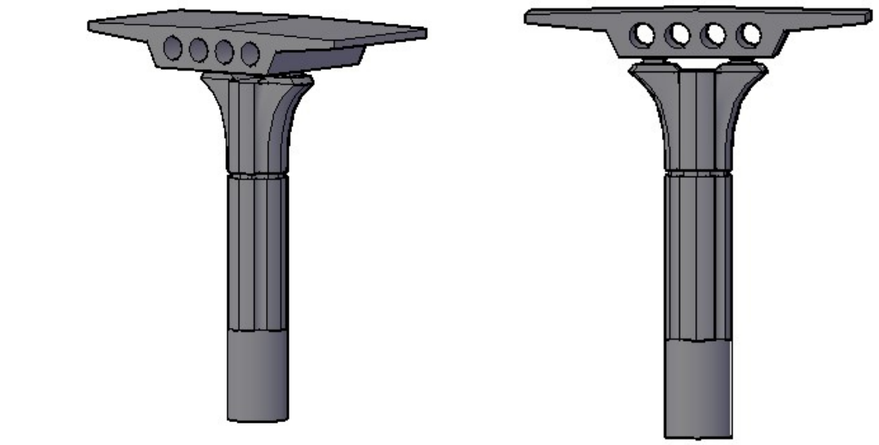


Figura 10. Diseño de pilas 3D.

Puente Sobre el Barranco del Montú.

El barranco del Montú está situado en la parte norte de Chelva, no transcurre próximo a otras carreteras y únicamente será visible desde vías agrícolas y vías periféricas del municipio.

Cuando la carretera transcurre sobre el barranco del Montú se tiene una altura de 29m sobre el punto más bajo del valle. En este tramo es necesario la construcción de una carretera que tiene los siguientes condicionantes:

- Pendiente (7,31%)
- Trazado recto exento de curvas.
- Anchura de calzada de 9m, y se deben incluir pretiles en los bordes por lo que la anchura del tablero será de 10,5m.

Para el estudio de soluciones se ha llevado a cabo un proceso que ha abarcado en primer lugar un estudio sobre la posición de estribos que definiese de manera definitiva la longitud del puente. Este proceso es detallado con mayor grado de detalle en el anejo de estudio de soluciones. . El puente comienza en el PK 3+114,19 y finaliza en el 3+269,44, teniendo por tanto una longitud total de 155,25m

Se ha realizado un estudio de soluciones a partir de esta longitud total, en el cual se han planteado distintas soluciones para salvar el barranco con un número distinto de vanos. Estas alternativas pueden observarse en el anejo de estudio de soluciones.

La solución adoptada finalmente es aquella constituida por un tablero continuo de losa de canto constante. El puente consta de 5 vanos, dos de ellos de compensación con una longitud de 27m, y los tres restantes de 33,75m. La losa proyectada tiene una anchura de 10,5m; los 9m correspondientes a la calzada y 1,5m donde se colocarán los estribos.

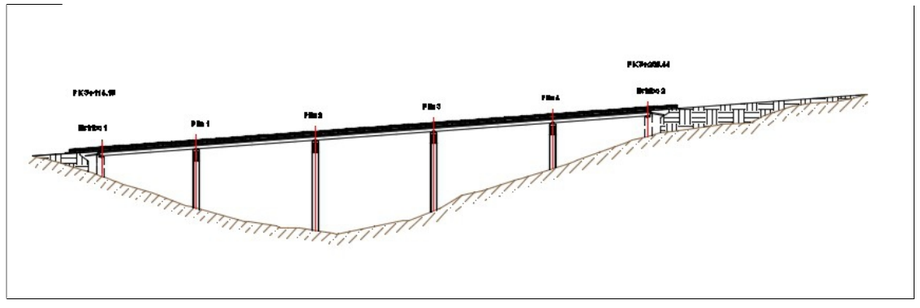


Figura 11. Alzado puente sobre el barranco del Montú.

La sección transversal tiene un canto de 1,3m y esta aligerada en su totalidad menos en las secciones macizadas sobre los apoyos. Las seccione macizadas se han realizado con una anchura de 1,3m sobre estribos y 2,6m sobre las pilas. El motivo de estas secciones macizadas sobre apoyos es favorecer la transmisión de cargas a los elementos de apoyo de manera efectiva. La imagen de la sección transversal se puede ver en la Figura 11 del puente sobre el barranco del Remedio, ya que en las zonas de canto constante la sección transversal es idéntica.

La sección transversal del puente se ha realizado igual a la empleada en el puente sobre el barranco del remedio para tratar todos los puentes del proyecto como una misma unidad y dar un diseño conjunto.

Las pilas del siguiente puente se han diseñado con sección circular de dos metros de diámetro, de manera que respete al máximo la afección al cauce. Las pilas son huecas, con un diámetro interior de 1,2m. El cabezal de las pilas también se ha diseñado en relación con el fuste, y la transición con el mismo se realiza mediante una sección del fuste más asemejada al cabezal.

A continuación, se muestra una imagen del modelo empleado para el cálculo de la estructura.

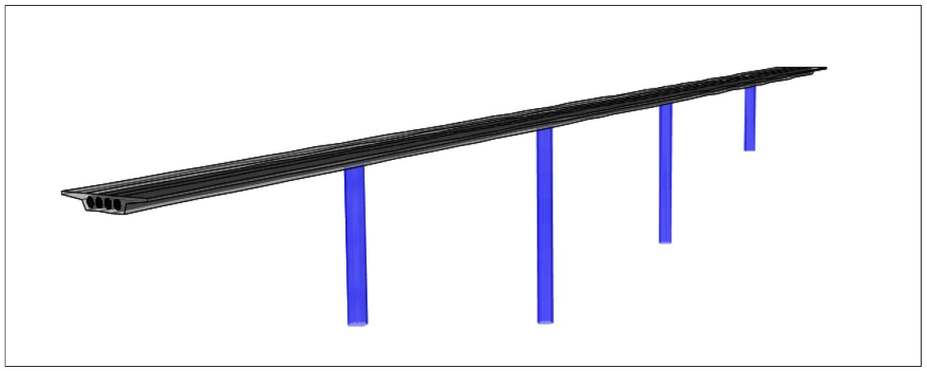


Figura 12. Modelo de cálculo puente sobre el barranco del Montú.

Proceso de Cálculo.

El proceso realizado para el predimensionamiento es detallado en el anejo de superestructuras, pero se resume brevemente en la memoria. Se han modelizado los puentes mediante el programa de cálculo CSiBridge, en el cual se ha introducido la geometría de cada puente, se han introducido las cargas actuantes, y se han definido los distintos casos de carga de acuerdo con la IAP-11.

Al tratarse de puentes continuos, se ha introducido las fases constructivas en el programa de cálculo, de manera que pudiese evaluarse la fase constructiva, y el efecto de este tipo de construcción en los esfuerzos generados por el peso propio y el pretensado. Una vez se han definido los apoyos, los casos de carga, las fases de construcción y se han obtenido las envolventes de esfuerzos más desfavorables para tablero, pilas y estribos.

Estas envolventes se han obtenido para los Estados límites últimos y de servicio, dado que posteriormente se han realizado las comprobaciones correspondientes. Se ha dimensionado la cuantía de armadura activa y pasiva de manera que se pudiese comprobar la viabilidad del diseño planteado para todos los elementos del puente.

Para la comprobación del tablero se ha empleado el prontuario de la EHE08, el cual ha permitido comprobar las secciones frente a los esfuerzos de ELU, y los resultados del CSiBridge para garantizar los ELS de fisuración y deformación (flecha). Las comprobaciones estructurales de las pilas han sido realizadas con el mismo prontuario que el tablero.

Para la comprobación de los estribos y zapatas de las distintas pilas se ha empleado el programa de calculo CYPE. Se han introducido las reacciones obtenidas por el Bridge en las secciones de apoyo sobre estribos y empotramientos de las pilas sobre las zapatas y se han dimensionado los armados para resistir frente a ELU. Por otra parte, se han comprobado los Estados límites de vuelco, hundimiento y deslizamiento de las subestructuras para los esfuerzos obtenidos de la combinación característica más desfavorable en cada uno de los elementos.

De esta manera se han comprobado los elementos de los dos puentes existentes en la alternativa Norte a su paso por Chelva, y se ha estimado el cuadro de precios de las estructuras.

5.9. Afección a cauces.

Se ha llevado a cabo un análisis del comportamiento hidráulico mediante el programa *HEC-RAS 4.1.0* de los barrancos de Bercutilla, del Remedio y del Montú frente a distintas hipótesis de partida o condiciones de contorno, para la variante propuesta por la alternativa Norte, analizando así la respuesta de los mismos frente a la avenida de 500 años de periodo de retorno. Estas situaciones han sido las siguientes:

- Situación actual. En ella se analiza la respuesta hidráulica de los tres barrancos objeto de estudio frente a la avenida de 500 años, comprobando que ésta permanece en todo momento en el interior de los cauces de cada uno de ellos, respectivamente.

- Situación con las estructuras contempladas en la alternativa sobre los barrancos del Remedio y del Montú, respectivamente. La avenida de 500 años no afecta a las estructuras de la Alternativa Norte lo más mínimo en ningún caso (Figuras 13 y 14)

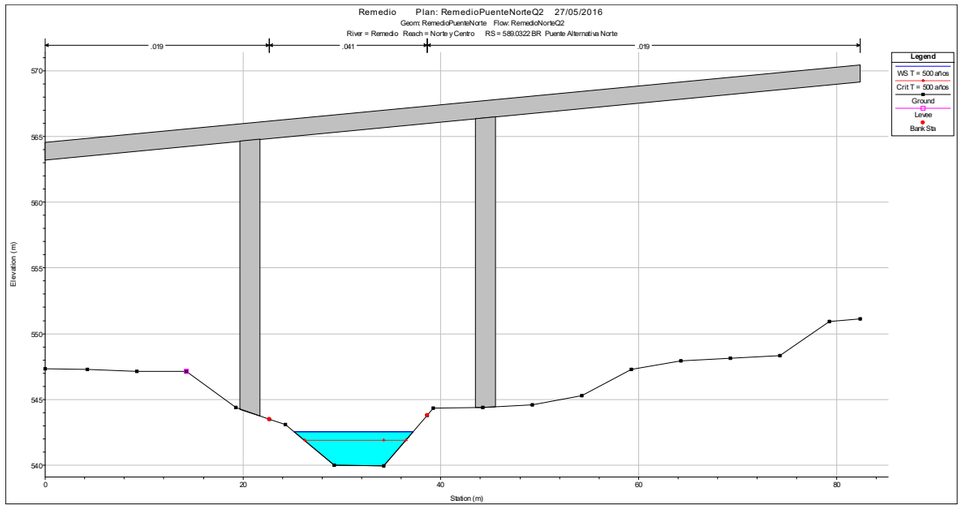


Figura 13. Alternativa Norte. Sección de aguas arriba del viaducto sobre el barranco del Remedio. (HEC-RAS).

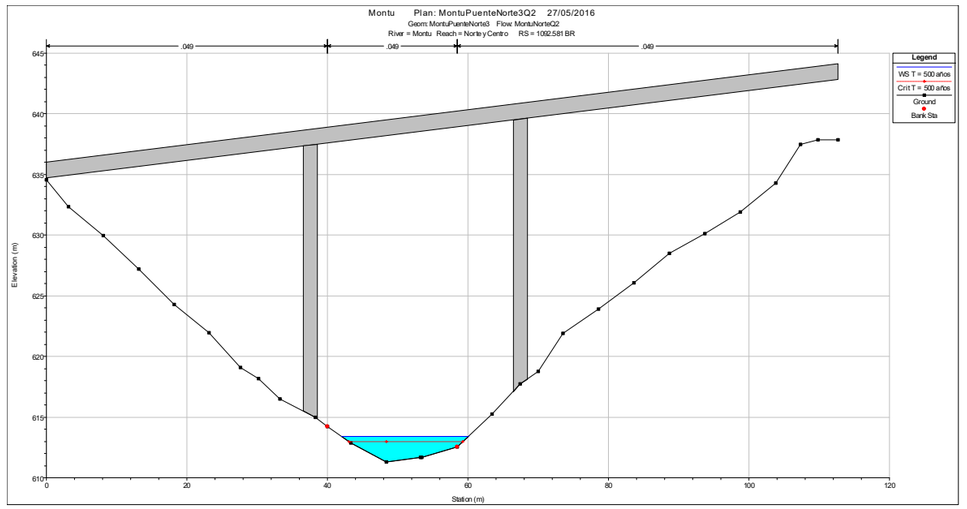


Figura 14. Alternativa Norte. Sección de aguas arriba del viaducto sobre el barranco del Montú. (HEC-RAS).

Como consecuencia de lo anterior, no es necesario disponer de unas medidas de protección frente a ningún tipo de erosión, ni general en lecho y márgenes, ni local en las pilas de los puentes.

6. VALORACIÓN DE LA SOLUCIÓN

6.1. Valoración económica

En el presente apartado se lleva a cabo una valoración del coste económico asociado al conjunto de las unidades de obra previstas a ejecutar en el estudio de soluciones.

La valoración económica se realiza mediante la definición de las unidades de obra correspondientes, que serán en su gran mayoría comunes a las tres alternativas, siendo su resultado el producto del precio unitario de cada una por su medición.

6.2. Presupuesto de ejecución material

A continuación se detalla la valoración económica del total de cada uno de los capítulos considerados, dado que las unidades de obra quedan pormenorizadas al final de este trabajo en el *Documento nº 4: Valoración económica*.

PARTIDA	PRECIO	%
MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DEMOLICIONES	1.902.735,53 €	24,14%
FIRMES Y PAVIMENTOS	1.238.084,83 €	15,71%
ESTRUCTURAS		0,00%
Puente sobre el Barranco del Remedio y la CV-35	2.896.528,33 €	36,75%
Puente sobre el Barranco del Montú	962.772,35 €	12,22%
Marcos hidráulicos	248.557,35 €	3,15%
ADECUACIÓN AMBIENTAL	194.179,02 €	2,46%
SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO	6.082,33 €	0,08%
Drenaje	89.100,00 €	1,13%
Seguridad y Salud	171.694,94 €	2,18%
Gestión de residuos.	171.694,94 €	2,18%
	7.881.429,62 €	
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	**7.881.429,62** €	
13% GASTOS GENERALES	1.024.585,85 €	
6% BENEFICIO INDUSTRIAL	472.885,78 €	
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	**9.378.901,25 €**	
21% IVA	1.969.569,26 €	
PRECIO DE LIQUIDACIÓN	**11.348.470,51 €**	

Tabla 7. Valoración económica de la alternativa.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DOCUMENTO Nº2

MEMORIA Y ANEJOS

ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALENCIA)

ALTERNATIVA CENTRO

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

ALUMNOS QUE FORMAN PARTE DE LA ALTERNATIVA **CENTRO**

Alumno	Estudio
Arteaga Ibáñez, Ignacio	Estudio de soluciones y diseño estructural del puente sobre el barranco del Remedio y CV-346.
Fernández Benítez, Sandra	Estudio de soluciones y diseño estructural del puente sobre el barranco del Montú.
Ortega Díaz, Carlos	Estudio de soluciones y diseño estructural del puente en el Rincón del Calvo.
García Císcar, Isabel	Diseño geométrico y del firme
Martín-Loeches Romero, Alejandro	Análisis del tráfico y de la seguridad vial
Mascarell Gómez, Alba	Estudio hidrológico y de drenaje
Olivas Valera, Sergio	Estudio hidráulico y afección a cauces

ALUMNOS QUE REALIZAN **ESTUDIOS GENERALES** INCLUIDOS EN EL DOCUMENTO

Alumno	Estudio
Almenar Guiot, Olga	Análisis de la situación actual y propuesta de mejoras
Araque Andreu, Antonio	Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el Medio Físico
Cola Romero, José Luis	Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el Medio Biótico
Valero Cercós, Véronique	Estudio Geológico y comprobaciones Geotécnicas

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALENCIA)

ALTERNATIVA CENTRO

Documentos	Alumno
Memoria	**Todos**
Valoración económica	**Todos**

Anejo	Alumno
Geología y geotecnia	**Valero Cercón, Véronique**
Hidrología y drenaje	**Mascarell Gómez, Alba**
Situación actual	**Almenar Guiot, Olga**
Tráfico	**Martín-Loeches Romero, Alejandro**
Diseño geométrico	**García Císcar, Isabel**
Seguridad vial	**Martín-Loeches Romero, Alejandro**
Firmes	**García Císcar, Isabel**
Estructuras. Puente sobre el barranco del Remedio y CV-346	**Arteaga Ibáñez, Ignacio**
Estructuras. Puente sobre el barranco del Rincón del Calvo	**Ortega Díaz, Carlos**
Estructuras. Puente sobre el barranco del Montú	**Fernández Benítez, Sandra**
Estudio hidráulico y de afección a cauces	**Olivas Valera, Sergio**

Índice de planos	Alumno
1. Localización	
2. Situación actual	**Almenar Guiot, Olga**
3. Diseño geométrico del tronco principal	**García Císcar, Isabel**
3.1. Planta general	
3.2. Planta y perfil	
3.3. Secciones tipo	
3.4. Secciones transversales	
4. Estructuras	
4.1. Puente sobre el barranco del Remedio y CV-346	**Arteaga Ibáñez, Ignacio**
4.2. Puente sobre el barranco del Montú	**Fernández Benítez, Sandra**
4.3. Puente sobre el barranco del Rincón del Calvo	**Ortega Díaz, Carlos**
5. Hidráulica	
5.1. Puente sobre el barranco del Remedio	**Olivas Valera, Sergio**
5.2 Puente sobre el barranco del Montú	
6. Impacto Ambiental	**Cola Romero, José Luis**

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

MEMORIA

ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALENCIA).

ALTERNATIVA CENTRO

MEMORIA ALTERNATIVA CENTRO

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES. 3
2. OBJETO. 3
3. LOCALIZACIÓN. 3
4. SITUACIÓN ACTUAL. 4
4.1. Propuestas de mejora de la travesía 4
5. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA. 4
5.1. Geología y geotecnia. 4
5.1.1. Geología 4
5.1.2. Geotecnia 5
5.2. Hidrología y drenaje. 6
5.3. Estudio de tráfico. 7
5.4. Trazado. 8
5.5. Estudio de Seguridad Vial. 9
5.6. Firmes. 9
5.7. Estructuras. 10
5.8. Afección a cauces. 11
6. VALORACIÓN DE LA SOLUCIÓN 12
6.1. Valoración económica. 12
6.2. Presupuesto de ejecución material. 12

1. ANTECEDENTES.

El municipio de Chelva, situado en el interior de la provincia de Valencia, en la comarca de Los Serranos, se ve atravesado por la carretera autonómica CV-35, la cual transcurre desde la ciudad de Valencia hasta la comarca del Rincón de Ademuz.

Esta carretera viene caracterizada por un volumen de tráfico medio con un destacable porcentaje de pesados, lo que genera, a su paso por el municipio de Chelva, numerosos inconvenientes, entre los que cabe destacar la contaminación acústica, la mala funcionalidad y seguridad vial, las afecciones sobre elementos situados en la travesía,…

Por los motivos anteriores viene motivado este estudio para la redacción del Proyecto Básico de la variante a la carretera CV-35 a su paso por Chelva, cuyo objetivo es la eliminación de los inconvenientes anteriormente nombrados.

2. OBJETO.

El presente Trabajo Final de Grado *Estudios para la redacción del proyecto básico de la variante de la carretera CV-35 a su paso por el municipio de Chelva (provincia de Valencia)* consiste en la definición del proyecto constructivo de una variante a la carretera CV-35 a su paso por Chelva, para eliminar o mitigar los problemas que se dan actualmente en dicho tramo.

Estos problemas que se presentan en el tramo son principalmente la disminución de la seguridad vial dentro de la población de Chelva debido a la poca sección de la calzada para el paso de los vehículos pesados procedentes de las instalaciones industriales cercanas al municipio y alrededores, y tiempos de recorrido elevados por la acumulación de pesados.

Ante esta situación y a la vista de una posible expansión de las actividades en dichos polígonos industriales y agrícolas en la zona, se hace necesario el desarrollo del presente trabajo de manera que se mejore la velocidad de desplazamiento y aumente la seguridad vial.

3. LOCALIZACIÓN.

Chelva es un municipio de la Comunidad Valenciana, situado en el interior de la provincia de Valencia (Figura 1), concretamente en la comarca de Los Serranos, también conocida como “Alto Turia”. Cuenta con una superficie de 190,6 km^2, linda al norte con los términos de La Yesa, Andilla, Alpuente y Titaguas, al este con Calles, Domeño y Loriguilla, al sur con Loriguilla, Utiel y Requena, al oeste con Benagéber y Tuéjar, todas en la provincia de Valencia.

Figura 1. Localización Chelva

Figura 2. Chelva

Esta alternativa para por una zona próxima al municipio, volteándolo por el Norte, como muestra la Figura 3.

Figura 3. Localización alternativa centro

4. SITUACIÓN ACTUAL.

La carretera CV-35 es una carretera de la provincia de Valencia, que comunica la ciudad de Valencia con el noroeste de la provincia. Popularmente es conocida como la Pista de Ademúz ya que tiene como referencia final la comarca del Rincón de Ademúz. Se convierte en travesía entre los PK 67+400 y el P.K 68+200.

Dicha travesía soporta un tráfico de 2497 vehículos/día con un porcentaje de pesados del 5,4%, calculados a partir de un aforo manual tomado en enero de 2016 complementado con la estación afín CV-35-080. Se prevé para el año de puesta en servicio (2018) un tráfico de 2569 vehículos, con una tasa de crecimiento anual acumulativo del 1.44%.

En vías interurbanas, el Highway Capacity Manual 2010 define seis niveles de servicio para un régimen continuo de circulación, es decir, sin detenciones producidas por intersecciones o semáforos. Estos niveles se hallan numerados de la A a la F, en orden decreciente de calidad El nivel de servicio actual de la travesía calculado como carretera de clase III según el Highway Capacity Manual 2010 es C. En el año horizonte (2018) se prevé el mismo nivel de servicio.

Este tráfico supone importantes interacciones entre diferentes flujos de tráfico: vehículos, vehículos pesados, peatones, bicicletas, etc. Ello supone la existencia de conflictos de tráfico. Los más destacables involucran a vehículos pesados que circulan por la travesía. En varios puntos de la misma dos vehículos pesados no pueden pasar por el mismo punto al mismo tiempo.

Según datos oficiales se han producido accidentes en la travesía, todos ellos con carácter leve y producidos en las intersecciones cuya causa ha sido, en la mayoría de los casos, una infracción de las normas de la seguridad vial.

4.1. Propuestas de mejora de la travesía

En el tramo de carretera CV-35 a su paso por el municipio de Chelva, se han encontrado una serie de problemas los cuales se pretenden solucionar.

En primer lugar, se propone la creación de distintos itinerarios peatonales, actualmente inexistentes, que evitarían algunos de los conflictos detectados entre peatones y vehículos que circulan por la travesía.

Además, se propone la reubicación de algunas plazas de aparcamiento para mejorar la circulación de vehículos (tanto ligeros como pesados) por el municipio, habilitando un aparcamiento en la parte norte.

Se realizará la propuesta de mejorar la intersección entre la Av/Madereros y C/Mártires, dado que es una zona donde se producen la mayor parte de los conflictos detectados entre los diferentes flujos de tráfico.

Por último, se propone realizar una mejora del acceso al municipio desde Tuéjar, creando una puerta de entrada al núcleo urbano, con la creación de una glorieta o carril de espera, para mejorar, además, los accesos a otros puntos del municipio.

5. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.

5.1. Geología y geotecnia.

A falta de la redacción del Estudio Geológico-Geotécnico correspondiente a este proyecto, se describen los materiales considerados y los datos empleados para la realización del mismo:

5.1.1. Geología

Relación de materiales localizados en el área de estudio, ordenados en orden decreciente de antigüedad:

Triásico. Buntsandstein

- T_B: Areniscas silíceas, rosadas y blancas, con arcillas micáceas.

Triásico. Muschelkalk

- T_{M1}: Dolomías grises y negras con arenisca dolomítica. Calizas dolomíticas.
- T_{M2}: Arcillas y margas rojas, amarillas e irisadas, con yesos y anhidrita.
- T_{M3}: Dolomías negras con calizas o calizo-dolomías grises y ocres.

Triásico. Keuper

- T_K: Margas abigarradas con yesos y sales solubles.
- T_{Ky}: Yesos cristalinos con arcillas rojizas y verdosas.

Jurásico. Hettangiense-Pliensbachiense

- J_{11-13}: Dolomías vacuolares, calizas con ostrácodos, calizas oquerosas, calizas dolomitizadas, calizas brechoideas, dolomías oquerosas, calizas con oolitos y calizas con sílex y lumaquelas.

Cuaternario

- Q_a: Depósitos aluviales. Gravas y arenas.

A continuación se detalla la distribución a lo largo de la traza de la carretera Tabla 1:

PK_{inicio}	PK_{final}	MATERIAL
0+000	0+756,54	T_K
0+756,54	0+868,77	T_{M2}
0+868,77	1+490,35	Q_a
1+490,35	2+168,05	T_{M3}
2+168,05	3+537,95	Q_a
3+537,95	3+775,82	T_{M3}
3+775,82	4+788,57	Q_a

Tabla 1. Distribución a lo largo de la traza

Otras consideraciones que se debe considerar:

- Zona no sísmica.

5.1.2. Geotecnia

Estabilidad de taludes

En roca:

- T_{M1}
- T_{M3}
- J_{11-13}

Admiten taludes verticales. Se recomienda saneo y/o sostenimiento según tamaño de bloque.

En suelos:

- T_{M2}: 1H:3V hasta 9m.
- T_K: 1H:3V hasta 8m.
- T_{Ky}: 1H:3V hasta 9m.
- Q_a: 2,5H:1V hasta 3m.

Datos obtenidos mediante el programa informático SLIDE, según los métodos de Bishop y Janbú simplificados. La altura indicada es la máxima que verifica los coeficientes de estabilidad global de los taludes para ambos métodos.

Estudios para el cálculo de cimentaciones en suelos:

La siguiente Tabla 2 presenta los valores de la carga de hundimiento, en kPa, de los suelos, obtenidos según el método de Brinch-Hansen para un área eficaz de $1m^2$ y distintos planos de cimentación, D.

	Carga de hundimiento, q_h (kPa)				
	D≤1m	**D=2m**	**D=3m**	**D=4m**	**D=5m**
T_k	2024,8	2534,5	3090,5	3624,2	4147,7
T_{m2}	2091,4	2525,2	3001,8	3452,4	3891,2
T_{ky}	2050,8	2445,9	2881,0	3289,8	3686,7
Q_a	210,2	415,4	635,4	856,6	1078,1

Tabla 2. Valores carga de hundimiento

Por último, se indican las tensiones máximas admisibles, en kPa, correspondientes a un factor de seguridad F=3 (Tabla 3).

	Tensión máxima admisible, σ_{adm} (kPa)				
	D≤1m	**D=2m**	**D=3m**	**D=4m**	**D=5m**
T_k	674,9	844,8	1030,2	1208,1	1382,6
T_{m2}	697,1	841,7	1000,6	1150,8	1297,1
T_{ky}	683,6	815,3	960,3	1096,6	1228,9
Q_a	70,1	138,5	211,8	285,5	359,4

Tabla 3. Tensiones máximas admisibles

Estudios para el cálculo de cimentaciones en roca:

Aplicando el apartado 4.5.3 de la Guía de cimentaciones en obras de carretera, se han obtenido los siguientes valores de presión admisible (coeficiente de seguridad implícito):

T_{M1} = 1,92MPa

T_{M3} = 1,55MPa

J_{11-13} = 3,5MPa (Torrecilla-La Gitana); 2,22MPa (El Barco-Norte); 4,7MPa (Norte final).

5.2. Hidrología y drenaje.

El objetivo del estudio hidrológico del drenaje, es principalmente la obtención de los caudales pico de crecida que genera el sistema hidrológico de la zona de estudio para diferentes periodos de retorno. Una vez obtenidos los caudales de crecida se pueden dimensionar las obras de drenaje transversal y longitudinal.

Para poder obtener los caudales de crecida en primer lugar se define el sistema hidrológico, para seguidamente poder caracterizarlo obteniendo sus características hidromorfométricas.

Seguidamente se estima el parámetro de producción de escorrentía. Para la obtención de este parámetro, se definirán los usos del suelo que forman la cubierta de nuestra zona de estudio, esta información la obtendremos del SIOSE. También se definirá la capacidad de uso para el suelo agrícola, suministrada por el COPUT además de la pendiente del terreno. Finalmente para la obtención del umbral de escorrentía se implementará la información obtenida en la tabla del BORM (Boletín Oficial de la región de Murcia).

	P_0
IC1	14.16
SC2	10.85
IC3	14.38
SC4	10.31
IC5	9.57
SC6	10.43
IC7	11.72
SC8	10.05
IC9	14.82
SC10	12.14
SC11	13.83
IC12	14.35
SC13	35
SC14	29.5
IC15	35
SC16	15.54

Tabla.1 Cuantiles de Pd máxima anual adoptados para la cuenca

La serie histórica de la pluviometría de la zona se ha obtenido del resultado de completar los registros de dos estaciones de aforos, la cual llamamos Chelva-Tuéjar. A continuación se obtienen los cuantiles de precipitación máxima anual para poder realizar un análisis estadístico de máximos pluviométricos. Para ello se han empleado las distribuciones siguientes ajustadas por máxima verosimilitud. Gumbel, General Extreme Value (GEV), Two Component Extreme Value (TCEV) y Square Root Exponential Type Distribution of the Maximum (SQRT-ETmax).

PERIODO DE RETORNO	CUANTILES
10	78.372
25	143.811
50	210.775
100	277.382
200	343.73
500	431.272

Tabla.2 Cuantiles de precipitación máxima anual

Para la transformación lluvia-escorrentía, dadas las características de la cuenca, la imposibilidad de calibrar con fiabilidad el modelo hidrológico y los requerimientos de la modelación hidráulica, se ha empleado el método de Témez Modificado. A continuación se han comparado las curvas IDF con la formulación de Témez (1978) y la formulación de Salas (2005), adoptando finalmente las curvas de intensidad-duración y frecuencia IDF de Salas (2005), para calcular los caudales de crecida.

	IC1	SC2	IC3	SC4	IC5	SC6	IC7	SC8	IC9	SC10	SC11	IC12	SC13	SC14	IC15	SC16
10	1.0	3.0	0.2	1.2	0.2	3.3	0.6	4.5	0.4	2.5	0.4	0.3	0.01	0.04	0.01	2.9
25	3.5	9.2	0.7	3.6	0.7	10.0	1.9	13.8	1.3	8.2	1.5	0.9	0.3	0.3	0.2	10.5
50	6.8	17.0	1.4	6.5	1.3	18.2	3.6	25.2	2.4	15.4	2.9	1.8	0.9	0.7	0.5	20.8
100	10.5	25.3	2.1	9.6	1.9	27.0	5.4	37.5	3.8	23.2	4.5	2.7	1.6	1.3	0.9	32.4
200	14.3	33.9	2.9	12.9	2.5	36.1	7.3	50.1	5.2	31.3	6.1	3.8	2.4	1.9	1.4	44.7
500	19.6	45.5	4.0	17.2	3.3	48.3	9.8	67.1	7.1	42.3	8.4	5.1	3.7	2.7	2.0	61.6

Tabla.3 Caudales de crecida

Una vez obtenidos los caudales de crecida se prosigue con el esquema de las inundaciones externas e internas que nos definirán las obras de drenaje longitudinal y transversal que se han de dimensionar. Por una parte se calculan los caudales del sistema hidrológicos vertientes a la carretera, por otra, se calculan los caudales que aporta la plataforma de la propia traza.

A continuación se muestra el esquema de las ODTs y las ODLs.

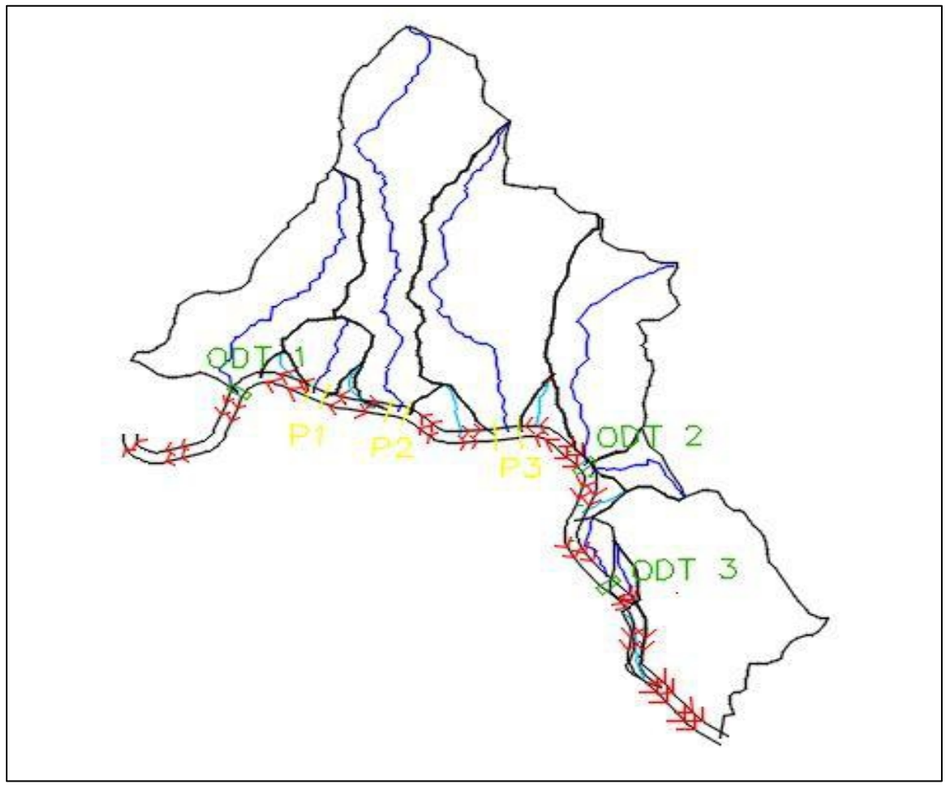


Figura 4 Esquema de drenaje longitudinal y transversal

5.3. Estudio de tráfico.

En el anejo correspondiente al análisis del tráfico se pretende estudiar el volumen de vehículos que circulan por el trazado actual de la CV-35 a su paso por el municipio de Chelva y estimar el volumen potencial que soportaría la nueva variante objeto de estudio, para que una vez obtenidos los resultados principales del anejo tales como la IMD que determinará la capacidad y el nivel de servicio de la vía, éstos puedan ser de aplicación en los restantes anejos de este estudio básico.

Para empezar se realizó el estudio del flujo de tráfico actual mediante la toma de datos en aforos manuales. Los datos obtenidos durante una de las visitas a la zona de actuación son puestos en comparación con los proporcionados por una estación afín. Mediante reglas de tres se obtuvo la IMD (intensidad media diaria) en la actualidad, debido a que el aforo manual realizado en un día laborable tuvo una duración de seis horas. Se muestran los resultados a continuación:

$$Ilab,_{6_h,,1,aforo} = 923 \rightarrow IMD_{\text{año},1} = \mathbf{2497\ veh/dia}$$
$$Ilab,_{6_h,,1,Estacion.Afin} = 728 \rightarrow IMD_{\text{año},1,Estacion.Afin} = 1969\ veh/dia$$

$$Ilab,_{6_h,,2,aforo} = 784 \rightarrow IMD_{\text{año},2} = \mathbf{2121\ veh/dia}$$
$$Ilab,_{6_h,ero,2,Estacion.Afin} = 728 \rightarrow IMD_{\text{año},2,Estacion.Afin} = 1969\ veh/dia$$

$$Ilab,_{6_h,,,} = 372 \rightarrow IMD_{\text{año},Var} = \mathbf{1007\ veh/dia}$$
$$Ilab,_{6_h,,,.Afin} = 728 \rightarrow IMD_{\text{año},Var,Estacion.Afin} = 1969\ veh/dia$$

En la Figura 4 siguiente se adjunta, además, un esquema del tráfico actual que representa el reparto de tráfico para cada sentido entre la variante potencial y la carretera existente:

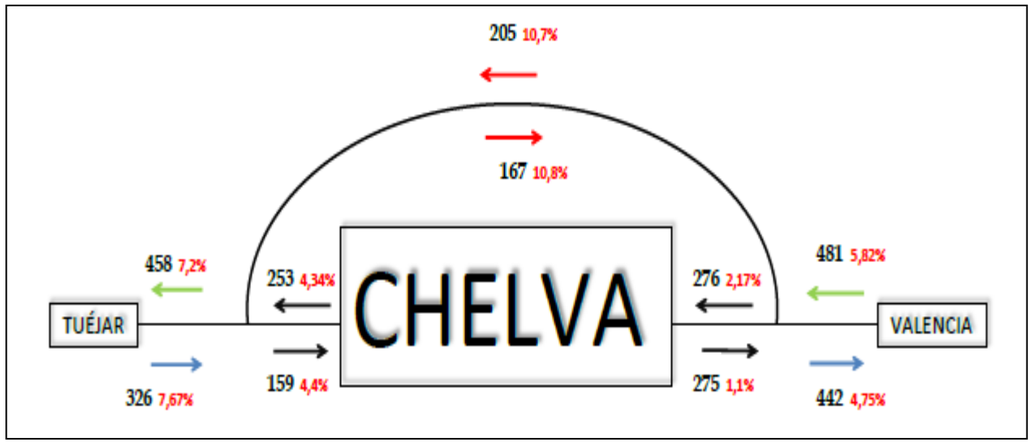


Figura 4: Reparto de tráfico. Situación potencial. Fuente: elaboración propia, Anejo nº4: Análisis del tráfico.

Una vez obtenida la IMD actual, se realiza una prognosis de tráfico con el objetivo de determinar el volumen de tráfico para el año de la puesta en servicio (2021) y para el año horizonte (2041). A su vez, se determinan la IHP (intensidad de hora punta) y el FHP (factor de hora punta), que serán usados en apartados posteriores.

Después de haber analizado el tráfico, se procede a realizar el análisis de la capacidad y del nivel de servicio de la futura variante para predecir, dadas unas condiciones iniciales, cuál será la máxima intensidad que podría circular por la vía en condiciones de seguridad y operatividad sin alcanzar el colapso de la misma. El proceso de cálculo puede ser consultado en el *Anejo nº 4*.

Todos los cálculos y procesos realizados han sido realizados de acuerdo con el *Highway Capacity Manual 2010* (HCM), la norma estadounidense que determina la capacidad y el

nivel de servicio bajo ciertas condiciones ideales de circulación que son modificadas conforme avanza el proceso de cálculo para adaptarse a las características particulares del trazado. En el caso particular objeto de estudio han sido obtenidos los siguientes resultados:

PASO 2: Estimar velocidad de flujo libre	
BFFS	47
F_{ls}	3
F_a	2.5
FFS_z	41.5

PASO 5: Ajuste de demanda		
FHP	0.88	
f_{gPTSF}	Rolling	0.71
E_T	Rolling	1.9
P_T	10.8	
f_{HVPTSF}	0.911410864	

PASO 6: Porcentaje de tiempo en cola	
v_{dPTSF}	91
v_{oPTSF}	61
f_{ddPTSF}	53.5
$BPTSF_d$	10.66628522
a	-0.0014
b	0.973
$PTSF_d$	42.69589048

PASO 8: Determinación del nivel de servicio	
A	
B	SI
C	
D	
E	

Figura 5: Determinación del nivel de servicio. Fuente: elaboración propia, *Anejo nº5: Análisis del tráfico.*

Como complemento al cálculo del nivel de servicio, se realiza un análisis de sensibilidad para disipar la incertidumbre que existe con respecto al porcentaje de tráfico que se repartiría entre el trazado actual restituido y la variante. Dado que los porcentajes obtenidos corresponden a un aforo realizado en un día laborable cualquiera, se debe asumir que existe cierta aleatoriedad que generará dispersión en los resultados, poniendo de manifiesto la necesidad de determinar el nivel de servicio de forma más exhaustiva. Para estudiar el nivel de servicio en el supuesto descrito, se ha utilizado el llamado *Método de Montecarlo*, cuya implementación y resultados pueden ser consultados en el apartado dedicado al análisis de sensibilidad del *Anejo nº 4*.

5.4. Trazado.

El trazado ha sido diseñada en base a la Instrucción de Carreteras 3.1-IC del Ministerio de Fomento, y por tanto cumple las exigencia de esta normativa, como se detalla en el *Anejo 5: diseño geométrico*

La variante es una carretera convencional de dos carriles, uno para cada sentido de circulación, con características de una C-60. Posee aproximadamente 4.300 metros de longitud. El trazado de esta carretera el volumen de tráfico que atraviesa el municipio de Chelva.

La sección transversal es una plataforma de 11 metros con las siguientes características:

- Carril: 3,5 metros
- Arcén 1 metro
- Berma: pavimentada de 1 metro

En las zonas donde ha sido necesario se han dispuesto cunetas trapezoidales.

En la Figura 6 queda esquematizada la sección transversal.

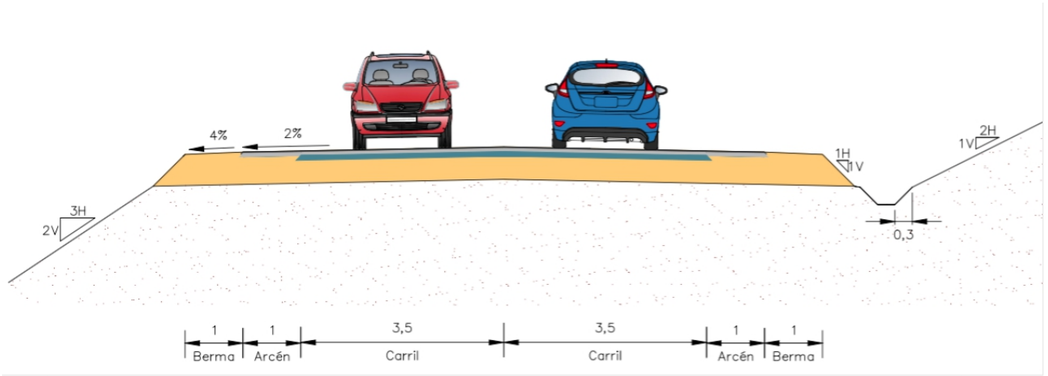


Figura 6. Sección transversal

Dada la sinuosidad de la orografía del terreno, como se puede observar en el perfil longitudinal (Figura 7), los movimientos de tierra son importantes.

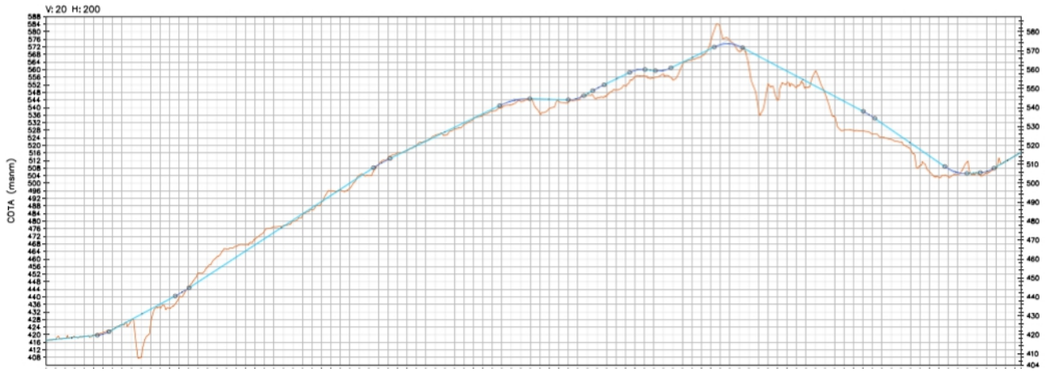


Figura 7. Perfil longitudinal

5.5. Estudio de Seguridad Vial.

En el anejo correspondiente al estudio de la seguridad vial se persigue garantizar el cumplimiento de la normativa por parte del diseño geométrico que proporcione como resultado un trazado con condiciones de operatividad y seguridad óptimas para los usuarios.

Para garantizar dichas condiciones de seguridad en lo que a términos de velocidad se refiere, se parte del estado de alineaciones perteneciente al diseño geométrico como base para determinar su perfil de velocidad de operación. El proceso de obtención de dicho perfil se detalla en el *Anejo nº 6.*

Una vez obtenido el perfil de velocidad de operación, se analiza su consistencia para evaluar si las condiciones que se encontrarán los futuros usuarios de la variante se adecúan a sus expectativas. Esta evaluación se realiza mediante la comparación de los resultados obtenidos con los valores recomendados por el Criterio II de Lamm para consistencia local y con un parámetro C de consistencia global. Dichos criterios son los siguientes:

CRITERIO II DE LAMM: CONSISTENCIA SEGÚN V_{85}		
Buena	Aceptable	Pobre
$\lvert V_{85,i} - V_{85,\ i+1}\rvert \leq 10$	$10 \leq \lvert V_{85,i} - V_{85,\ i+1}\rvert \leq 20$	$\lvert V_{85,i} - V_{85,\ i+1}\rvert > 20$
Mantener el diseño	Señalización o rediseño	Rediseño del trazado

Tabla 4. Cálculo de la consistencia local entre elementos consecutivos. Fuente: elaboración propia aplicando el Criterio II de Lamm.

CRITERIO DE CONSISTENCIA GLOBAL		
Buena	Aceptable	Pobre
C > 5	3,9 < C ≤ 5	3,9 ≤ C

Tabla 5. Criterio consistencia global. Fuente: elaboración propia.

Los resultados obtenidos proporcionan un parámetro global de consistencia de C=4,381 y unos valores de consistencia locales entre lo considerado como bueno y aceptable (ver *Anejo nº 6*). Cabe destacar que este proceso ha sido realizado de forma iterativa, ya que para obtener el trazado definitivo, se han utilizado estos criterios para introducir progresivamente las modificaciones pertinentes.

Otro parámetro que ha influido en el diseño es la visibilidad de parada. Se ha realizado por ello un análisis de visibilidad cuyos resultados pueden apreciarse tanto en el *Anejo nº 5* como en el *Anejo nº 6*. La interacción entre el diseño y la seguridad vial vuelve a ser crucial en este apartado, y como se puede comprobar en el *Apéndice III* correspondiente al *Anejo nº 6*, la primera comprobación dio lugar a un rediseño del trazado, poniendo de manifiesto la importancia de la coordinación entre ambas partes.

Se realiza por último una estimación de accidentes para los próximos diez años mediante un SPF (Safety Performance Function), que valiéndose de una fórmula dependiente de parámetros determinados por el autor, utiliza la longitud del trazado, su consistencia y su IMD para estimar el número de accidentes y poder compararlos con los datos históricos disponibles en un periodo de diez años (2002-2011).

	Actualidad (2016)	Puesta en servicio (2021)	Año horizonte (2041)
IMD promedio	2156	2315	3082
y_{10} (accidentes)	8,102	8,61	10,9

5.6. Firmes.

Para la determinación del firme se han estudiado diferentes alternativas atendiendo a criterios económicos y técnicos. La solución adoptada, es una de las combinaciones presente en la Norma 6.1 IC “Secciones de Firme” del Ministerio de Fomento.

Tras el tratamiento de datos del aforo manual realizado el 28 de enero de 2016, se ha obtenido una IMD_P para el año horizonte de 118 vehículos pesados/días, 65 vehículos pesados/día para el carril de proyecto. Esto establece una categoría T31 de tráfico pesado.

La explanada está definida tanto por la categoría del tráfico como por el material de la traza de la carretera. Al no tener una categoría de tráfico muy elevada se proyecta una explanada E2. Como la traza discurre sobre roca, la solución para la explanada es la que se muestra en la Figura 8.

Figura 8. Solución explanada

El paquete de firmes para la calzada, en todo el trazado de la variante, es la sección 3121, como se puede ver en la Figura 9:

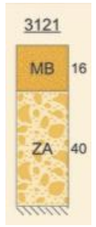


Figura 9. Solución adoptada. Fuente: Norma 6.1-IC

La sección del firme esta compuesta por 40 centímetros de zahorra artificial y 16 de mezcla bituminosa. Esta última se divide en tres capas: la base de _ centímetros de mezcla _, la capa intermedia de X centímetros de mezcla X y la capa de rodadura de X centímetros de mezcla X.

En la tabla se muestra con detalle el paquete de firme adoptado.

Capa	Mezcla	Espesor	Betún	Dotación (% en masa)
Rodadura MBD	BBTM 8 B	3 cm	50/70	4.75%
Riego de adherencia C60BP3 ADH				
Intermedia MBC	AC32 bin S	5 cm	50/70	4%
Riego de adherencia C60BF3 ADH				
Base MBC	AC32 base G	8 cm	50/70	4%
Riego de imprimación C60BF4 IMP				
Base	Zahorra artificial	40 cm	-	-

Tabla 6. Detalle firme adoptado. Fuente: elaboración propia.

El firme para los arcenes posee el mismo espesor tanto de capa de rodadura como intermedias. Debajo de estas dos capas se rellena una zahorra artificial hasta alcanzar la cota de la explanada.

5.7. Estructuras.

En el anejo correspondiente al cálculo y diseño de estructuras se pretende resolver los desniveles existentes en el trazado de la carretera diseñada en el anejo de trazado.

Como se puede observar en dicho capítulo, existen 3 desniveles de importancia a salvar mediante la construcción de 3 puentes. El primero se encuentra situado en el barranco del Remedio entre el PK 2+569,97 y el PK 2+664,87. El segundo en el barranco del Montú se presentará en septiembre. Y el tercero en el barranco del Rincón del Calvo entre el PK 3+695,94 y el PK 3+876,84.

El primer puente está formado por 3 vanos de 29,20; 36,50 y 29,20 metros y el tercero por 5 vanos de 31,50 metros en los vanos extremos y 39,30 metros los centrales.

Como el rango de luces en los dos puentes se encuentra en un intervalo que permite la construcción de una misma tipología de puente, para ahorrar en costes de construcción así como por la idoneidad de la solución para estos rangos de luces, se ha optado en los dos casos por una solución tipo losa de canto constante, siendo ésta de 1,35 metros para el primer caso y de 1,40 metros para el tercero.

Las dos losas se encuentran aligeradas mediante aligeramientos circulares de poliestireno expandido, en el caso del primer y tercer puente hay 3 aligeramientos de 0,45 metros de radio con una separación entre centros de 1,30 metros.

El ancho de los tableros es de 10,50 metros según se indica en la normativa 3.1 IC, estando conformado por 2 carriles de 3,50 metros, 2 arcenes de 1 metro y 2 pretiles de 0,75 metros de ancho cada uno.

Dichos tableros presenta un bombeo del 2% hacia ambos lados, conseguido mediante relleno de hormigón no estructural que se debe considerar como carga muerta a la hora de proyectar el puente.

Ambos puentes están pretensados mediante 2 tendones por alma (4 almas), estando cada tendón formado por 22 torones, y siendo la fuerza de pretensado de cada tendón de 4296,6 KN, equivalente a un 70% de su fuerza de rotura.

En el caso del puente del barranco del Rincón del Calvo, será necesario preestablecer el trazado del pretensado, pues, debido a su longitud es necesario realizar el puente por fases y por tanto los cables de pretensado deben pasar por el punto medio de la sección en el cambio de fase para realizar las operaciones de tesado, las cuales se realizarán siempre desde el final de cada fase y del final del puente.

En cuanto a las pilas se han seleccionado pilas circulares para disminuir las afecciones que puedan sufrir en el caso de presencia de agua. En el primer puente éstas presentan unas alturas entre 4 y 6 metros, y en el otro entre 9 y 25 metros. Las zapatas serán de 5,50 x 7,50 x 1,50 en el primer caso para ambas pilas, mientras que en el segundo se diferencian dos casos, las superiores a 12 metros tendrán una zapata de 6,7 x 6,7 x 1,15 y la inferior de 7,4 x 7,4 x 1,3.

5.8. Afección a cauces.

Se ha llevado a cabo el análisis del comportamiento hidráulico mediante el programa *HEC-RAS 4.1.0* de los barrancos de Bercutilla, del Remedio y del Montú frente a distintas hipótesis de partida o condiciones de contorno para la variante propuesta por la Alternativa Centro, analizando así la respuesta de los mismos frente a la avenida de 500 años de periodo de retorno. Estas situaciones han sido las siguientes:

- Situación actual. En ella se analiza la respuesta hidráulica de los tres barrancos objeto de estudio frente a la avenida de 500 años, comprobando que ésta permanece en todo momento en el interior de los cauces de cada uno de ellos, respectivamente.
- Situación con las estructuras contempladas en la alternativa sobre los barrancos del Remedio y del Montú, respectivamente. La avenida de 500 años afecta a las estructuras de la Alternativa Centro, poniendo en peligro su estabilidad debido a la socavación potencial generada por el flujo de la avenida.

Como consecuencia de lo anterior, se dimensionan unas medidas de protección para que las estructuras de la Alternativa Centro no se vean afectadas y sean estables frente al paso de la corriente durante los episodios de avenidas en dichos barrancos. Estas medidas consisten en:

- Regularización del cauce. En esta actuación se modificará la sección transversal de cada barranco, tanto en el lecho como en las márgenes, evitando así taludes elevados, homogeneizando la sección y mejorando la capacidad hidráulica de la misma. También se crearán bermas horizontales alrededor de las cimentaciones de las pilas que faciliten tanto la ejecución de las mismas como la colocación de las medidas de protección alrededor de ellas (Figura 10 y Figura 11).
- Actuación bajo los puentes. Se protegerá el lecho y las márgenes del cauce frente a la erosión general con un revestimiento de geoceldas de 20 cm de espesor en el caso del barranco del Remedio, y con un revestimiento de escollera (D_{50} = 0.3 m) de dos capas de espesor en el caso del barranco del Montú. Las pilas de los puentes se protegerán frente a la socavación local con un manto de escollera de dos capas en ambos casos, de 0.6 y 0.8 metros de espesor respectivamente.
- Actuación en las zonas de aguas arriba y aguas abajo de los puentes, envolventes de la actuación anterior. En esta intervención se establecerá una zona con una estabilidad y rugosidad suficientes para que se resistan las tensiones tangenciales generadas por el paso de la corriente, protegiendo así el lecho y las márgenes frente a la erosión general. Además, en el caso del barranco del Montú, se rectificará también la pendiente longitudinal del lecho para evitar el régimen crítico y pasar al régimen lento en las inmediaciones del puente, creando las adecuadas zonas de transición y condiciones de contorno del flujo tanto aguas arriba como aguas abajo del tramo que se desea proteger mediante los denominados “rastrillos de escollera”.

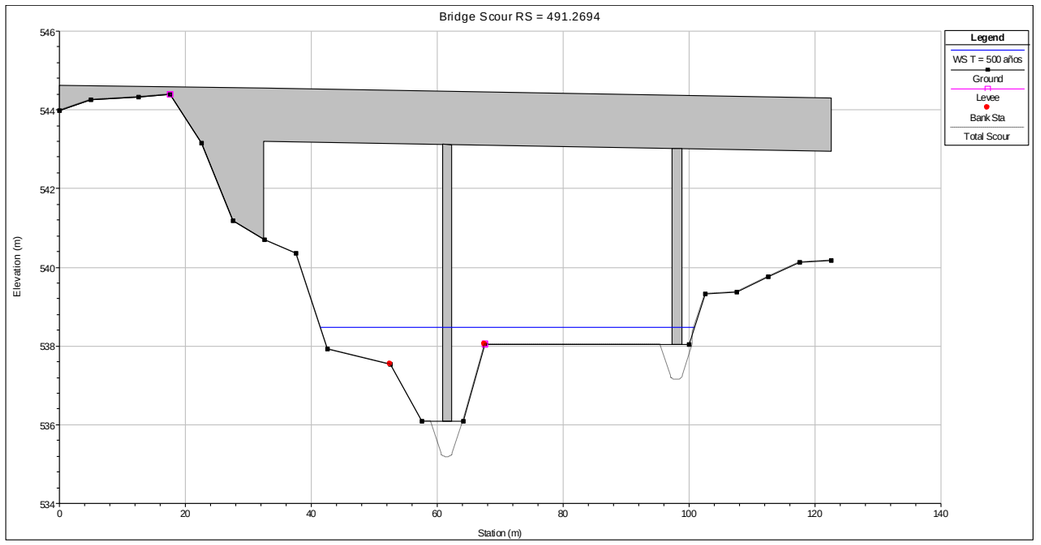


Figura 10. Alternativa Centro, puente sobre el barranco del Remedio. Regularización de la sección transversal del tramo a proteger (60 m) y socavación local en pilas. (HEC-RAS).

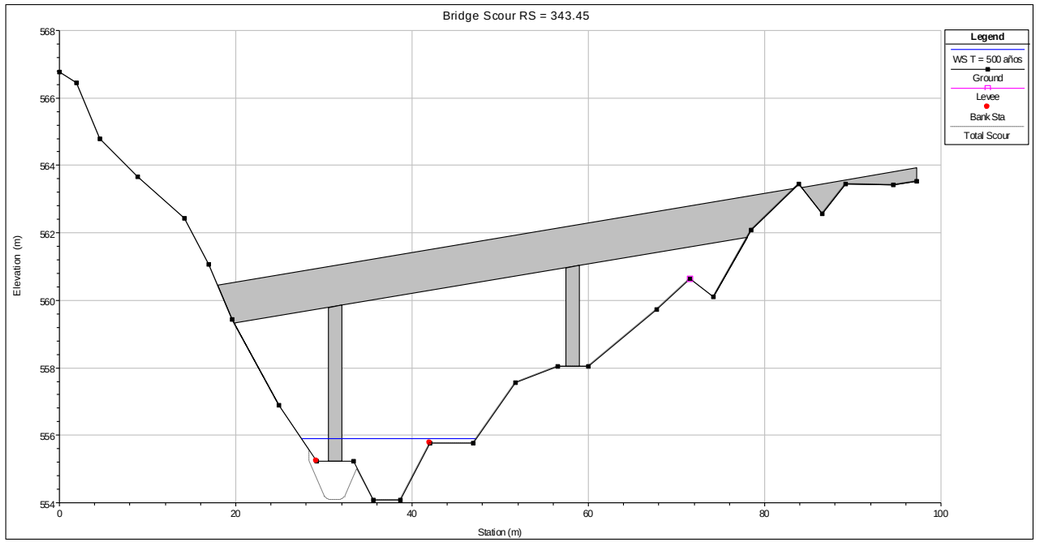


Figura 11. Alternativa Centro, puente sobre el barranco del Montú. Regularización de la sección transversal del tramo a proteger (60 m) y socavación local en pilas. (HEC-RAS).

Tras la el estudio de dichas medidas, su definición, dimensionamiento y caracterización de las mismas, la estabilidad del cauce frente a la erosión general y de las pilas frente a la socavación local está garantizada, así como la capacidad hidráulica de cada uno de los barrancos en los tamos de estudio.

Por último, cabe destacar que estas medidas de protección son una solución técnica y económicamente viable, así como respetuosas con el medio ambiente.

6. VALORACIÓN DE LA SOLUCIÓN

6.1. Valoración económica.

En el presente apartado se lleva a cabo una valoración del coste económico asociado al conjunto de las unidades de obra previstas a ejecutar en el estudio de soluciones.

La valoración económica se realiza mediante la definición de las unidades de obra correspondientes, que serán en su gran mayoría comunes a las tres alternativas, siendo su resultado el producto del precio unitario de cada una por su medición.

6.2. Presupuesto de ejecución material.

A continuación se detalla la valoración económica del total de cada uno de los capítulos considerados, dado que las unidades de obra quedan pormenorizadas al final de este trabajo en el *Documento nº 4: Valoración económica*.

Capítulo 1: Movimiento de tierras y demoliciones	2241390,46 €
Capítulo 2: Firmes y pavimentos	662749,13 €
Capítulo 3: Obras hidráulicas	108749,4 €
Capítulo 4: Estructuras	1872817,02 €
Capítulo 5: Adecuación ambiental	194179 €
Capítulo 6: Señalización y balizamiento.	54000 €
Capítulo 7: Drenaje	75250 €
Capítulo 8: Seguridad y Salud	171694.939 €
Capítulo 9: Gestión de residuos.	171694.939 €
Total (Presupuesto de ejecución material)	**5.552.274,91 €**

Tabla 7. Valoración económica. Fuente: elaboración propia.

Es necesario destacar que en el capítulo 4 dedicado a estructuras, uno de los tres puentes ha sido calculado mediante ratios, debido a que los datos de las unidades de obra no estaban disponibles. Para ello, se la realizado una media entre el coste por metro lineal de los otros dos puentes y el valor obtenido se ha aplicado al puente en cuestión multiplicándolo por su longitud. Esto puede observarse en el apartado 4.3 del *Capítulo 4: Estructuras* correspondiente a la valoración económica que se ubica en el *Documento nº4: Valoración económica.*

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

ANEJOS

ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALENCIA)
ALTERNATIVA NORTE

ÍNDICE DE ANEJOS

1. Geología y geotecnia.
2. Hidrología y drenaje.
3. Situación actual.
4. Tráfico.
5. Diseño geométrico.
6. Seguridad vial.
7. Firmes.
8. Estructuras. Bases de cálculo.
9. Estructuras. Estudios de soluciones.
10. Estructuras. Cálculo de superestructuras.
11. Estructuras. Cálculo de subestructuras.
12. Estudio hidráulico y de afección a cauces.
13. Diseño geométrico de los nudos.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

ANEJOS

ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALENCIA)

ALTERNATIVA CENTRO

ÍNDICE DE ANEJOS

1. Geología y geotecnia.
2. Hidrología y drenaje.
3. Situación actual.
4. Análisis del tráfico.
5. Diseño geométrico.
6. Seguridad vial.
7. Firmes.
8. Estructuras. Puente sobre el barranco del Remedio y CV-346.
9. Estructuras. Puente sobre el barranco del Rincón del Calvo.
10. Estructuras. Puente sobre el barranco del Montú.
11. Estudio hidráulico y de afección a cauces.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

ANEJO Nº12 (ALTERNATIVA NORTE) – ANEJO Nº11 (ALTERNATIVA CENTRO)

ESTUDIO HIDRÁULICO Y DE AFECCIÓN A CAUCES

ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALENCIA)

ALTERNATIVAS NORTE Y CENTRO

ANEJO 12 (ALTERNATIVA NORTE) - ANEJO 11 (ALTERNATIVA CENTRO). ESTUDIO HIDRÁULICO Y DE AFECCIÓN A CAUCES

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN. ESTUDIO HIDRÁULICO DE LAS ACTUACIONES……..3
2. INFORMACIÓN DE PARTIDA……..5
2.1. Visita de campo e inspecciones in situ……..5
2.2. Geología y geotecnia……7
2.3. Hidrología……7
3. MODELO DE SIMULACIÓN HIDRÁULICO……9
3.1. Alcance del modelo……9
3.2. Base morfológica……10
3.3. Parámetros hidráulicos……15
3.3.1. Número de Manning o coeficiente de rugosidad n……15
3.3.1.1. Barranco de Bercutilla……19
3.3.1.2. Barranco del Remedio……20
3.3.1.3. Barranco del Montú……22
3.3.2. Coeficientes de contracción y expansión……24
3.3.3. Condiciones de contorno……24
3.4. Situación actual……25
3.4.1. Barranco de Bercutilla……25
3.4.2. Barranco del Remedio……30
3.4.3. Barranco del Montú……33
3.5. Situación con las estructuras de la Alternativa Norte……36
3.5.1. Modelación del viaducto sobre el barranco del Remedio……36
3.5.2. Modelación del puente sobre el barranco del Montú……43
3.6. Situación con las estructuras de la Alternativa Centro……48
3.6.1. Modelación del puente sobre el barranco del Remedio……48
3.6.2. Modelación del puente sobre el barranco del Montú……54
4. ANÁLISIS HIDRÁULICO-SEDIMENTOLÓGICO. ESTUDIO DE LA EROSIÓN O SOCAVACIÓN POTENCIAL……..60
4.1. Introducción……..60
4.2. Erosión en las estructuras de la Alternativa Norte……61
4.3. Erosión en las estructuras de la Alternativa Centro……61
5. MEDIDAS DE PROTECCIÓN……67
5.1. Medidas de protección para las estructuras de la Alternativa Norte……67
5.2. Medidas de protección para las estructuras de la Alternativa Centro……67
5.2.1. Regularización de las secciones transversales……68
5.2.2. Estabilidad frente a la erosión general. Dimensionamiento de las protecciones en lecho y márgenes……68
5.2.3. Estabilidad frente a la erosión local. Dimensionamiento de las protecciones de las pilas……70
5.2.4. Caracterización de las medidas de protección……71
5.2.4.1. Protecciones en el barranco del Remedio……71
5.2.4.2. Protecciones en el barranco del Montú……72
6. ESTIMACIÓN ECONÓMICA……75
6.1. Unidades de obra……75
6.2. Mediciones……76
6.3. Estimación del presupuesto de ejecución material (P.E.M.)……76
7. SÍNTESIS Y CONCLUSIÓN……77
8. BIBLIOGRAFÍA……78

APÉNDICE I – CÁLCULOS DE LA SITUACIÓN ACTUAL……79
APÉNDICE II – CÁLCULOS DE LA ALTERNATIVA NORTE……97
APÉNDICE III – CÁLCULOS DE LA ALTERNATIVA CENTRO……104

1. INTRODUCCIÓN. ESTUDIO HIDRÁULICO DE LAS ACTUACIONES.

Los cursos fluviales en los que se centra el estudio del presente documento no tienen la entidad de ríos, sino que se trata de barrancos de carácter torrencial y temporal efímero (más de trescientos días al año sin caudal), a los cuales se les asocian las aportaciones en los meses de Septiembre y Octubre principalmente. Son aquellos que cruzan las alternativas Norte y Centro propuestas en las actuaciones de los estudios. En concreto y de Este a Oeste, los barrancos son: el barranco de Bercutilla, el barranco del Remedio, el barranco del Montú y el barranco del Convento. Todos ellos son afluentes por la margen izquierda del río Tuéjar, situado al sur del municipio de Chelva (fig. 1 y fig. 2).

Fig. 1. Confederación Hidrográfica del Júcar (CHJ) con la localización del estudio.

Fig. 2. Situación de los barrancos y del municipio de Chelva. (Google Maps).

El objeto de este anejo es el análisis de la interacción entre el cauce de cada uno de los barrancos citados anteriormente y las estructuras previstas que los cruzan en cada alternativa, correspondiéndose éstas a un viaducto y un puente en la alternativa Norte y dos puentes en la alternativa Centro, respectivamente. Se ha considerado en el análisis de la situación la avenida de 500 años de periodo de retorno para la comprobación de las cimentaciones de las estructuras frente a la socavación (erosión) de las pilas y estribos según la *Norma 5.2 - IC Drenaje Superficial* de la *Instrucción de Carreteras*. Tras su evaluación, se diseñarán las obras de ingeniería fluvial y las medidas de protección necesarias para minimizar el impacto negativo de la interacción entre el flujo de las avenidas y las estructuras.

Para el estudio de dicho análisis se ha realizado un modelo de simulación hidráulico con el programa informático *HEC-RAS 4.1.0,* software desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (U.S. Army Corps Of Engineers, USACE), partiendo de los datos cartográficos e hidrológicos disponibles y asumiendo valores de otros parámetros hidráulicos razonados por el autor en los apartados correspondientes.

Por último, cabe destacar que de los cuatro barrancos citados, el estudio se centra fundamentalmente en los barrancos del Remedio y del Montú, ya que, por su parte, los barrancos de Bercutilla y del Convento son salvados por obras de drenaje transversal distintas a los puentes o viaductos citados anteriormente, las cuales no tienen la entidad de los mismos, quedando por tanto fuera del alcance de este documento y evaluadas en el *Anejo 5. Diseño Geométrico*.

Sin embargo, el barranco de Bercutilla sí que ha sido modelado y simulado para la situación actual en la que se encuentra, dada su proximidad al trazado de la Alternativa Norte hasta que ésta cruza dicho barranco, comprobando así que el nivel de la lámina de agua para la avenida de 500 años de periodo de retorno jamás alcanzará dicho trazado. Todo ello se verá en los apartados correspondientes del presente anejo.

2. INFORMACIÓN DE PARTIDA.

Las nuevas variantes Norte y Centro se emplazan alrededor del municipio de Chelva, perteneciente a la Comunidad Valenciana situado en el interior de la provincia de Valencia, concretamente en la comarca de Los Serranos, también conocida como "Alto Turia" (fig. 3). Dista unos 70 kilómetros de la capital, Valencia, por la actual carretera CV-35 que une ésta con Ademuz.

El término municipal de Chelva ocupa una superficie de unos 190 kilómetros cuadrados. Linda al Norte con los términos municipales de La Yesa, Andilla, Alpuente y Titaguas, al Este con los de Calles, Domeño y Loriguilla, al Sur con los de Loriguilla, Utiel y Requena, y al Oeste con los de Benagéber y Tuéjar, todos ellos situados en la provincia de Valencia (fig 3).

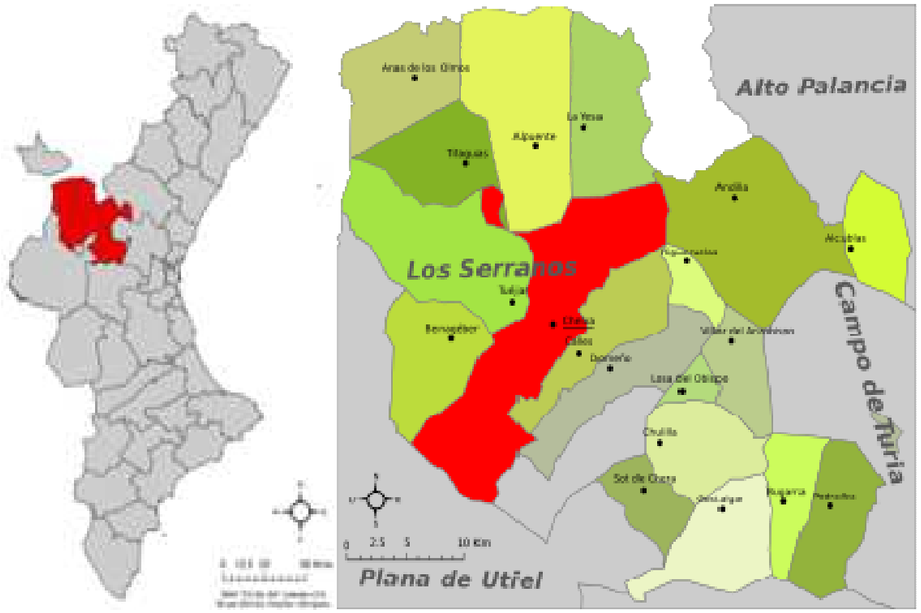


Fig 3. Mapas de situación de la comarca de Los Serranos y del municipio de Chelva en la Comunidad Valenciana.

Chelva posee una población de 2.100 habitantes (según el INE de 2009), 2.000 localizados en su casco urbano y el resto en pedanías cercanas. La población indicada es muy estacional y las variaciones a lo largo del año son importantes, especialmente en la época de vacaciones. En invierno difícilmente pasa de 1.200 habitantes, mientras que en verano, sobre todo en Agosto, supera fácilmente los 5.000.

Por último, y haciendo referencia a la geografía fluvial, el pueblo se encuentra posicionado en la margen izquierda del río Tuéjar, al Norte del mismo y delimitado por los Barrancos de Bercutilla y del Remedio al Este, y del Montú y del Convento al Oeste, respectivamente (fig. 2).

2.1. Visita de campo e inspecciones in situ.

El 28 de Enero de 2016 se realizó una visita de campo al municipio de Chelva y alrededores por los integrantes (y sus tutores) de las memorias de ambas alternativas, Norte y Centro, para entender y conocer de primera mano el terreno donde se van a emplazar las obras de las actuaciones en cuestión. Esta visita fue útil sobre todo para tener en cuenta aquellos detalles que no se pueden apreciar sobre planos y que necesitan ser analizados in situ. Además, es de vital importancia llevar a cabo un seguimiento de los parámetros escogidos para modelizar la zona de estudio.

La visita se dividió en dos grupos alternos que recorrerían el itinerario previsto en distintas fases para conocer la ubicación de las obras, las características del terreno, los posibles problemas constructivos al establecer los diferentes trazados de cada alternativa, la cantidad de tráfico de la zona, problemas hidráulicos, impactos ambientales, etc.

En dicha visita se recorrió de manera alterna el itinerario preestablecido inicialmente por los dos grupos para analizar las diferentes opciones de actuación que ofrecía la zona, para más tarde descartar las que no que fueran viables ambiental, constructiva o económicamente. Así, por ejemplo, la que ahora está definida como

Alternativa Norte era en un principio Alternativa Sur, cuyo trazado estaba pensado para pasar justo al sur del municipio, pero se descartó debido a impactos ambientales muy negativos que afectaban al patrimonio histórico de Chelva, por lo que se pasó al norte, más al norte de lo que ahora es la Alternativa Centro (que bordea el pueblo por el norte y que, por tanto, en el planteamiento inicial, era la Alternativa Norte).

A continuación se muestra una serie de fotografías realizadas en la visita de campo en las que se pueden observar algunos de los aspectos de la zona sobre las que irán las actuaciones, enfocadas en este anejo a los cursos fluviales (fig. 4, fig. 5 y fig. 6).

Fig. 4. Barranco de Bercutilla visto desde La Torrecilla. (Fotografía del autor).

Fig. 5. Barranco del Remedio a orillas del campo de fútbol de Chelva. (Fotografía del autor).

Fig. 6. Confluencias de los barrancos del Montú (izquierda) y del Remedio (derecha). Al fondo, río Tuéjar. (Fotografía del autor).

En la figura 7 (fig. 7) se encuentra la localización donde han sido tomadas las fotografías que aparecen en las figuras 4, 5 y 6 (fig. 4, fig. 5 y fig. 6, respectivamente).

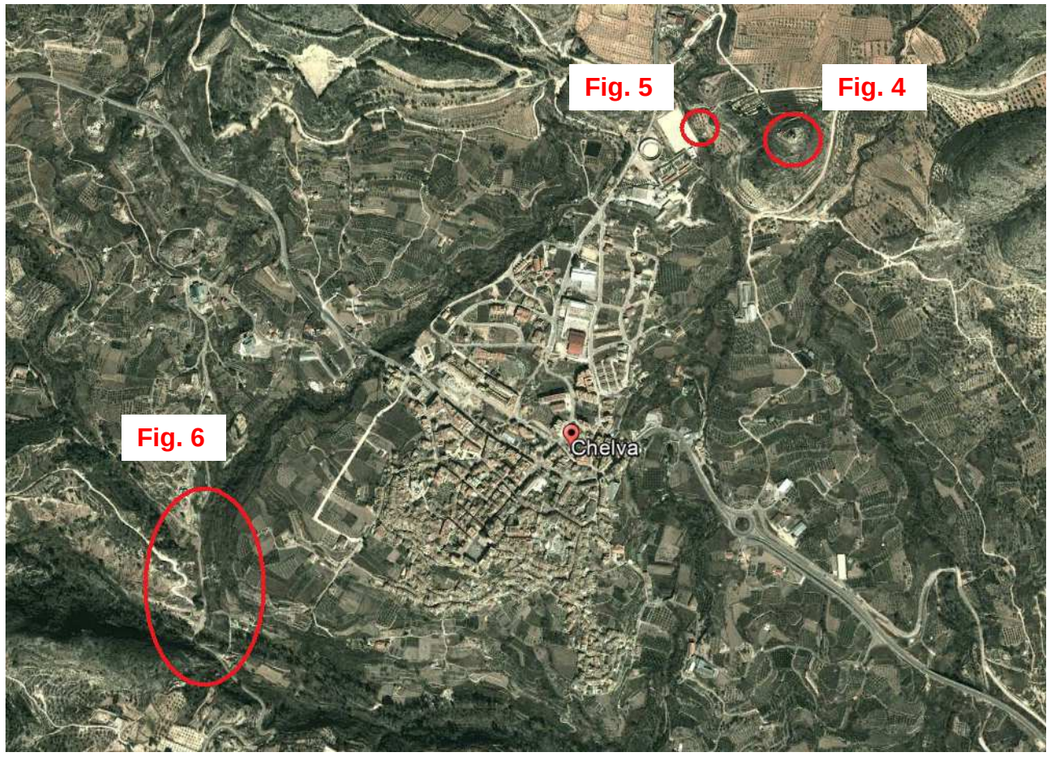


Fig. 7. Localización en el visor Google Earth de las fotografías tomadas por el autor a cada barranco correspondiente.

2.2. Geología y geotecnia.

Los materiales que se han caracterizado en el cauce de los todos los barrancos corresponden principalmente a un depósito aluvial del Cuaternario (Q_a) sobre margas abigarradas con yesos y sales solubles (T_k). En el caso del barranco del Montú, en la intersección de éste con el viaducto de la Alternativa Norte, el depósito aluvial (Q_a) descansa sobre roca compuesta por calizas y margas (J_{11-13}).

A continuación, se recogen en la tabla 1 los valores más significativos del material del cauce de los barrancos incluidos en el *Anejo 1. Geología y Geotecnia.*

	Golpeo	IDENTIFICACIÓN										COMPACTACIÓN		CBR		CU		RCS	ENSAYOS QUÍMICOS					Índice	Hincham
		Hum nat	Yseca	Yaparent	Atterberg			Granulometría				Wopt	Dmax	95% Dmax	100% Dmax	c	ϕ	qu	MO	Sales solub	Yeso	Sulfatos	Carbonatos	colapso	libre
		(%)	(t/m3)	(t/m3)	LL	LP	IP	Grava (%)	Arena(%)	Finos(%)		(%)	(t/m3)			(kPa)	(º)	(kPa)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Tk	48	20,07	1,72	2,01	29,19	19,4	10,025	10,4	32,2	57,4		18,5	1,715	2,2	3,07	31	27	287,13	0,664	1,484	17,106	7,484	5,12	0,582	1,5015

	N30	N30	IDENTIFICACIÓN													CU		RCS	ENSAYOS QUÍMICOS			HL	ENSAYO EDOMÉTRICO				
	(SPT)	(MI)	Hum nat	Yseca	Ynat	Atterberg			Granulometría							c	ϕ	qu	MO	Yeso	CO3		e0	Cc	Cs	Mod Edom
			(%)	(t/m3)	(%)	LL	LP	IP	T20	T5	T2	T0,04	T0,08	Finos (%)		(Kp/cm2)	(º)	(kp/cm2)		(%)	(%)					(kp/cm2)
Qa	15	12	20	1,7	2,04	25	15	10	97	91	88	79	48	20		0	20	1	1,09	1	30					70
Tm2	70		15	1,8	2,19	35	20	15	100	100	100	98	86	80		0,4	25	3,5		20	0,5		0,637	0,1	0,023	300
Tky	Rechazo		15	1,62	1,86	40	30	10	100	100	100	98	48			0,4	25	1		60		0,78				500

Tabla 1. Datos geológico-geotécnicos.

2.3. Hidrología.

Como se ha comentado anteriormente en el apartado *1. Introducción. Estudio hidráulico de las acutaciones*, los barrancos objeto de estudio son de carácter torrencial y temporal efímero (más de trescientos días al año sin caudal).

Atendiendo a la tipología de ríos españoles desarrollada por el CEDEX (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas) en el año 2004, que a su vez se recoge en la *Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH)* del año 2008, estos barrancos pueden enmarcarse en el "Tipo 9: Ríos de aguas de elevada mineralización en la media-baja montaña mediterránea" de dicha clasificación (fig. 8), a la que pueden atribuirse rieras, ramblas y torrentes con cuencas de drenaje de pequeña extensión y pendientes elevadas, o bien, situadas en zonas de clima árido o semiárido.

CATEGORÍA: RÍO

TIPO: 9

CÓDIGO: 112.220

DENOMINACIÓN DEL TIPO: Ríos de aguas de elevada mineralización en la media-baja montaña mediterránea.

UMBRALES:

- Caudal específico < 0,0165 $m^3 s^{-1} km^{-2}$
- Caudal medio anual < 9,5 $m^3 s^{-1}$
- Pendiente media de la cuenca > 2%
- Altitud corregida 400 - 950 m (referidos al extremo sur peninsular)
- Conductividad base estimada > 320 µS cm^{-1}

Fig. 8. Clasificación de los barrancos según el CEDEX (2004).

Los datos referentes a los caudales utilizados en el presente anejo son el resultado obtenido del estudio hidrológico llevado a cabo en el *Anejo 2. Hidrología y drenaje* de esta memoria. Se han analizado las respuestas del sistema fluvial frente a las crecidas de 10, 25, 50, 100, 200 y 500 años de periodo de retorno, aunque el diseño de las obras de protección se ha realizado para la avenida de 500 años (situación más desfavorable). Los caudales punta para dichas avenidas son (tablas 2.1 y 2.2):

ALTERNATIVA NORTE

	Caudales punta (Q_p) en m^3/s para diferentes periodos de retorno (T)					
T (años)	10	25	50	100	200	500
Bercutilla	3.0	8.5	15.2	21.7	29.1	35.8
Remedio	5.3	13.9	24.1	33.6	44.2	53.8
Montú	5.0	13.1	22.6	31.4	41.3	50.3

Tabla 2.1. Caudales punta de los diferentes barrancos para la Alternativa Norte.

ALTERNATIVA CENTRO

	Caudales punta (Q_p) en m^3/s para diferentes periodos de retorno (T)					
T (años)	10	25	50	100	200	500
Bercutilla	2.2	7.4	14.1	21.5	29.2	39.6
Remedio	4.0	12.7	23.4	35.0	47.0	63.0
Montú	2.1	7.5	14.6	22.4	30.7	41.9

Tabla 2.2. Caudales punta de los diferentes barrancos para la Alternativa Centro.

3. MODELO DE SIMULACIÓN HIDRÁULICO.

Como ya se ha citado, el software utilizado para el modelo de simulación hidráulico es el *HEC-RAS 4.1.0*, desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (U.S. Army Corps of Engineers, USACE) y que cuenta con una gran aceptación en la actualidad. Las siglas *HEC* se refieren a *Hydrologic Engineering Center* (Centro de Ingeniería Hidrológica del USACE), mientras que las siglas *RAS* se asocian a *River Analysis System* (Sistema de Análisis de Ríos). Se trata por tanto de un modelo de simulación hidráulico para el cálculo del flujo en lámina libre en ríos y sistemas fluviales, así como para canalizaciones o encauzamientos.

El procedimiento de cálculo para el régimen estacionario consiste en resolver la ecuación de energía unidimensional entre secciones transversales sucesivas del río, considerando las pérdidas de energía producidas por la contracción y expansión de dichas secciones y la fricción del cauce en cuestión. Esta ecuación está basada en el teorema de Bernoulli generalizado (ec. 1):

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

donde:

y_i → Calado de la sección transversal [m].
z_i → Cota del lecho [m.s.n.m.].
v_i → Velocidad media en la sección [m/s].
α_i → Coeficiente ponderado de la velocidad.
g = 9,81 m/s^2 → Aceleración de la gravedad.
h_e → Pérdidas de carga locales y por fricción entre las secciones transversales [m].
i = 1, 2 → Hace referencia a las secciones de aguas arriba y aguas abajo, respectivamente.

Es importante introducir en el modelo un número de secciones transversales suficiente que permita una adecuada definición geométrica del tramo del cauce objeto de estudio. Estas secciones se rigen por unas pautas de diseño que son las siguientes:

- Dimensión transversal: en la introducción de su geometría, la ordenación de los valores de distancia y cota de cada punto de la misma al extremo de referencia (margen izquierda) debe ser desde éste hacia la margen derecha.

- Dimensión longitudinal: las secciones transversales se ordenan en sentido descendente desde aguas arriba hacia aguas abajo, manteniéndose en una dirección perpendicular al flujo.

Además, el programa es capaz de modelar la interacción producida por la presencia de puentes u otras obras hidráulicas existentes en el cauce, socavaciones, transporte de sedimentos, flujo no estacionario, gradientes de temperaturas y calidad de aguas.

3.1. Alcance del modelo.

Se ha desarrollado un único modelo del cauce para los barrancos de Bercutilla, del Remedio y del Montú para simular así el perfil hidráulico del flujo en los tramos a analizar. Estos tramos tienen una longitud aproximada de 2 Km, 1 Km y 1,5 Km para cada barranco, respectivamente, suficiente para abarcar el estudio de las alternativas. Los límites tanto aguas arriba como aguas abajo de los tramos en cada barranco están lo suficientemente alejados de la zona a analizar (entorno de las estructuras) como para no incurrir en errores por las condiciones de contorno establecidas en el programa, como se puede observar en las figuras fig. 9 a fig. 15.

El barranco de Bercutilla se analiza para una única hipótesis de funcionamiento: la situación actual, a partir de la información de partida y estableciendo los correspondientes

parámetros hidráulicos, que más adelante se describen. Esto es así ya que este barranco se ha decidido simular debido a su cercanía al trazado de la Alternativa Norte hasta que ésta cruza dicho barranco, comprobándose así que no desborda en ninguna sección transversal para la avenida de 500 años de periodo de retorno y por tanto no siendo necesaria ninguna intervención en el mismo como medida de protección.

Por su parte, en los barrancos del Remedio y del Montú, se han llevado a cabo dos hipótesis de funcionamiento:

1. Situación actual, a partir de la información de partida y estableciendo los correspondientes parámetros hidráulicos, que más adelante se describen.

2. Situación proyectada para las alternativas Norte y Centro, introduciendo las estructuras correspondientes en cada caso para cada barranco en la modelación de la situación actual.

3.2. <u>Base morfológica.</u>

A continuación, y en primer lugar, se describen brevemente los dos programas informáticos utilizados para la creación de la morfología fluvial de base con la que trabajará HEC-RAS desde un principio para generar los modelos de simulación hidráulicos:

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

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

Para la construcción de los distintos modelos de simulación hidráulicos de cada barranco, el programa HEC-RAS necesita unos archivos con los datos del terreno y de la geomorfología fluvial de la zona. Esto consiste en un levantamiento topográfico que comprende toda el área del cauce del barranco en cuestión en el tramo elegido, donde se pueden obtener las coordenadas planimétricas y las cotas de todos los puntos a partir de un modelo digital del terreno (MDT). Este archivo que contiene el MDT es de acceso público gratuito y se puede encontrar en el “Centro de Descargas” de la página de web del CNIG (Centro Nacional de Información Geográfica) adscrito al IGN (Instituto Geográfico Nacional), el cual contiene información cartográfica de la Península Ibérica, Baleares y Canarias. En este caso, se trabaja con un modelo digital del terreno con paso de malla de cinco metros (MDT05), con la distribución oficial de hojas 1:25.000, sistema geodésico de referencia ETRS89 y proyección UTM en el huso 30N. De esta manera se representan con mayor precisión los elementos del modelo. A su vez, se puede disponer en el mismo sitio web de la ortofoto (fotografía aérea digital) de la zona de estudio proporcionada por el PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea) perteneciente también al citado IGN, para así poder ubicar mejor las elevaciones de los distintos elementos proporcionados por el MDT.

El proceso general sería, en primer lugar, crear la base de datos espacial en Giswater cargando el MTD05 y, a través de dicho programa, generar un archivo QGIS con

las capas de la morfología fluvial sobre ese MDT05. Una vez abierto con QGIS este archivo, se añadirá la ortofoto para facilitar la localización de los barrancos, se establecerá el mismo sistema de referencia para todo el proyecto y se organizarán las distintas capas que se creen, que en este caso son las capas vectoriales con las líneas de los ejes de los trazados en planta de las alternativas Norte y Centro, proporcionadas por Guillem Cervera Martínez e Isabel García Císcar, respectivamente (fig. 9).

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

Finalmente, con toda la morfología fluvial creada y terminada en QGIS, se vuelve a Giswater, generando seguidamente un archivo en formato SDF con la geometría que será importada desde HEC-RAS.

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

Las figuras fig. 9 a fig. 15 muestran las bases morfológicas creadas en QGIS y su importación a HEC-RAS para cada uno de los barrancos en cuestión.

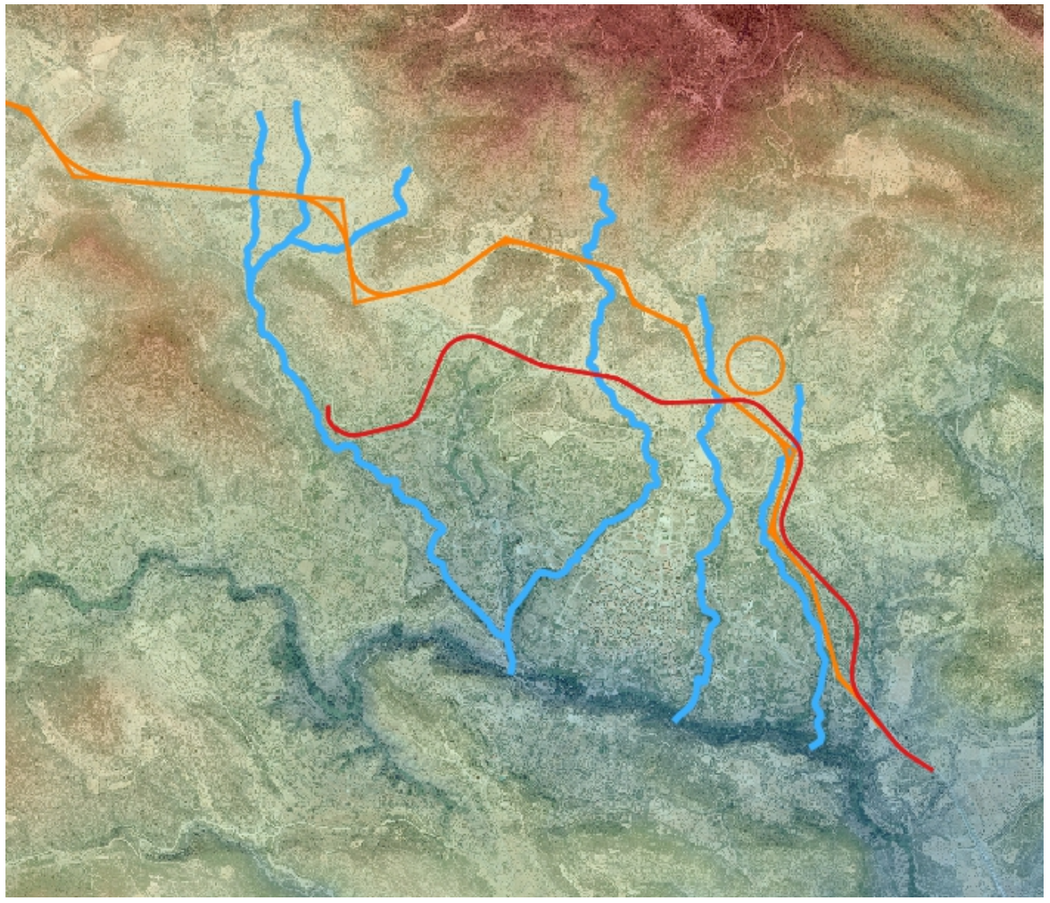


Fig. 9. Base morfológica en QGIS. De derecha a izquierda, los barrancos: Bercutilla, Remedio, Montú y Convento. Alternativa Norte en naranja y Alternativa Centro en rojo.

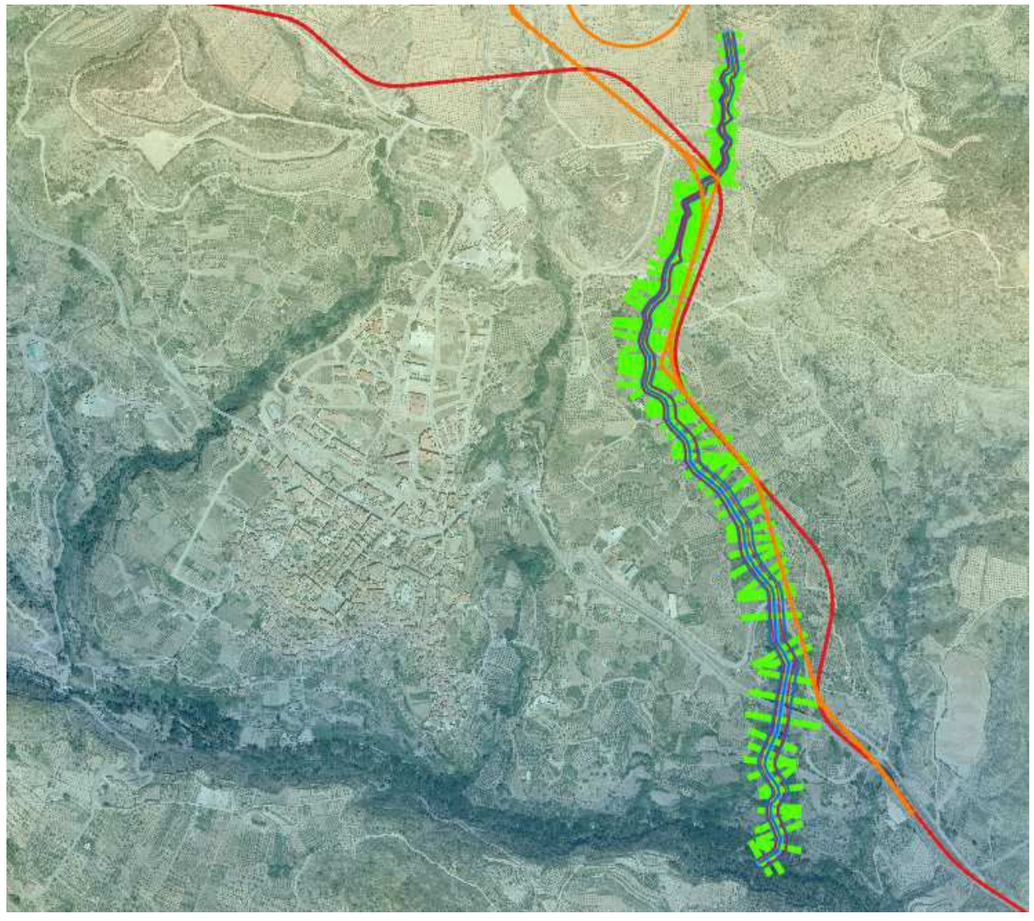


Fig.10. Barranco de Bercutilla. Creación de su base morfológica en QGIS para el tramo de estudio. Alternativa Norte en naranja y Alternativa Centro en rojo.

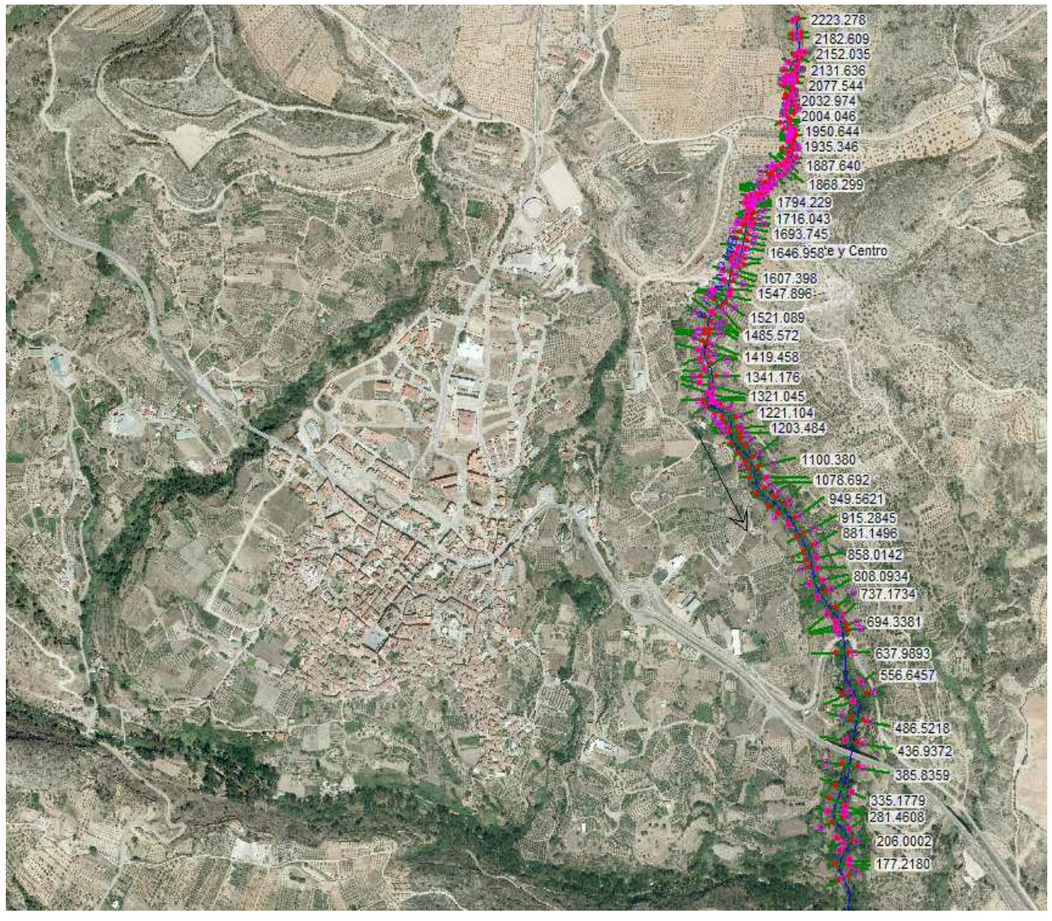


Fig. 11. Barranco de Bercutilla. Geometría de la base morfológica creada en QGIS importada desde HEC-RAS.

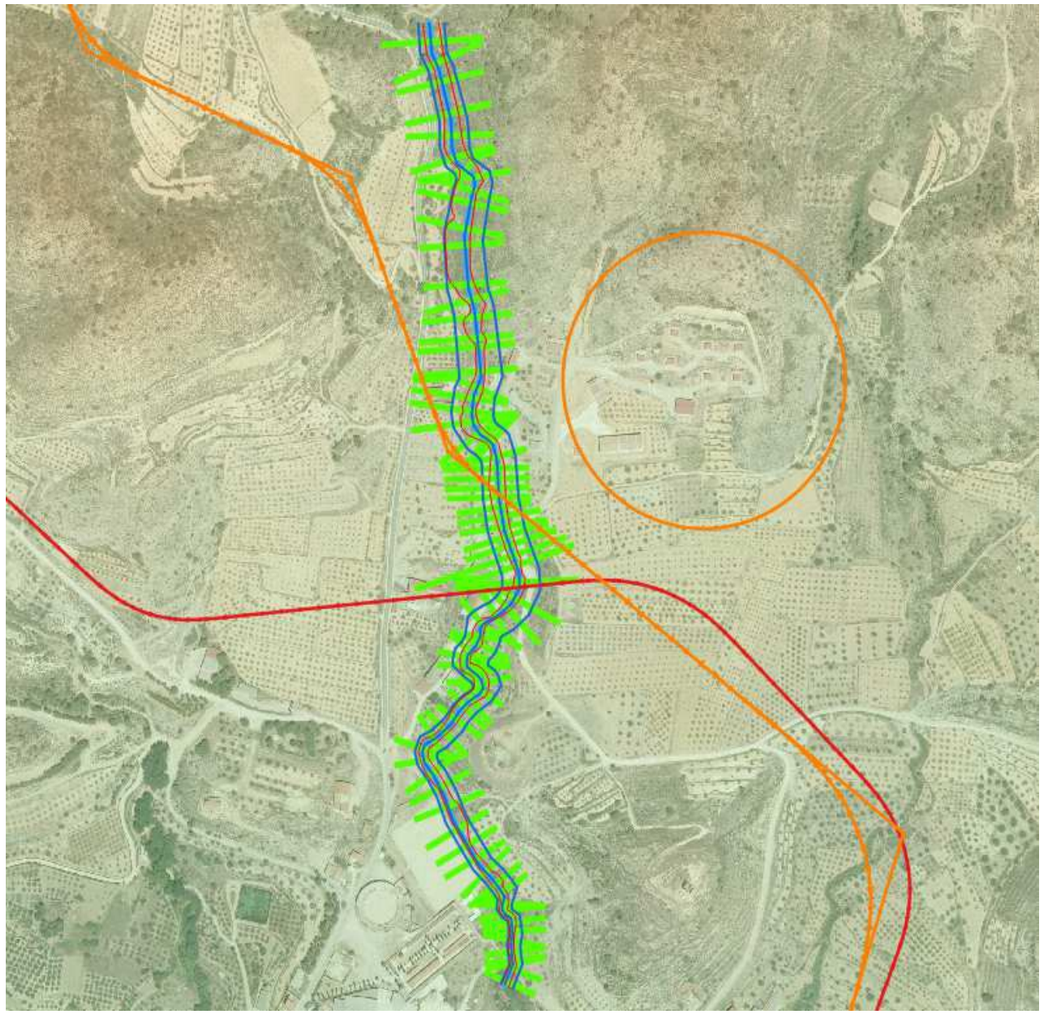


Fig. 12. Barranco del Remedio. Creación de su base morfológica en QGIS para el tramo de estudio. Alternativa Norte en naranja y Alternativa Centro en rojo.

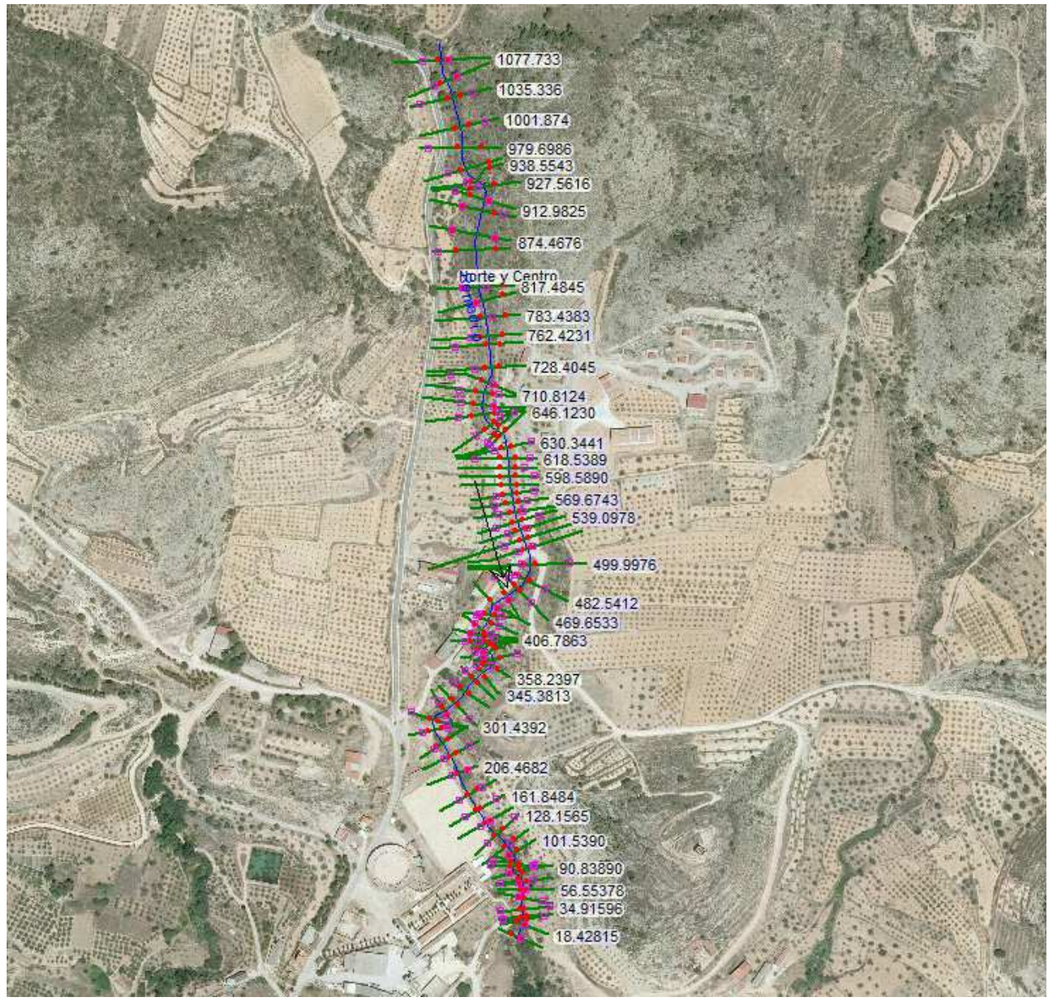


Fig. 13. Barranco del Remedio. Geometría de la base morfológica creada en QGIS importada desde HEC-RAS.

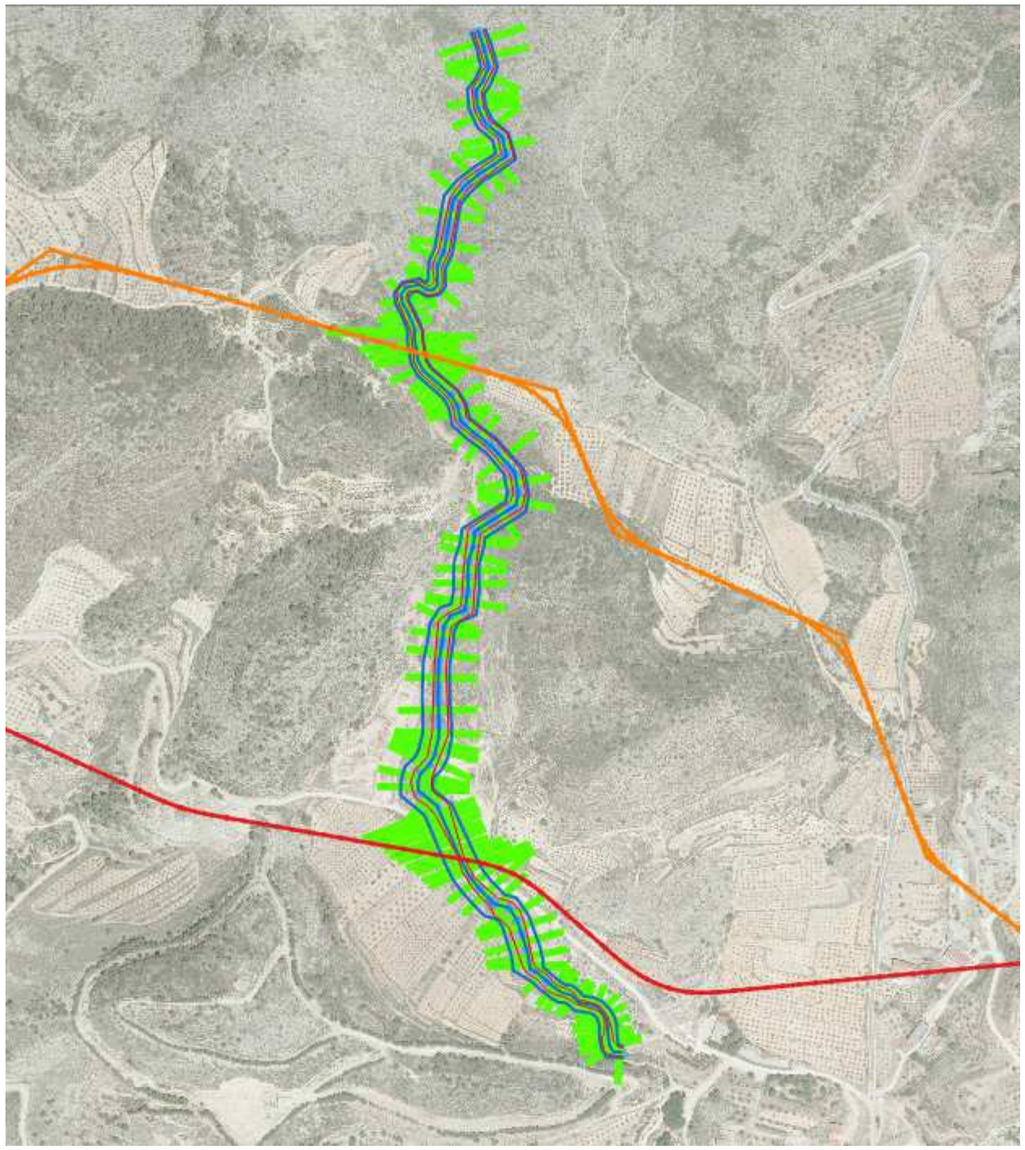


Fig. 14. Barranco del Montú. Creación de su base morfológica en QGIS para el tramo de estudio. Alternativa Norte en naranja y Alternativa Centro en rojo.

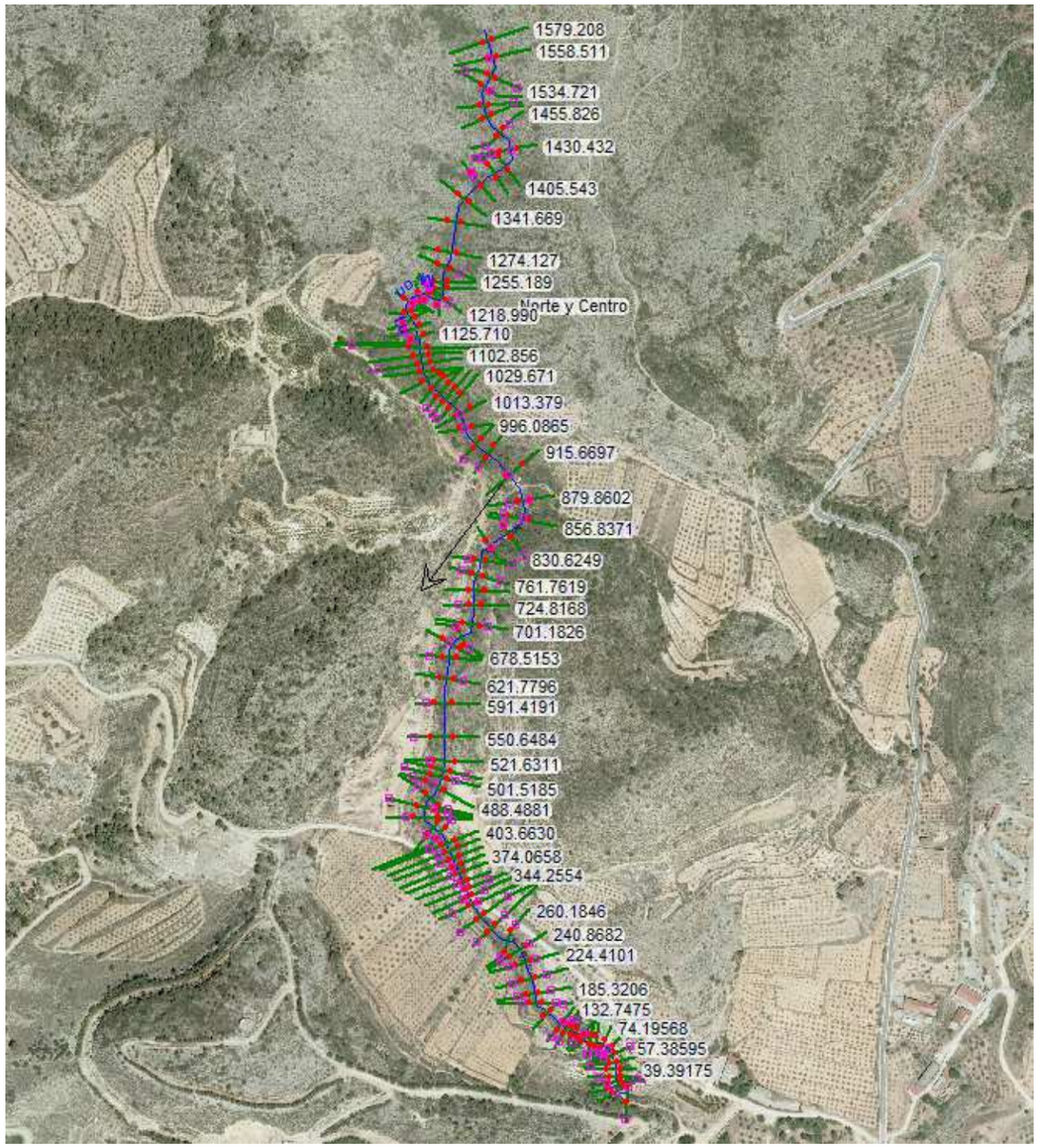


Fig. 15. Barranco del Montú. Geometría de la base morfológica creada en QGIS importada desde HEC-RAS.

3.3. Parámetros hidráulicos.

Para la aplicación del modelo de simulación hidráulico descrito es necesario establecer sobre las bases morfológicas de los barrancos, unas características hidráulicas que definan el comportamiento del flujo.

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

3.3.1. Número de Manning o coeficiente de rugosidad *n*.

Para completar la caracterización del cauce desde el punto de vista hidráulico será necesaria la determinación de la rugosidad asociada al tipo de terreno, a partir del coeficiente de rugosidad de Manning *n*.

En general, la rugosidad de las tuberías es única para cada material utilizado, en cambio en canales para flujo en lámina libre la rugosidad varía tanto con el material, como con la profundidad de flujo, particularmente en los cauces naturales.

El valor de *n* es muy variable y depende de varios factores, como por ejemplo: la rugosidad de la superficie, la vegetación, las irregularidades del cauce, el alineamiento del mismo, los depósitos de sedimentos y las socavaciones, las obstrucciones, el tamaño y forma del cauce, el nivel y el caudal, el cambio estacional, los materiales en suspensión y el transporte de fondo.

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

- Consultar una tabla de valores típicos de *n* para varios tipos de canales (fig. 16).

- Examinar y comparar el canal en estudio con la apariencia de ciertos canales típicos cuyos coeficientes de rugosidad son conocidos.

- Considerar el valor de *n* como el resultado de la acción combinada de una serie de factores que lo afectan, mediante la aplicación del Método de Cowan (1956) (fig. 18 a fig. 20).

Puede decirse que no existe un método exacto o único para determinar el coeficiente de rugosidad. En general, se requiere de experiencia para hacer estimaciones apoyadas en tablas o antecedentes específicos que se puedan conseguir.

Por otro lado, se distinguen varias fórmulas para evaluar el coeficiente de rugosidad de Manning en lechos granulares, entre ellas destacamos las siguientes:

- Strickler (1923):

  · Lecho granular de tamaño único, D en m: $n = \frac{D^{1/6}}{21.1}$

  · D_{50} en pies: $n = \frac{D_{50}^{1/6}}{31.3}$

  · D_{65} en mm: $n = \frac{D_{65}^{1/6}}{75.5}$

- Meyer-Peter y Muller (1948).

  · Lecho arenoso de granulometría variable, D_{90} en m: $n = \frac{D_{90}^{1/6}}{26}$

- Lane y Carlson (1953):

  · D_{75} en pies: $n = \frac{D_{75}^{1/6}}{39}$

- U.S. Federal Highway Administration, FHWA (1975):

  · Lecho de gravas, D_{50} en pies: $n = 0.0395 \cdot D_{50}^{1/6}$

Para corrientes naturales como es el caso de los barrancos que se analizan en este documento, existen algunos factores que pueden condicionar la elección de un valor determinado, como se puede observar en la figura 16 (fig. 16), lo cual puede hacer bastante subjetiva su estimación.

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

Fig 16. Valores del número de Manning para corrientes naturales. (Chow, 1959).

Para minimizar la dificultad asociada a la estimación subjetiva de los distintos coeficientes de rugosidad de Manning en el ámbito del estudio de los diferentes barrancos, se lleva a cabo la utilización del Método de Cowan (1956), modificado según los valores de los coeficientes de corrección propuestos por el United States Geological Survey (USGS, 1989) y las recomendaciones de Chow (1959) para determinadas tipologías de superficies (fig. 18 a fig. 20).

En este procedimiento se parte de un coeficiente de rugosidad base, función principalmente del material que constituye el lecho y las márgenes, que se ve modificado por la existencia de otros factores que cambian la resistencia al flujo que presenta un determinado cauce. La expresión propuesta por Cowan (1956) es la siguiente (ec. 2):

$$n = \left(n_b + n_1 + n_2 + n_3 + n_4\right) \cdot m \qquad \textit{(Ec. 2)}$$

donde:

n_b → Valor base del coeficiente de rugosidad de Manning *n* para un cauce recto, uniforme y liso de los materiales naturales involucrados.

n_1 → Factor de corrección por efecto de irregularidades superficiales. La rugosidad superficial se representa por el tamaño y la forma de los granos del material que forman el perímetro mojado y que producen un efecto retardador del flujo. Los granos finos aportan como resultado un valor de *n* bajo y relativamente no se ve afectado por cambios en el nivel del flujo. En cambio, los granos gruesos, gravas y cantos rodados, dan un resultado alto. Los cantos rodados grandes se concentran en el fondo de la corriente, haciendo el fondo del canal sea más rugoso que los laterales e incrementando el valor de *n* para los niveles bajos. En niveles altos, parte de la energía del flujo se utiliza para mover los cantos rodados aguas abajo, lo cual incrementa el valor de *n*.

n_2 → Factor de corrección por las variaciones de forma y tamaño de la sección transversal. Las irregularidades del cauce incluyen irregularidades en el perímetro mojado

y variaciones en la sección transversal, tamaño y forma de ésta a lo largo del cauce. En cursos naturales se producen por la presencia de barras de arena, ondas de arena, crestas y depresiones y fosos y montículos en el lecho. Un cambio gradual y uniforme en la sección transversal o en su tamaño y forma no produce efectos apreciables en el valor de *n*, pero los cambios abruptos o alteraciones de secciones grandes y pequeñas necesitan un valor grande de *n*. Además, los cambios que hacen que el flujo cambie de manera sinuosa de un lado al otro del cauce producirán el mismo efecto.

n_3 → Factor de corrección por las obstrucciones en el cauce. La presencia de obstrucciones de troncos, pilas de puente y estructuras similares tiende a incrementar el coeficiente de rugosidad *n*. El aumento del valor depende de la naturaleza de las obstrucciones, de su tamaño, forma, número y distribución.

n_4 → Factor de corrección por la vegetación y las condiciones del flujo. La vegetación puede clasificarse como una clase de rugosidad superficial, ya que reduce de manera notable la capacidad del cauce y retarda el flujo del agua. Depende completamente de la altura, la densidad, la distribución y del tipo de vegetación, y es muy importante en el diseño de pequeños canales de drenaje. En la mayoría de las de las corrientes, el valor de *n* disminuye con el aumento en el nivel y en el caudal. Cuando el nivel del agua es poco profundo, las irregularidades del fondo del canal quedan más expuestas y sus efectos se vuelven pronunciados. Así, el valor del número de Manning *n* puede ser grande en niveles altos si las márgenes están cubiertas por pastos o son bastante rugosas.

m → Factor de corrección para cauces meandriformes (sinuosidad). El trazado en planta del cauce influye de forma que las curvas suaves con radios grandes producirán valores de *n* relativamente bajos, mientras que en curvas bruscas con meandros severos aumentarán su valor. La presencia de meandros en corrientes naturales puede llegar a incrementar el valor de *n* como máximo un 30 %. Este factor se obtiene como cociente entre la longitud real del cauce y la longitud, en línea recta, entre el principio y el fin del mismo (todo ello para el tramo considerado).

En cuanto al tamaño y la forma del cauce, no existen evidencias definitivas que indiquen que éstos afecten de forma importante al valor de *n*. Un incremento en el radio hidráulico puede aumentar o disminuir el *n*, según la condición del cauce (fig. 17).

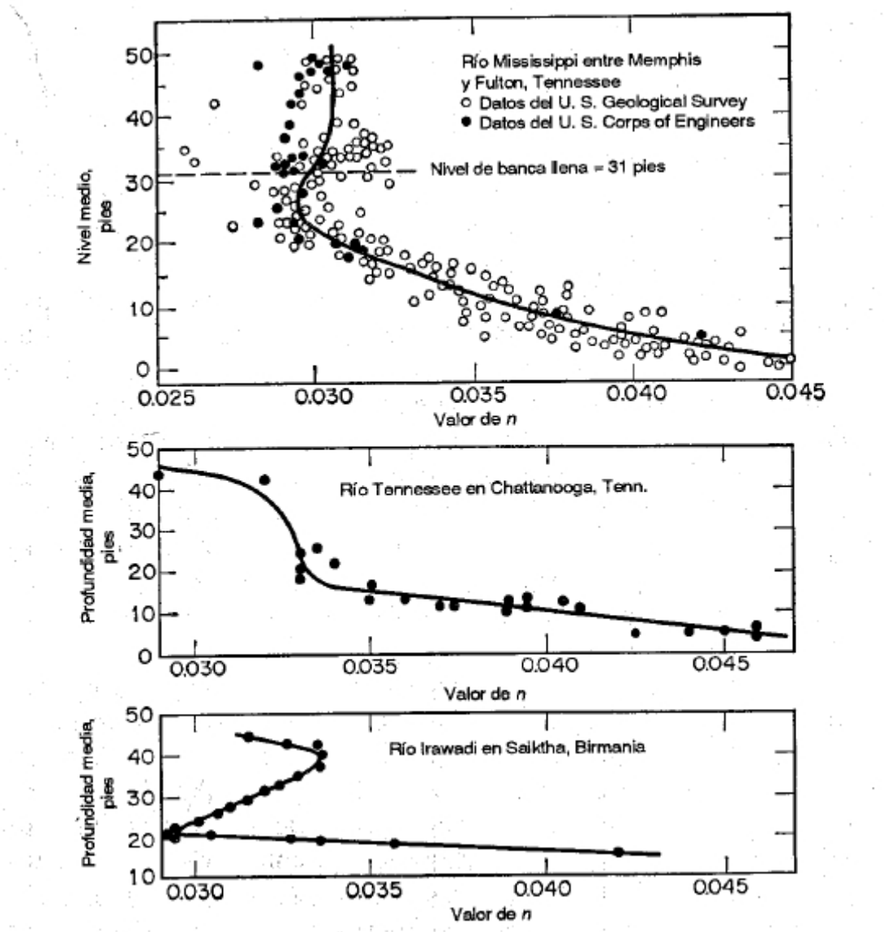


Fig 17. Variaciones del valor de n con el nivel medio o la profundidad. (Chow, 1959).

Todos los factores deben de estudiarse y evaluarse respecto a las condiciones del tramo del barranco de estudio en cuestión relacionadas con el tipo de cauce, el estado del flujo, el grado de mantenimiento y algunas consideraciones más. Los valores más

apropiados de n_b (fig. 18) por un lado, y de n_1 a n_4 y m (fig. 19) por otro, se han seleccionado de acuerdo con dichas condiciones dadas para cada barranco.

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

[1] Benson and Dalrymple (1967).
[2] For indicated material; Chow (1959).
[3] Only for upper regime flow where grain roughness is predominant.

Fig. 18. Valores base n_b del coeficiente de Manning. (USGS, 1989)

Así, en las tablas 3, 4 y 5 se indican los factores correctores escogidos y el número de Manning calculado para los tramos de estudio de los barrancos de Bercutilla, del Remedio y del Montú, respectivamente, en cuya selección se ha tenido en cuenta, además, las descripciones que aparecen en la figura 20 (fig. 20).

Condiciones del canal		Valores	
Material involucrado	Tierra	n_0	0.020
	Corte en roca		0.025
	Grava fina		0.024
	Grava gruesa		0.028
Grado de irregularidad	Suave	n_1	0.000
	Menor		0.005
	Moderado		0.010
	Severo		0.020
Variaciones de la sección transversal	Gradual	n_2	0.000
	Ocasionalmente alternante		0.005
	Frecuentemente alternante		0.010-0.015
Efecto relativo de las obstrucciones	Insignificante	n_3	0.000
	Menor		0.010-0.015
	Apreciable		0.020-0.030
	Severo		0.040-0.060
Vegetación	Baja	n_4	0.005-0.010
	Media		0.010-0.025
	Alta		0.025-0.050
	Muy alta		0.050-0.100
Grado de los efectos por meandros	Menor	m_5	1.000
	Apreciable		1.150
	Severo		1.300

Fig. 19. Valores de los factores de corrección para el cálculo del coeficiente de rugosidad n mediante el Método de Cowan (1956). (Chow, 1959).

En los subapartados siguientes se justifica la asignación de los valores para el cálculo del coeficiente de rugosidad para cada barranco aplicando el ya citado Método de Cowan (1956).

Channel conditions		*n* value adjustment[1]	Example
Degree of irregularity (n_1)	Smooth	0.000	Compares to the smoothest channel attainable in a given bed material.
	Minor	0.001–0.005	Compares to carefully dredged channels in good condition but having slightly eroded or scoured side slopes.
	Moderate	0.006–0.010	Compares to dredged channels having moderate to considerable bed roughness and moderately sloughed or eroded side slopes.
	Severe	0.011–0.020	Badly sloughed or scalloped banks of natural streams; badly eroded or sloughed sides of canals or drainage channels; unshaped, jagged, and irregular surfaces of channels in rock.
Variation in channel cross section (n_2)	Gradual	0.000	Size and shape of channel cross sections change gradually.
	Alternating occasionally	0.001–0.005	Large and small cross sections alternate occasionally, or the main flow occasionally shifts from side to side owing to changes in cross-sectional shape.
	Alternating frequently	0.010–0.015	Large and small cross sections alternate frequently, or the main flow frequently shifts from side to side owing to changes in cross-sectional shape.
Effect of obstruction (n_3)	Negligible	0.000–0.004	A few scattered obstructions, which include debris deposits, stumps, exposed roots, logs, piers, or isolated boulders, that occupy less than 5 percent of the cross-sectional area.
	Minor	0.005–0.015	Obstructions occupy less than 15 percent of the cross-sectional area, and the spacing between obstructions is such that the sphere of influence around one obstruction does not extend to the sphere of influence around another obstruction. Smaller adjustments are used for curved smooth-surfaced objects than are used for sharp-edged angular objects.
	Appreciable	0.020–0.030	Obstructions occupy from 15 to 50 percent of the cross-sectional area, or the space between obstructions is small enough to cause the effects of several obstructions to be additive, thereby blocking an equivalent part of a cross section.
	Severe	0.040–0.050	Obstructions occupy more than 50 percent of the cross-sectional area, or the space between obstructions is small enough to cause turbulence across most of the cross section.
Amount of vegetation (n_4)	Small	0.002–0.010	Dense growths of flexible turf grass, such as Bermuda, or weeds growing where the average depth of flow is at least two times the height of the vegetation; supple tree seedlings such as willow, cottonwood, arrowweed, or saltcedar growing where the average depth of flow is at least three times the height of the vegetation.
	Medium	0.010–0.025	Turf grass growing where the average depth of flow is from one to two times the height of the vegetation; moderately dense stemmy grass, weeds, or tree seedlings growing where the average depth of flow is from two to three times the height of the vegetation; brushy, moderately dense vegetation, similar to 1- to 2-year-old willow trees in the dormant season, growing along the banks, and no significant vegetation is evident along the channel bottoms where the hydraulic radius exceeds 2 ft.
	Large	0.025–0.050	Turf grass growing where the average depth of flow is about equal to the height of the vegetation; 8- to 10-year-old willow or cottonwood trees intergrown with some weeds and brush (none of the vegetation in foliage) where the hydraulic radius exceeds 2 ft; bushy willows about 1 year old intergrown with some weeds along side slopes (all vegetation in full foliage), and no significant vegetation exists along channel bottoms where the hydraulic radius is greater than 2 ft.
	Very large	0.050–0.100	Turf grass growing where the average depth of flow is less than half the height of the vegetation; bushy willow trees about 1 year old intergrown with weeds along side slopes (all vegetation in full foliage), or dense cattails growing along channel bottom; trees intergrown with weeds and brush (all vegetation in full foliage).
Degree of meandering[2] (m)	Minor	1.00	Ratio of the channel length to valley length is 1.0 to 1.2.
	Appreciable	1.15	Ratio of the channel length to valley length is 1.2 to 1.5.
	Severe	1.30	Ratio of the channel length to valley length is greater than 1.5.

[1] Adjustments for degree of irregularity, variations in cross section, effect of obstructions, and vegetation are added to the base *n* value (table 1) before multiplying by the adjustment for meander.

[2] Adjustment values apply to flow confined in the channel and do not apply where downvalley flow crosses meanders.

Fig. 20. Ajuste de los factores que afectan a la rugosidad n del cauce. (USGS, 1989).

3.3.1.1. Barranco de Bercutilla.

Fig. 21. Barranco de Bercutilla. (Fotografía del autor).

En el caso del barranco de Bercutilla se ha adoptado la hipótesis de un tramo único homogéneo en sus características a lo largo del mismo, diferenciando únicamente entre el cauce principal y las márgenes (fig. 11). Así:

n_b: su elección se corresponde con la descripción del depósito aluvial del Cuaternario (Q_a) indicada en la tabla 3 para el cauce principal y las márgenes, respectivamente, adoptando las indicaciones del USGS (1989) (fig. 18).

n_1: para corregir la rugosidad, se ha escogido un grado de irregularidad superficial "suave" ($n_1 = 0.001$) para el cauce principal, y "menor" ($n_1 = 0.005$) para las márgenes (fig. 19 y fig. 20).

n_2: las variaciones de las secciones transversales del barranco son "ocasionalmente alternantes" ($n_2 = 0.005$), ya que por lo general no se aprecian cambios

bruscos salvo en algunos puntos, tanto para el cauce principal como para las márgenes (fig.19 y fig. 20).

n_3: el efecto producido por la obstrucción se ha despreciado y tomado como "insignificante" (n_3 = 0) debido a la inexistencia de infraestructuras sobre el barranco, como puentes u otras obras de paso a distinto nivel que interrumpan el flujo con sus pilas (fig.19 y fig. 20).

n_4: la influencia de la vegetación se ha considerado "muy alta" (n_4 = 0.050) para el cauce principal, debido a la presencia de malezas y arbustos tan altos como la profundidad del barranco. Por su parte, para las márgenes se ha optado por tomarla como "alta" (n_4 = 0.025) (fig.19 y fig. 20). Todo ello se observó en la visita de campo (fig. 21).

m: el grado de sinuosidad es "menor" (*m* = 1) para todo el tramo de estudio del barranco de Bercutilla, ya que (fig. 20):

$$m = \frac{L_{real}[m]}{L_{recta}[m]} = \frac{2077}{1936} = 1.073 \rightarrow 1 \leq m \leq 1.2 \rightarrow m = 1 \rightarrow Menor$$

Zona	Descripción del Q_a	Base n_b	Irregularidad n_1	Sección n_2	Obstrucción n_3	Vegetación n_4	Sinuosidad m	Nº Manning n
Cauce principal	Cauce natural con lecho de arena sobre arcilla y rocas. Lecho y márgenes irregulares con árboles y arbustos creciendo bajo el agua	0.030	0.001	0.005	0.000	0.050	1.000	**0.086**
Márgenes	En su mayoría, campos de cultivo del olivos y almendros y parcelas en barbecho o inutilizadas con vegetación	0.026	0.005	0.005	0.000	0.025	1.000	**0.061**

Tabla 3. Método de Cowan (1956) aplicado al barranco de Bercutilla.

3.3.1.2. Barranco del Remedio.

En el caso del barranco del Remedio se ha dividido el tramo de estudio en siete nuevos tramos, ya que en este caso las características del cauce en unos u otros cambian notablemente a lo largo del mismo, diferenciando a su vez entre cauce principal y márgenes (fig. 22). Así:

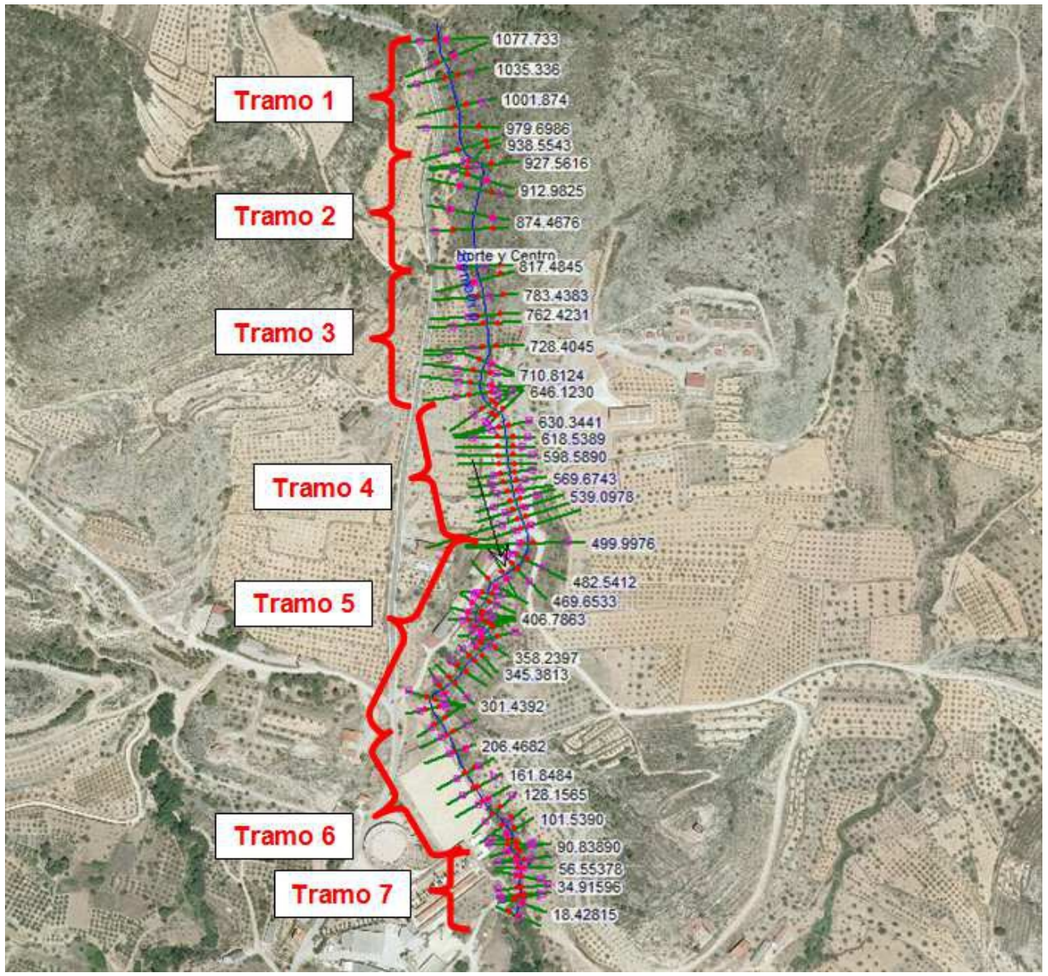


Fig. 22. Tramificación del barranco del Remedio en HEC-RAS.

n_b: su elección se corresponde con la descripción del depósito aluvial del Cuaternario (Q_a) indicada en la tabla 4 para el cauce principal y las márgenes, respectivamente, adoptando las indicaciones del USGS (1989) (fig. 18).

n_1: para corregir la rugosidad, se ha escogido un grado de irregularidad superficial "suave" (n_1 = 0.001) para el cauce principal y las márgenes en el tramo completo de estudio (fig. 19 y fig. 20).

n_2: la variación de las secciones transversales del barranco es "gradual" (n_2 = 0), no apreciándose cambios bruscos de las mimas, tanto para el cauce principal como para las márgenes a lo largo del todo el tramo de estudio (fig.19 y fig. 20).

n_3: el efecto producido por la obstrucción se ha despreciado y tomado como "insignificante" (n_3 = 0) debido a la inexistencia de infraestructuras sobre el barranco, como puentes u otras obras de paso a distinto nivel que interrumpan el flujo con sus pilas (fig.19 y fig. 20).

n_4: la influencia de la vegetación se ha considerado "baja" (n_4 = 0.010) para el cauce principal de los tramos 1 a 5, y "alta" (n_4 = 0.025) en el de los tramos 6 y 7, de acuerdo con las descripciones del Q_a de la tabla 4 (fig. 19 y fig. 20). Por otro lado, haciendo referencia a las márgenes, se han adoptado valores de "baja" (n_4 = 0.010), "media" (n_4 = 0.020) y "alta" (n_4 = 0.025), en función de las características de las mismas en cada tramo (tabla 4). Un estado de la vegetación del barranco en el tramo 6 puede observarse en la figura 5 (fig. 5).

m: el grado de sinuosidad es "menor" (m = 1) para todo el tramo de estudio del barranco del Remedio, ya que (fig. 20):

$$m = \frac{L_{real}[m]}{L_{recta}[m]} = \frac{1063}{955} = 1.113 \rightarrow 1 \leq m \leq 1.2 \rightarrow m = 1 \rightarrow Menor$$

Tramo	Zona	Descripción del Q_a	Base n_b	Irregularidad n_1	Sección n_2	Obstrucción n_3	Vegetación n_4	Sinuosidad m	Nº Manning n
1	Cauce principal	Tierra firme compacta, con pequeños arbustos y algo de grava. Fondo pedregoso y bancas con maleza	0.030	0.001	0.000	0.000	0.010	1.000	**0.041**
	Margen Izquierda								
	Margen Derecha								
2	Cauce principal	Tierra firme compacta, con pequeños arbustos y algo de grava. Fondo pedregoso y bancas con maleza	0.030	0.001	0.000	0.000	0.010	1.000	**0.041**
	Margen Izquierda								
	Margen Derecha	En su mayoría, campos de cultivo de olivos y almendros o parcelas en barbecho inutilizadas con vegetación	0.026	0.001	0.000	0.000	0.020	1.000	**0.047**
3	Cauce principal	Tierra firme compacta, con pequeños arbustos y algo de grava. Fondo pedregoso y bancas con maleza	0.030	0.001	0.000	0.000	0.010	1.000	**0.041**
	Margen Izquierda	Zona urbana, hormigón sin pulir	0.018	0.001	0.000	0.000	0.000	1.000	**0.019**
	Margen Derecha	En su mayoría, campos de cultivo de olivos y almendros o parcelas en barbecho inutilizadas con vegetación	0.026	0.001	0.000	0.000	0.020	1.000	**0.047**
4	Cauce principal	Tierra firme compacta, con pequeños arbustos y algo de grava. Fondo pedregoso y bancas con maleza	0.030	0.001	0.000	0.000	0.010	1.000	**0.041**
	Margen Izquierda	Zona urbana, hormigón sin pulir	0.018	0.001	0.000	0.000	0.000	1.000	**0.019**
	Margen Derecha								

5	Cauce principal	Tierra firme compacta, con pequeños arbustos y algo de grava. Fondo pedregoso y bancas con maleza	0.030	0.001	0.000	0.000	0.010	1.000	**0.041**
	Margen Izquierda	En su mayoría, campos de cultivo de olivos y almendros o parcelas en barbecho inutilizadas con vegetación	0.026	0.001	0.000	0.000	0.020	1.000	**0.047**
	Margen Derecha								
6	Cauce principal	Cauce natural con lecho de arena gruesa sobre arcilla y rocas. Lecho con árboles y arbustos creciendo bajo el agua	0.030	0.001	0.000	0.000	0.025	1.000	**0.056**
	Margen Izquierda	En su mayoría, campos de cultivo de olivos y almendros o parcelas en barbecho inutilizadas con vegetación	0.026	0.001	0.000	0.000	0.020	1.000	**0.047**
	Margen Derecha	Muro del campo de fútbol, hormigón sin pulir	0.018	0.001	0.000	0.000	0.000	1.000	**0.019**
7	Cauce principal	Cauce natural con lecho de arena gruesa sobre arcilla y rocas. Lecho con árboles y arbustos creciendo bajo el agua	0.030	0.001	0.000	0.000	0.025	1.000	**0.056**
	Margen Izquierda	En su mayoría, campos de cultivo de olivos y almendros o parcelas en barbecho inutilizadas con vegetación	0.026	0.001	0.000	0.000	0.020	1.000	**0.047**
	Margen Derecha								

Tabla 4. Método de Cowan (1956) aplicado al barranco del Remedio.

3.3.1.3. Barranco del Montú.

En el caso del barranco del Montú se ha dividido el tramo de estudio en tres nuevos tramos, ya que en este caso las características del cauce en unos u otros cambian notablemente a lo largo del mismo, diferenciando a su vez entre cauce principal y márgenes (fig. 23). Así:

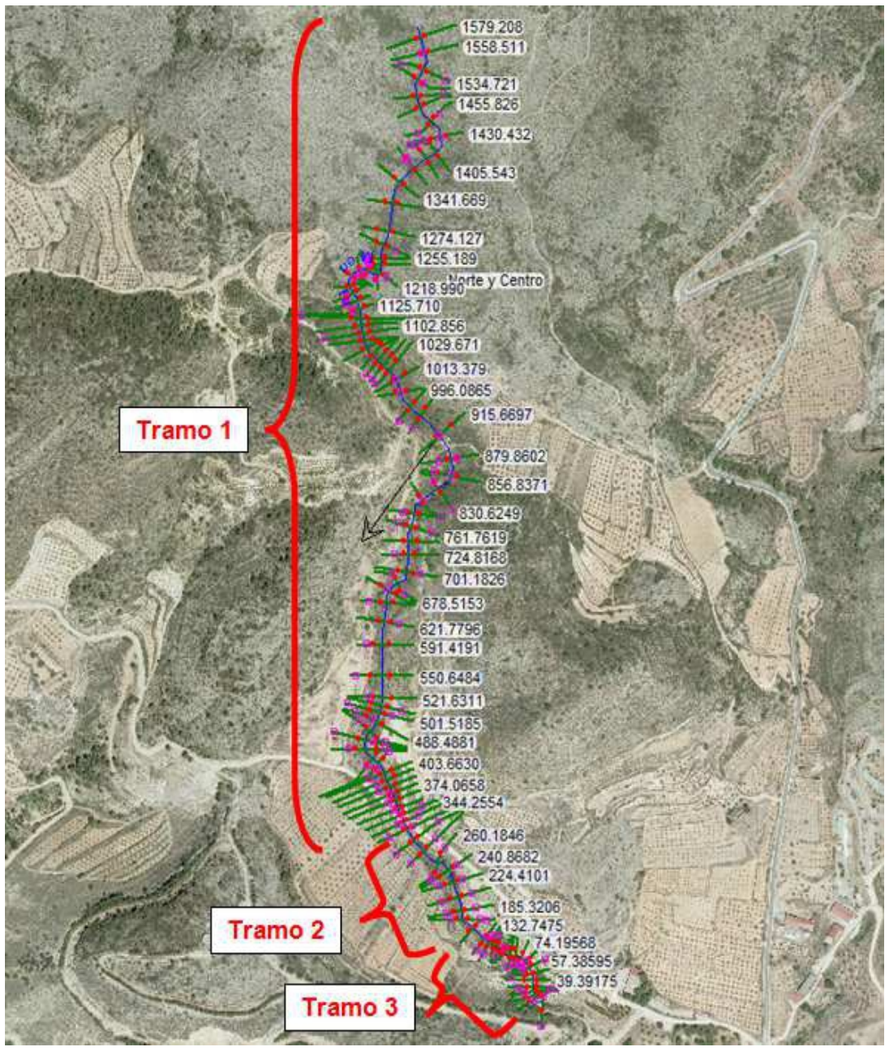


Fig. 23. Tramificación del barranco del Montú en HEC-RAS.

n_b: su elección se corresponde con la descripción del depósito aluvial del Cuaternario (Q_a) indicada en la tabla 5 para el cauce principal y las márgenes, respectivamente, adoptando las indicaciones del USGS (1989) (fig. 18).

n_1: para corregir la rugosidad, se ha escogido un grado de irregularidad superficial "suave" (n_1 = 0.001) para el cauce principal y las márgenes en el tramo completo de estudio (fig. 19 y fig. 20).

n_2: la variación de las secciones transversales del barranco es "gradual" (n_2 = 0), no apreciándose cambios bruscos de las mimas, tanto para el cauce principal como para las márgenes a lo largo del todo el tramo de estudio (fig.19 y fig. 20).

n_3: el efecto producido por la obstrucción se ha despreciado y tomado como "insignificante" (n_3 = 0) debido a la inexistencia de infraestructuras sobre el barranco, como puentes u otras obras de paso a distinto nivel que interrumpan el flujo con sus pilas (fig.19 y fig. 20). El azud existente en el Tramo 3 no supone ninguna obstrucción a la corriente, ya que éste está completamente aterrado (fig. 24).

n_4: la influencia de la vegetación se ha considerado "baja" (n_4 = 0.010) para el cauce principal de los tramos 1 y 2, y "alta" (n_4 = 0.025) en el del tramo 3, de acuerdo con las descripciones del Q_a de la tabla 5 (fig. 19 y fig. 20). Por otro lado, haciendo referencia a las márgenes, se han adoptado valores de "baja" (n_4 = 0.010), "media" (n_4 = 0.020) y "alta" (n_4 = 0.025), en función de las características de las mismas en cada tramo (tabla 5). Un estado de la vegetación del barranco en el tramo 3 puede observarse en la figura fig. 24.

m: el grado de sinuosidad es "apreciable" (m = 1.205) para todo el tramo de estudio del barranco del Montú, ya que (fig. 20):

$$m = \frac{L_{real}[m]}{L_{recta}[m]} = \frac{1556}{1291} = 1.205 \rightarrow 1.2 \leq m \leq 1.5 \rightarrow m = 1.205 \rightarrow Apreciable$$

Fig. 24. Barranco del Montú. Tramo 3: aterramiento del azud. (Fotografías del autor).

Tramo	Zona	Descripción del Q_a	Base n_b	Irregularidad n_1	Sección n_2	Obstrucción n_3	Vegetación n_4	Sinuosidad m	Nº Manning n
1	Cauce principal	Tierra firme compacta, con pequeños arbustos y algo de grava. Fondo pedregoso y bancas con maleza	0.030	0.001	0.000	0.000	0.010	1.205	**0.049**
	Margen Izquierda								
	Margen Derecha								
2	Cauce principal	Tierra firme compacta, con pequeños arbustos y algo de grava. Fondo pedregoso y bancas con maleza	0.030	0.001	0.000	0.000	0.010	1.205	**0.049**
	Margen Izquierda	En su mayoría, campos de cultivo de olivos y almendros o parcelas en barbecho inutilizadas con vegetación	0.026	0.001	0.000	0.000	0.020	1.205	**0.057**
	Margen Derecha								
3	Cauce principal	Aterramiento del azud. Lecho de arena con vegetación flexible.	0.028	0.001	0.000	0.000	0.025	1.205	**0.065**
	Margen Izquierda	Tierra firme compacta, con pequeños arbustos y algo de grava. Fondo pedregoso y bancas con maleza	0.030	0.001	0.000	0.000	0.010	1.205	**0.049**
	Margen Derecha								

Tabla 5. Método de Cowan (1956) aplicado al barranco del Montú.

Como comprobación de los resultados anteriores, el lector puede observar que los números de Manning para cada tramo del barranco en cuestión (tablas 3, 4 y 5), están en el orden de magnitud de los valores habituales propuestos por Chow (1959) para corrientes naturales (fig. 16).

3.3.2. Coeficientes de contracción y expansión.

Los coeficientes de contracción y expansión del flujo son los que utiliza el modelo de simulación hidráulico para determinar las pérdidas de energía locales debidas a la transición entre dos secciones transversales consecutivas. Los valores de estos coeficientes están tabulados en el *Hydraulic Reference Manual* del software *HEC-RAS 4.1.0* (fig. 25).

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

Fig. 25. Coeficientes de contracción y expansión para el régimen subcrítico. (HEC-RAS 4.1 Hydraulic Reference Manual).

En el caso del presente estudio, al tratarse de transiciones graduales del flujo en todos los barrancos, se ha utilizado un coeficiente de contracción de 0.1 y un coeficiente de expansión de 0.3 en los tres modelos de simulación hidráulicos correspondientes a cada barranco (fig. 25).

3.3.3. Condiciones de contorno.

Las condiciones de contorno permiten suministrar al modelo la información de la situación aguas arriba y aguas abajo específica del tramo de cauce considerado y, por lo tanto, dan una definición más cercana a la realidad del mismo en cuanto a su régimen de flujo en los distintos puntos o tramos del barranco. Así, se distinguen tres posibilidades en cuanto al régimen de funcionamiento:

- Régimen lento o subcrítico: se establecen las condiciones de contorno en las secciones de aguas abajo de los tramos. El calado o calado normal (y) de la sección es mayor que el calado crítico (y_c) de la misma.

- Régimen rápido o supercrítico: se establecen las condiciones de contorno en las secciones de aguas arriba de los tramos. El calado o calado normal (y) de la sección es menor que el calado crítico (y_c) de la misma.

- Mixto: las condiciones de contorno se definen necesariamente en todos los extremos de los tramos.

HEC-RAS permite a su vez cuatro formas diferentes de introducir las condiciones de contorno en las secciones de aguas arriba y aguas abajo de los tramos considerados para cada uno de los barrancos:

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

En el modelo de simulación hidráulico se ha elegido el régimen mixto para los tres barrancos, ya que los tramos de estudio son cauces naturales y el régimen del flujo irá variando a lo largo de los mismos. Debido a ello, se deben acotar las condiciones de

contorno tanto aguas arriba como aguas abajo en cada tramo del barranco en cuestión. Así:

a) Secciones de aguas arriba: en ellas debe definirse la pendiente inicial de la línea de energía en el entorno de las mismas (pendiente del terreno), para que se pueda calcular el calado correspondiente al régimen uniforme. De este modo, se ha introducido en HEC-RAS la siguiente información para cada barranco:

- Barranco de Bercutilla: calado normal para una pendiente inicial del 4.03 %.
- Barranco del Remedio: calado normal para una pendiente inicial del 5.01 %.
- Barranco del Montú: calado normal para una pendiente inicial del 9.13 %.

b) Secciones de aguas abajo: en el modelo de simulación hidráulico de cada barranco se ha adoptado la condición de calado crítico, ya que en los tramos analizados de los mismos se cumple que en la sección de aguas abajo se produce el fenómeno conocido como “caída hidráulica” debido a un incremento brusco en la pendiente del lecho del cauce, por lo que el calado de dicha sección es el crítico, creando así una situación de “control” hacia las secciones de aguas arriba, formando una curva de remanso del flujo tipo S2 (pendiente suave en régimen lento).

Probablemente las condiciones de contorno existentes en los límites de los tramos objeto de estudio no sean exactamente las correspondientes a las citadas en los párrafos anteriores, pero esto ya se ha tenido en cuenta a la hora de extender suficientemente los tramos a analizar en cada barranco.

3.4. Situación actual.

A continuación se lleva a cabo el análisis del estado natural actual de los barrancos con los datos de caudales proporcionados en el apartado *2.3. Hidrología* de este anejo para cada alternativa:

3.4.1. Barranco de Bercutilla.

A continuación se muestran los resultados del análisis del comportamiento hidráulico del barranco en la situación actual frente a la avenida de 500 años de periodo de retorno.

El tramo analizado del barranco de Bercutilla tiene una longitud aproximada de dos kilómetros en los que el cauce principal se encuentra encajado en el terreno prácticamente en su totalidad, exceptuando algún cruce a nivel de un camino o pista forestal. Presenta taludes naturales casi verticales que varían gradualmente a lo largo del tramo separando el cauce encajonado de las márgenes, en las que se encuentran campos de cultivo de olivo y almendro en su mayoría (fig. 4 y fig. 21).

Realizado el análisis hidráulico de la situación actual se obtienen los perfiles de la lámina libre del flujo estacionario en regímenes subcrítico, supercrítico y crítico para las alternativas Norte y Centro (fig. 26 y fig. 28), donde:

- WS (Water Surface): lámina de agua.
- Crit (Critical Depth Elevation): calado crítico.
- Ground: cota más baja de la sección transversal sobre el terreno (thalweg del río).
- LOB (Left Over Bank): cota de la margen izquierda (a efectos de cambios de rugosidad).
- ROB (Right Over Bank): cota de la margen derecha (a efectos de cambios de rugosidad).

Como resultado de este análisis, se puede concluir que no es necesaria ninguna acción sobre el barranco, ya que la lámina de agua permanece en todo momento dentro del cauce para la situación más desfavorable, como es la de la avenida de 500 años de periodo de retorno. Así, el agua jamás llegará a las nuevas variantes proyectadas por las alternativas Norte y Centro, respectivamente, lo cual era principalmente la razón de estudio de este barranco (fig. 27, fig. 29, fig. 10 y fig. 11).

a) Alternativa Norte.

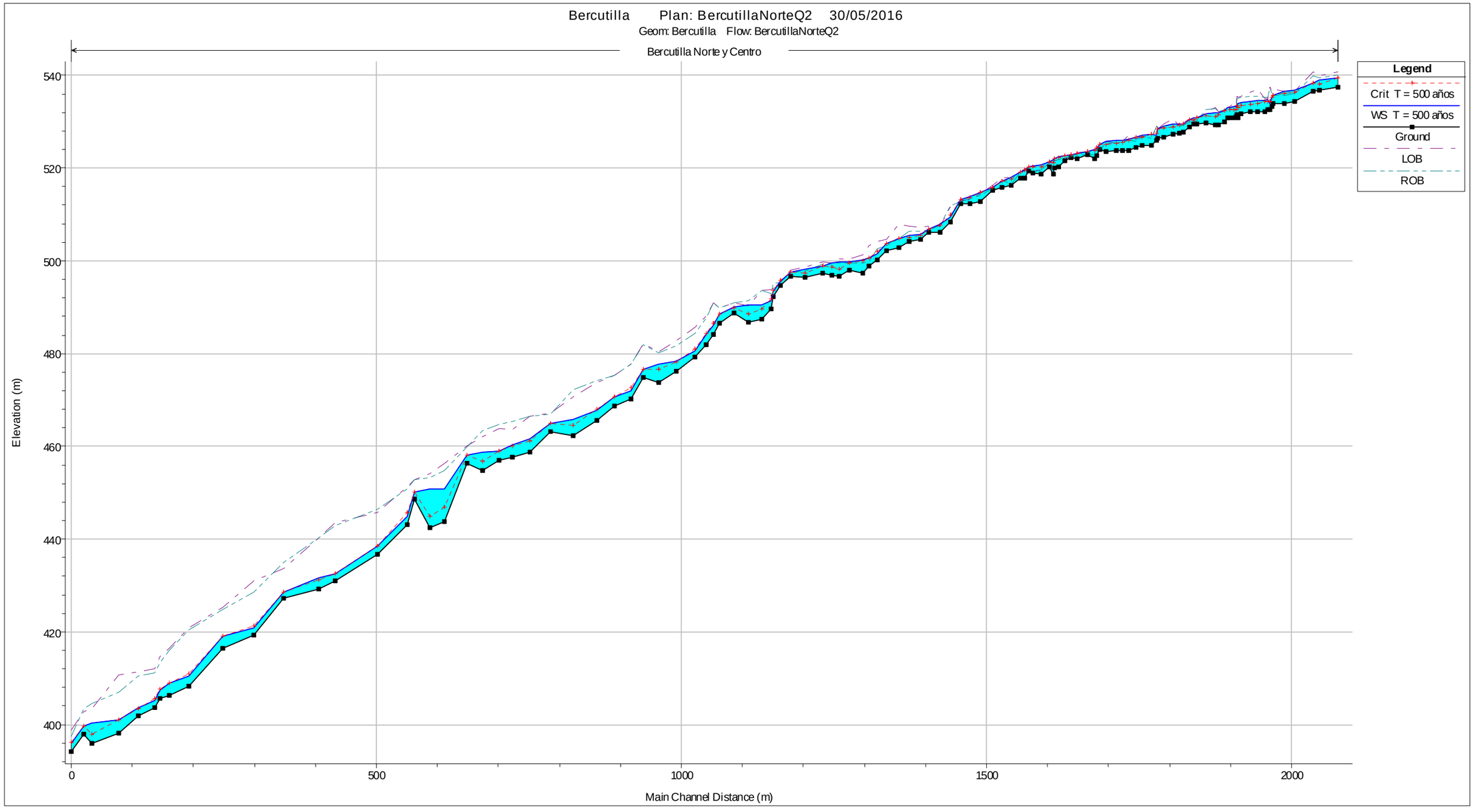


Fig. 26. Alternativa Norte. Perfil longitudinal del barranco de Bercutilla tras el análisis de la situación actual para el T = 500 años. (HEC-RAS).

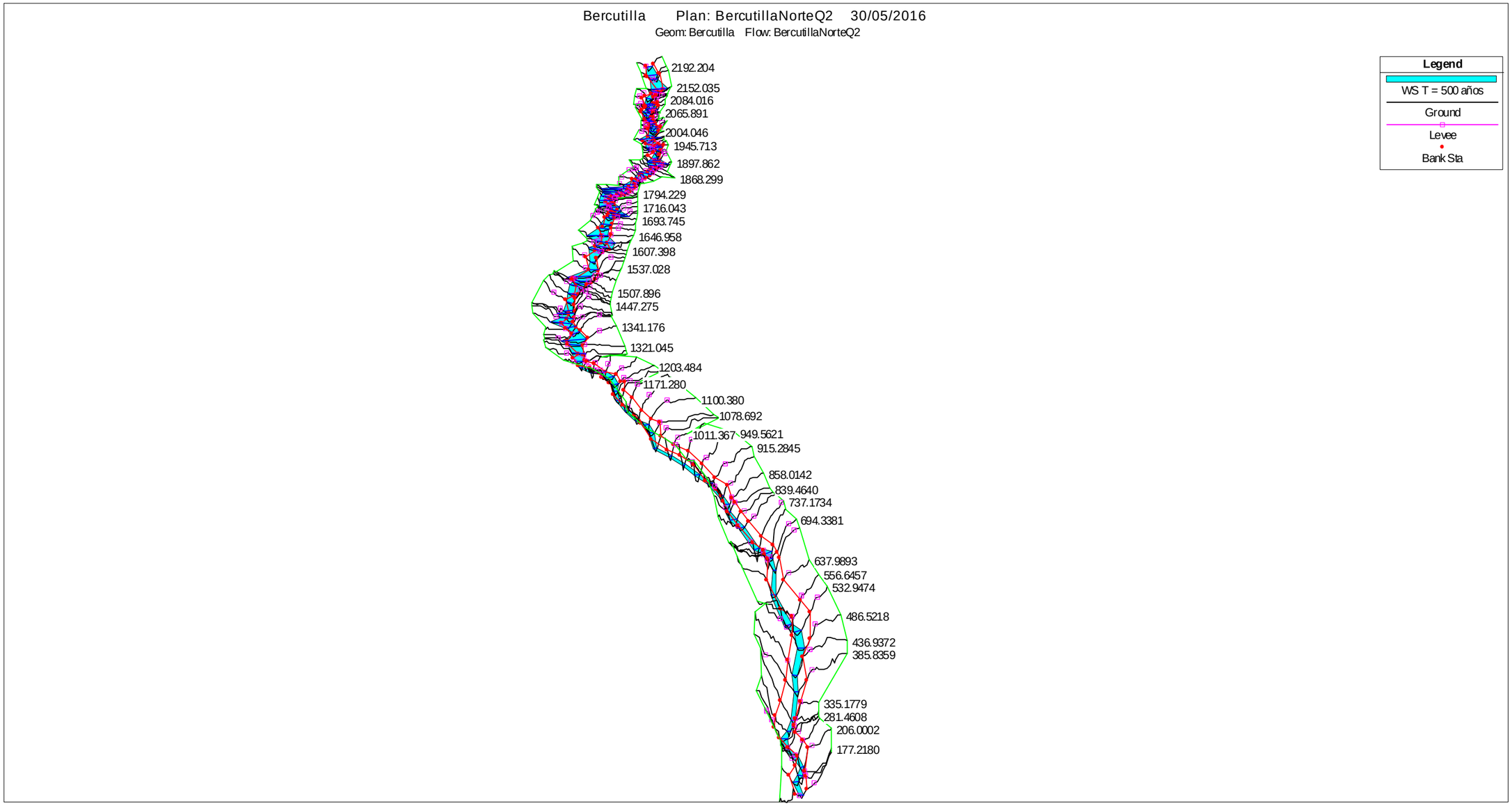


Fig. 27. Alternativa Norte. Gráfico tridimensional del barranco de Bercutilla tras el análisis de la situación actual para el T = 500 años. (HEC-RAS).

b) Alternativa Centro.

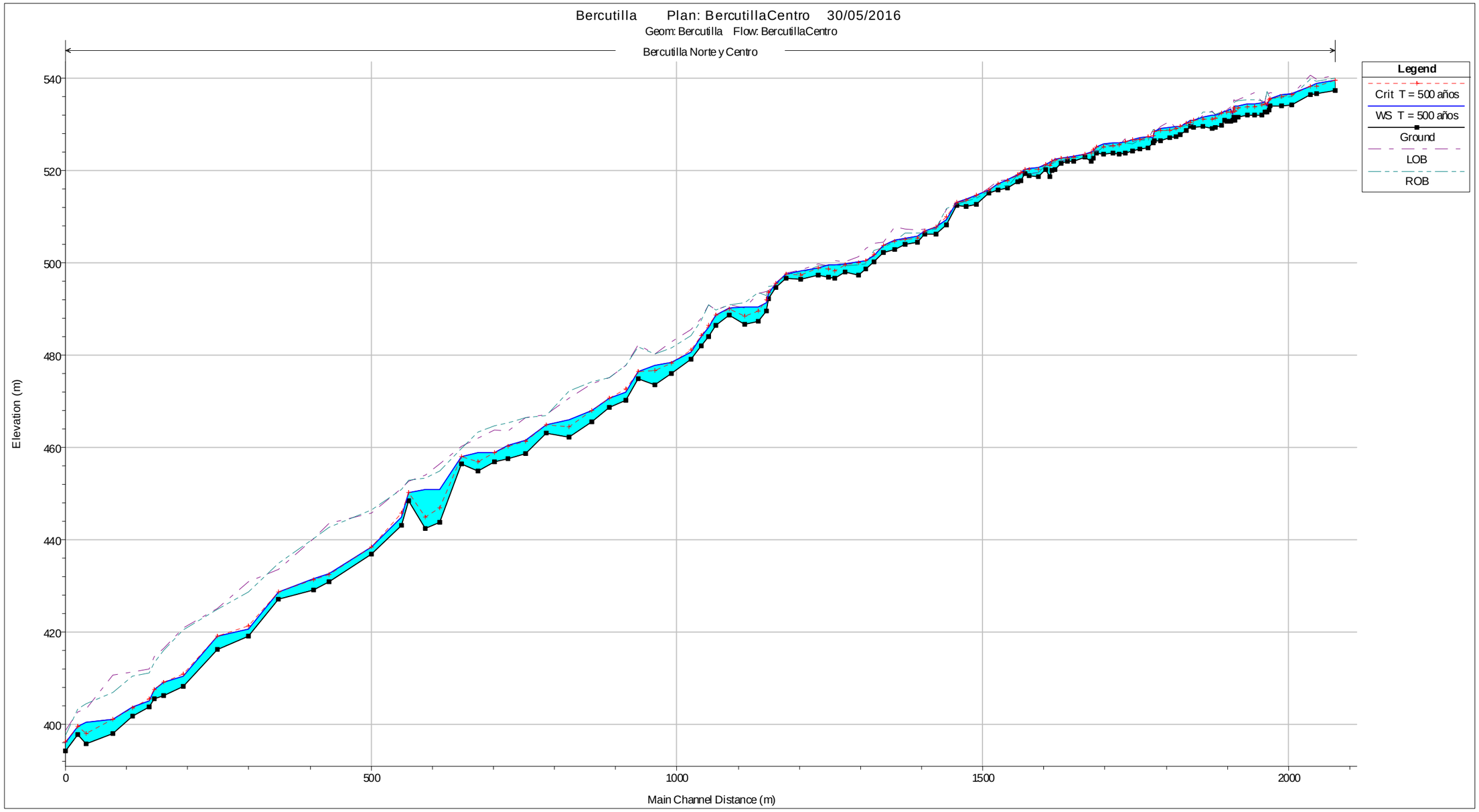


Fig. 28. Alternativa Centro. Perfil longitudinal del barranco de Bercutilla tras el análisis de la situación actual para el T = 500 años. (HEC-RAS).

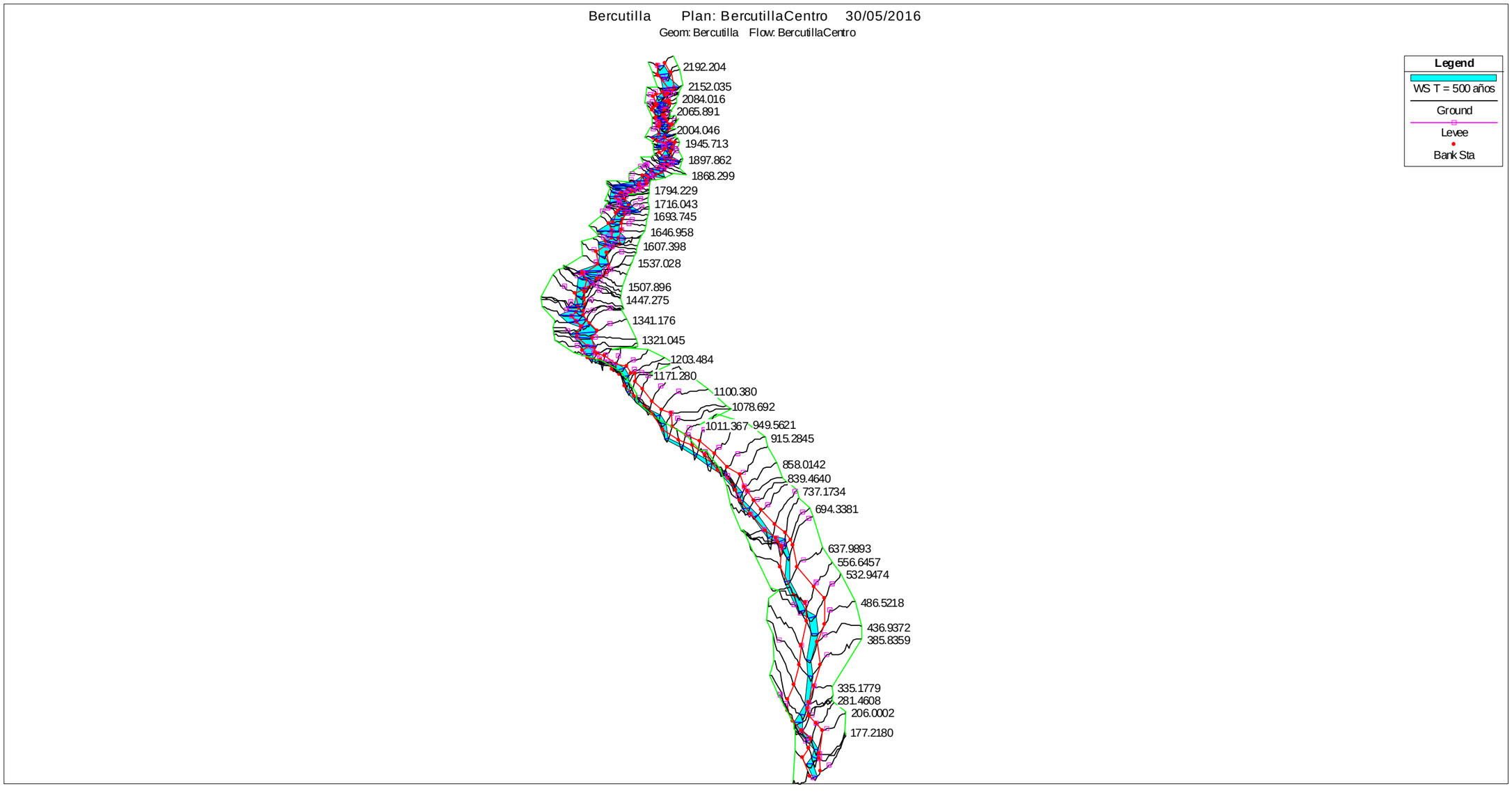


Fig. 29. Alternativa Centro. Gráfico tridimensional del barranco de Bercutilla tras el análisis de la situación actual para el T = 500 años. (HEC-RAS).

3.4.2. Barranco del Remedio.

A continuación se muestran los resultados del análisis del comportamiento hidráulico del barranco en la situación actual frente a la avenida de 500 años de periodo de retorno.

El tramo analizado del barranco del Remedio tiene una longitud aproximada de un kilómetro en el que el cauce principal se encuentra más o menos encajado en el terreno, según por donde discurra en los tramos en los que se ha divido la longitud total del mismo. Así, presenta taludes casi verticales en algunas zonas (tramos 5 a 7) mientras que en el resto son más tendidos, del orden de 2H:1V o superiores. Cabe destacar que, en los tramos 3 y 4, el barranco está antropizado mediante un encauzamiento, debido a su paso por una zona urbana cercana a la pirotecnia (fig. 21), así como la invasión en el mismo del campo de fútbol de Chelva por su margen derecha (tramo 6) (fig. 5).

En el resultado de este análisis se ha observado que el flujo estacionario va cambiando de régimen (subrcrítico, supercrítico y crítico) al lo largo de todo el tramo de estudio, pero manteniéndose siempre dentro del cauce principal (fig. 30 y fig. 31). En los apartados siguientes se mostrarán algunas secciones con las estructuras de las alternativas correspondientes, donde se puede comprobar esta afirmación para la avenida de 500 años.

a) Alternativa Norte.

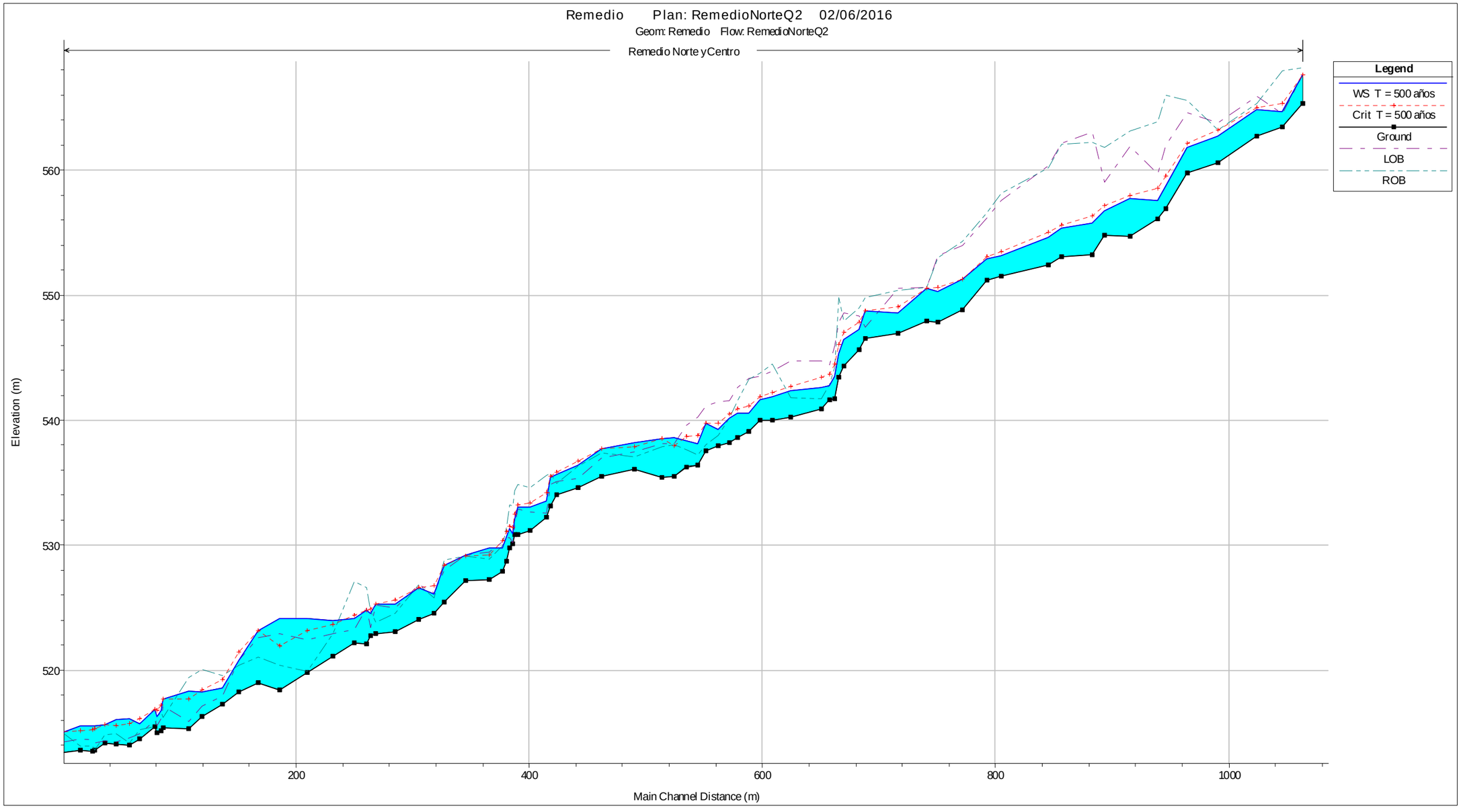


Fig. 30. Alternativa Norte. Perfil longitudinal del barranco del Remedio tras el análisis de la situación actual para el T = 500 años. (HEC-RAS).

b) Alternativa Centro.

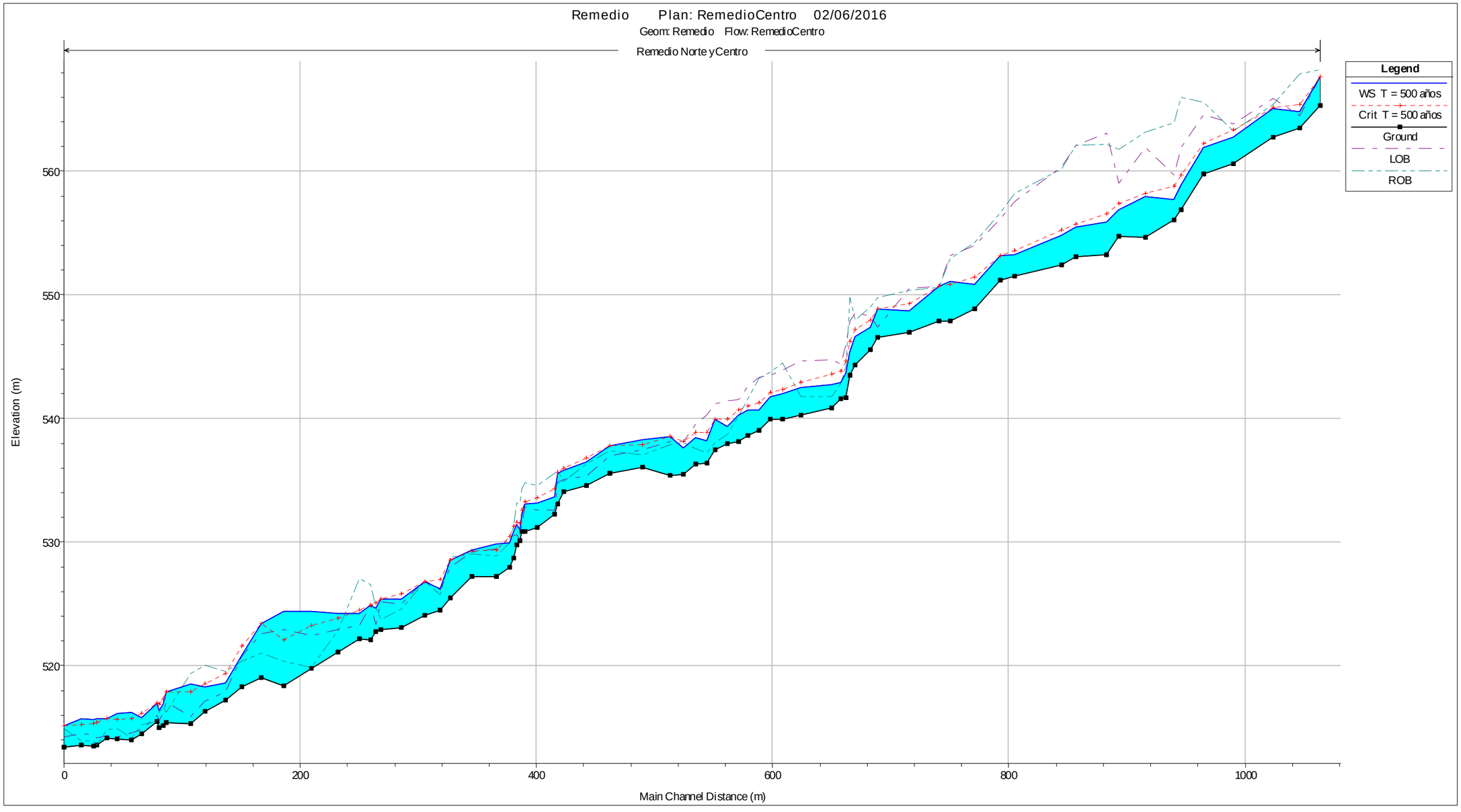


Fig. 31. Alternativa Centro. Perfil longitudinal del barranco del Remedio tras el análisis de la situación actual para el T = 500 años. (HEC-RAS).

3.4.3. Barranco del Montú.

A continuación se muestran los resultados del análisis del comportamiento hidráulico del barranco en la situación actual frente a la avenida de 500 años de periodo de retorno.

El tramo analizado del barranco del Montú tiene una longitud aproximada de un kilómetro y medio en el que el cauce principal se encuentra más o menos encajado en el terreno, según por donde discurra en los tramos en los que se ha divido la longitud total del mismo. Así, presenta taludes casi verticales en algunas zonas (tramos 2 y 3) mientras que en el resto son más tendidos, del orden de 2H:1V o superiores. Cabe destacar que, en el tramo 3, en la sección de aguas abajo, se encuentra un azud completamente aterrado que es condición de contorno para este barranco como se ha explicado en el apartado *3.3.3. Condiciones de contorno* del presente documento (fig. 24). Las márgenes, por su parte, varían gradualmente entre el terreno natural (tramos 1 y 3) y los campos de olivos (tramo 2) (fig. 23).

En el resultado de este análisis se ha observado que el flujo estacionario va cambiando de régimen (subrcrítico, supercrítico y crítico) al lo largo de todo el tramo de estudio, pero manteniéndose siempre dentro del cauce principal (fig. 32 y fig. 33). En los apartados siguientes se mostrarán algunas secciones con las estructuras de las alternativas correspondientes, donde se puede comprobar esta afirmación para la avenida de 500 años.

a) Alternativa Norte.

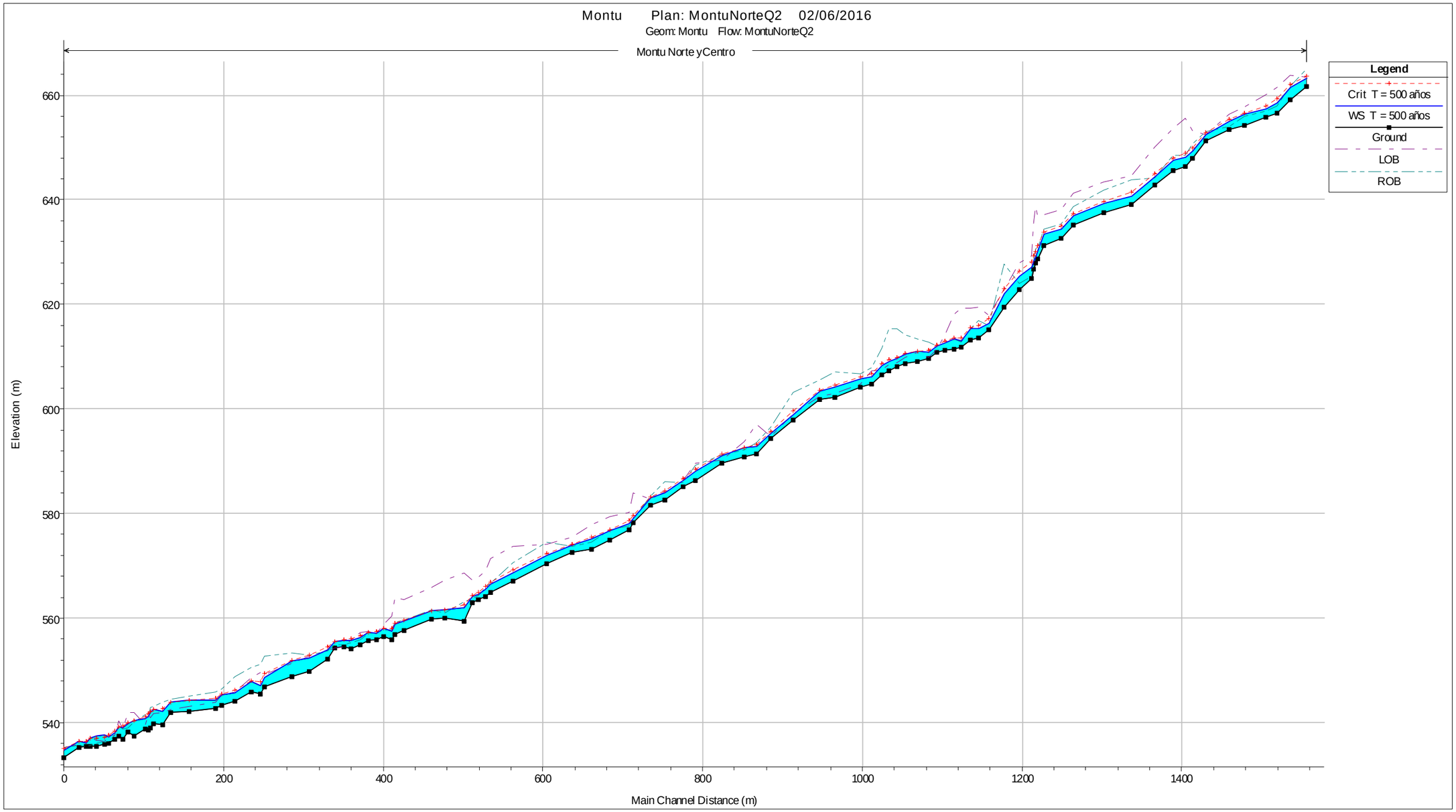


Fig. 32. Alternativa Norte. Perfil longitudinal del barranco del Montú tras el análisis de la situación actual para el T = 500 años. (HEC-RAS).

b) Alternativa Centro.

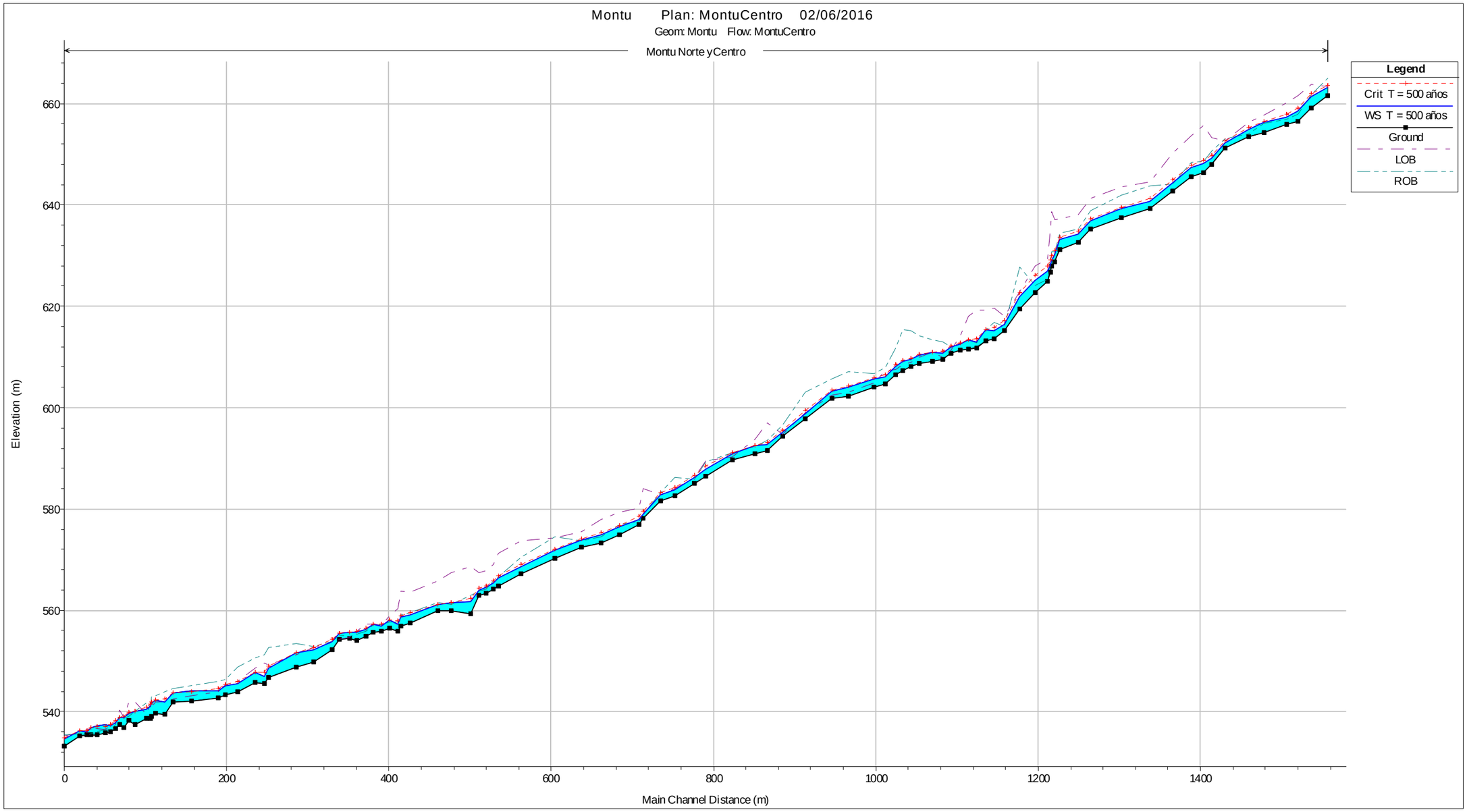


Fig. 33. Alternativa Centro. Perfil longitudinal del barranco del Montú tras el análisis de la situación actual para el T = 500 años. (HEC-RAS).

En el *Apéndice I. Cálculos de la situación actual* se incluyen las tablas con los resultados de los cálculos procedentes de la simulación hidráulica de los modelos en HEC-RAS para cada uno de los barrancos. En ellas se muestra información asociada a la ecuación de la energía, la comparación del tipo de régimen de flujo real en la sección con el régimen crítico, la descripción desde el punto de vista geométrico del alcance de la crecida sobre las secciones transversales y datos sobre la capacidad erosiva de la misma.

3.5. Situación con las estructuras de la Alternativa Norte.

Tras analizar la situación actual de los tramos de estudio en los barrancos del Remedio y del Montú, es necesario repetir el proceso para la situación en la que se encuentran proyectadas las estructuras de la alternativa sobre cada barranco, estudiar cómo repercuten en ésos tramos y cuáles son las medidas a adoptar.

La variante Alternativa Norte de la actual carretera CV-35 contempla la construcción de un viaducto sobre el barranco del Remedio (fig. 35) y de un puente sobre el barranco del Montú (fig. 44).

Por otro lado, hay que tener en cuenta la siguiente consideración que destaca Juan P. Martín Vide en su obra *Ingeniería de ríos* (2002): “la anchura real libre del puente (su vano), que se debe considerar en los aspectos hidráulicos del proyecto, se mide en la proyección del puente sobre el plano perpendicular a la corriente” (fig. 34).

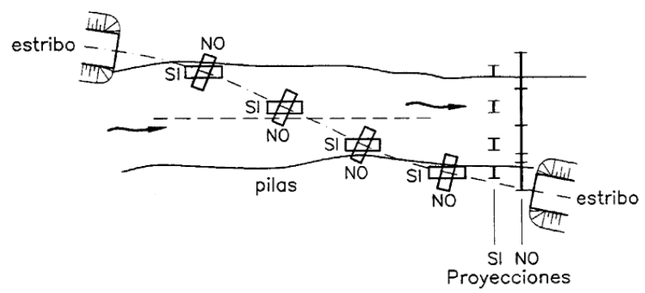


Fig. 34. Alineación de pilas y estribos según la corriente. (Martín Vide, 2002)

En ambas estructuras de la Alternativa Norte, las pilas de los puentes son de sección circular con un diámetro de dos metros (ver *Anejo 9. Estructuras. Estudio de soluciones* de la memoria de la Alternativa Norte), por lo que, independientemente de la alineación de estas estructuras con la corriente, a efectos hidráulicos no es un problema, ya que la forma de la sección deja indiferente el ángulo de ataque del flujo, considerándolo éste siempre perpendicular a la cara más estrecha de la pila (constante en ambos casos y de valor igual al diámetro de las mismas).

Una vez aclarada la cuestión anterior, a continuación se describen en los apartados siguientes las modelizaciones de las estructuras proyectadas por la Alternativa Norte sobre los barrancos del Remedio y del Montú, respectivamente.

3.5.1. Modelación del viaducto sobre el barranco del Remedio.

El viaducto sobre el barranco del Remedio tiene una longitud total de 641.60 metros entre estribos, siendo sustentado a su vez por veinte pilas intermedias con vanos de luces variables entre las mismas. El vano que cruza sobre el barranco es el comprendido entre las pilas P8 y P9 con una luz de 32 metros (fig. 35).

Por otro lado, el tablero está formado por una sección tipo losa aligerada de 1.30 metros de canto longitudinal. En planta, el ancho del mismo es de 10.50 metros, que se corresponde con el ancho de la plataforma del trazado de la variante. La rasante del tablero es una rampa del 7.1 %.

No obstante, hay que tener en cuenta que el puente forma un ángulo de 131.7º con respecto a la dirección del flujo de la corriente en planta, por lo que a la hora de introducir el tablero en el modelo de HEC-RAS, la achura del mismo pasa a ser de 14.10 metros en lugar de los 10.50 reales, ya que la distancia que hay que considerar es la paralela a la dirección del flujo en este caso (fig. 35).

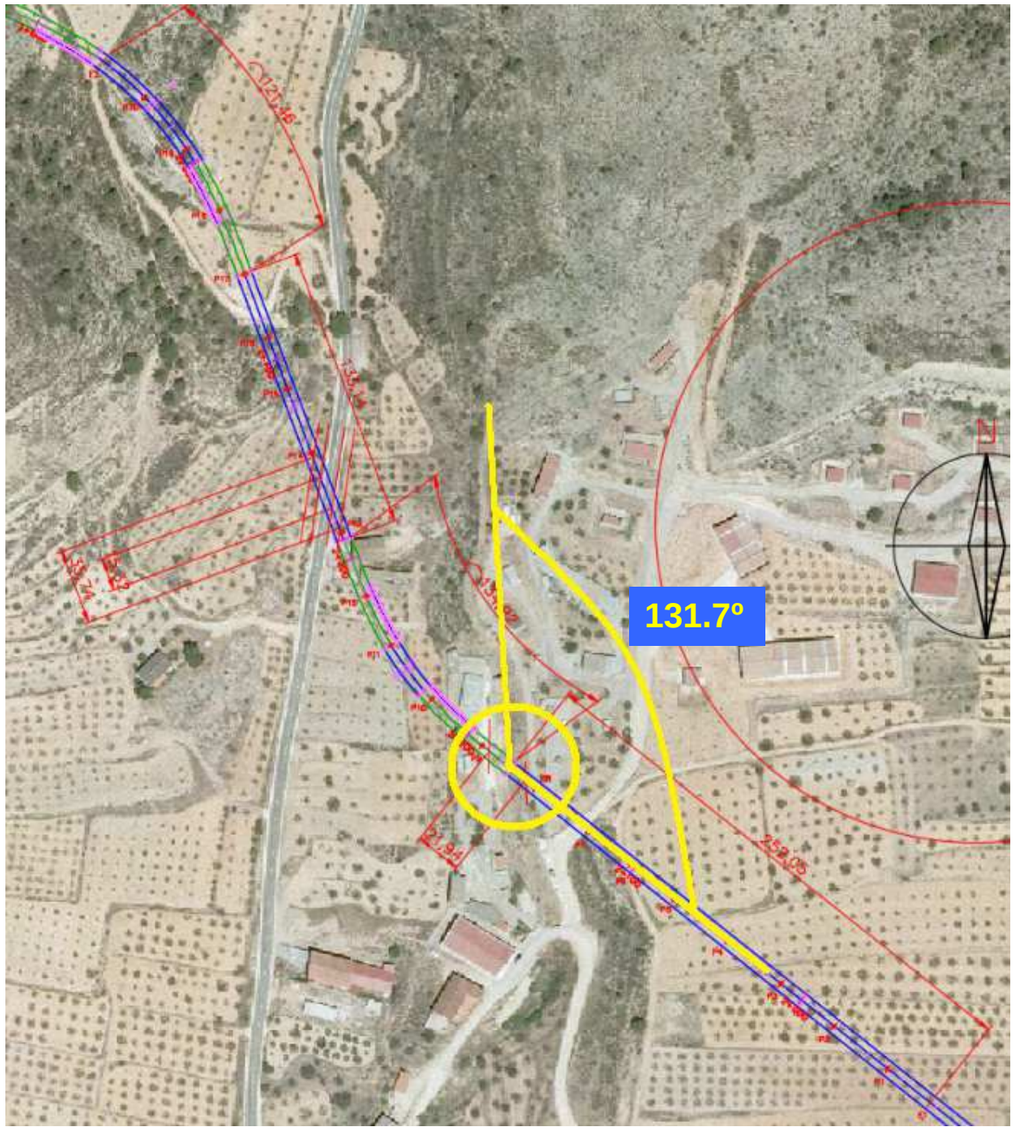


Fig. 35. Alternativa Norte. Planta del viaducto sobre el barranco del Remedio.

Una vez introducidos estos datos con las características del vano del viaducto, junto con las cotas de los extremos del tablero y las dimensiones de las pilas perpendiculares al flujo (dos metros de ancho como se ha indicado en el apartado anterior), la sección del vano del viaducto aguas arriba y aguas abajo sobre el barranco del Remedio puede observarse en la figura 37 (fig. 37).

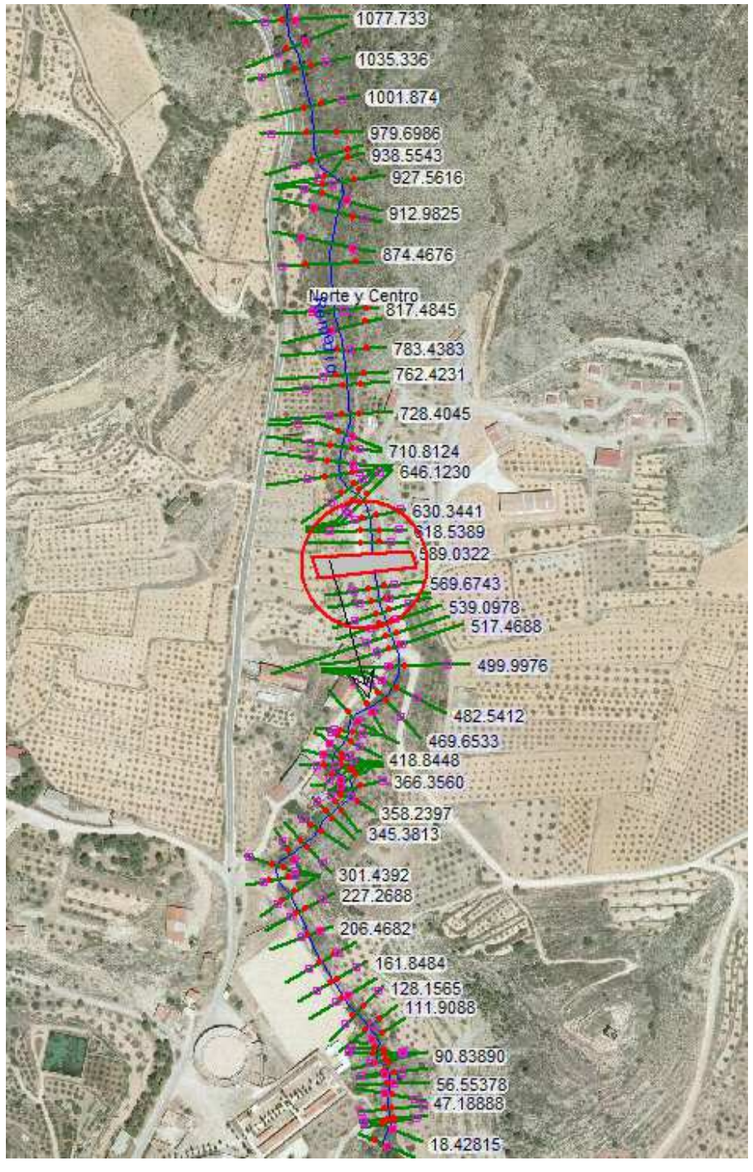


Fig. 36. Alternativa Norte. Emplazamiento del viaducto sobre el barranco del Remedio. (HEC-RAS)

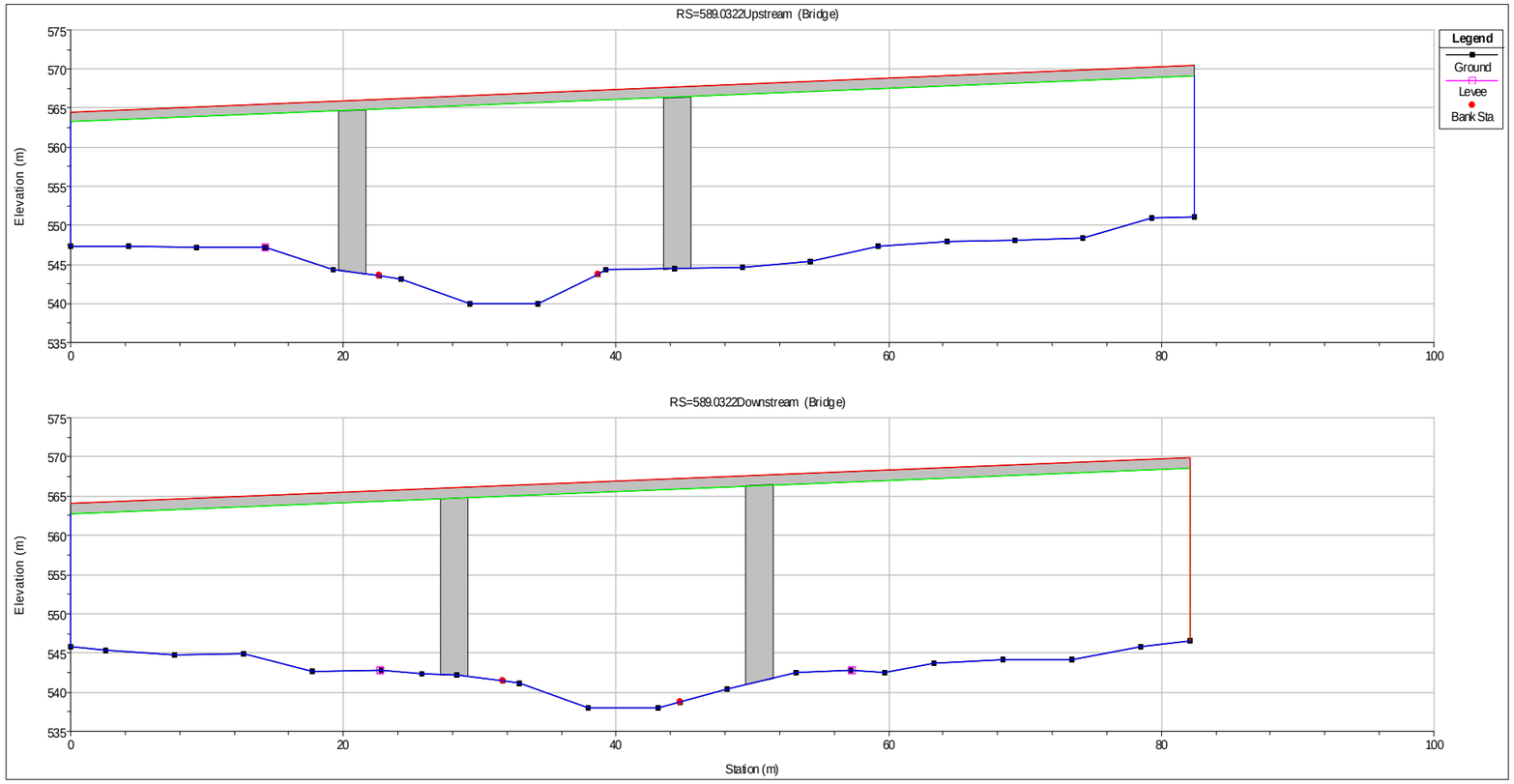


Fig. 37. Alternativa Norte. Gráfico con la geometría aguas arriba y aguas abajo del viaducto sobre el barranco del Remedio. (HEC-RAS).

En HEC-RAS, a la hora de introducir el modelo de aproximación del viaducto, para el cálculo de la fuerza hidrodinámica y la sobreelevación de la lámina de agua debido a la interrupción de las pilas en el flujo se debe prestar atención a dos coeficientes, que son:

- El coeficiente de arrastre, C_D: se tiene en cuenta para el cálculo de la fuerza hidrodinámica que ejerce el flujo sobre las pilas del puente. Varía con la forma de la pila, por lo que en este caso al tratarse de pilas circulares se ha escogido un valor de C_D igual a 1.2 (fig. 38).

Pier Shape	**Drag Coefficient C_D**
Circular pier	1.20
Elongated piers with semi-circular ends	1.33
Elliptical piers with 2:1 length to width	0.60
Elliptical piers with 4:1 length to width	0.32
Elliptical piers with 8:1 length to width	0.29
Square nose piers	2.00
Triangular nose with 30 degree angle	1.00
Triangular nose with 60 degree angle	1.39
Triangular nose with 90 degree angle	1.60
Triangular nose with 120 degree angle	1.72

Fig. 38. Valores típicos del coeficiente de arrastre C_D. (HEC-RAS 4.1 Hydraulic Reference Manual).

- El coeficiente de forma, *K*: se tiene en cuenta para el cálculo de la sobreelevación de la lámina de agua aguas arriba de la pila que intersecta el flujo mediante la ecuación de Yarnell (1934). Al igual que el coeficiente de arrastre, también depende de la forma de la pila, por lo que en este caso se ha escogido un valor de *K* igual a 0.9 (fig. 39).

Pier Shape	Yarnell K Coefficient
Semi-circular nose and tail	0.90
Twin-cylinder piers with connecting diaphragm	0.95
Twin-cylinder piers without diaphragm	1.05
90 degree triangular nose and tail	1.05
Square nose and tail	1.25
Ten pile trestle bent	2.50

Fig. 39. Valores típicos del coeficiente de forma K.
(HEC-RAS 4.1.0 Hydraulic Reference Manual).

HEC-RAS permite el cálculo de la pérdida de energía por la contracción y expansión del flujo debido a la reducción de sección que suponen las pilas y los estribos de un puente en el caso de que intercepten dicho flujo, tanto aguas arriba como aguas abajo de la estructura, respectivamente, mediante la aplicación de varios métodos de cálculo que el usuario puede seleccionar en función de sus necesidades (fig. 40).

En este caso, se eligen los métodos de la "Ecuación de la Energía", de la ecuación del "Balance del Momento" y de la ecuación de Yarnell (1934), indicando que el programa escoja de entre ellas la de máxima respuesta de energía[(1)] (fig 40).

Una vez introducidos todos estos datos en HEC-RAS, ya se puede llevar a cabo la simulación del modelo con el viaducto situado en el barranco. Como resultado de dicha simulación, se pueden observar las secciones transversales del puente aguas arriba y aguas abajo para la avenida de 500 años de periodo de retorno (fig. 41 y fig. 42), así como el perfil longitudinal del barranco del Remedio con la inserción del viaducto (fig. 43).

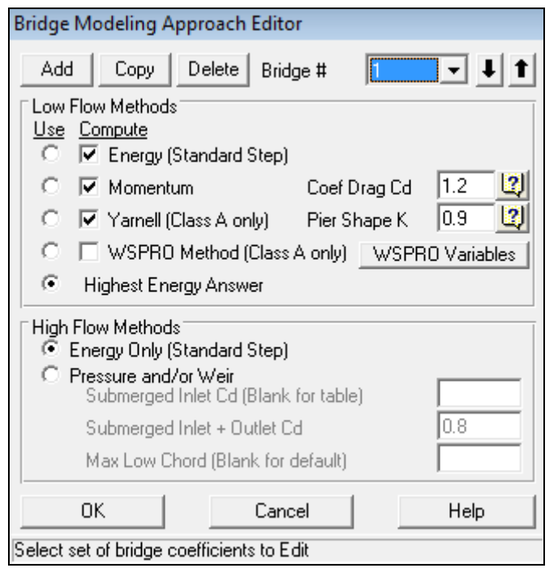


Fig. 40. Ajuste del modelo de aproximación del viaducto en HEC-RAS.

En éste último se observan varios cambios de régimen del flujo a lo largo del tramo estudiado del barranco. Sin embargo, en el entorno del viaducto se aprecia claramente que el flujo está en régimen lento (subrcrítico), acotado por un resalto hidráulico aguas arriba (a unos veinte metros de distancia) y por una caída hidráulica aguas abajo (a unos treinta metros), que es la que controla dicho régimen (fig. 43).

Por otro lado, la lámina de agua jamás mojará las pilas, coincidiendo que el viaducto se sitúa en el tramo 4 y demostrando pues que, como en ésa zona ya existe una actuación sobre el barranco por parte del hombre (el encauzamiento), éste tiene suficiente capacidad hidráulica como para desaguar la avenida de 500 años sin problemas (fig. 41 y fig. 42).

Como consecuencia de lo anterior, no es necesario estudiar la socavación de las pilas ni la erosión del cauce en el entorno del viaducto.

[(1)] El lector interesado puede consultar las fórmulas de las ecuaciones de los tres métodos mencionados en el *HEC-RAS 4.1.0 Hydraulic Reference Manual* (pp. 5-10 a 5-14).

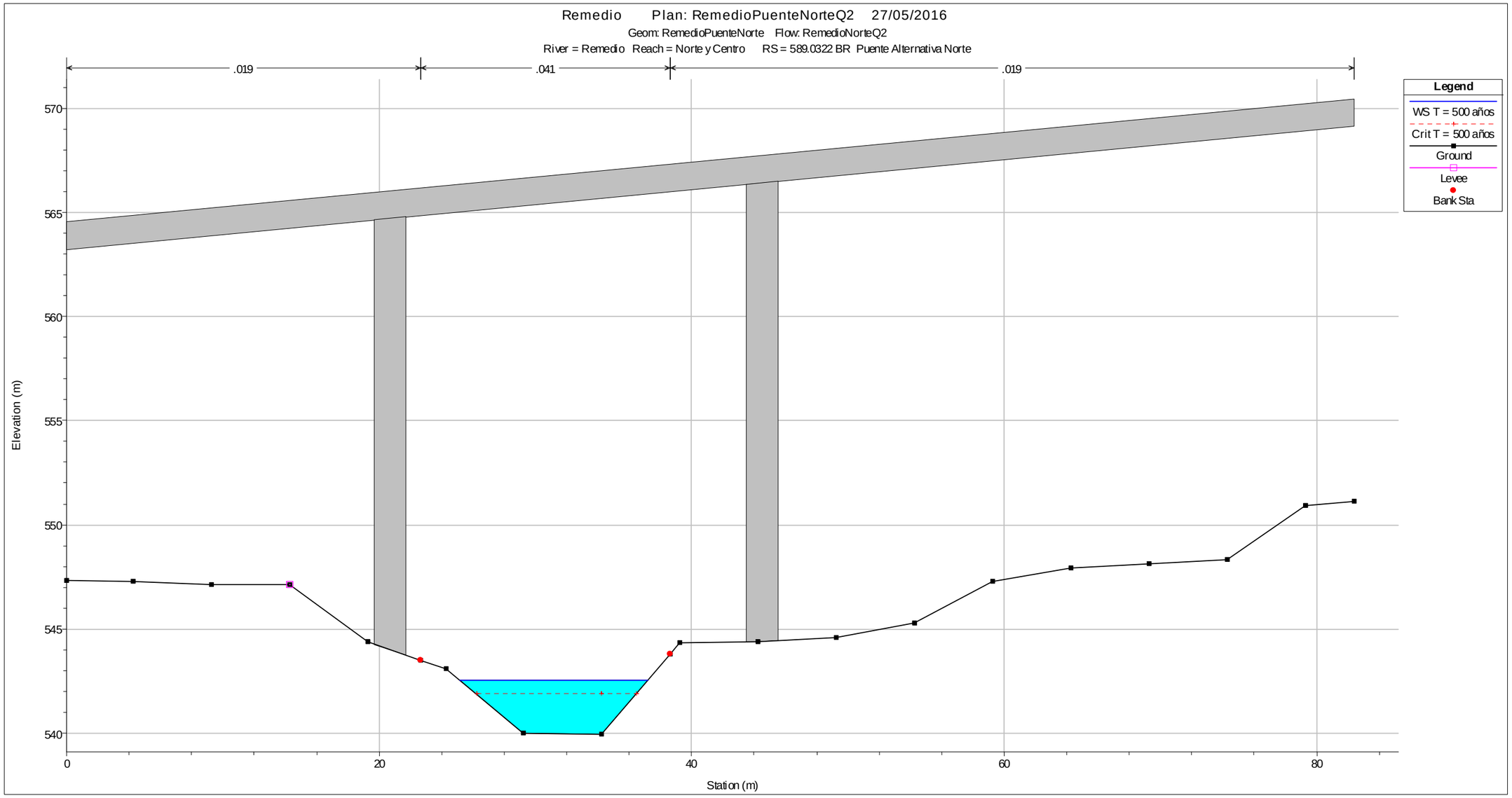


Fig. 41. Alternativa Norte. Sección de aguas arriba del viaducto sobre el barranco del Remedio. (HEC-RAS).

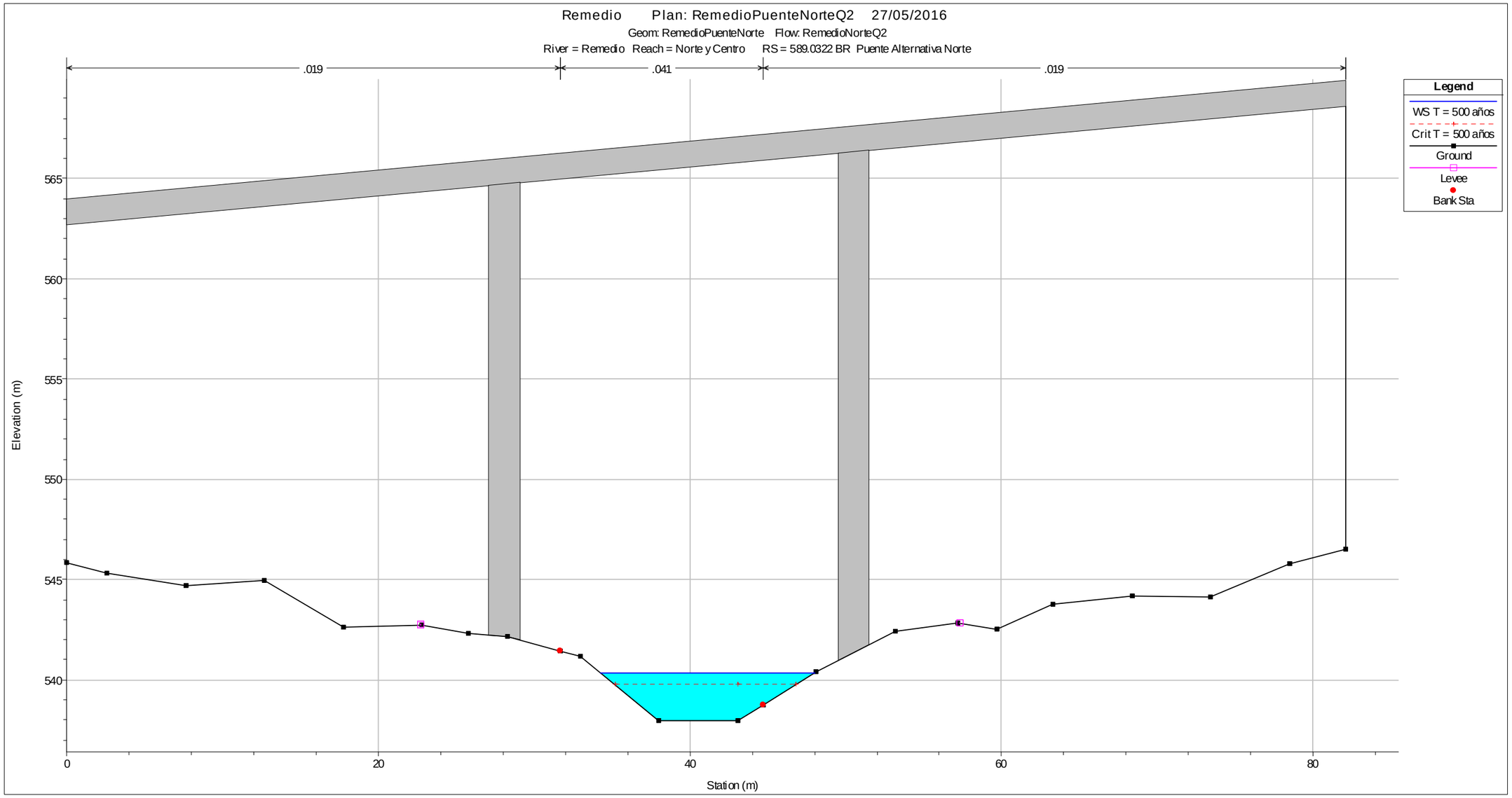


Fig. 42. Alternativa Norte. Sección de aguas abajo del viaducto sobre el barranco del Remedio. (HEC-RAS).

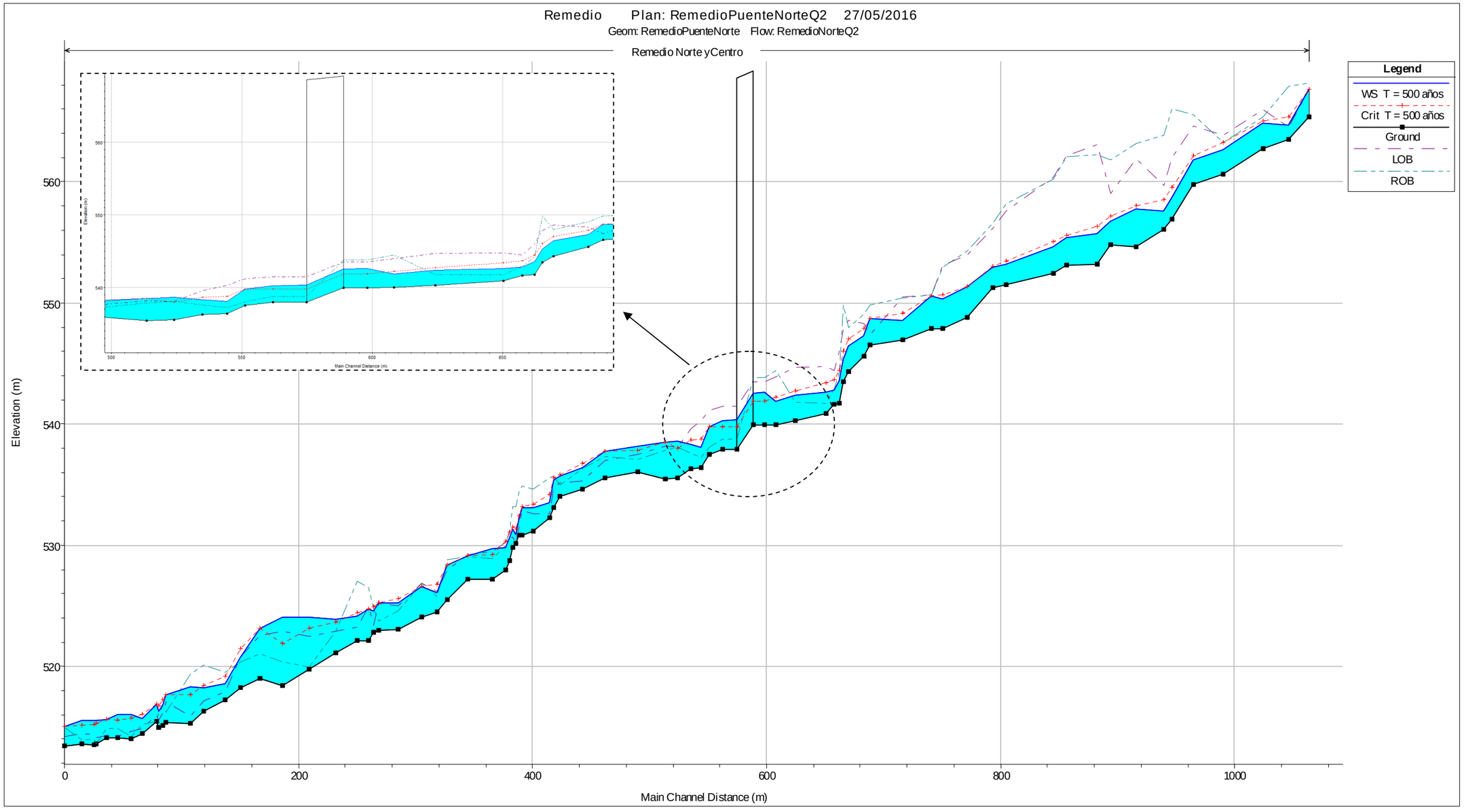


Fig. 43. Alternativa Norte. Perfil longitudinal del barranco del Remedio con la inserción del viaducto para el T = 500 años. (HEC-RAS).

En el *Apéndice II. Cálculos de la Alternativa Norte* se incluyen las tablas con los resultados de los cálculos procedentes de la simulación hidráulica de los modelos en HEC-RAS para cada uno de los barrancos. En ellas se muestra información asociada a la ecuación de la energía, la comparación del tipo de régimen de flujo real en la sección con el régimen crítico, la descripción desde el punto de vista geométrico del alcance de la crecida sobre las secciones transversales y datos sobre la capacidad erosiva de la misma.

3.5.2. Modelación del puente sobre el barranco del Montú.

El puente sobre el barranco del Montú tiene una longitud total de 155.25 metros entre estribos, siendo sustentado a su vez por cuatro pilas intermedias con vanos de luces de 33.75 metros entre las mismas y de 27 metros a estribos. El vano que cruza sobre el barranco es el comprendido entre las pilas P2 y P3 (fig. 44).

Por otro lado, el tablero está formado por una sección tipo losa aligerada de 1.30 metros de canto longitudinal. En planta, el ancho del mismo es de 10.50 metros, que se corresponde con el ancho de la plataforma del trazado de la variante. La rasante del tablero es una rampa del 7.2 %.

No obstante, hay que tener en cuenta que el puente forma un ángulo de 114.9º con respecto a la dirección del flujo de la corriente en planta, por lo que a la hora de introducir el tablero en el modelo de HEC-RAS, la achura del mismo pasa a ser de 11.58 metros en lugar de los 10.50 reales, ya que la distancia que hay que considerar es la paralela a la dirección del flujo en este caso (fig. 44).

Una vez introducidos estos datos con las características del puente, junto con las cotas de los extremos del tablero y las dimensiones de las pilas perpendiculares al flujo (dos metros de ancho como ya se ha indicado anteriormente), la sección del puente aguas arriba y aguas abajo sobre el barranco del Montú puede observarse en la figura 46 (fig. 46).

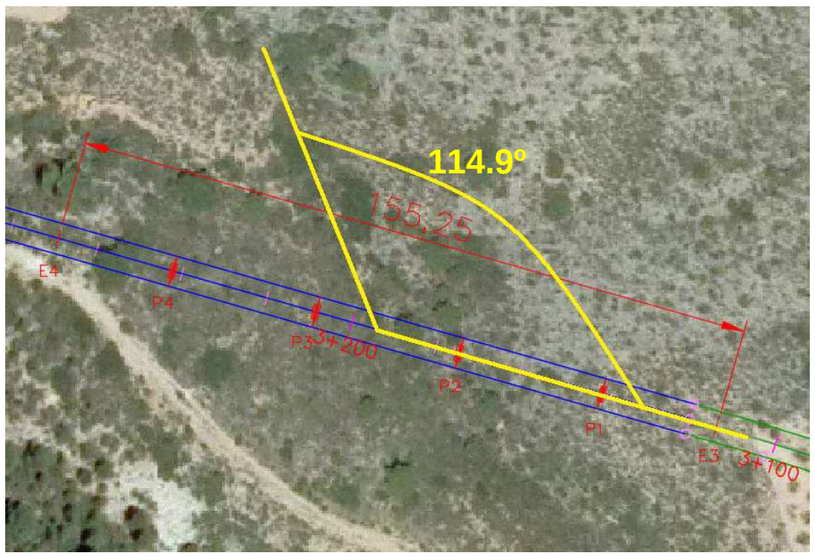


Fig. 44. Alternativa Norte. Planta del puente sobre el barranco del Montú.

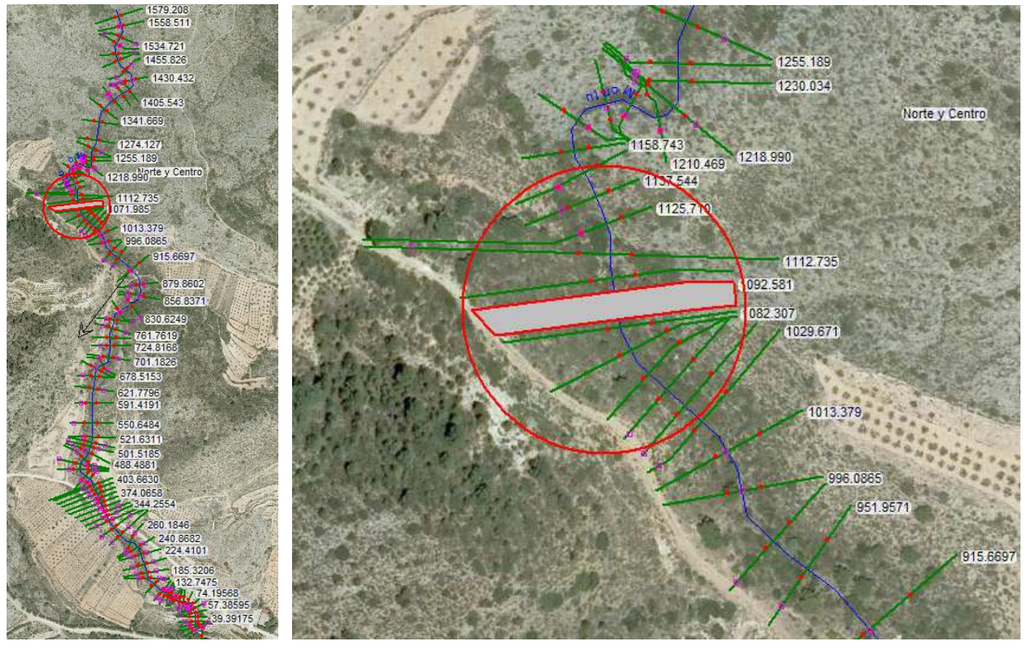


Fig. 45. Alternativa Norte. Emplazamiento del puente sobre el barranco del Montú. (HEC-RAS).

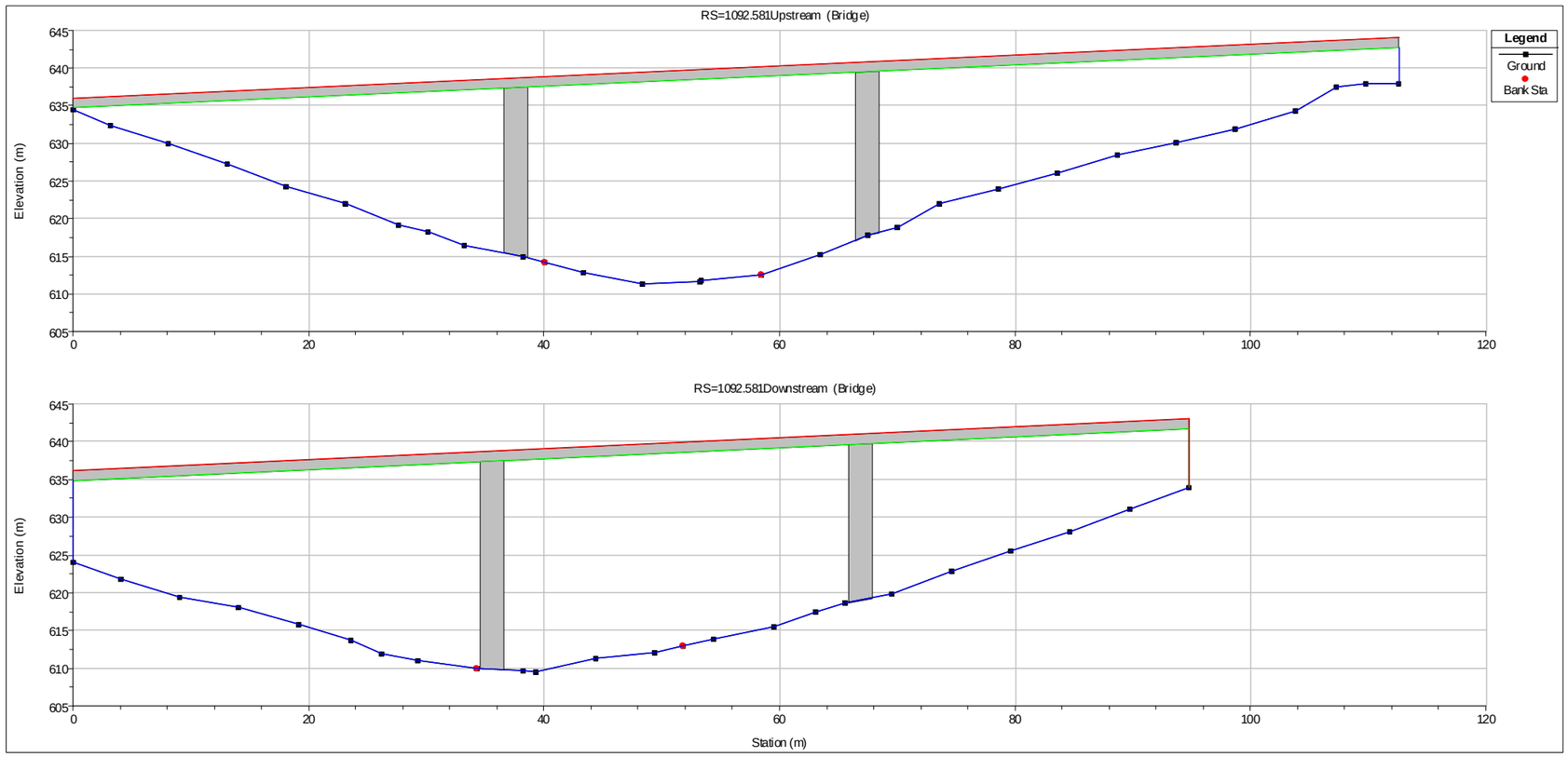


Fig. 46. Alternativa Norte. Gráfico con la geometría aguas arriba y aguas abajo del puente sobre el barranco del Montú. (HEC-RAS).

Como en este caso las pilas son circulares al igual que en el viaducto que cruzaba el barranco del Remedio, se escogen los mismos coeficientes de arrastre y de forma que en el apartado anterior, es decir, C_D = 1.2 y K = 0.9 (fig. 38 y fig. 39).

En cuanto al modelo de aproximación del puente para el cálculo de las pérdidas de energía por la presencia del mismo en el flujo, se procede del mismo modo que en el apartado anterior para el barranco del Remedio (fig. 40).

Una vez introducidos todos estos datos en HEC-RAS, ya se puede llevar a cabo la simulación del modelo con el puente situado en el barranco. Como resultado de dicha simulación, se pueden observar las secciones transversales del puente aguas arriba y aguas abajo para la avenida de 500 años de periodo de retorno (fig. 47 y fig. 48), así como el perfil longitudinal del barranco del Montú con la inserción del puente (fig. 49). En éste último se observan varios cambios de régimen del flujo a lo largo del tramo estudiado del barranco. Sin embargo, en el entorno del puente se aprecia claramente que el flujo está en régimen lento (subrcrítico), acotado por un resalto hidráulico aguas arriba (a unos veinticinco metros de distancia) y por una caída hidráulica en la sección inmediatamente aguas abajo de la estructura, que es la que controla dicho régimen (fig. 49).

Por otro lado, la lámina de agua jamás mojará las pilas, por lo que en esta zona el barranco tiene suficiente capacidad hidráulica como para desaguar la avenida de 500 años sin problemas de manera natural (fig. 47).

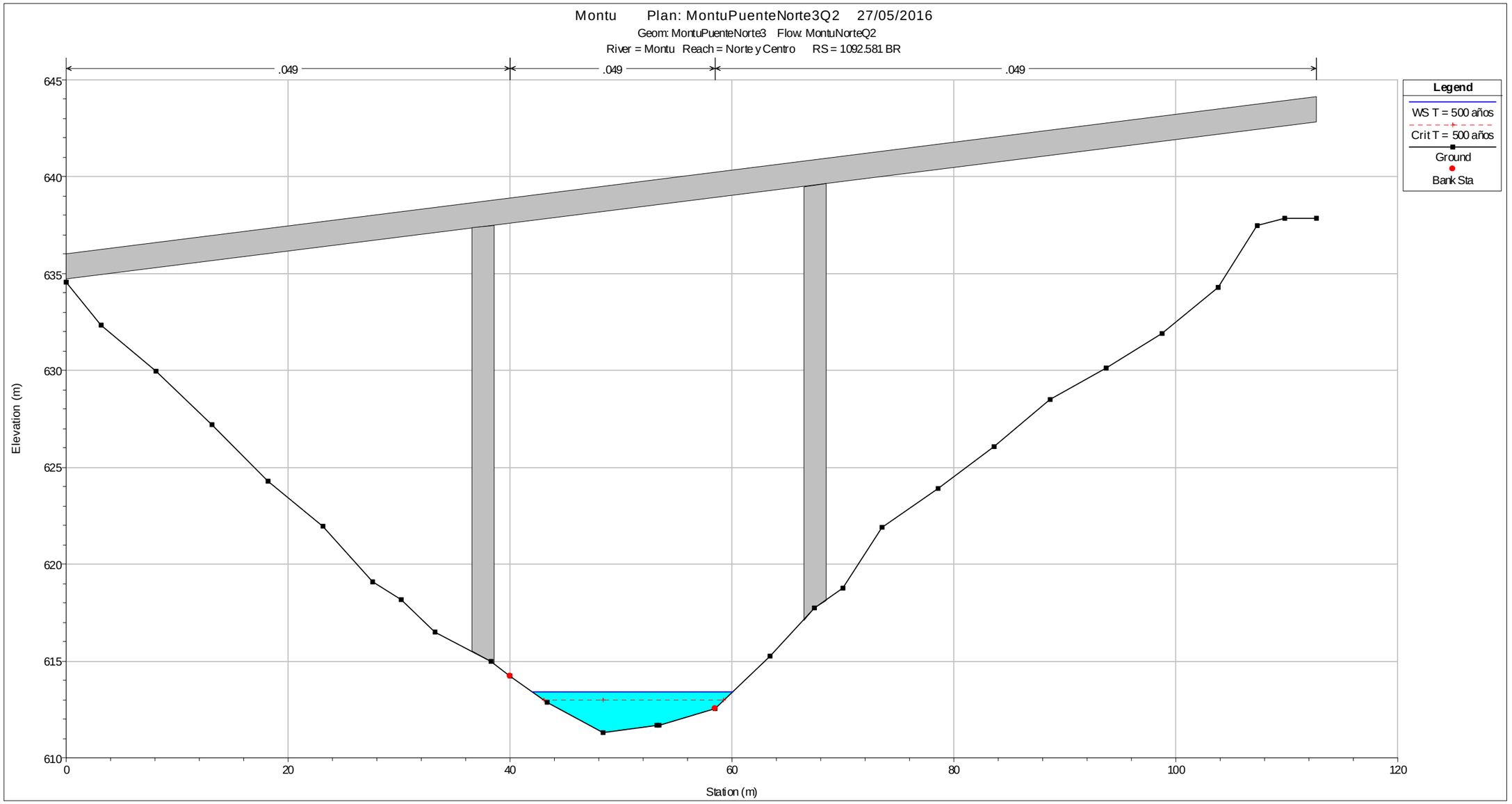


Fig. 47. Alternativa Norte. Sección de aguas arriba del puente sobre el barranco del Montú. (HEC-RAS).

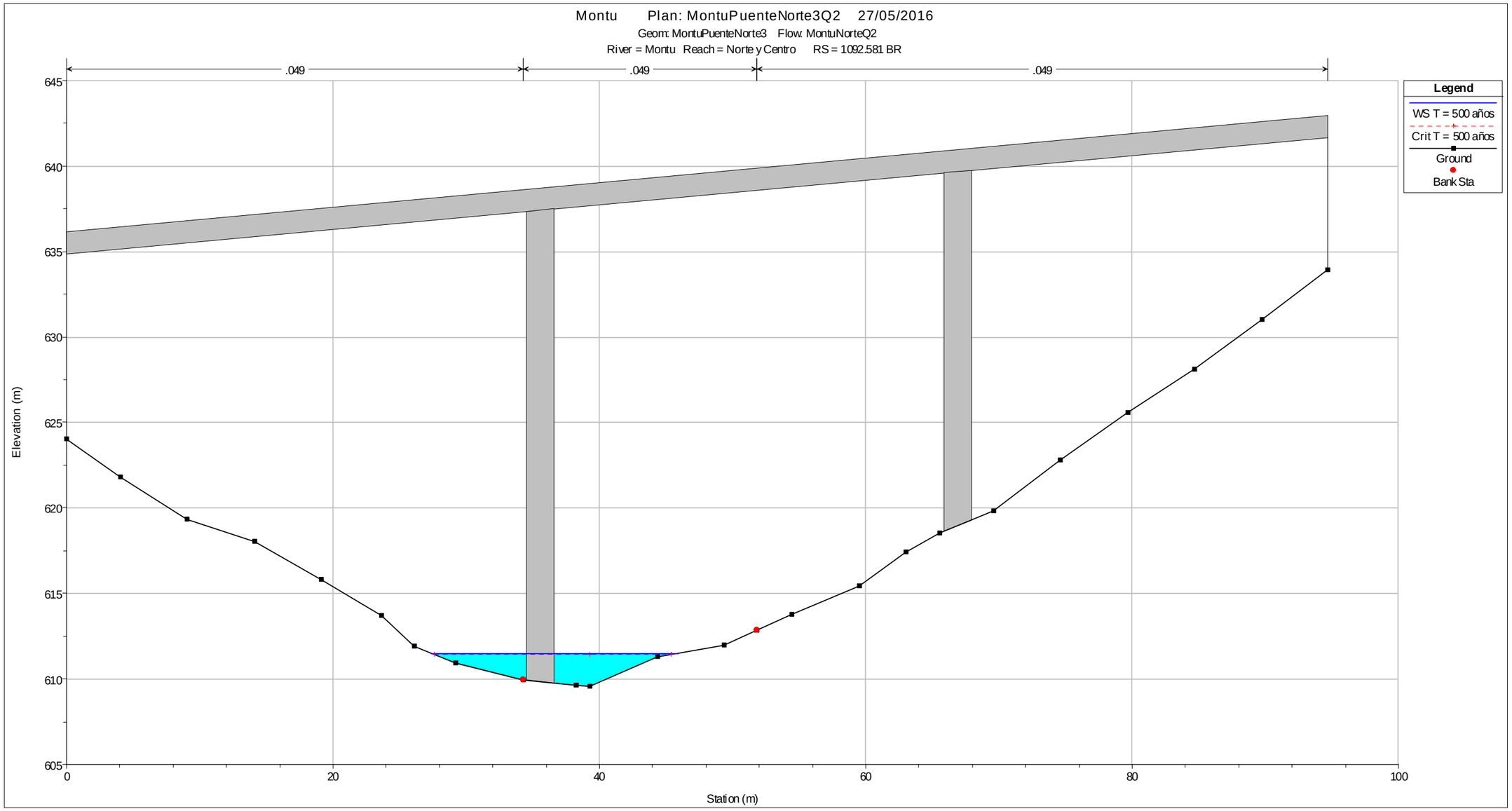


Fig. 48. Alternativa Norte. Sección de aguas abajo del puente sobre el barranco del Montú. (HEC-RAS). Aunque la lámina de agua aparezca mojando la pila de la margen izquierda, realmente no lo hace. Esto es así debido a que esta sección se encuentra en curva con respecto a la de aguas arriba del puente, por lo que lo que aparece es la proyección de la lámina de agua sobre la estructura, pero no la moja, ya que ésta queda por delante de aquella.

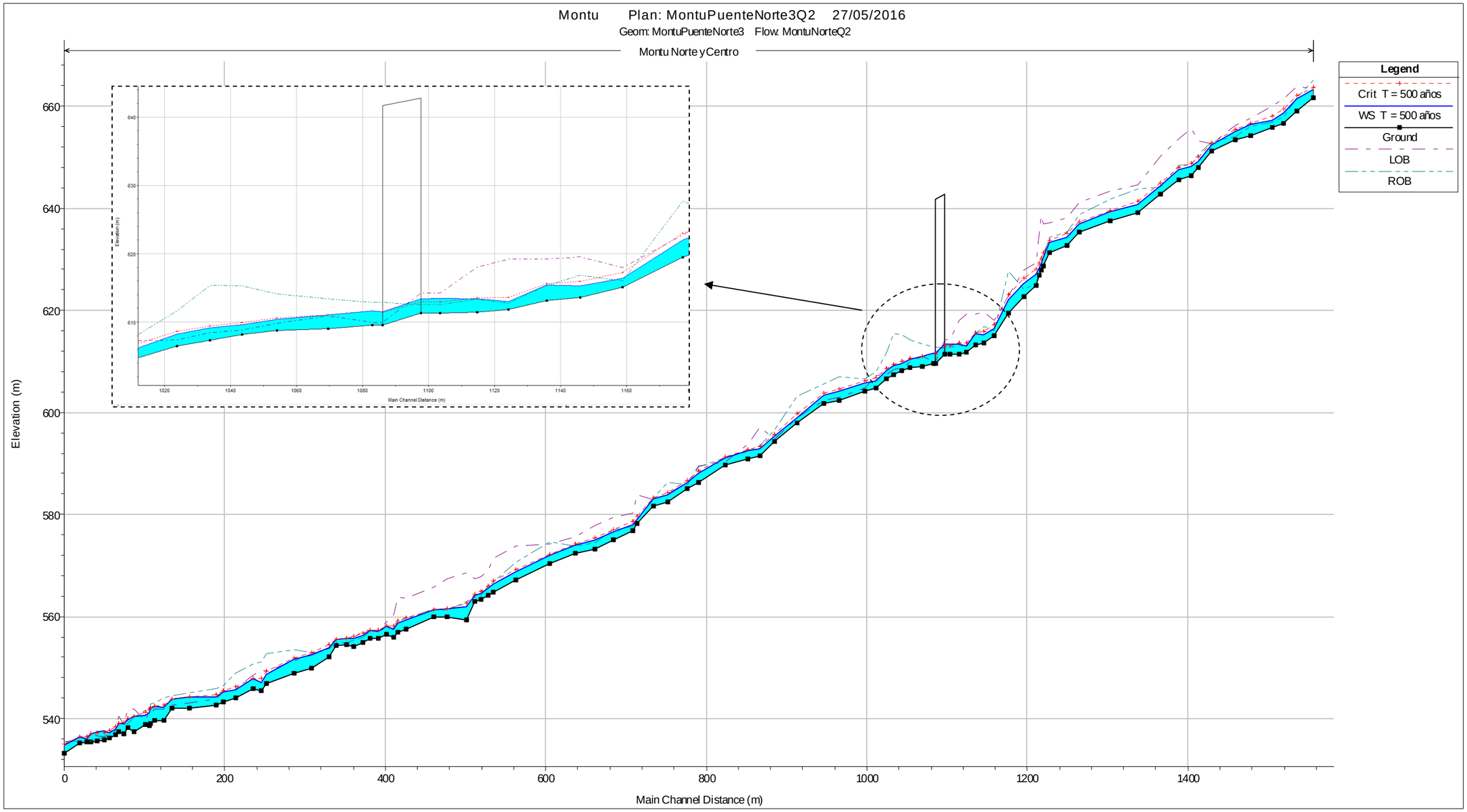


Fig. 49. Alternativa Norte. Perfil longitudinal del barranco del Montú con la inserción del puente para el T = 500 años. (HEC-RAS).

Como consecuencia de lo anterior, no es necesario estudiar la erosión general del cauce en el entorno del puente ni la socavación local de las pilas, por lo que no será necesaria ninguna medida de protección.

En el *Apéndice II. Cálculos de la Alternativa Norte* se incluyen las tablas con los resultados de los cálculos procedentes de la simulación hidráulica de los modelos en HEC-RAS para cada uno de los barrancos. En ellas se muestra información asociada a la ecuación de la energía, la comparación del tipo de régimen de flujo real en la sección con el régimen crítico, la descripción desde el punto de vista geométrico del alcance de la crecida sobre las secciones transversales y datos sobre la capacidad erosiva de la misma.

3.6. Situación con las estructuras de la Alternativa Centro.

Tras analizar la situación actual de los tramos de estudio en los barrancos del Remedio y del Montú, es necesario repetir el proceso para la situación en la que se encuentran proyectadas las estructuras de la alternativa sobre cada barranco, estudiar cómo repercuten en ésos tramos y cuáles son las medidas a adoptar.

La variante Alternativa Centro de la actual carretera CV-35 contempla la construcción de dos puentes, uno sobre el barranco del Remedio (fig. 50) y otro sobre el barranco del Montú (fig. 56), respectivamente.

Por otro lado, hay que tener en cuenta la siguiente consideración que destaca Juan P. Martín Vide en su obra *Ingeniería de ríos* (2002): “la anchura real libre del puente (su vano), que se debe considerar en los aspectos hidráulicos del proyecto, se mide en la proyección del puente sobre el plano perpendicular a la corriente” (fig. 34).

Una vez aclarada la cuestión anterior, a continuación se describen en los apartados siguientes las modelizaciones de las estructuras proyectadas por la Alternativa Centro sobre los barrancos del Remedio y del Montú, respectivamente.

3.6.1. Modelación del puente sobre el barranco del Remedio.

El puente sobre el barranco del Remedio tiene una longitud total de 94.90 metros entre estribos, siendo sustentado a su vez por dos pilas intermedias con un vano de 36.50 metros de luz entre las mismas y dos vanos de 29.2 metros de luz a estribos (fig. 50).

Por otro lado, el tablero está formado por una sección tipo losa aligerada de 1.35 metros de canto longitudinal. En planta, el ancho del mismo es de 10.50 metros, que se corresponde con el ancho de la plataforma del trazado de la variante. La rasante del tablero es una pendiente del 0.27 %.

No obstante, hay que tener en cuenta que el puente forma un ángulo de 87º con respecto a la dirección del flujo de la corriente en planta, por lo que a la hora de introducir el tablero en el modelo de HEC-RAS, la achura del mismo pasa a ser de 10.51 metros en lugar de los 10.50 reales, ya que la distancia que hay que considerar es la paralela a la dirección del flujo en este caso (fig. 50). Dada la situación, varía poco.

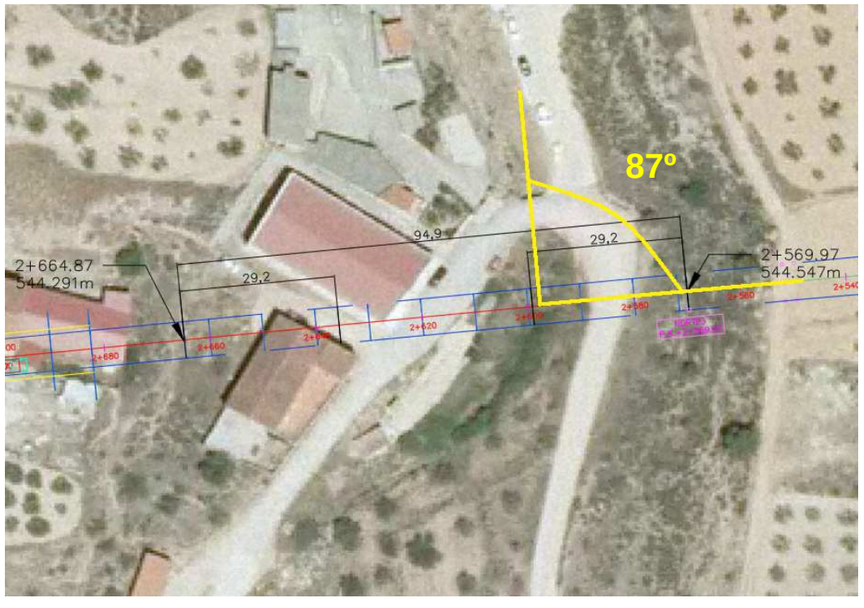


Fig. 50. Alternativa Centro. Planta del puente sobre el barranco del Remedio.

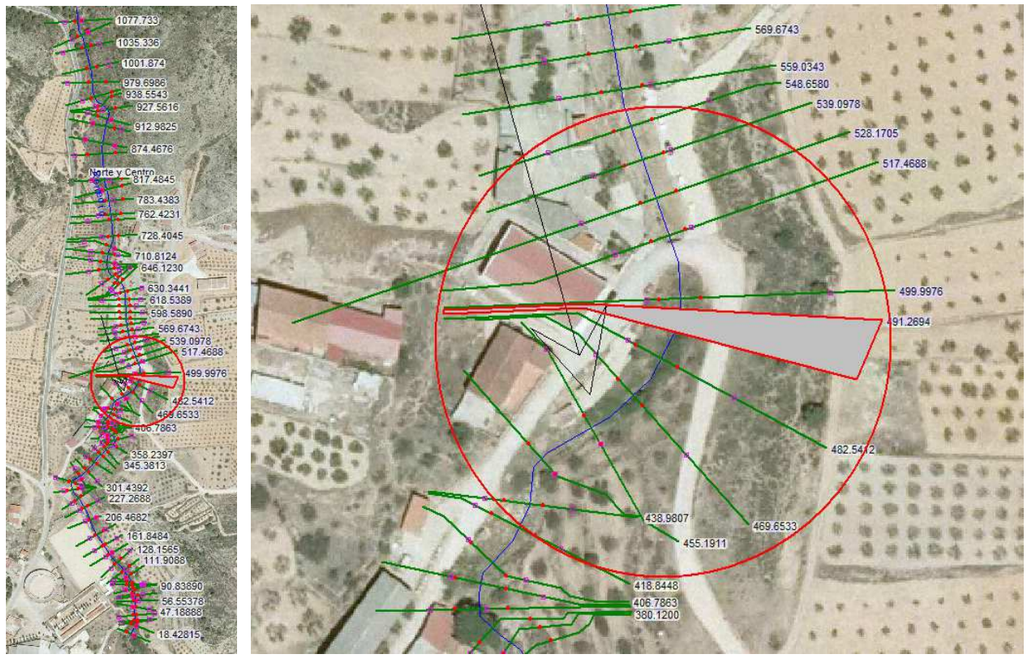


Fig. 51. Alternativa Centro. Emplazamiento del puente sobre el barranco del Remedio. (HEC-RAS).

En este puente las pilas son de sección circular con un diámetro de 1.5 metros (ver *Anejo 8. Estructuras. Puente sobre el barranco del Remedio y CV-346* de la memoria de la Alternativa Centro), por lo que, independientemente de la alineación de la estructura con la corriente, a efectos hidráulicos no es un problema, ya que la forma de la sección deja indiferente el ángulo de ataque del flujo, considerándolo éste siempre perpendicular a la cara más estrecha de la pila (constante en este caso y de valor igual al diámetro de la misma).

Una vez introducidos estos datos con las características del puente, junto con las cotas de los extremos del tablero y las dimensiones de las pilas perpendiculares al flujo, la sección del puente aguas arriba y aguas abajo sobre el barranco del Remedio puede observarse en la figura 52 (fig. 52).

Como en este caso las pilas son circulares, al igual que en las estructuras de la Alternativa Norte, se escogen los mismos coeficientes de arrastre y de forma que en los apartados anteriores, es decir, C_D = 1.2 y K = 0.9 (fig. 38 y fig. 39).

En cuanto al modelo de aproximación del puente para el cálculo de las pérdidas de energía por la presencia del mismo en el flujo, también se procede del mismo modo que en los apartados anteriores referidos a la Alternativa Norte (fig. 40).

Una vez introducidos todos estos datos en HEC-RAS, ya se puede llevar a cabo la simulación del modelo con el puente situado en el barranco. Como resultado de dicha simulación, se pueden observar las secciones transversales del puente aguas arriba y aguas abajo para la avenida de 500 años de periodo de retorno (fig. 53 y fig. 54), así como el perfil longitudinal del barranco del Remedio con la inserción del puente (fig. 55).

En éste último se observan varios cambios de régimen del flujo a lo largo del tramo estudiado del barranco. Sin embargo, en el entorno del viaducto se aprecia claramente que el flujo está en régimen lento (subrcrítico), acotado por un resalto hidráulico aguas arriba (a unos treinta metros de distancia) y por una caída hidráulica aguas abajo (a unos doce metros), que es la que controla dicho régimen (fig. 55).

Por otro lado, la lámina de agua alcanza las pilas para la avenida de 500 años (fig. 53 y fig. 54), por lo que será necesario un estudio de la erosión general en el entorno del puente y de la erosión local en las pilas del mismo, respectivamente. Todo ello se detalla en el apartado *4. Análisis hidráulico-sedimentológico. Estudio de la erosión o socavación potencial* del presente anejo.

Cabe destacar que la pila P1 (la de la izquierda en el sentido del flujo) está situada justo en el cauce principal. Esto es un error grave que hay que evitar siempre que se pueda, ya que tanto desde el punto de vista hidráulico como estructural las consecuencias pueden ser nefastas. El autor del presente anejo propuso un cambio del emplazamiento de dicha pila al compañero que ha diseñado el puente, Ignacio Arteaga Ibáñez, pero éste

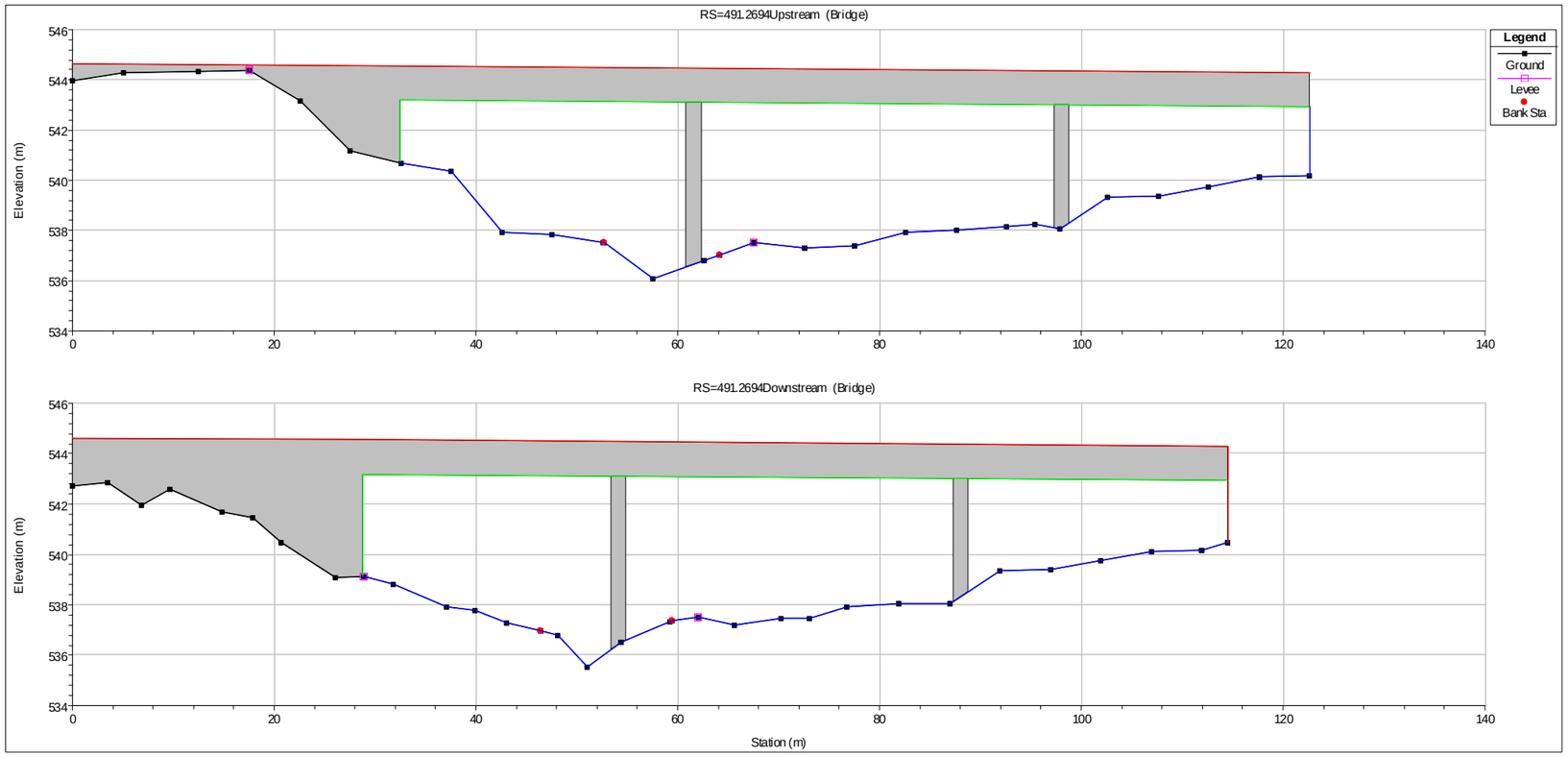


Fig. 52. Alternativa Centro. Gráfico con la geometría aguas arriba y aguas abajo del puente sobre el barranco del Remedio. (HEC-RAS).

consideró que no era posible tal cambio alegando que era demasiado importante e implicaría un rediseño de la estructura completa. Sea como fuere, el modelo final es el que aparece en las figuras 52, 53 y 54 (fig. 52 a fig. 54) y sobre esta situación se dimensionarán las medidas de protección más adecuadas (ver el apartado *5. Medidas de protección*).

En el *Apéndice III. Cálculos de la Alternativa Centro* se incluyen las tablas con los resultados de los cálculos procedentes de la simulación hidráulica de los modelos en HEC-RAS para cada uno de los barrancos. En ellas se muestra información asociada a la ecuación de la energía, la comparación del tipo de régimen de flujo real en la sección con el régimen crítico, la descripción desde el punto de vista geométrico del alcance de la crecida sobre las secciones transversales y datos sobre la capacidad erosiva de la misma.

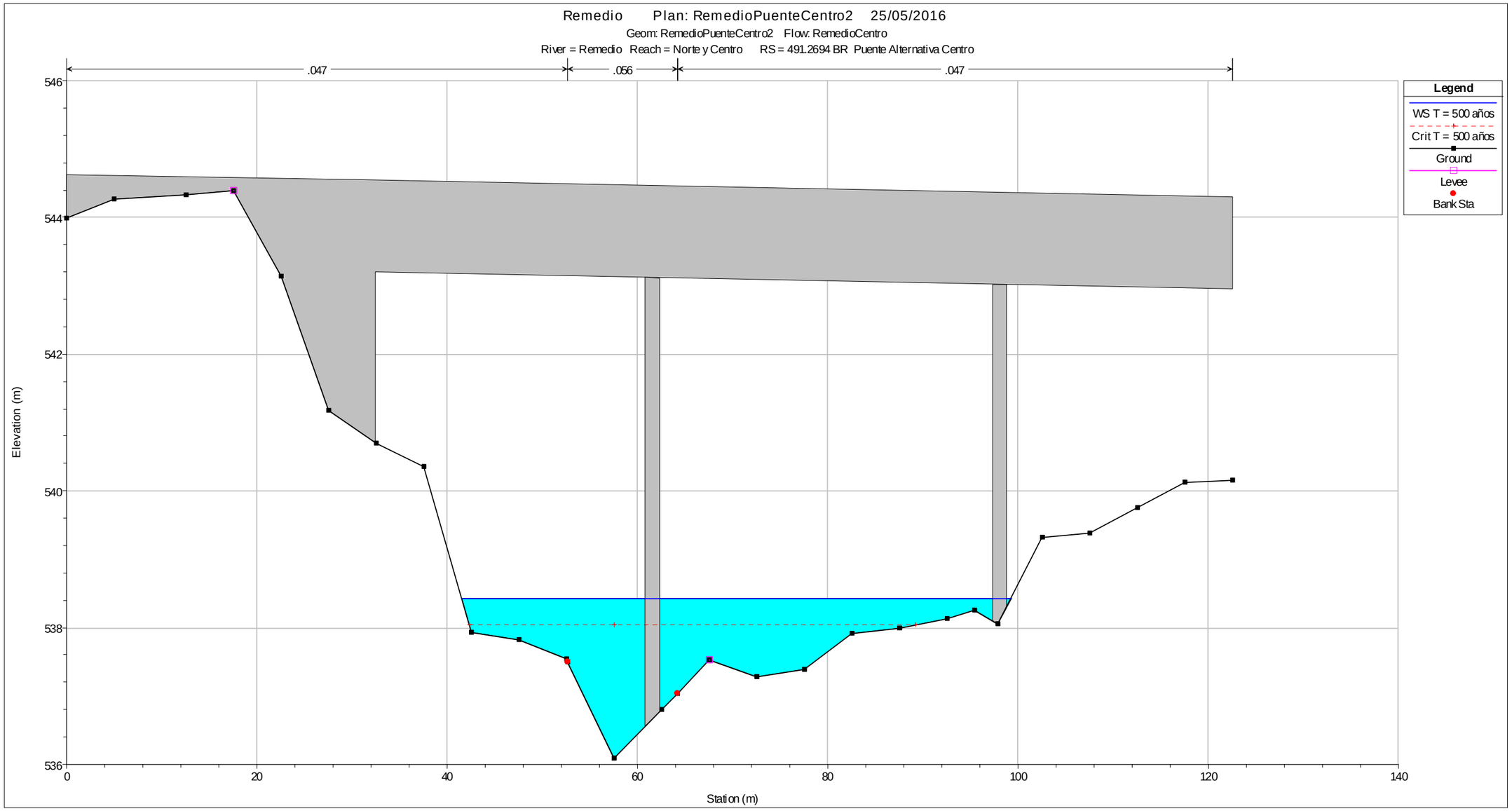


Fig. 53. Alternativa Centro. Sección de aguas arriba del puente sobre el barranco del Remedio. (HEC-RAS).

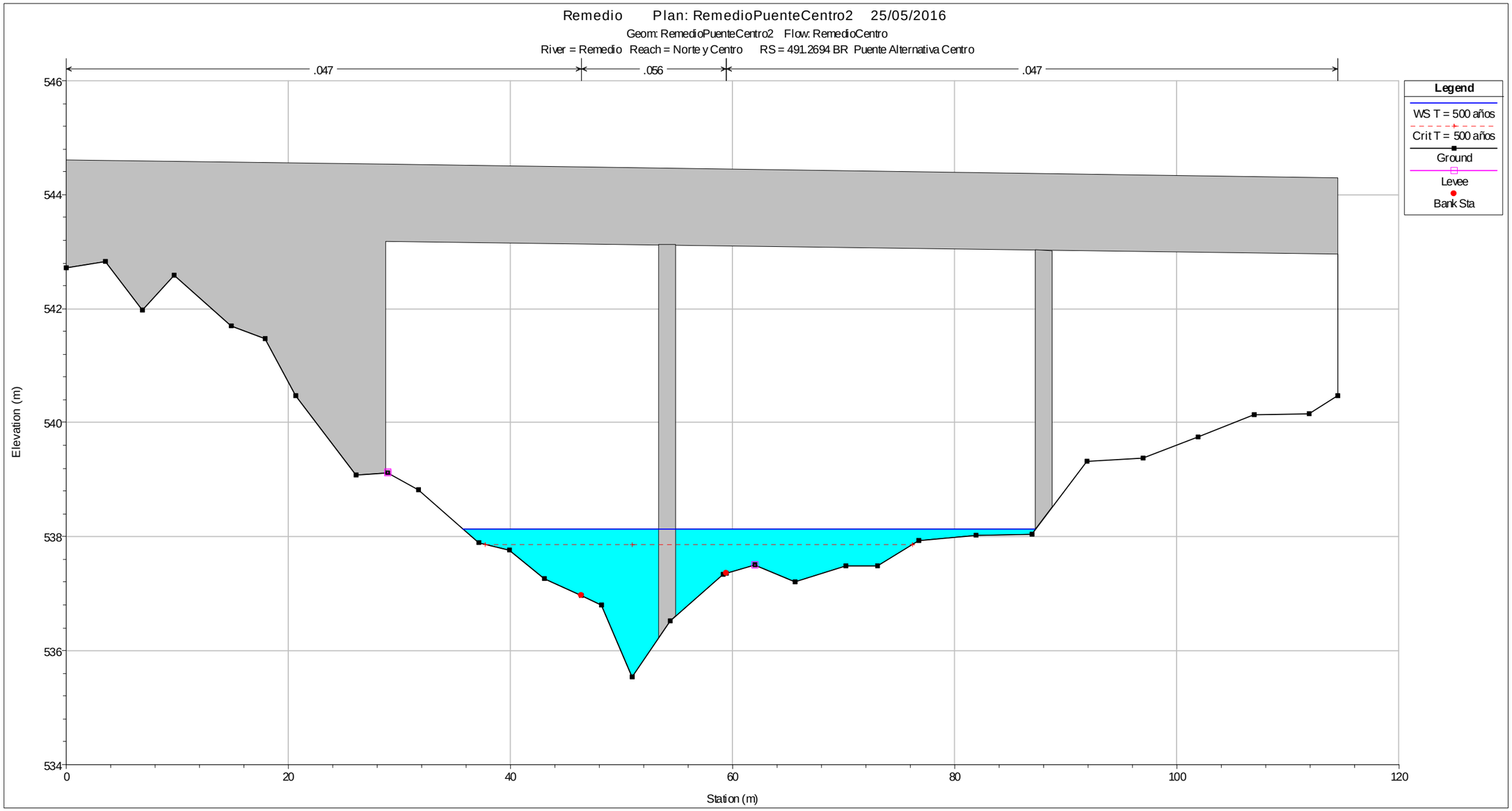


Fig. 54. Alternativa Centro. Sección de aguas abajo del puente sobre el barranco del Remedio. (HEC-RAS).

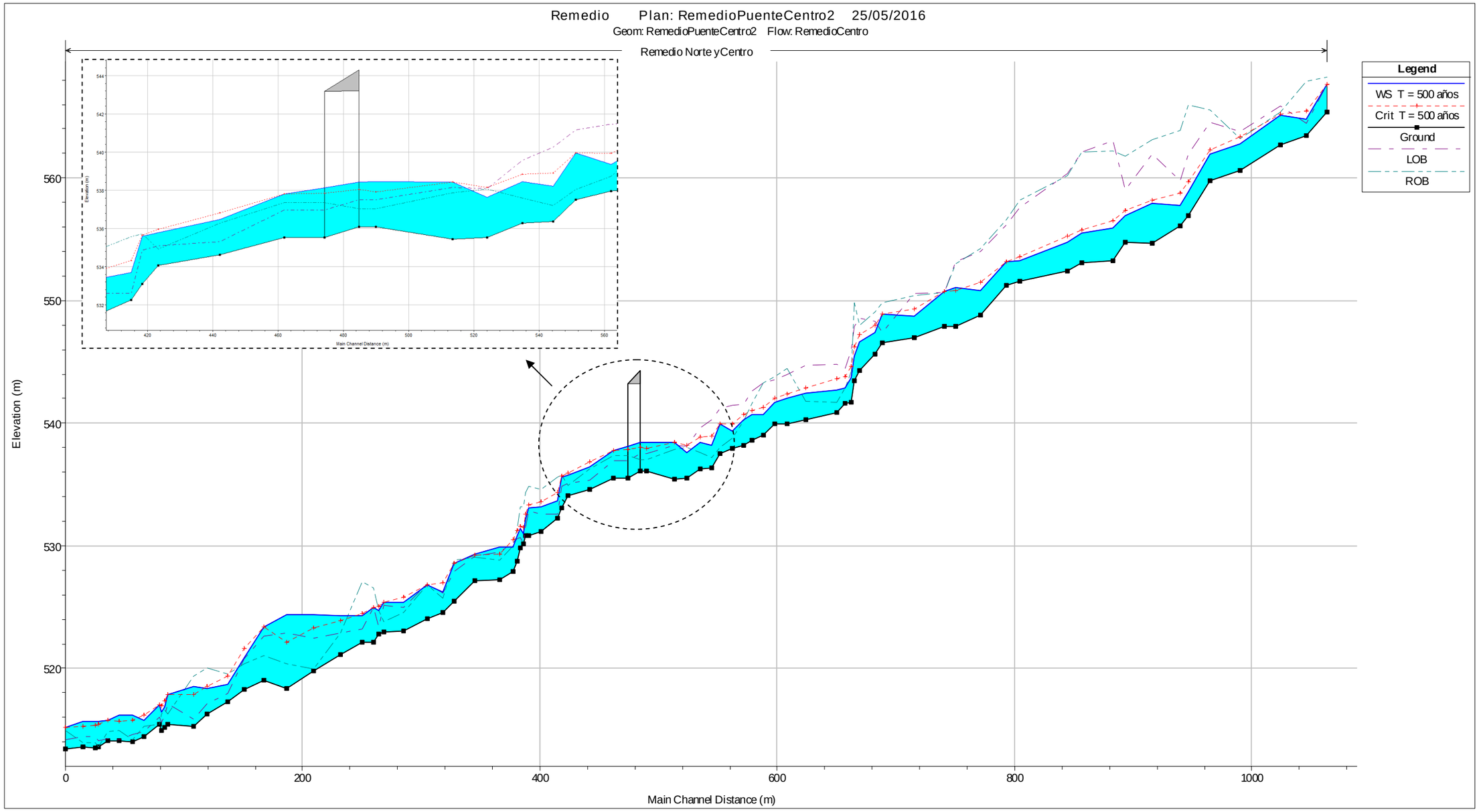


Fig. 55. Alternativa Centro. Perfil longitudinal del barranco del Remedio con la inserción del puente para el T = 500 años. (HEC-RAS).

3.6.2. Modelación del puente sobre el barranco del Montú.

El puente sobre el barranco del Montú tiene una longitud total de 83.20 metros entre estribos, siendo sustentado a su vez por dos pilas intermedias con un vano de 32 metros de luz entre las mismas y dos vanos de 25.60 metros de luz a estribos (fig. 56).

Por otro lado, el tablero está formado por una sección tipo losa aligerada de 1.20 metros de canto longitudinal. En planta, el ancho del mismo es de 10.50 metros, que se corresponde con el ancho de la plataforma del trazado de la variante. La rasante del tablero es una rampa del 4.4 %.

Fig. 56. Alternativa Centro. Planta del puente sobre el barranco del Montú.

No obstante, hay que tener en cuenta que el puente forma un ángulo de 126.2º con respecto a la dirección del flujo de la corriente en planta, por lo que a la hora de introducir el tablero en el modelo de HEC-RAS, la achura del mismo pasa a ser de 13.01 metros en lugar de los 10.50 reales, ya que la distancia que hay que considerar es la paralela a la dirección del flujo en este caso (fig. 56).

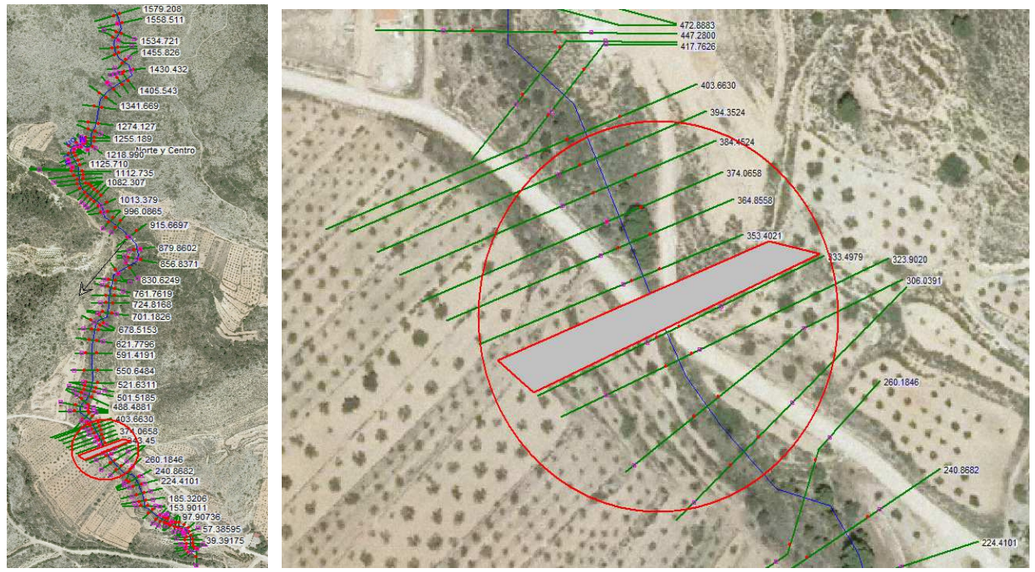


Fig. 57. Alternativa Centro. Emplazamiento del puente sobre el barranco del Montú. (HEC-RAS).

En este puente las pilas son de sección rectangular de 1.50x1.20 metros, a la que en el lado largo se le han “limado” las esquinas, redondeando así la forma del lado corto y mejorando su comportamiento hidrodinámico. Sin embargo, cabe destacar que, por las condiciones del trazado, las pilas no se encuentran orientadas totalmente en el sentido del flujo, por lo que el ángulo de ataque de éste último es de 36.2º (126.2º – 90º) sobre las mismas (fig. 58).

Así, y siguiendo las recomendaciones de Juan P. Martín Vide (2002), el ancho *b** de las pilas a efectos hidráulicos es de 1.49 metros (proyección de la pila en la dirección perpendicular al flujo) (fig. 58).

Una vez introducidos estos datos con las características del puente, junto con las cotas de los extremos del tablero y las dimensiones de las pilas perpendiculares al flujo, la sección del puente aguas arriba y aguas abajo sobre el barranco del Remedio puede observarse en la figura 59 (fig. 59).

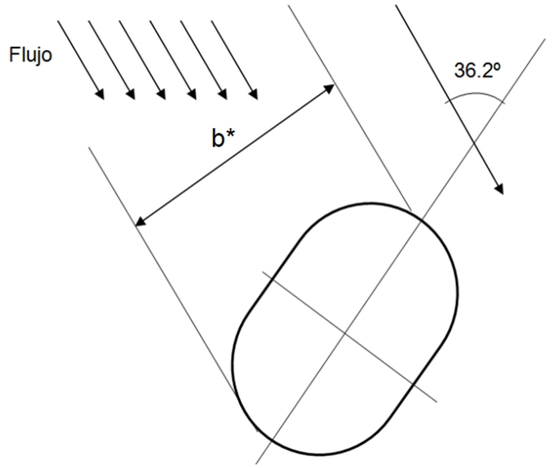


Fig. 58. Anchura de la pila proyectada al flujo, b = 1.49 m.*

Como en este caso las pilas no son exactamente circulares, sino que se trata de pilas alargadas con terminaciones redondeadas, los coeficientes de arrastre y de forma elegidos son C_D = 1.33 y K = 0.9, respectivamente (fig. 38 y fig. 39).

En cuanto al modelo de aproximación del puente para el cálculo de las pérdidas de energía por la presencia del mismo en el flujo, se procede del mismo modo que en los apartados anteriores, pero teniendo en cuenta que el valor de C_D ha variado (fig. 60).

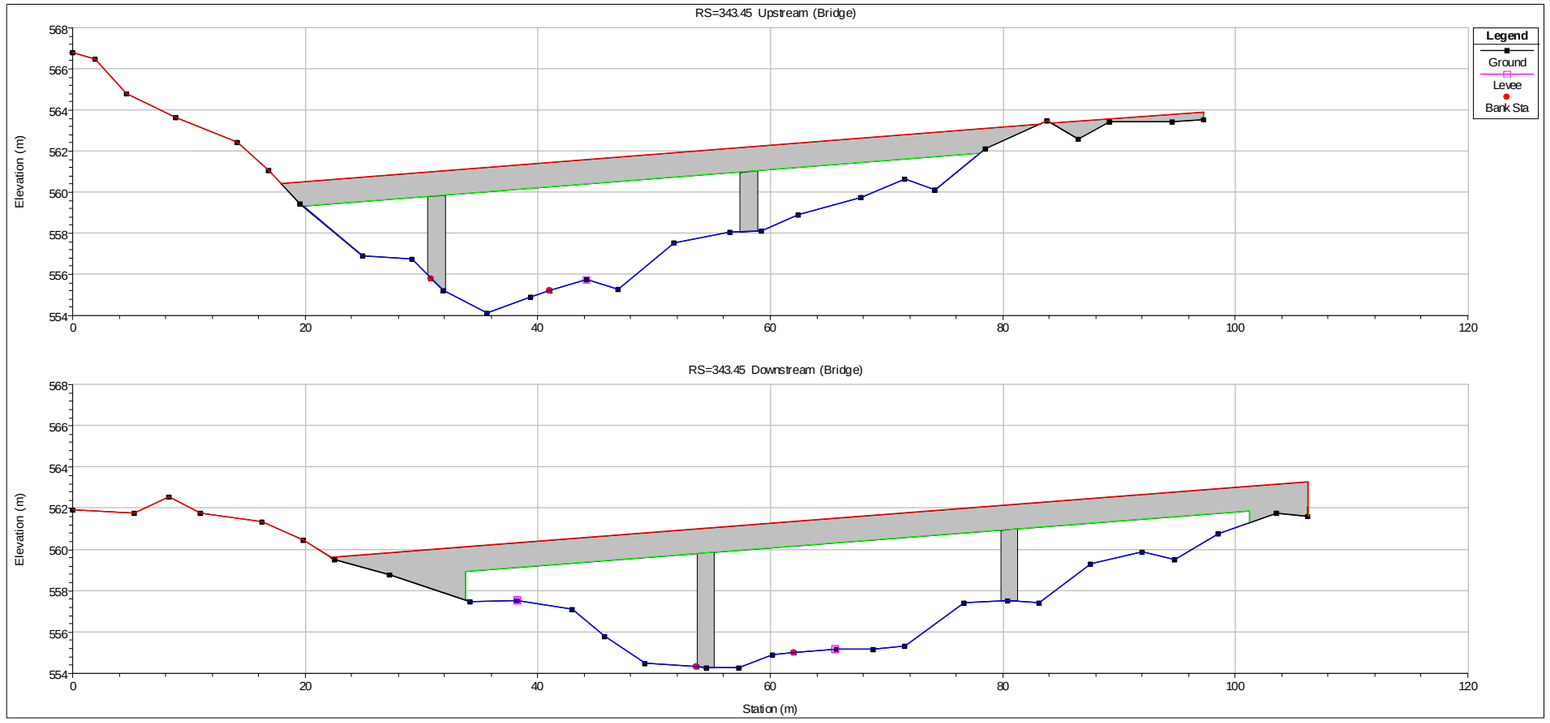


Fig. 59. Alternativa Centro. Gráfico con la geometría aguas arriba y aguas abajo del puente sobre el barranco del Remedio. (HEC-RAS).

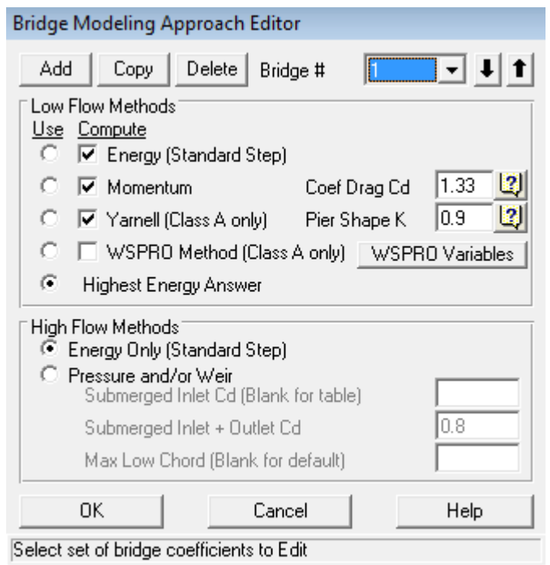


Fig. 60. Ajuste del modelo de aproximación del puente en HEC-RAS.

Una vez introducidos todos estos datos en HEC-RAS, ya se puede llevar a cabo la simulación del modelo con el puente situado en el barranco. Como resultado de dicha simulación, se pueden observar las secciones transversales del puente aguas arriba y aguas abajo para la avenida de 500 años de periodo de retorno (fig. 61 y fig. 62), así como el perfil longitudinal del barranco del Remedio con la inserción del puente (fig. 63).

En éste último, se observan varios cambios de régimen del flujo a lo largo del tramo estudiado del barranco. Sin embargo, en el entorno del viaducto se aprecia claramente que el flujo justo alcanza el régimen crítico (situación no deseada) acotado por un resalto hidráulico aguas arriba (a unos veinte metros de distancia) y por una caída hidráulica justo en la sección de aguas abajo, que es la que controla dicho régimen (fig. 63).

Por otro lado, la lámina de agua alcanza únicamente la pila P1 (la de la izquierda en el sentido del flujo) para la avenida de 500 años (fig. 61 y fig. 62), por lo que será necesario un estudio de la erosión general en el entorno del puente y de la erosión local en dicha pila, respectivamente. Todo ello se detalla en el apartado *4. Análisis hidráulico-sedimentológico. Estudio de la erosión o socavación potencial* del presente anejo.

En el *Apéndice III. Cálculos de la Alternativa Centro* se incluyen las tablas con los resultados de los cálculos procedentes de la simulación hidráulica de los modelos en HEC-RAS para cada uno de los barrancos. En ellas se muestra información asociada a la ecuación de la energía, la comparación del tipo de régimen de flujo real en la sección con el régimen crítico, la descripción desde el punto de vista geométrico del alcance de la crecida sobre las secciones transversales y datos sobre la capacidad erosiva de la misma.

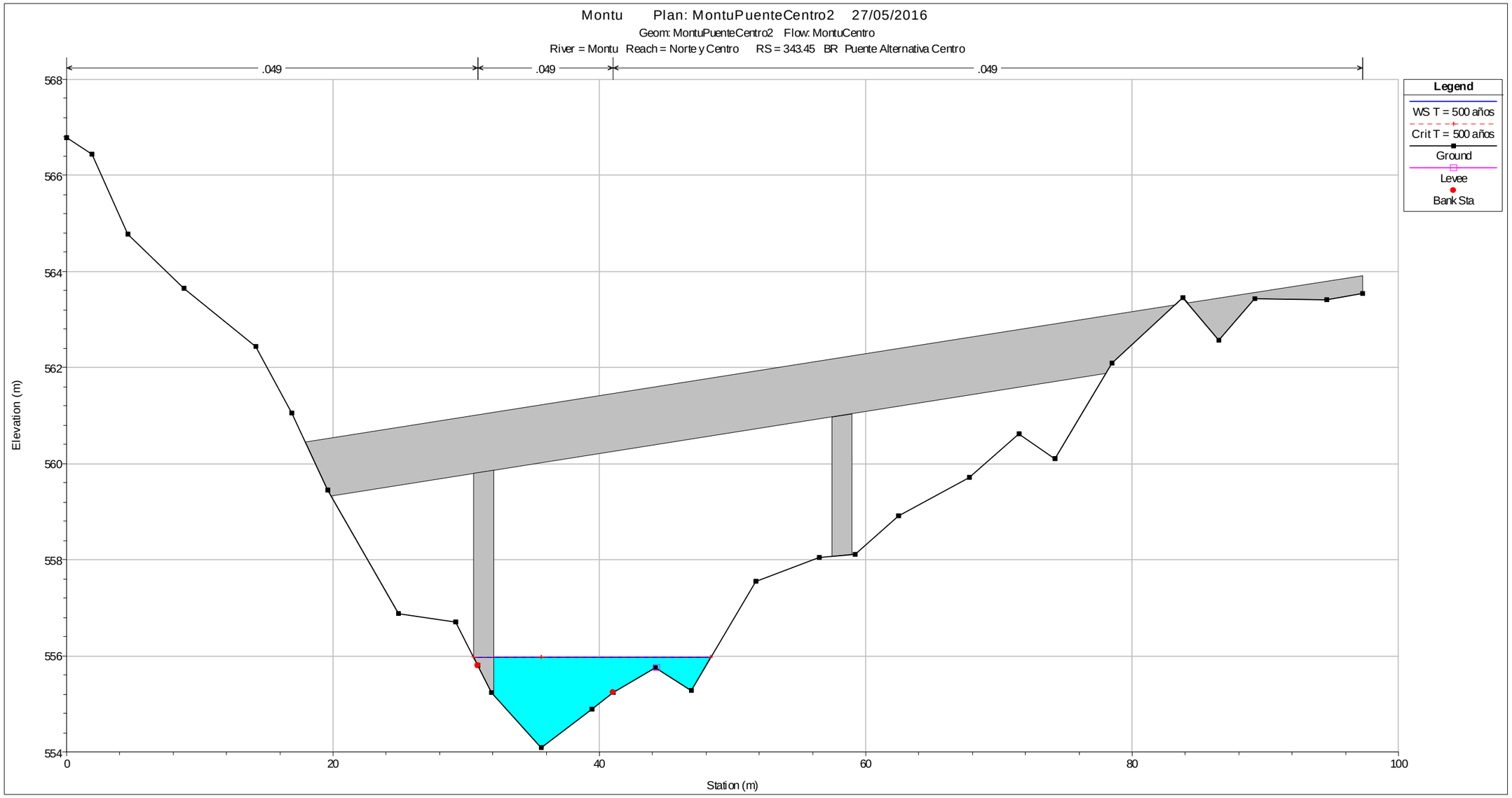


Fig. 61. Alternativa Centro. Sección de aguas arriba del puente sobre el barranco del Montú. (HEC-RAS).

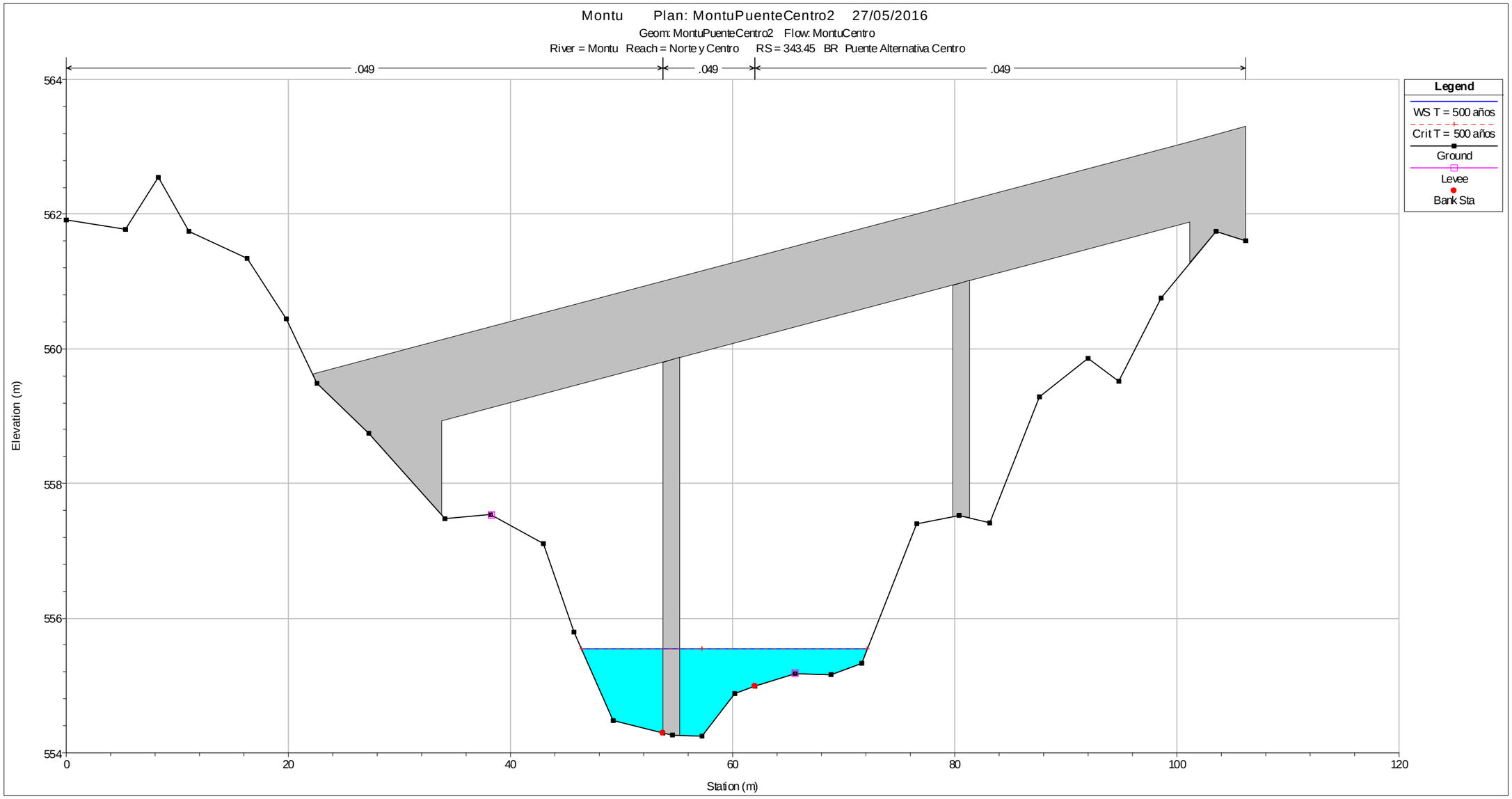


Fig. 62. Alternativa Centro. Sección de aguas abajo del puente sobre el barranco del Montú. (HEC-RAS).

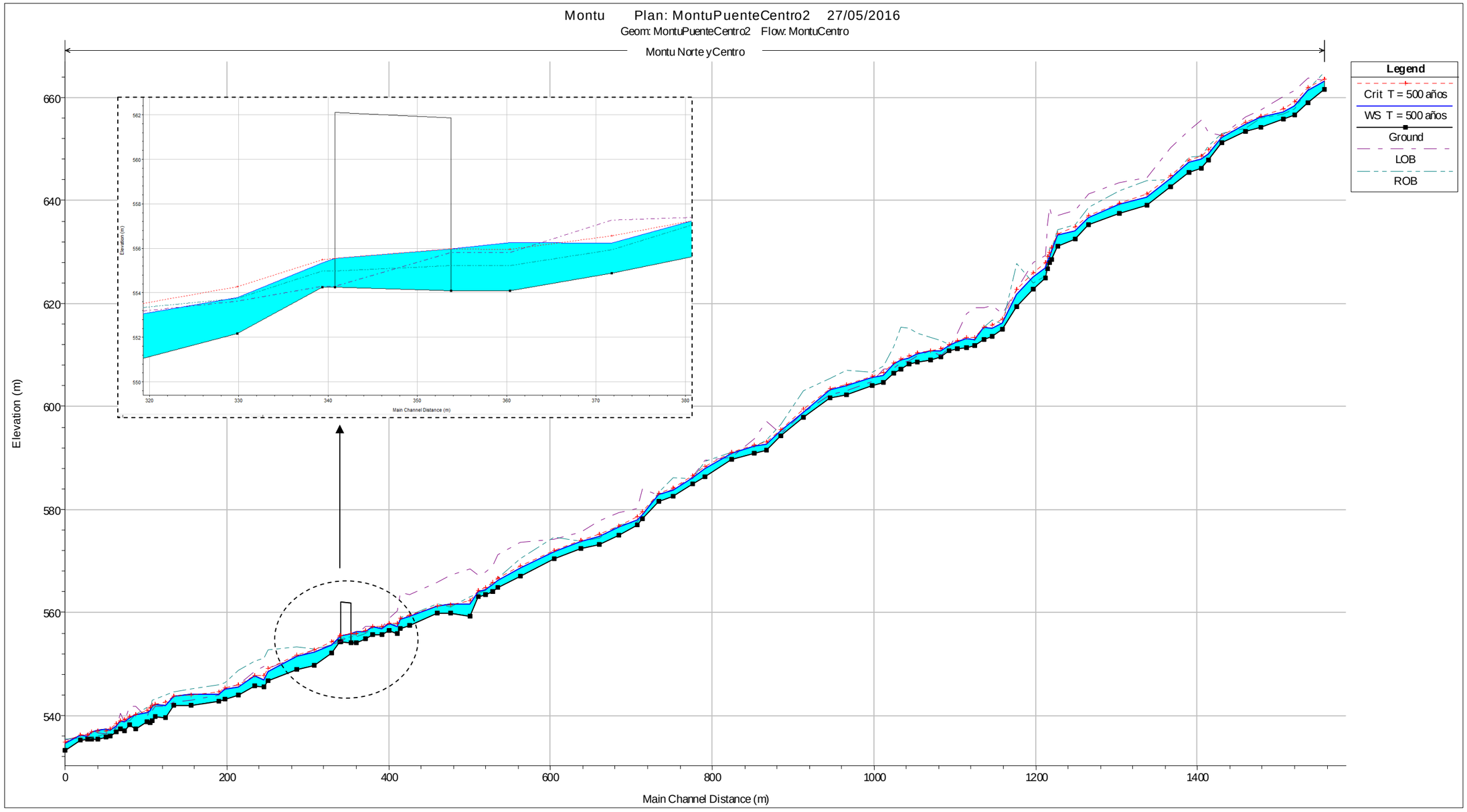


Fig. 63. Alternativa Centro. Perfil longitudinal del barranco del Montú con la inserción del puente para el T = 500 años. (HEC-RAS).

4. ANÁLISIS HIDRÁULICO-SEDIMENTOLÓGICO. ESTUDIO DE LA EROSIÓN O SOCAVACIÓN POTENCIAL.

4.1. Introducción.

La socavación es el fenómeno producido por la pérdida del material del lecho y márgenes en el cauce de un río, debido a la erosión y transporte de sedimentos por parte del mismo ante un caudal pico asociado a un periodo de retorno. Según el tipo y tamaño de las partículas que forman el lecho y la magnitud y duración del episodio hidrológico, la profundidad de socavación será mayor o menor. Los principales factores que intervienen en el desarrollo de este fenómeno son:

- Factores geomorfológicos: referidos al tipo de cuenca y río, donde destaca el material del que se componen el lecho y las márgenes, la geometría de las secciones transversales, la pendiente y la forma en planta del cauce. Además, se tienen en cuenta los factores climáticos así como los tipos y usos del suelo.

- Factores de transporte: la velocidad del flujo, el caudal, el tamaño y la forma de materiales que transporta el río son los más destacados.

Según Juan P. Martín Vide en su libro *Ingeniería de ríos* (2002) “la erosión de un puente se analiza como erosión potencial y tiene carácter de estimación”. Los procesos y la combinación de erosiones (erosión general transitoria y a largo plazo, en curvas, etc…) ocurren independientemente del puente. Así, las componentes específicas de la erosión en el caso de un puente son dos:

- Erosión en la sección del puente y sus inmediaciones, debida al estrechamiento causado por el mismo con respecto a la anchura ocupada por la avenida antes de existir dicho puente (también puede llamarse erosión localizada o por estrechamiento o contracción).

- Erosión local en pilas, estribos u otros elementos rodeados por la corriente. Consiste en el descenso abrupto del lecho fluvial debido a que el campo de velocidades (mayor en el entorno de las pilas que en el resto del cauce) tiene energía suficiente como para movilizar el material del lecho. Se acompaña además de un sistema de vórtices frontales, laterales y de estela detrás de las pilas, que son los principales responsables de la socavación (fig. 64).

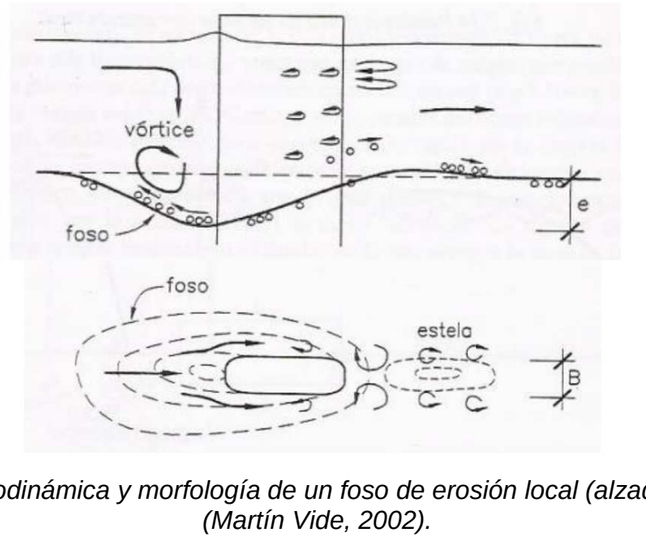


Fig. 64. Hidrodinámica y morfología de un foso de erosión local (alzado y planta). (Martín Vide, 2002).

Las erosiones por contracción y local se calculan mediante expresiones de la erosión máxima que se desarrollaría si la acción hidráulica (el caudal de la avenida) durara indefinidamente. Ya que esto es irreal, las estimaciones se consideran del lado de la seguridad. Por otro lado, estas erosiones por estrechamiento y local en principio se suman a la erosión general del río para obtener la erosión o socavación potencial total, la cual mantiene el periodo de retorno del caudal de cálculo. Ahora bien, a diferencia de la ingeniería de estructuras y cimentaciones, la erosión total no tiene ningún coeficiente de seguridad.

Que estas tres componentes de la erosión (general, estrechamiento y local) se sumen para obtener la erosión potencial total es fruto del desconocimiento de la interacción entre las erosiones a las que está sometido un puente. Es sabido, sin

embargo, que el rápido desarrollo de la erosión local altera la distribución de caudales a través del vano, pues aumenta el caudal unitario junto al obstáculo y reduce el caudal lejos de él. Con ello, la erosión por estrechamiento no se desarrolla plenamente.

Para los casos de los puentes que nos ocupan en este anejo, la socavación por estrechamiento o contracción no se tiene en cuenta, ya que en todos ellos los estribos no penetran en la sección del cauce de los barrancos lo suficiente como para que la avenida de 500 años de periodo de retorno se vea afectada, por lo que la obstrucción de las estructuras a estos efectos es inexistente (fig. 41, fig. 42, fig. 47, fig. 48, fig. 53, fig. 54, fig. 61 y fig. 62).

Así, en los apartados siguientes, se determinará la socavación total atendiendo únicamente a la erosión general del cauce y la erosión local en las pilas afectadas en cada caso correspondiente.

4.2. Erosión en las estructuras de la Alternativa Norte.

Como se indicó en anteriormente en los apartados *3.5.1. Modelación del viaducto sobre el barranco del Remedio* y *3.5.2. Modelación del puente sobre el barranco del Montú,* la lámina de agua jamás mojará las pilas de ambas estructuras*, respectivamente* (fig. 41, fig. 42, fig. 47 y fig. 48). Por lo tanto, no es necesario realizar un estudio sobre la socavación en ninguna de ellas.

4.3. Erosión en las estructuras de la Alternativa Centro.

Para poder evaluar con exactitud el estudio de la socavación, a partir de los resultados obtenidos en los apartados *3.6.1. Modelación del puente sobre el barranco del Remedio* y *3.6.2. Modelación del puente sobre el barranco del Montú*, respectivamente, es necesario conocer la distribución de velocidades del flujo (ver fig. 65 a fig. 72) para estudiar con precisión la información hidrodinámica que influye en el estudio de la socavación, a efectos de la contracción del flujo alrededor de las pilas de los puentes que actúan como obstáculos para el avance de la corriente en cada barranco.

Como se ha comentado anteriormente, la erosión potencial en un puente se analiza mediante una estimación. Para el caso de la erosión general, esta estimación se basa en suponer que el cauce del río está compuesto por un material granular (como lo es el depósito aluvial del cuaternario (Q_a) en el caso de los barrancos objeto de estudio) de profundidad sin límite, excepto si existe material rocoso o cohesivo, en cuyo caso la profundidad de erosión potencial máxima será hasta el punto donde se encuentra este último tipo de material.

En cuanto a socavación o erosión local de las pilas, hay dos modalidades distintas:

- Erosión de “aguas claras” (“clear-water scour”): la corriente no es capaz de poner en movimiento el material del lecho del río, pero los vórtices sí son capaces de socavar las pilas.

- Erosión en “lecho vivo” (“live-bed scour”): existe un transporte general de sedimentos en el lecho al mismo tiempo que la erosión local.

En el análisis de la socavación local de las pilas se ha decidido tomar la condición de “aguas claras” a la hora de realizar todos los cálculos, tanto para el puente sobre el barranco del Remedio como para el puente sobre el barranco del Montú.

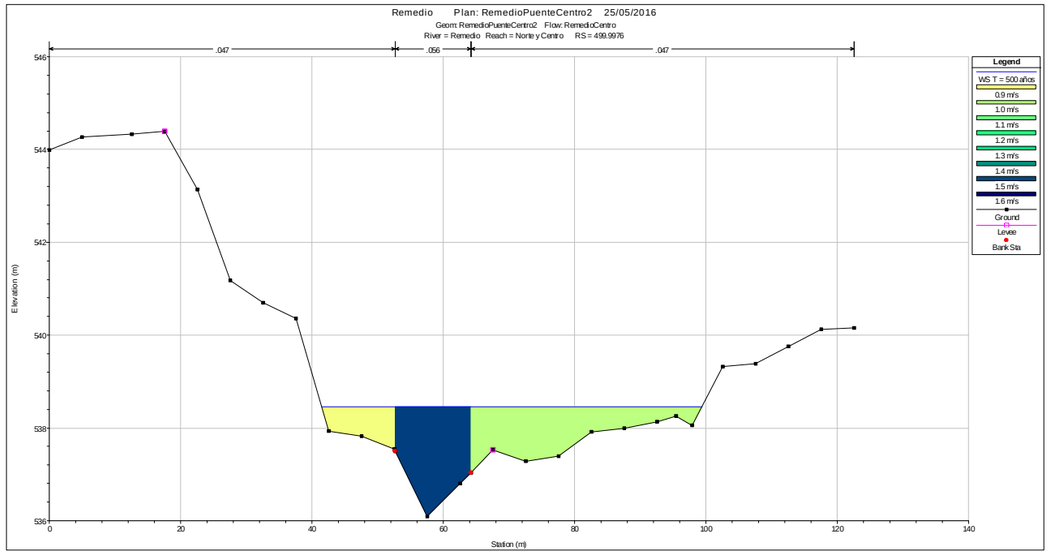


Fig. 65. Alternativa Centro, barranco del Remedio. Distribución de velocidades en la sección de aguas arriba del puente. (HEC-RAS).

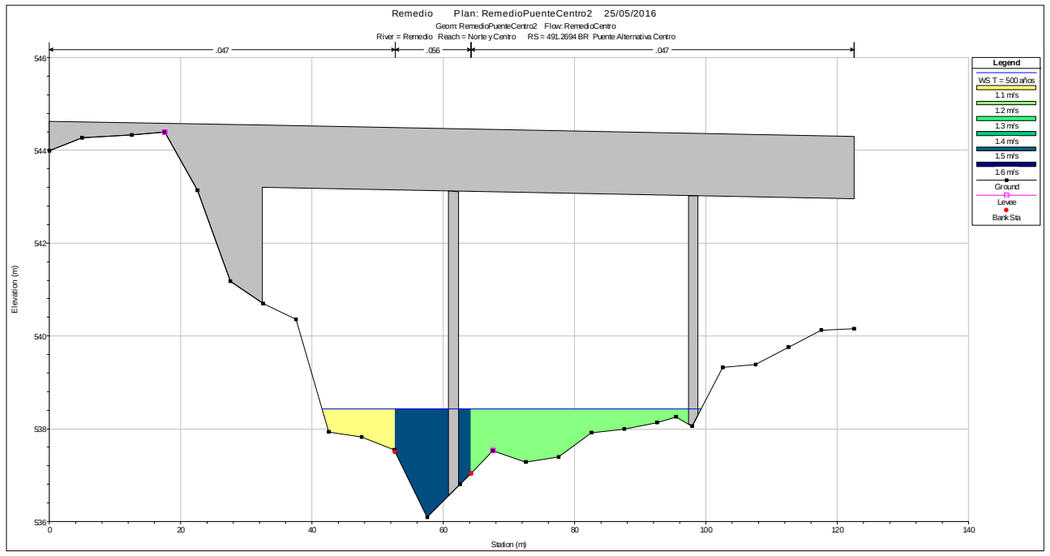


Fig. 66. Alternativa Centro, barranco del Remedio. Distribución de velocidades en la sección inmediatamente aguas arriba del puente. (HEC-RAS).

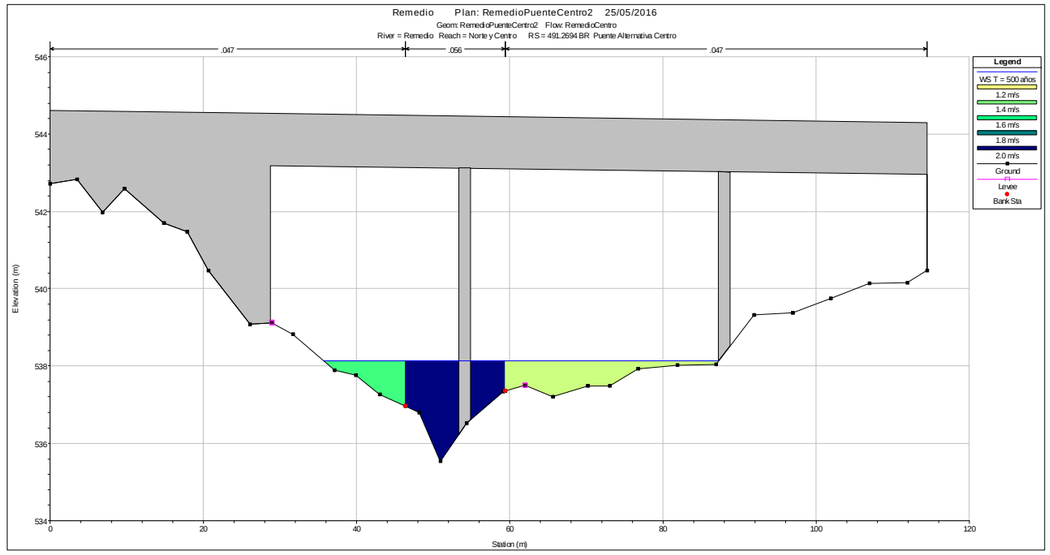


Fig. 67. Alternativa Centro, barranco del Remedio. Distribución de velocidades en la sección inmediatamente aguas abajo del puente. (HEC-RAS).

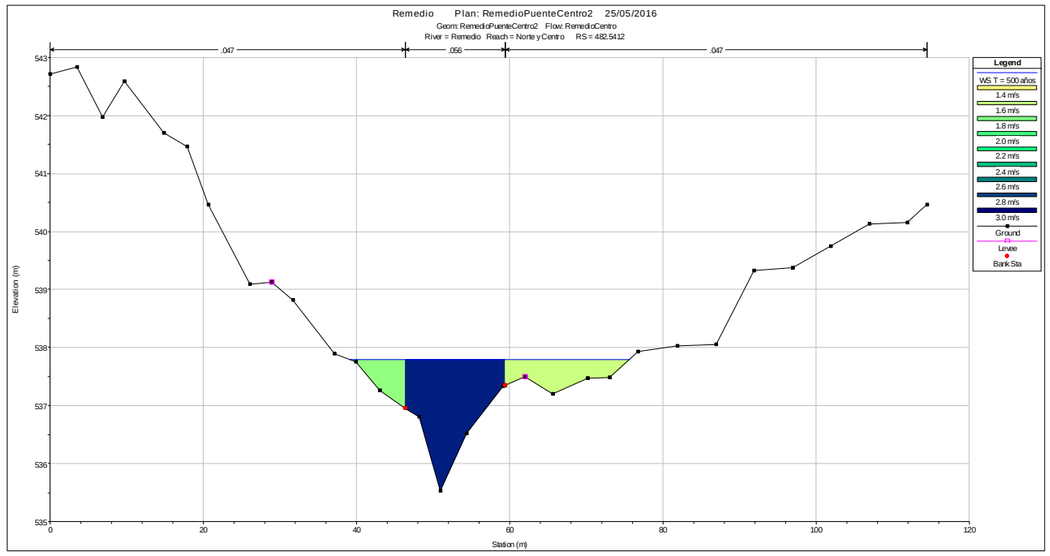


Fig. 68. Alternativa Centro, barranco del Remedio. Distribución de velocidades en la sección de aguas abajo del puente. (HEC-RAS).

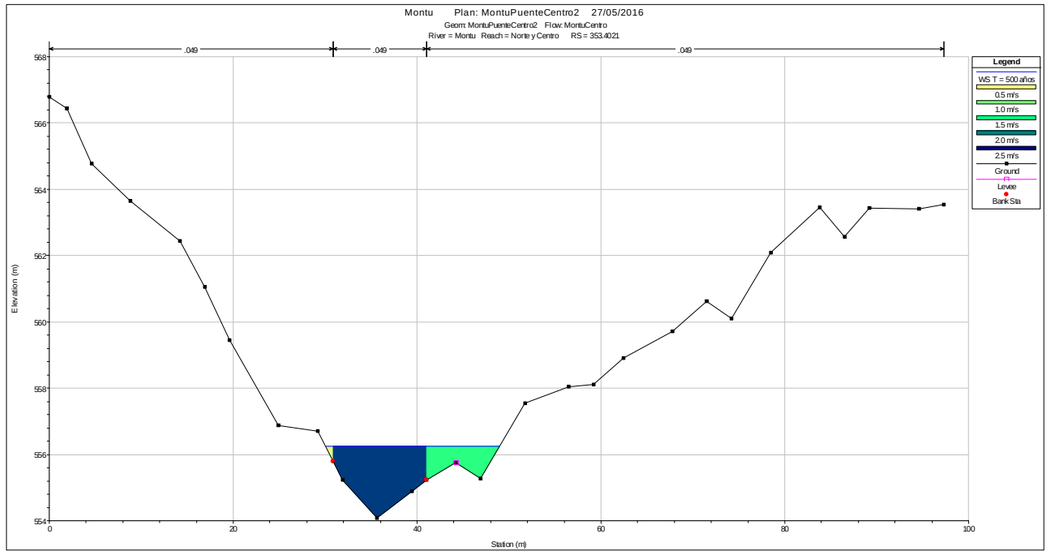


Fig. 69. Alternativa Centro, barranco del Montú. Distribución de velocidades en la sección de aguas arriba del puente. (HEC-RAS).

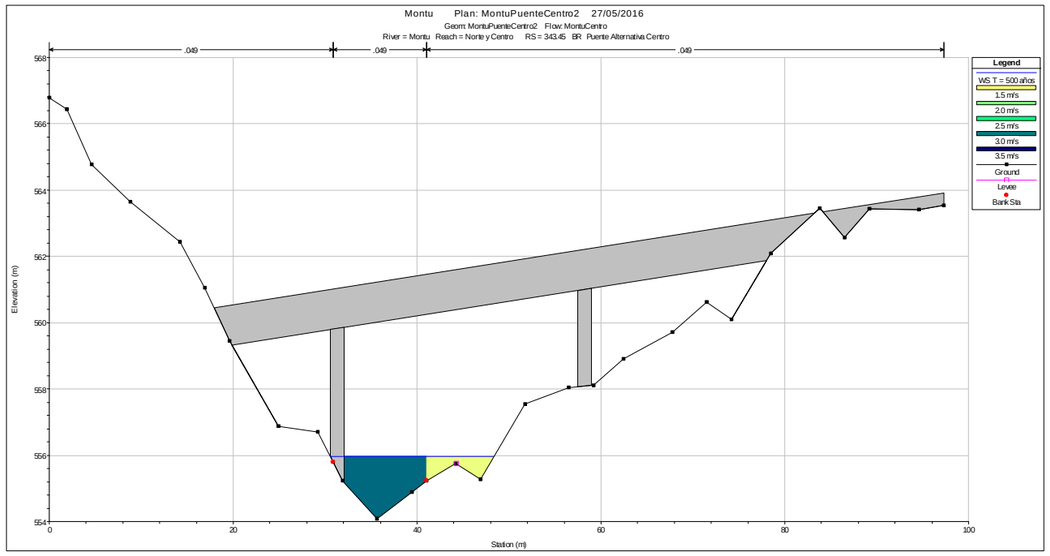


Fig. 70. Alternativa Centro, barranco del Montú. Distribución de velocidades en la sección inmediatamente aguas arriba del puente. (HEC-RAS).

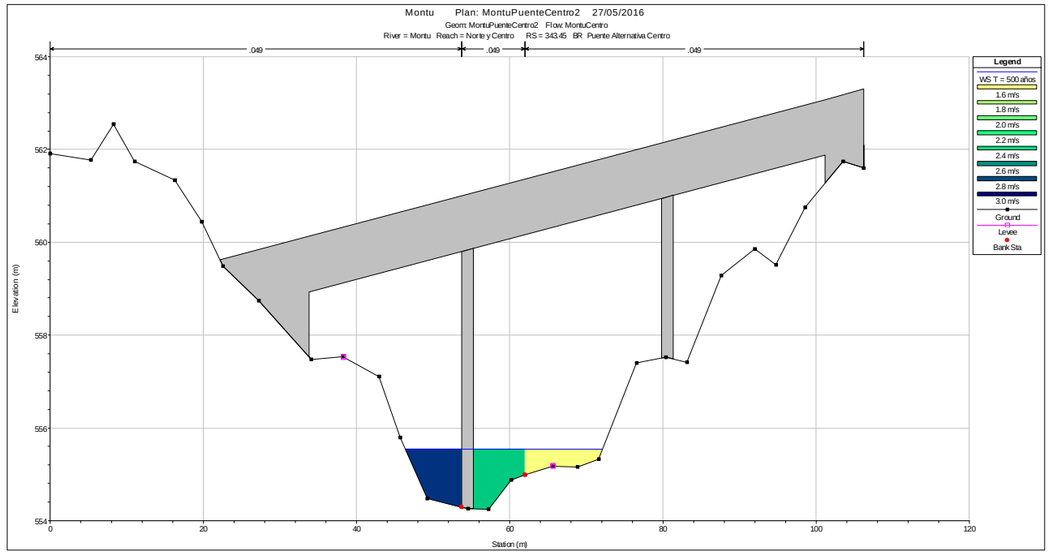


Fig. 71. Alternativa Centro, barranco del Montú. Distribución de velocidades en la sección inmediatamente aguas abajo del puente. (HEC-RAS).

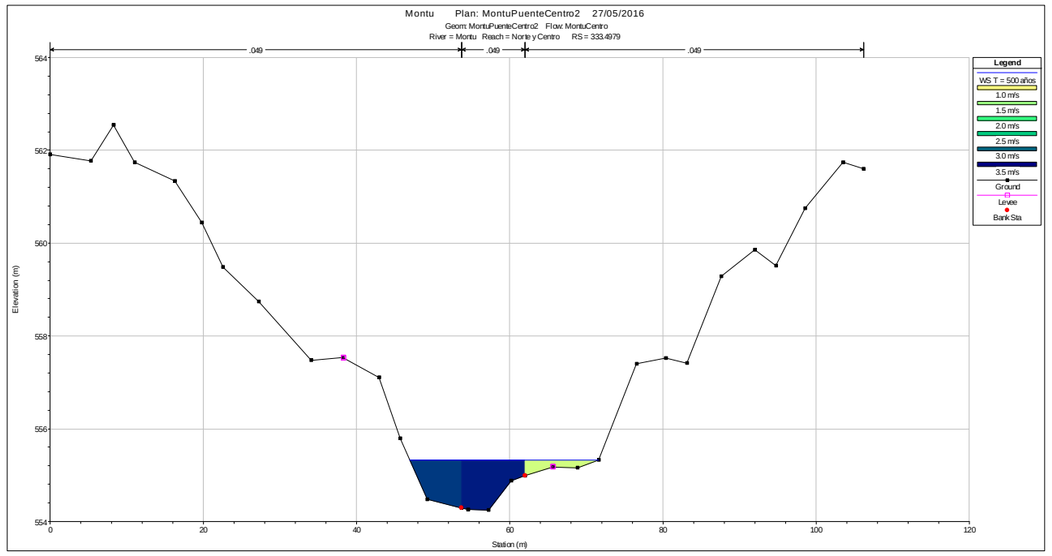


Fig. 72. Alternativa Centro, barranco del Montú. Distribución de velocidades en la sección de aguas abajo del puente. (HEC-RAS).

El método empleado para el cálculo de erosión local en pilas es el de la Universidad Estatal de Colorado (Colorado State University, CSU), llamado así por el lugar en el que se desarrolló y que emplea la fórmula de Richardson y Davis (1995), tanto para condiciones de "aguas claras" como de "lecho vivo". Esta ecuación es la que utiliza el módulo para el cálculo de la socavación del software HEC-RAS, cuya expresión es la siguiente (ec. 3):

$$y_s = 2 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot a^{0.65} \cdot y_1^{0.35} \cdot Fr_1^{0.43} \qquad \textit{(Ec. 3)}$$

donde:

y_s → Profundidad de socavación [m].
K_1 → Factor de corrección por la forma de la pila.
K_2 → Factor de corrección por el ángulo de ataque del flujo sobre la pila.
K_3 → Factor de corrección por condición del lecho.
K_4 → Factor de corrección por acorazamiento del material del lecho.
a → Ancho real de la pila [m].
y_1 → Calado inmediatamente aguas arriba de la pila [m].
Fr_1 → Número de Froude inmediatamente aguas arriba de la pila.

Al ser las pilas circulares en el puente sobre el barranco del Remedio y alargadas con cos extremos redondeados en el puente sobre el barranco del Montú, el factor de corrección por la forma de la pila elegido es K_1 = 1 para ambos casos (fig. 73).

En cuanto al factor K_2, HEC-RAS lo calcula automáticamente al introducir en el programa el ángulo de ataque del flujo sobre las pilas (0º para el caso del puente sobre el barranco del Remedio por ser las pilas circulares y dejar indiferente dicho ángulo, y 36.2º en el caso de las pilas del puente sobre el barranco del Montú) mediante la siguiente ecuación:

$$K_2 = \left(\cos\theta + \frac{L}{a} \cdot sen\,\theta \right)^{0.65}$$

siendo:

θ → Ángulo de ataque del flujo [º].
L → Longitud de la pila medida en la dirección del flujo [m].
a → Ancho real de la pila [m].

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

Fig. 73. Valores del factor de corrección por la forma de la pila. (HEC-RAS 4.1 Hydraulic Reference Manual).

Por su parte, el valor del factor K_3 es 1.1 para ambos puentes, ya que se ha escogido como hipótesis la condición de "aguas claras" como se ha indicado anteriormente (fig. 74).

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

Fig. 74. Valores del factor de corrección por la condición del lecho. (HEC-RAS 4.1 Hydraulic Reference Manual).

El coeficiente de corrección K_4 representa la capacidad de resistencia a la erosión que se produce de manera natural en el lecho de cauces granulares (de material fino y granulometría uniforme) quedando así las partículas más gruesas en la superficie y las de menor tamaño en el fondo. Es lo que se conoce con el nombre de "acorazamiento del lecho". Dicho coeficiente se obtiene utilizando la ecuación desarrollada por J.S. Jones:

$$K_4 = 0.4 \cdot (V_R)^{0.15}$$

donde:

$$V_R = \left[\frac{V_1 - V_{i50}}{V_{c50} - V_{i95}} \right]$$

$$V_{i50} = 0.645 \left[\frac{D_{50}}{a} \right]^{0.053} V_{c50}$$

$$V_{i95} = 0.645 \left[\frac{D_{95}}{a} \right]^{0.053} V_{c95}$$

siendo:

V_R → Radio de velocidad [m/s].
V_1 → Velocidad media en la sección de aguas arriba del puente [m/s].
V_{i50} → Velocidad de inicio de socavación de la pila para un tamaño de grano D_{50} [m/s].
V_{i95} → Velocidad de inicio de socavación de la pila para un tamaño de grano D_{95} [m/s].
V_{c50} → Velocidad crítica para el D_{50} del material del lecho [m/s].
V_{c95} → Velocidad crítica para el D_{50} del material del lecho [m/s].
a → Ancho real de la pila [m].

con:

$$V_{c50} = K_u \, y^{1/6} \, D_{50}^{1/3}$$

$$V_{c95} = K_u \, y^{1/6} \, D_{95}^{1/3}$$

tal que:

y → Calado justo aguas arriba de la pila [m].
K_u = 6.19.

En este caso, HEC-RAS también calcula automáticamente este valor al introducir el D_{50} y el D_{95}, del material que forma el lecho, siendo el valor mínimo K_4 = 0.4 (fig. 75).

Factor	Minimum Bed Material Size	Minimum K4 Value
K4	D50 ≥ 0.006 ft (0.002 m) D95≥0.06 ft (0.02 m)	0.4

Fig. 75. Límites de tamaño y valores del factor de corrección por acorazamiento para el material del lecho. (HEC-RAS 4.1 Hydraulic Reference Manual).

En la tabla 6 se muestran los valores de los parámetros que intervienen en el cálculo de la profundidad de socavación local de las pilas y_s para los puentes de la Alternativa Centro sobre los barrancos del Remedio y del Montú, respectivamente. Cabe destacar que, como en el puente sobre el barranco del Remedio las pilas mojadas son las dos para la avenida de 500 años de periodo de retorno (fig. 53), el calado considerado aguas arriba de ambas pilas y_1 ha sido el mismo (aunque realmente no es así), siendo el de mayor profundidad (correspondiente a la pila P1, la de la izquierda en el sentido de la corriente), homogeneizando así el resultado para ambas pilas y quedando del lado de la seguridad, ya que en la pila P2 la profundidad de socavación real será menor.

ALTERNATIVA CENTRO

Parámetros y Factores	Puente Remedio Pila P1 y Pila P2	Puente Montú Pila P1
K_1	1.0	1.0
θ (º)	0.0	36.2
a (m)	1.50	1.20
L (m)	1.50	1.49
K_2	1.00	1.32
K_3	1.1	1.1
n_b	0.030	0.030
D_{50} (mm)	60	60
D_{95} (mm)	111	111
K_4	0.40	0.40
y_1 (m)	1.80	1.50
Fr_1	0.198	0.327
y_s (m)	**0.91**	**1.20**

Tabla 6. Parámetros para el cálculo de la socavación local en las pilas de los puentes de la Alternativa Centro.

Por otro lado, los datos de D_{50} y D_{95} (tabla 6) correspondientes al material del lecho, se han obtenido mediante una curva granulométrica estándar aplicada a lechos de gravas, correspondiéndose dichos diámetros con la rugosidad de base n_b obtenida en los apartados *3.3.1.2. Barranco del Remedio* y *3.3.1.3. Barranco del Montú* del presente anejo, respectivamente. Esto ha sido así ya que no se disponía de una curva granulométrica específica para este material (depósito aluvial del Cuaternario, Q_a) en el *Anejo 1. Geología y geotecnia* de la memoria de la Alternativa Centro.

A la vista de los resultados obtenidos con HEC-RAS para el cálculo de la socavación local de las pilas de los puentes de la Alternativa Centro (fig. 76 y fig. 77), se considera necesario el diseño de una protección alrededor de dichas pilas para evitar que la socavación local comprometa la estabilidad de las estructuras. A su vez, también será necesario el dimensionamiento de una protección general en las inmediaciones de los puentes, aguas arriba y aguas abajo de los mismos, que proporcione un cauce estable en su entorno. Todo ello se muestra con detalle en el siguiente apartado de este documento.

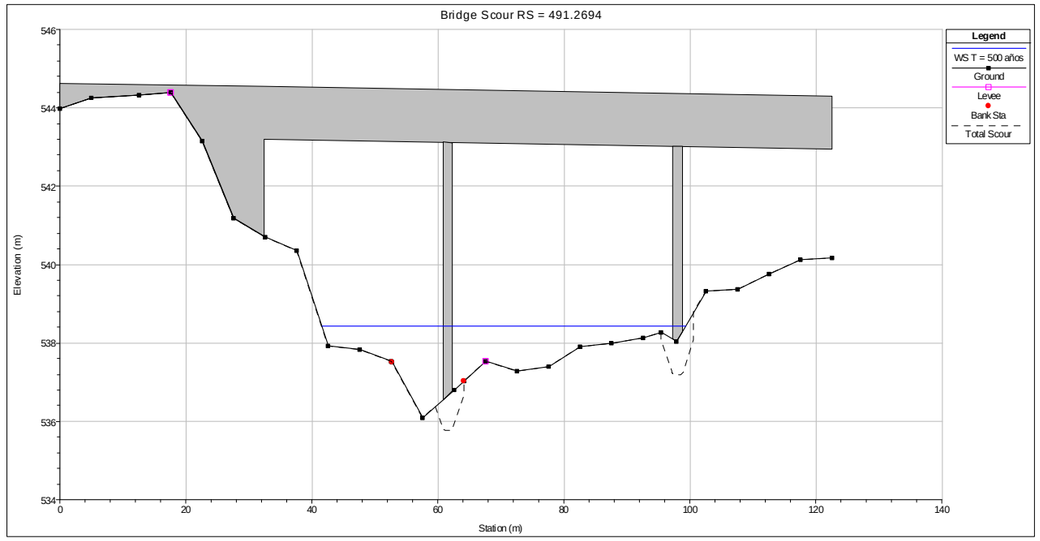


Fig. 76. Alternativa Centro. Socavación local en las pilas del puente sobre el barranco del Remedio. (HEC-RAS).

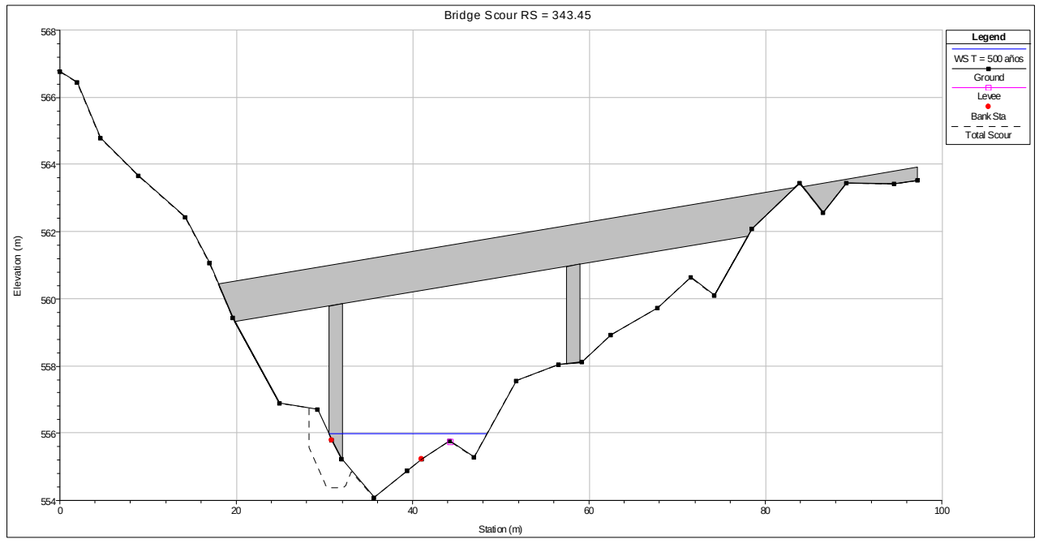


Fig. 77. Alternativa Centro. Socavación local en las pilas del puente sobre el barranco del Montú. (HEC-RAS).

5. MEDIDAS DE PROTECCIÓN.

5.1. Medidas de protección para las estructuras de la Alternativa Norte.

Como se ha señalado anteriormente en este anejo, las estructuras de la Alternativa Norte no se ven afectadas por las avenidas de 500 años de periodo de retorno en ninguno de los barrancos. Debido a ello, no es necesaria ninguna intervención sobre los mismos.

Por un lado, en el barranco del Remedio, el vano del viaducto que lo cruza se sitúa en el tramo 4 (fig. 22, fig. 35 y fig. 36), el cual ya está encauzado con suficiente capacidad para desaguar la avenida de 500 años (fig. 41 y fig. 42). Así, bastará con un mantenimiento rutinario del cauce como el que se lleva a cabo en la actualidad.

Por otro lado, en el barranco del Montú, el cauce principal tiene una capacidad hidráulica más que suficiente para desaguar la avenida de 500 años de forma natural sin que ésta afecte a ningún elemento del puente lo más mínimo (fig. 47 y fig. 48), lo que justifica la no intervención en el mismo.

5.2. Medidas de protección para las estructuras de la Alternativa Centro.

A la vista de los resultados obtenidos en el apartado *4.3. Erosión en las estructuras de la Alternativa Centro*, se considera necesario el diseño de una protección alrededor de las pilas de los puentes para evitar que la socavación local comprometa la estabilidad de las estructuras (fig. 76 y fig. 77). A su vez, también será necesario el dimensionamiento de una protección general del lecho y las márgenes en las inmediaciones de los puentes, que se prolongarán una distancia suficiente aguas arriba y aguas abajo de los mismos que proporcione un cauce estable en todo su entorno. En concreto, esta distancia será de treinta metros aguas arriba y aguas abajo de los puentes contemplados en esta alternativa.

Tras el análisis de la situación, se destacan tres tipos de actuación de ingeniería fluvial los barrancos del Remedio y del Montú:

- Regularización del cauce. En esta actuación se modificará la sección transversal de cada barranco, tanto en el lecho como en las márgenes, evitando así taludes elevados, homogeneizando la sección y mejorando la capacidad hidráulica de la misma. También se crearán bermas horizontales alrededor de las cimentaciones de las pilas que faciliten tanto la ejecución de las mismas como la colocación de las medidas de protección alrededor de ellas (fig. 78 y fig. 79).

- Actuación bajo los puentes. Se protegerá el lecho y las márgenes del cauce frente a la erosión general, y las pilas de los puentes frente a la socavación local.

- Actuación en las zonas de aguas arriba y aguas abajo de los puentes, envolventes de la actuación anterior. En esta intervención se establecerá una zona con una estabilidad y rugosidad suficientes para que se resistan las tensiones tangenciales generadas por el paso de la corriente, protegiendo así el lecho y las márgenes frente a la erosión general. Además, en el caso del barranco del Montú, se rectificará también la pendiente longitudinal del lecho para evitar el régimen crítico y pasar al régimen lento en las inmediaciones del puente, creando las adecuadas zonas de transición y condiciones de contorno del flujo tanto aguas arriba como aguas abajo del tramo que se desea proteger.

Así, las medidas de protección objeto de diseño de la Alternativa Centro presentan dos partes claramente diferenciadas: la protección por erosión general en lecho y márgenes, y la protección por erosión local en pilas.

A continuación, después de analizar la situación con el diseño de los puentes de la Alternativa Centro y de proponer las actuaciones necesarias, será necesario definir el alcance y las dimensiones de las mismas para que el comportamiento hidráulico sea el idóneo. De esto tratan los siguientes apartados.

5.2.1. Regularización de las secciones transversales.

Como se ha comentado en la introducción anterior, para una mejor interacción y protección, tanto general como local, se decide realizar una regularización de la morfología de las secciones transversales del cauce en la zona donde se van a emplazar las medidas de protección. A su vez, esta regularización es adecuada para poder utilizar la maquinaria y equipos de trabajo necesarios en la ejecución de dichas medidas.

Los taludes que se han modificado se han ejecutado por debajo de los naturales para asegurar la estabilidad de los mismos (taludes 2H:1V o más tendidos). Además, se ha procurado dar una forma escalonada a las secciones, con bermas a modo de terrazas que facilitan el perfilado de la sección. Así, también se ha conseguido que las pilas descansen sobre una superficie horizontal, lo que disminuye la erosión local desigual alrededor de las mismas (fig. 79 y fig. 79).

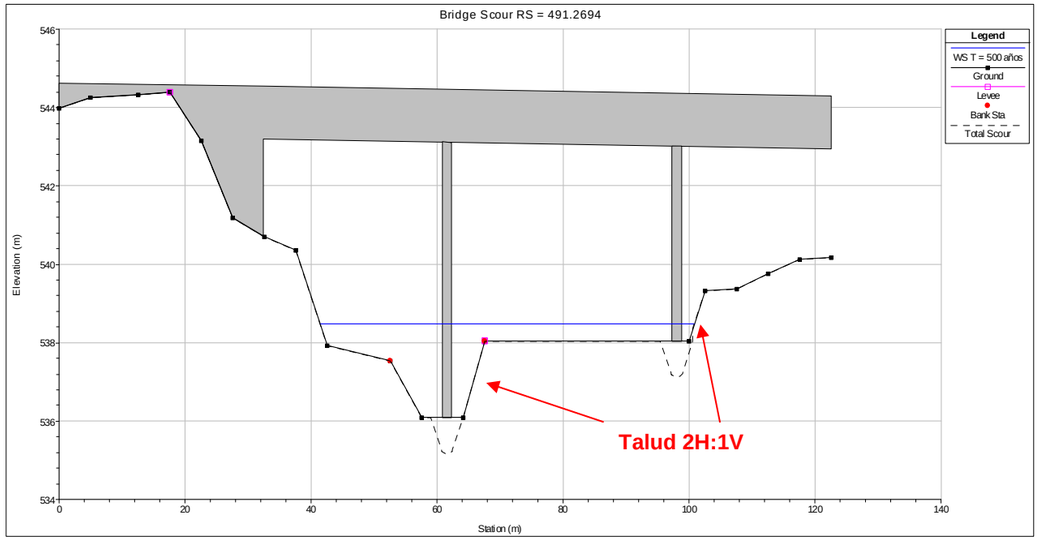


Fig. 78. Alternativa Centro, puente sobre el barranco del Remedio. Regularización de la sección transversal del tramo a proteger (60 m) y socavación local en pilas. (HEC-RAS).

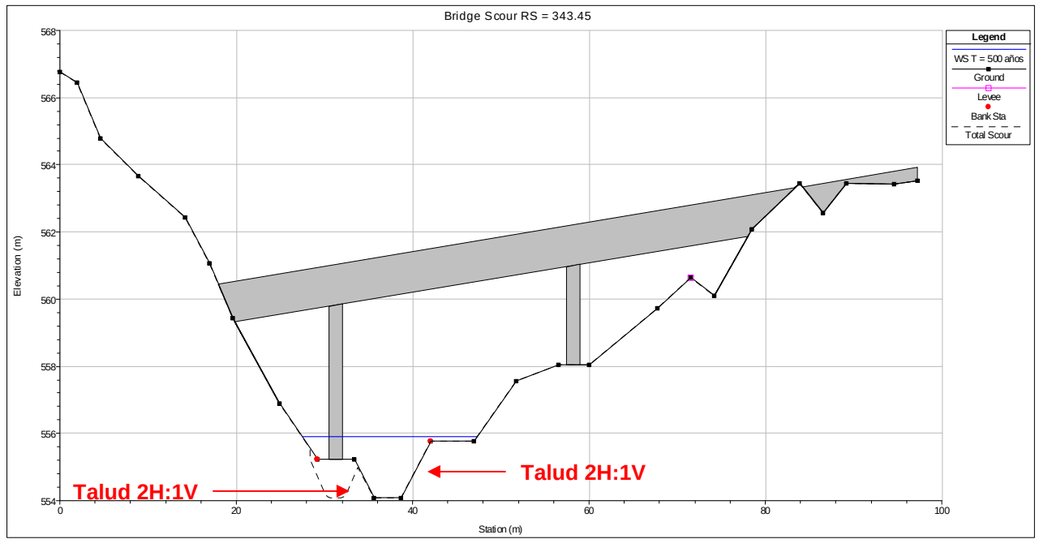


Fig. 79. Alternativa Centro, puente sobre el barranco del Montú. Regularización de la sección transversal del tramo a proteger (60 m) y socavación local en pilas. (HEC-RAS).

5.2.2. Estabilidad frente a la erosión general. Dimensionamiento de las protecciones en lecho y márgenes.

Como medida de protección frente a la erosión o socavación general en el lecho y las márgenes de los barrancos se ha escogido en un principio la solución de un revestimiento de escollera, debido a su amplia utilización en este tipo de obras de ingeniería fluvial. La escollera se utiliza como elemento de protección y no como estabilización de la orilla, por lo que los taludes deben ser inicialmente estables, lo cual se ha asegurado previamente al regularizar las secciones.

El objetivo del dimensionamiento de la escollera para la protección general del lecho y las márgenes es determinar un diámetro característico de la misma que no sea movido o arrastrado bajo unas condiciones hidráulicas dadas. El cálculo no puede considerarse exacto sino estimativo.

La expresión siguiente recomendada por Juan P. Martín Vide en su obra *Ingeniería de ríos* (2002) es de origen empírico y proviene de la experiencia en el proyecto de protecciones de escollera en Estados Unidos, país que más ha desarrollado esta cuestión. Es válida para protecciones generales (no locales) de cauces rectos, en el fondo y en taludes hasta 2H:1V. La expresión, para el tamaño D_{30} es (ec. 4):

$$\frac{D_{30}}{y} = 0.36 \cdot \left[\left(\frac{\gamma}{\gamma_s - \gamma} \right)^{0.5} \cdot \frac{v_0}{\sqrt{g \cdot y}} \right]^{2.5} \qquad \textit{(Ec. 4)}$$

donde:

D_{30} → Diámetro representativo del 30 % del escollerado [m].

y → Calado del agua sobre el elemento [m].

$\gamma = 1$ Tn/m^3 → Peso específico del agua.

$\gamma_s = 2.65$ Tn/m^3 → Peso específico de la escollera.

v_0 → Velocidad media en la vertical del elemento [m/s].

$g = 9{,}81$ m/s^2 → Aceleración de la gravedad.

Como se observa (ec. 4), el tamaño característico es muy sensible a la velocidad, la cual se obtiene del cálculo hidráulico. Así, tras realizar los cálculos necesarios a partir de los resultados obtenidos en las simulaciones hidráulicas con HEC-RAS de cada barranco una vez regularizadas las secciones transversales, se obtienen los diámetros representativos de la escollera de protección para cada uno (tabla 7).

La distribución de los tamaños de los diámetros de la escollera a partir del D_{30} obtenido mediante la ecuación 4 (ec. 4 y tabla 7) se ha obtenido de la aplicación de la curva granulométrica de Stevens para el dimensionamiento de escolleras de protección del lecho, propuesta por el Departamento de Transportes de los Estados Unidos (U.S. Department Of Transportation) en 1988, y que relaciona todos los diámetros de la curva con el D_{50}, proponiendo a su vez un diámetro medio de la misma (tabla 8).

ALTERNATIVA CENTRO	Barranco	
	Remedio	**Montú**
Cota lámina de agua para T = 500 años (m.s.n.m.)	538.48	555.91
Cota mínima del lecho regularizado (m.s.n.m.)	536.09	554.09
Calado del agua sobre el elemento, y (m)	2.39	1.82
Peso específico del agua γ (Tn/m^3)	1	1
Peso específico de la escollera, γ_s (Tn/m^3)	2.65	2.65
Velocidad media en la vertical del elemento, v_0 (m/s)	1.63	3
D_{30} (m)	**0.03**	**0.15**
Stevens → D50 = D30 / 0.65 (m)	**0.05**	**0.23**
Stevens → D100 = D50 · 2 (m)	0.09	0.46
Stevens → Dm = 1.25 · D50 (m)	0.06	0.29
Espesores mínimos de escollera recomendados		
e = 2 · D50 (m)	0.09	0.46
e = 1 · D100 (m)	0.09	0.46
Espesor en dos capas: e = 2 · Dm (m)	0.12	0.57
e ≥ 30 cm	0.30	0.30
Espesor de escollera seleccionado (m)	**0.30**	**0.60**

Tabla 7. Obtención de los diámetros representativos y espesores recomendados de la escollera para la protección general de los barrancos.

En la tabla 7 se puede observar que los espesores escogidos para las escolleras de protección del lecho y las márgenes son aquellos que cumplen las recomendaciones mínimas, siendo 30 centímetros para el caso del barranco del Remedio y 60 centímetros para el del barranco del Montú, respectivamente.

La selección, caracterización y puesta en obra de las escolleras de protección para el lecho y las márgenes se detalla en el apartado *5.2.4 Caracterización de las medidas de protección* del presente anejo.

Curva Granulométrica de Stevens

Dx = Dx (D_{50})

Dm = 1.25 · D_{50}

% Pasa	D_{tamiz}/D50
0	0.25
10	0.35
20	0.50
30	0.65
40	0.80
50	**1.00**
60	1.20
70	1.40
80	1.60
90	1.80
100	2.00

Tabla 8. Curva granulométrica de Stevens (FHWA, 1988).

5.2.3. Estabilidad frente a la erosión local. Dimensionamiento de las protecciones de las pilas.

Al igual que ocurre con las soluciones para la erosión del lecho y márgenes en los cauces fluviales, la medida de protección frente a la erosión local más generalizada son los mantos de escollera alrededor de la pila. Es una medida económica, eficaz y relativamente independiente del proyecto del puente en cuestión.

De las formulaciones presentadas en el libro *Bridge Scour* de Bruce W. Melville y Stephen E. Coleman (2000) para la protección de pilas de puente mediante escollera vertida, se ha considerado la fórmula desarrollada por Lauchlan (1999), por ser una de las más utilizadas en la actualidad y recomendada por la literatura técnica (ec. 5):

$$\frac{D_{50}}{y} = 0.3 \cdot FS \cdot \left[1 - \frac{Z_{sg}}{y}\right]^{2.75} \cdot Fr^{1.2} \qquad \textit{(Ec. 5)}$$

donde:

D_{50} → Diámetro representativo del 50 % del escollerado [m].

y → Calado del agua sobre el elemento [m].

FS → Factor de seguridad. El valor mínimo recomendado es 1.1

Z_{sg} → Profundidad de colocación del escollerado respecto de la cota del lecho original [m].

Fr → Número de Froude en la sección inmediatamente aguas arriba de la pila.

Aplicando así esta ecuación (ec. 5) se obtiene el D_{50} de la escollera para la protección frente a la socavación local de las pilas a partir de los resultados obtenidos en la simulación hidráulica de los modelos con la sección regularizada en cada uno de los puentes sobre los barrancos del Remedio y del Montú, respectivamente. Además, se ha considerado que el escollerado se coloca al mismo nivel que el lecho original, luego Z_{sg} es nulo. En cuanto al factor de seguridad, se ha tomado un valor de 1.5, habitual en estos casos (tabla 9).

ALTERNATIVA CENTRO	Barranco	
	Centro	Centro
Cota lámina de agua para T = 500 años (m.s.n.m.)	538.48	555.91
Cota del lecho regularizado (m.s.n.m.)	536.09	554.09
Cota mínima del lecho regularizado (m.s.n.m.)	2.39	1.82
Factor de seguridad, FS	1.5	1.5
Profundidad de colocación del escollerado respecto del nivel del lecho original, Zsg (m)	0	0
Número de Froude, Fr	0.34	0.55
D50 (m)	**0.29**	**0.40**
Espesores mínimos de escollera recomendados		
Espesor en dos capas: e = 2 · D50 (m)	0.59	0.80
Espesor de escollera seleccionado (m)	**0.60**	**0.80**

Tabla 9. Obtención de los diámetros representativos y espesores recomendados de la escollera para la protección local de las pilas de los puentes sobre los barrancos.

El manto de escollera tendrá un espesor de al menos dos capas de material y un filtro para evitar que el sustrato ascienda entre los huecos.

5.2.4. Caracterización de las medidas de protección.

Una vez dimensionados los tamaños y espesores de las escolleras calculados en los dos apartados anteriores, se procede al diseño concreto en cada caso y la descripción de la ejecución en obra de las medidas de protección.

5.2.4.1. Protecciones en el barranco del Remedio.

a) Diseño de la protección frente a la erosión general.

En el caso del barranco del Remedio, la granulometría de la escollera escogida en un principio resulta ser demasiado pequeña y por lo tanto el material tendrá poco peso, perdiendo así la funcionalidad de la escollera. Además, habría que colocar varias capas para cumplir con los espesores mínimos (cinco capas para un espesor de 30 cm, ver tabla 7). Por ello, se ha decidido finalmente colocar un revestimiento de geoceldas en el lecho y las márgenes en todo el cauce para evitar la erosión general.

Las geoceldas son mallas con confinamiento celular ligero y flexible con estructura tridimensional. Están formadas por una serie de tiras de material sintético, unidas entre sí mediante soldaduras ultrasónicas, para formar una estructura alveolar muy resistente que confina y retiene el relleno empleado en el sistema. Son un revestimiento fácil de instalar, flexible y ecológico, que actúa como soporte de plantaciones vegetales.

Los revestimientos con mallas se encuentran dentro de las soluciones calificadas como “técnicas de ingeniería ambiental” frente a otros revestimientos más “duros”, permitiendo una adecuada integración en el entorno paisajístico ya sea urbano o rural, utilizando en cada caso el material de relleno más adecuado.

Se escogerá una geocelda de 20 cm de espesor tipo GEOWEB o similar cuyas celdas se rellenarán posteriormente con tierra vegetal más un riego con hidrosiembra. Éstas se anclaran al terreno mediante piquetas de 80 cm de longitud (fig. 80). La longitud total del revestimiento será de 60 metros en el entorno del puente (30 metros aguas arriba y 30 metros aguas abajo).

Bajo el revestimiento de geoceldas se colocará un geotextil que hará la función de filtro, para evitar así la migración de finos del lecho y de las márgenes (fig. 80). Éste será del tipo “no tejido pesado” con una resistencia a tracción del orden de los 30 a 40 KN/m y un gramaje de 400 g/m^2. Debe anclarse en coronación y en la base mediante zanjas de 0.50x0.50 m en las que se introduce un metro de lámina del geotextil y posteriormente se rellenan y compactan.

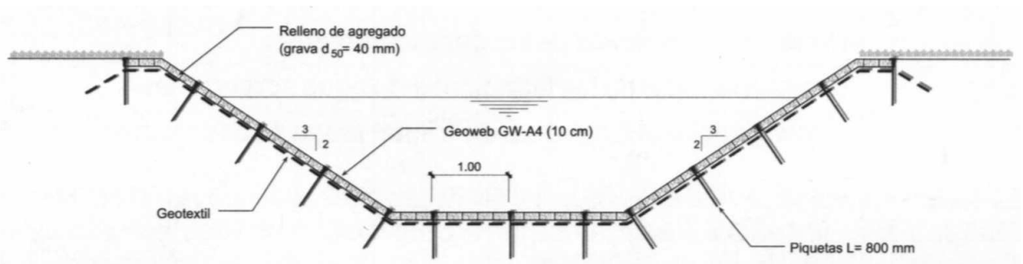


Fig. 80. Ejemplo de revestimiento con geoceldas tipo GEOWEB o similar.

El procedimiento para la colocación de este revestimiento de geoceldas es el siguiente:

- Reperfilado del lecho y los taludes de las márgenes.
- Colocación del geotextil (filtro).
- Colocación sobre el talud de la geocelda, anclada al terreno mediante sujeciones: piquetas o pernos metálicos o de material sintético.
- Anclajes en coronación y pie, introduciendo la lámina en zanjas que se rellenan posteriormente.
- Relleno de la geocelda e hidrosiembra.

b) Diseño de la protección frente a la erosión local.

En cuanto a la protección local de las pilas del puente sobre el barranco del Remedio, ésta se llevará a cabo con un manto de escollera alrededor de las mismas de dos capas de espesor, es decir, 0.60 metros (tabla 9). Como ya se ha indicado antes, se colocará a nivel del terreno natural.

El manto de la escollera se debe extender alrededor de la pila como una aureola, con una anchura como máximo del orden del valor de la erosión local, es decir, un metro en este caso (e = y_s = 0.91 m, aproximadamente 1 m) (fig. 81).

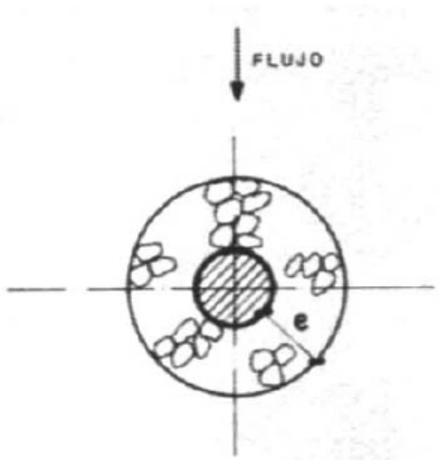


Fig. 81. Protección de pila circular. (MOPT, 1988).

En esta situación, también será necesario el uso de un geotextil como filtro bajo la protección de escollera que evite la migración de finos. Será de las mismas características que el utilizado en la protección general (el mismo). Deberá adaptarse a la forma de la pila, incluso atarse a ella como un “babero” si es necesario.

Por último, se recomienda interponer entre éste y la escollera un material granular (detritus de cantera de 15 cm de espesor) para evitar el punzonamiento durante el vertido de la escollera.

5.2.4.2. Protecciones en el barranco del Montú.

a) Diseño de la protección frente a la erosión general.

En el caso del barranco del Montú, la granulometría de la escollera escogida en un principio resulta ser adecuada (tabla 7), por lo que se dispondrá de dos capas de material con un espesor total de 0.60 metros tanto en el lecho como en las márgenes.

Entre la escollera y el terreno se colocará un geotextil a modo de filtro, en concreto, el mismo que en el barranco del Remedio. A su vez, también se dispondrá de un material granular tipo detritus de cantera de 15 cm de espesor entre la escollera de protección y el geotextil, para evitar el punzonamiento de éste último durante el vertido y la colocación de la escollera (fig. 82).

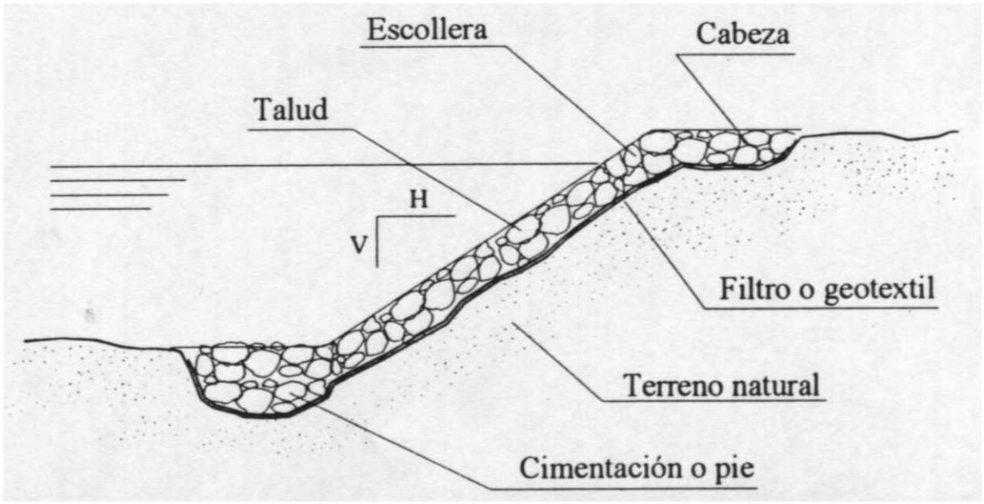


Fig. 82. Esquema de protección de márgenes con escollera.

La coronación o cabeza del revestimiento de escollera deberá protegerse frente a posibles desbordamientos mediante la prolongación hasta zonas no erosionables por el flujo. A su vez, se realizará una zanja en coronación lo suficientemente alejada del talud, rellenándola de escollera (fig. 83).

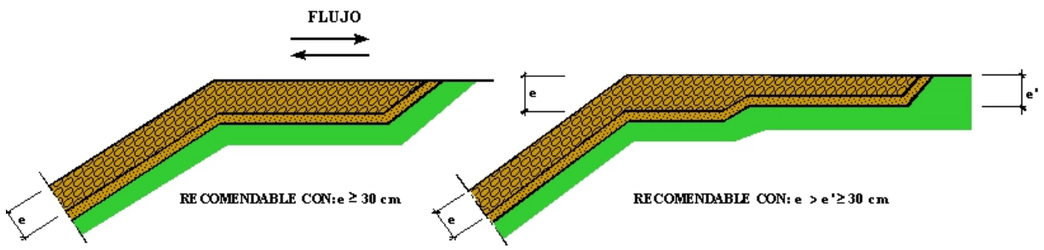


Fig. 83. Esquema con tipos de protección en coronación de las márgenes.

En los taludes de las márgenes, una buena medida de cimentación es un pie de escollera, cuya extensión estaría en consonancia con la erosión calculada (fig. 82). Sus dimensiones se detallan en los planos hidráulicos de esta memoria.

Por otro lado, la protección al inicio y al final del revestimiento en el tramo de actuación (60 metros) contra la erosión se ejecuta de la siguiente forma:

- Prolongando la escollera, hacia aguas arriba y aguas abajo hasta zonas donde la corriente no pueda erosionar la margen (30 metros en ambos casos).

- Aumentando su espesor en los primeros y últimos perfiles del escollerado, lo que se conoce como “rastrillos de protección” (fig. 84).

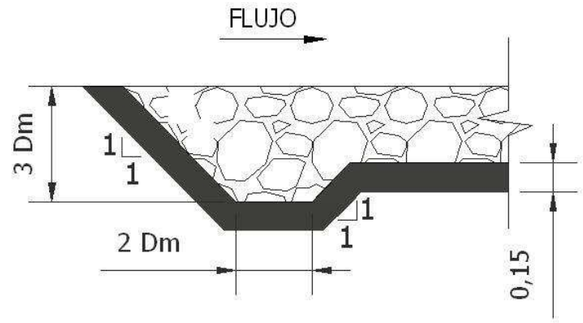


Fig. 84. Detalle del rastrillo de protección en la dirección del flujo. (Martín Vide, 2002).

El procedimiento para la colocación de la protección de escolleras a lo largo del tramo a proteger (de 60 metros de longitud al igual que en el barranco del Remedio) es el siguiente:

- Desbroce del terreno y reperfilado de taludes.
- Colocación del filtro (geotextil).
- Vertido del detritus de protección del filtro.
- Vertido directo desde los camiones que transportan la escollera y extendido mediante buldózer cuando sea necesario. Se deberá limitar la altura de descarga para no dañar el filtro ni provocar la segregación.
- Colocación manual o mecánica (grúas, dragalinas, retroexcavadora, etc.). La mayor dimensión de la piedra se dispondrá perpendicular al talud.

b) Diseño de la protección frente a la erosión local.

En cuanto a la protección local de la pila P1 del puente sobre el barranco del Montú, ésta se llevará a cabo con un manto de escollera alrededor de las mismas de dos capas de espesor, es decir, 0.80 metros (tabla 9). Como ya se ha indicado antes, se colocará a nivel del terreno natural.

El manto de la escollera se debe extender alrededor de la pila como una aureola, con una anchura como máximo del orden del valor de la erosión local, es decir, 1.20 metros en este caso (e = y_s = 1.20 m).

En este caso la pila P1 del puente es alargada y está sometida a una corriente oblicua, por lo que será necesario aumentar la anchura de la aureola, por lo menos en el lateral de “sotavento” y en la cara posterior (aguas abajo), que son afectadas por grandes sistemas de vórtices (fig. 85). Las dimensiones de estas aureolas se detallan en los planos hidráulicos de esta memoria.

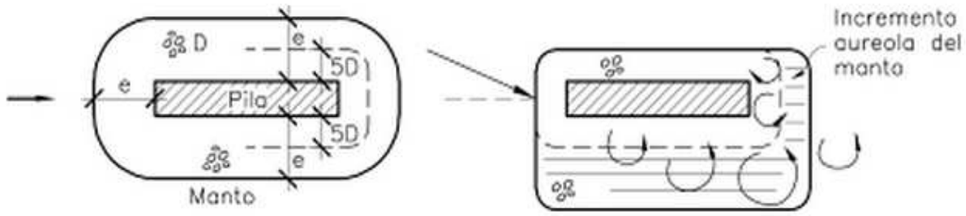


Fig. 85. Posición y dimensiones de un manto de escollera alrededor de una pila de puente: en un caso general (izquierda) y en el de una pila delgada con corriente oblicua. (Martín Vide, 2002).

También será necesario el uso de un geotextil como filtro bajo la protección de escollera que evite la migración de finos. Se utilizará un geotextil de las mismas características que en la protección general (el mismo). Deberá adaptarse a la forma de la pila, incluso atarse a ella como un “babero” si es necesario.

Por último, se recomienda interponer entre éste y la escollera un material granular (detritus de cantera de 15 cm de espesor) para evitar el punzonamiento durante el vertido de la escollera. Será el mismo que el utilizado para la protección frente a la erosión general del barranco.

6. ESTIMACIÓN ECONÓMICA.

En este apartado se estima un presupuesto aproximado de las actuaciones de protección propuestas en el apartado *5.2. Medidas de protección para las estructuras de la Alternativa Centro* del presente anejo.

Los precios de ejecución material, a los cuales cada empresa contratista añadirá los gastos generales y el beneficio industrial que considere, se obtienen de la base de datos del *PREOC 2016* (Precios de Edificación y Obra Civil en España).

6.1. Unidades de obra.

A continuación se detallan las principales unidades de obra necesarias para la ejecución de las medidas de protección propuestas:

UO1 m^2

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

UO2 m^3

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

UO3 m^3

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

UO4 m^2

Geotextil para filtro tipo “no tejido pesado” con una resistencia a tracción del orden de los 30 a 40 KN/m y un gramaje de 400 g/m^2, incluso adquisición, transporte, extendido y colocación.

UO5 m^3

Relleno con material de detritus procedente de cantera, incluso adquisición, carga, transporte, vertido y extendido en una capa de 15 cm de espesor.

UO6 m^3

Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio 0.30 m y peso específico 2.65 Tn/m^3 para protección de lecho y márgenes, completamente terminada, incluso adquisición, carga, transporte, vertido y colocación en dos capas.

UO7 m^3

Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio 0.30 m y peso específico 2.65 Tn/m^3 para protección local en pilas, completamente terminada, incluso adquisición, carga, transporte, vertido y colocación en dos capas.

UO8 m^3

Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio 0.40 m y peso específico 2.65 Tn/m^3 para protección local en pilas, completamente terminada, incluso adquisición, carga, transporte, vertido y colocación en dos capas.

U09 m^2

Malla de geoceldas tipo GEOWEB o similar, de 20 cm de espesor incluida tierra vegetal e hidrosiembra incluso adquisición, transporte y colocación con piquetas sintéticas de 80 cm de longitud.

6.2. Mediciones.

En la tabla 10 se recogen los valores de las mediciones totales para cada una de las unidades de obra definidas anteriormente, teniendo en cuenta su aplicación en la ejecución de las medidas de protección de los puentes de la Alternativa Centro sobre los barrancos del Remedio y del Montú, respectivamente.

Unidad de Obra	Protección general del cauce con escollera vertida	Protección local de pilas con escollera vertida	Medición
UO1 m^2	5100	0	**5100**
UO2 m^3	1170	0	**1170**
UO3 m^3	2116	0	**2116**
UO4 m^2	5100	0	**5100**
UO5 m^3	765	0	**765**
UO6 m^3	708	0	**708**
UO7 m^3	0	12	**12**
UO8 m^3	0	167	**167**
UO9 m^2	3880	0	**3880**

Tabla 10. Mediciones totales de las unidades de obra.

6.3. Estimación del presupuesto de ejecución material (P.E.M.).

En la tabla 11 se presenta una estimación del presupuesto de ejecución material (P.E.M.) de las obras de protección propuestas, que asciende a un total de CIENTO TREINTA Y UN MIL DOSCIENTOS SESENTA Y TRES EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS (131263.20 €).

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO (€/UD)	TOTAL (€)
UO1	m^2	Despeje y desbroce del terreno hasta una profundidad de 0.20 m por medios mecánicos, con corte y retirada de arbustos, arrancando las raíces y destoconado en caso necesario, incluso la carga y transporte de la tierra vegetal a las zonas de acopio y carga de productos y transporte a vertedero.	5100	0.70	**3750.00**
UO2	m^3	Excavación a cielo abierto, en tierras, con medios mecánicos, incluso compactación del fondo de la excavación, carga, transporte de tierras procedentes de la excavación a vertedero y/o acopio en obra.	1170	5.81	**6797.70**
UO3	m^3	Relleno con material procedente de la excavación, extendido y compactado de tierras, por medios mecánicos, en tongadas de 15 cm de espesor, incluso aporte de las mismas.	2116	6.60	**13965.60**
UO4	m^2	Geotextil para filtro tipo “no tejido pesado” con una resistencia a tracción del orden de los 30 a 40 KN/m y un gramaje de 400 g/m2, incluso adquisición, transporte, extendido y colocación.	5100	4.76	**24276.00**
UO5	m^3	Relleno con material de detritus procedente de cantera, incluso adquisición, carga, transporte, vertido y extendido en una capa de 15 cm de espesor.	765	23.58	**18038.70**
UO6	m^3	Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio 0.30 m y peso específico 2.65 Tn/m3 para protección de lecho y márgenes, completamente terminada, incluso adquisición, carga, transporte, vertido y colocación en dos capas.	708	32.60	**23080.80**
UO7	m^3	Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio 0.30 m y peso específico 2.65 Tn/m3 para protección local en pilas, completamente terminada, incluso adquisición, carga, transporte, vertido y colocación en dos capas.	12	32.60	**391.20**
UO8	m^3	Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio 0.40 m y peso específico 2.65 Tn/m3 para protección local en pilas, completamente terminada, incluso adquisición, carga, transporte, vertido y colocación en dos capas.	167	36.80	**6145.60**
UO9	m^2	Malla de geoceldas tipo GEOWEB o similar, de 20 cm de espesor incluida tierra vegetal e hidrosiembra incluso adquisición, transporte y colocación con piquetas sintéticas de 80 cm de longitud.	3880	9.02	**34997.60**
				TOTAL (€)	**131263.20**

Tabla 11. Presupuesto de ejecución material (P.E.M.).

7. SÍNTESIS Y CONCLUSIÓN.

A lo largo del presente anejo se ha llevado a cabo el análisis del comportamiento hidráulico mediante el programa *HEC-RAS 4.1.0* de los barrancos de Bercutilla, del Remedio y del Montú frente a distintas hipótesis de partida o condiciones de contorno, para las variantes propuestas por las alternativas Norte y Centro, analizando así la respuesta de los mismos frente a la avenida de 500 años de periodo de retorno. Estas situaciones han sido las siguientes:

- Situación actual. En ella se analiza la respuesta hidráulica de los tres barrancos objeto de estudio frente a la avenida de 500 años, comprobando que ésta permanece en todo momento en el interior de los cauces de cada uno de ellos, respectivamente.

- Situación con las estructuras contempladas en cada alternativa sobre los barrancos del Remedio y del Montú, respectivamente. La avenida de 500 años no afecta a las estructuras de la Alternativa Norte, mientras que sí lo hace frente a las proyectadas por la Alternativa Centro, poniendo en peligro su estabilidad debido a la socavación potencial generada por el flujo de la avenida.

Como consecuencia de lo anterior, se dimensionan unas medidas de protección para que las estructuras de la Alternativa Centro no se vean afectadas y sean estables frente al paso de la corriente durante los episodios de avenidas en dichos barrancos. Estas medidas consisten en:

- Regularización del cauce. En esta actuación se modificará la sección transversal de cada barranco, tanto en el lecho como en las márgenes, evitando así taludes elevados, homogeneizando la sección y mejorando la capacidad hidráulica de la misma. También se crearán bermas horizontales alrededor de las cimentaciones de las pilas que faciliten tanto la ejecución de las mismas como la colocación de las medidas de protección alrededor de ellas (fig. 78 y fig. 79).

- Actuación bajo los puentes. Se protegerá el lecho y las márgenes del cauce frente a la erosión general con un revestimiento de geoceldas de 20 cm de espesor en el caso del barranco del Remedio, y con un revestimiento de escollera (D_{50} = 0.3 m) de dos capas de espesor en el caso del barranco del Montú. Las pilas de los puentes se protegerán frente a la socavación local con un manto de escollera de dos capas en ambos casos, de 0.6 y 0.8 metros de espesor respectivamente.

- Actuación en las zonas aguas arriba y aguas abajo de los puentes, envolventes de la actuación anterior. En esta intervención se establecerá una zona con una estabilidad y rugosidad suficientes para que se resistan las tensiones tangenciales generadas por el paso de la corriente, protegiendo así el lecho y las márgenes frente a la erosión general. Además, en el caso del barranco del Montú, se rectificará también la pendiente longitudinal del lecho para evitar el régimen crítico y pasar al régimen lento en las inmediaciones del puente, creando las adecuadas zonas de transición y condiciones de contorno del flujo tanto aguas arriba como aguas abajo del tramo que se desea proteger mediante los denominados “rastrillos de escollera”.

Tras la el estudio de dichas medidas, su definición, dimensionamiento y caracterización de las mismas, la estabilidad del cauce frente a la erosión general y de las pilas frente a la socavación local está garantizada, así como la capacidad hidráulica de cada uno de los barrancos en los tamos de estudio.

Por último, cabe destacar que las medidas de protección propuestas en este anejo son una solución técnica, económica y ambientalmente viable.

8. BIBLIOGRAFÍA.

- *Norma 5.2 – IC Drenaje Superficial* de la *Instrucción de Carreteras*. Ministerio de Fomento. Madrid, BOE 10 de Marzo de 2016.
- *Caracterización de los tipos de ríos y lagos*. DMA/2000/60/CE - Análisis de las características de las Demarcaciones. Ministerio de Fomento. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX). Madrid, Julio de 2004.
- *Instrucción de Planificación Hidrológica*. BOE del 22 de Septiembre de 2008. Madrid.
- *Hidráulica de Canales Abiertos*, Ven Te Chow (1959). Ed. McGraw-Hill. Santafé de Bogotá, Colombia. Abril de 1994.
- *Guide for Selecting Manning's Roughness Coefficients for Natural Channels and Flood Plains*. United States Geological Survey Water-Supply Paper 2339. Denver, CO, U.S.A. 1989.
- *Ingeniería de ríos,* Juan P. Martín Vide (2002). Edicions UPC, 2ª Edición. Barcelona, diciembre de 2006.
- *HEC-RAS 4.1 Hydraulic Reference Manual,* U.S. Army Corps Of Engineers. Hydrologic Engineering Center. Davis, CA, U.S.A. January 2010.
- *HEC-RAS 4.1 User's Manual,* U.S. Army Corps Of Engineers. Hydrologic Engineering Center. Davis, CA, U.S.A. January 2010.
- *Bridge Scour,* Bruce W. Melville & Stephen E. Coleman. Water Resources Publications, LLC. Highlands Ranch, Colorado, U.S.A. (2000).
- *Control de la erosión fluvial en puentes.* Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT). Segunda edición. Madrid, 1988.
- *Valoración de obras de Ingeniería Civil,* Amalia Sanz Benlloch, Miguel Mondría García, Eugenio Pellicer Armiñana, Joaquín Catalá Alís (2004). Editorial UPV, reimpresión 2011, Valencia.
- *CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN). ALTERNATIVA SUR. Anejo 10: Diseño hidráulico de las obras de ingeniería fluvial para la protección del puente sobre el río Lucena.* Juan Pedro Palao Puche. Valencia, Junio de 2015.
- *CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN). ALTERNATIVA CENTRO. Anejo 13: Diseño hidráulico de las obras de ingeniería fluvial para la protección del puente sobre el río Lucena.* Nerea Rambla Cerdá. Valencia, Junio de 2015.

Páginas web consultadas:

- Centro de descargas del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG): http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp
- Instituto Geográfico Nacional (IGN) – Visualizador IBERPIX: http://www.ign.es/iberpix2/visor/
- Giswater: https://www.giswater.org/es
- QGIS: http://www.qgis.org/es/site/index.html#
- Cortar capas en QGIS: http://digimapas.blogspot.com.es/2015/08/qgis-cortar-archivos-raster.html
- Convertir archivos .DWG a .DXF (Teiga by Open Design Alliance): http://gis.stackexchange.com/questions/32730/how-to-import-a-dwg-into-a-qgis-project
- 20 trucos de QGIS que quizás no conocías: http://mappinggis.com/2015/01/trucos-de-qgis-que-quiza-no-conocias/#Introducir_elementos_de_mapa_a_la_vista
- Los 10 formatos GIS vectoriales más populares (ver punto 4) http://mappinggis.com/2013/11/los-formatos-gis-vectoriales-mas-populares/#10_KMLKMZ
- Convertidor de archivos: https://www.gisconvert.com/#
- Spatial Reference: http://www.spatialreference.org/ref/epsg/25830/
- Estudio de rugosidades (USGS): http://wwwrcamnl.wr.usgs.gov/sws/fieldmethods/Indirects/nvalues/

  http://web.utk.edu/~btschant/manning%20n/index.html
- Instituto Nacional de Estadística (INE): http://www.ine.es/
- Portal Estadístico de la Generalitat Valenciana (IVE): http://www.ive.es/

APÉNDICE I: CÁLCULOS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.

1. BARRANCO DE BERCUTILLA.

a) ALTERNATIVA NORTE.

b) ALTERNATIVA CENTRO.

2. BARRANCO DEL REMEDIO.

a) ALTERNATIVA NORTE.

b) ALTERNATIVA CENTRO.

3. BARRANCO DEL MONTÚ.

a) ALTERNATIVA NORTE.

b) ALTERNATIVA CENTRO.

Las variables incluidas en las tablas son las siguientes:

- *River Station:* Identificación-ubicación de la sección transversal.
- *Q Total:* caudal circulante por la sección, en m^3/s.
- *Min Ch E:* cota mínima de la sección transversal (cota del thalweg), en m.s.n.m.
- *W.S. Elev:* cota de la superficie del agua, en m.s.n.m.
- *Crit. W.S.:* cota de la superficie de agua correspondiente al régimen crítico, en m.s.n.m.
- *E.G.Elev:* cota de la línea de energía, en m.s.n.m.
- *E.G.Slope:* pendiente de la línea de energía, en m/m.
- *Top width:* ancho libre o tirante, en m.
- *Flow área:* área de la sección mojada, en m^2.
- *W.P. Total: perímetro mojado, en m.*
- *R_H: radio hidráulico de la sección, en m.*
- *Vel Total*: velocidad media de la sección mojada, en m/s.
- *Froude #XS*: número de Froude de la sección completa.
- *Shear LOB:* tensión tangencial o de corte sobre la margen izquierda, en N/m^2.
- *Shear Chan:* tensión tangencial o de corte sobre el lecho en N/m^2.
- *Shear ROB:* tensión tangencial o de corte sobre la margen derecha en N/m^2.
- *Shear Total:* tensión tangencial media en la sección completa en N/m^2.

1. BARRANCO DE BERCUTILLA.

a) ALTERNATIVA NORTE:

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)	Top Width (m)	Flow Area (m2)	W.P. Total (m)	R_H (m)	Vel Total (m/s)	Froude # XS	Shear LOB (N/m2)	Shear Chan (N/m2)	Shear ROB (N/m2)	Shear Total (N/m2)
Norte	2223.278 ST001_AguasArrib	T = 500 años	35.8	537.36	539.51	539.51	540.07	0.0804	9.56	10.78	10.66	1.01	3.32	1		797.32		797.32
Norte	2192.204 ST031	T = 500 años	35.8	536.75	538.9	538.17	539.01	0.0115	17.39	24.03	18.42	1.30	1.49	0.4		147.35		147.35
Norte	2182.609 ST032	T = 500 años	35.8	536.48	538.28	538.28	538.73	0.0822	13.18	12.01	14.22	0.84	2.98	1		681.38		681.38
Norte	2152.035 ST033	T = 500 años	35.8	534.35	536.75	536.39	536.87	0.0148	28.02	23.34	29.11	0.80	1.53	0.55	63.58	188.86	89.09	116.69
Norte	2141.366 ST034	T = 500 años	35.8	534.03	536.5	536.04	536.66	0.0154	17.73	20.7	18.75	1.10	1.73	0.51		209.29	93.04	167.02
Norte	2131.636 ST035	T = 500 años	35.8	534	535.67	535.67	536.13	0.0797	12.99	11.89	13.54	0.88	3.01	1		686.2		686.2
Norte	2118.573 ST036	T = 500 años	35.8	533.3	535.15	535.31	535.86	0.1323	10.75	9.61	11.62	0.83	3.73	1.26		1072.74		1072.74
Norte	2105.722 ST037	T = 500 años	35.8	532.7	533.98	534.41	535.33	0.3017	9.12	6.95	9.59	0.72	5.15	1.88		2143.55		2143.55
Norte	2096.799 ST038	T = 500 años	35.8	532.67	534.85	534.41	535.04	0.0252	16.61	18.56	17.38	1.07	1.93	0.58		263.95		263.95
Norte	2092.084 ST039	T = 500 años	35.8	532.18	534.68	534.26	534.87	0.0262	16.29	18.36	17.39	1.06	1.95	0.59		270.84		270.84
Norte	2084.016 ST040	T = 500 años	35.8	532.19	534.55	533.91	534.65	0.0124	19.98	24.94	21.36	1.17	1.44	0.41		141.97		141.97
Norte	2077.544 ST041	T = 500 años	35.8	532.15	534.37	533.76	534.49	0.0140	19.09	23.48	20.13	1.17	1.52	0.44		160.15		160.15
Norte	2065.891 ST042	T = 500 años	35.8	531.65	534.05	533.55	534.23	0.0205	14.87	19.25	16.3	1.18	1.86	0.52		237.41		237.41
Norte	2059.682 ST043	T = 500 años	35.8	530.95	534.03	532.97	534.15	0.0108	15.17	23.61	16.77	1.41	1.52	0.39		148.79		148.79
Norte	2055.806 ST044	T = 500 años	35.8	531.58	533.54	533.54	534.06	0.0788	11.08	11.3	11.82	0.96	3.17	1		738.72		738.72
Norte	2046.693 ST045	T = 500 años	35.8	531.09	533.29	532.64	533.46	0.0166	15.76	19.45	16.65	1.17	1.84	0.53		226.56	21.75	190.41
Norte	2044.840 ST046	T = 500 años	35.8	530.8	533.23	532.62	533.39	0.0167	18.29	20.65	19.01	1.09	1.73	0.53		206.24	17.29	177.69
Norte	2038.026 ST047	T = 500 años	35.8	530.8	532.96	532.63	533.22	0.0334	13.77	15.9	14.58	1.09	2.25	0.67		357.29		357.29
Norte	2032.974 ST048	T = 500 años	35.8	530.9	532.96		533.11	0.0159	14.94	20.49	15.75	1.30	1.75	0.48		202.84		202.84
Norte	2025.924 ST049	T = 500 años	35.8	529.97	532.45	532.45	532.95	0.0833	11.33	11.43	12.69	0.90	3.13	0.99		736.18		736.18
Norte	2018.300 ST050	T = 500 años	35.8	529.33	532	531.41	532.19	0.0210	14.06	18.56	15.15	1.23	1.93	0.54		252.14		252.14
Norte	2010.314 ST051	T = 500 años	35.8	529.21	531.98	531.03	532.09	0.0093	17.14	25.43	18.05	1.41	1.41	0.37		128.23		128.23
Norte	2004.046 ST052	T = 500 años	35.8	529.71	531.65	531.24	531.86	0.0251	14.52	17.62	15.19	1.16	2.03	0.59		285.13		285.13
Norte	1991.231 ST053	T = 500 años	35.8	529.5	530.9	530.9	531.33	0.0551	14.54	12.61	14.88	0.85	2.84	1	225.21	627.48	183	457.92
Norte	1979.355 ST003_Centro1	T = 500 años	35.8	529.61	530.86	530.41	530.93	0.0087	39.15	32.12	39.29	0.82	1.11	0.4	39.04	97.29	45.48	70
Norte	1968.158 ST004_Centro2	T = 500 años	35.8	528.85	530.35	530.35	530.75	0.0770	16.26	12.87	16.7	0.77	2.78	1		611.27	142.53	581.99
Norte	1956.587 ST005_Centro3	T = 500 años	35.8	527.82	529.56	529.63	529.94	0.0777	23.04	13.17	24.07	0.55	2.72	1.15		607.68	340.17	416.81
Norte	1950.644 ST118_Centro14	T = 500 años	35.8	527.53	529.56	529.26	529.68	0.0157	27.32	23.03	27.8	0.83	1.55	0.55	35.8	191.16	75.43	127.69
Norte	1945.713 ST006_Centro4	T = 500 años	35.8	527.23	529.47	528.76	529.57	0.0107	25.91	25.56	26.85	0.95	1.4	0.47		148.83	44.05	99.41
Norte	1935.346 ST007_Centro5	T = 500 años	35.8	526.58	529.09	528.62	529.32	0.0241	25.02	17.77	26.18	0.68	2.01	0.82		318.05	36.32	160.57
Norte	1926.585 ST008_Centro6	T = 500 años	35.8	526.46	528.39	528.39	528.94	0.0794	9.73	10.88	10.8	1.01	3.29	0.99		784.17		784.17
Norte	1917.383 ST009_Centro7	T = 500 años	35.8	526.09	527.14	527.55	528.5	0.4283	12.11	6.94	12.45	0.56	5.16	2.17		2342.88		2342.88
Norte	1908.084 ST010_Centro8	T = 500 años	35.8	524.99	527.4	527.4	527.7	0.0358	22.7	15.83	23.97	0.66	2.26	0.93	103.6	483.55	147.72	231.91
Norte	1897.862 ST011_Centro9	T = 500 años	35.8	524.83	527.2	526.57	527.27	0.0078	36.36	31.59	37.12	0.85	1.13	0.4	38.78	102.6	32.34	64.69
Norte	1887.640 ST012_Centro10	T = 500 años	35.8	524.35	526.75	526.74	527.09	0.0378	20.07	14.82	21.06	0.70	2.42	0.96	86.87	510.88	145.57	260.83
Norte	1878.487 ST013_Centro11	T = 500 años	35.8	523.78	526.29	526	526.64	0.0384	14.58	14.27	15.93	0.90	2.51	0.84		467.4	84.1	336.9
Norte	1868.299 ST014_Centro12	T = 500 años	35.8	523.69	525.96	525.65	526.26	0.0328	13.87	14.93	14.75	1.01	2.4	0.75	41.04	399.9	31.01	325.72
Norte	1857.203 ST015_Centro13	T = 500 años	35.8	523.78	525.92	525.33	526.02	0.0105	25.56	26.21	26.02	1.01	1.37	0.44	26.95	134.25	28.7	104.15
Norte	1846.738 ST016_Norte1	T = 500 años	35.8	523.64	525.7	525.15	525.83	0.0153	23.95	23.28	24.57	0.95	1.54	0.51		172.77	32.78	142.47
Norte	1835.694 ST017_Norte2	T = 500 años	35.8	523.94	525.1	525.1	525.5	0.0585	16.12	12.89	16.45	0.78	2.78	1	305.26	595.55	277.82	449.72
Norte	1828.841 ST018_Norte3	T = 500 años	35.8	522.79	524.26	524.46	524.94	0.1835	18.57	9.95	19.07	0.52	3.6	1.6	312.74	1169.54		938.92

Norte	1816.117 ST019_Norte4	T = 500 años	35.8	522.13	524.08	523.8	524.32	0.0285	17.57	16.7	18.11	0.92	2.14	0.71		345.96	141.86	257.87
Norte	1806.219 ST020_Norte5	T = 500 años	35.8	523	523.63	523.63	524	0.0343	21.99	14.58	22.49	0.65	2.46	1.05		95.19	289.99	217.84
Norte	1794.229 ST021_Norte6	T = 500 años	35.8	522	523.17	523.05	523.3	0.0245	43.13	23.06	43.58	0.53	1.55	0.68		151.35	120.63	126.86
Norte	1783.469 ST022_Norte7	T = 500 años	35.8	522.16	523	522.82	523.09	0.0149	51.67	28.17	51.92	0.54	1.27	0.56	35.36	96.19	78.35	79.26
Norte	1774.175 ST023_Norte8	T = 500 años	35.8	521.58	522.63	522.63	522.84	0.0512	39.6	17.89	40.02	0.45	2	0.97	112.39	402.17	172.64	224.49
Norte	1763.568 ST024_Norte9	T = 500 años	35.8	520.32	522.42	522.16	522.53	0.0157	31.13	23.89	32.07	0.74	1.5	0.56	32.6	184.09	80.63	114.83
Norte	1755.821 ST025_Norte10	T = 500 años	35.8	520.09	522.05	522.05	522.34	0.0444	23.68	15.47	24.54	0.63	2.31	0.95	86.49	485.94	174.61	274.26
Norte	1746.968 ST026_Norte11	T = 500 años	35.8	518.78	521.78	521.1	521.9	0.0113	22.37	23.78	23.94	0.99	1.51	0.48	29.9	169.91	60.62	109.88
Norte	1735.853 ST027_Norte12	T = 500 años	35.8	520.36	521.43	521.43	521.69	0.0570	28.49	15.71	29.08	0.54	2.28	0.99	53.5	453.91	225.37	302.07
Norte	1725.207 ST028_Norte13	T = 500 años	35.8	518.75	520.7	520.23	520.88	0.0159	16.37	19.38	16.92	1.15	1.85	0.55	84.33	240.19	85.63	179.18
Norte	1716.043 ST029_Norte14	T = 500 años	35.8	519.02	520.53	520.23	520.68	0.0152	22.45	21.06	22.92	0.92	1.7	0.56	111.84	207.99	90.88	136.86
Norte	1706.502 ST030_Norte15	T = 500 años	35.8	519.31	520.17	520.17	520.44	0.0684	30.03	15.82	30.13	0.53	2.26	1.01	305.31	391.73	30.15	352.23
Norte	1699.124 ST054	T = 500 años	35.8	517.88	519.57	519.68	519.95	0.0750	36.21	14.46	36.98	0.39	2.48	1.39	127.79	659.96		287.7
Norte	1693.745 ST055	T = 500 años	35.8	517.73	519.08	519.09	519.5	0.0806	15.36	12.47	15.67	0.80	2.87	1.02	11.13	641.38		628.84
Norte	1677.202 ST119	T = 500 años	35.8	516.36	518.02	517.69	518.21	0.0259	18.61	18.46	19.06	0.97	1.94	0.62		265.14	170.13	246.03
Norte	1663.061 ST056	T = 500 años	35.8	515.93	517.24	517.24	517.59	0.0816	18.96	13.59	19.23	0.71	2.63	0.99		565.21		565.21
Norte	1646.958 ST057	T = 500 años	35.8	515.23	515.78	515.88	516.15	0.1006	36.91	13.96	37.19	0.38	2.56	1.41		294.04	406.4	370.32
Norte	1628.918 ST058	T = 500 años	35.8	512.72	514.77	514.77	514.95	0.0312	34.49	19.86	35.65	0.56	1.8	0.79	85.79	304.8	131.41	170.3
Norte	1617.885 ST059	T = 500 años	35.8	512.37	513.79	513.58	513.91	0.0273	34.36	23.18	34.68	0.67	1.54	0.61	63.4	197.96	46.15	178.62
Norte	1607.398 ST060	T = 500 años	35.8	512.43	513.18	513.18	513.44	0.0442	31.07	17.26	31.32	0.55	2.07	0.97	16.1	205.35	279.79	238.7
Norte	1586.343 ST061	T = 500 años	35.8	508.4	509.4	509.93	511.25	0.5569	9.81	5.94	10.24	0.58	6.03	2.48		3165.13		3165.13
Norte	1568.287 ST062	T = 500 años	35.8	506.19	507.89	507.73	508.14	0.0414	19.17	16.35	19.66	0.83	2.19	0.76	84.01	366.48	35	337.82
Norte	1547.896 ST063	T = 500 años	35.8	506.24	506.89	506.89	507.11	0.0765	40.01	17.48	40.09	0.44	2.05	1		349.83	279.04	326.84
Norte	1537.028 ST120	T = 500 años	35.8	504.56	505.76	505.41	505.87	0.0209	29.06	24.18	29.25	0.83	1.48	0.52		169.4		169.4
Norte	1521.089 ST064	T = 500 años	35.8	504.1	505.39	505.04	505.48	0.0176	31.57	26.34	31.85	0.83	1.36	0.48		142.8		142.8
Norte	1507.896 ST065	T = 500 años	35.8	502.91	504.87	504.76	505.07	0.0365	31.34	18.71	31.8	0.59	1.91	0.82		317	64.79	210.86
Norte	1485.572 ST066	T = 500 años	35.8	502.3	503.77	503.77	504.12	0.0555	19.76	13.73	20.34	0.68	2.61	1.01		427.21	335.45	367.39
Norte	1469.124 ST067	T = 500 años	35.8	500.19	501.6	501.87	502.49	0.2245	12.42	8.55	12.92	0.66	4.19	1.61		1457.69		1457.69
Norte	1447.275 ST068	T = 500 años	35.8	498.84	500.55	500.55	500.96	0.0598	15.35	12.67	16.19	0.78	2.83	0.99		585.41	342.45	458.82
Norte	1437.753 ST069	T = 500 años	35.8	497.44	500.29	500.02	500.4	0.0126	29.77	24.95	31.27	0.80	1.43	0.52		173.33	59.89	98.37
Norte	1419.458 ST070	T = 500 años	35.8	497.97	499.68	499.45	499.97	0.0371	24.22	15.5	24.82	0.62	2.31	0.95		402.31	21.84	227.29
Norte	1400.626 ST071	T = 500 años	35.8	496.67	499.66	498.24	499.73	0.0046	34.67	33.25	35.94	0.93	1.08	0.36		76.13	4.03	41.84
Norte	1384.998 ST072	T = 500 años	35.8	496.93	499.57	498.62	499.66	0.0080	18.95	27.47	19.72	1.39	1.3	0.35	2.97	110.09		109.25
Norte	1365.376 ST073	T = 500 años	35.8	497.33	498.93	498.93	499.33	0.0813	15.39	12.65	16.03	0.79	2.83	1		629.09		629.09
Norte	1341.176 ST074	T = 500 años	35.8	496.5	498.18	497.38	498.21	0.0042	44.1	43.65	44.43	0.98	0.82	0.27		48.93	11.32	39.99
Norte	1321.045 ST075	T = 500 años	35.8	496.68	497.61	497.61	497.93	0.0865	22.98	14.37	23.1	0.62	2.49	1.01		527.54		527.54
Norte	1304.257 ST076	T = 500 años	35.8	494.7	495.56	495.69	496.05	0.1370	24.84	11.55	25.35	0.46	3.1	1.46	605.92	741.04	503.19	612.18
Norte	1289.339 ST077	T = 500 años	35.8	492.19	493.33	493.55	494.07	0.1747	13.4	9.43	13.66	0.69	3.8	1.44		1182.49		1182.49
Norte	1279.708 ST078	T = 500 años	35.8	489.57	491.32	491.9	493.12	0.3660	6.89	6.02	7.76	0.78	5.94	2.03		2786.96		2786.96
Norte	1257.750 ST079	T = 500 años	35.8	487.34	490.51	489.52	490.68	0.0138	10.96	19.71	12.83	1.54	1.82	0.43		207.37		207.37
Norte	1238.558 ST080	T = 500 años	35.8	486.75	490.48	488.51	490.53	0.0028	16.57	36.16	18.46	1.96	0.99	0.21	2.56	56.34		54.53
Norte	1221.104 ST081	T = 500 años	35.8	488.78	490.1	489.9	490.34	0.0402	18.92	16.79	19.2	0.87	2.13	0.72		344.78		344.78
Norte	1203.484 ST082	T = 500 años	35.8	486.48	488.54	488.54	489.06	0.0786	10.94	11.26	11.7	0.96	3.18	1		741.86		741.86
Norte	1194.145 ST083	T = 500 años	35.8	484.04	486.02	486.5	487.48	0.2648	6.77	6.68	7.87	0.85	5.36	1.72		2203.05		2203.05
Norte	1171.280 ST084	T = 500 años	35.8	481.95	484.03	484.3	485	0.1552	7.59	8.18	8.77	0.93	4.38	1.34		1421		1421
Norte	1149.135 ST085	T = 500 años	35.8	479.16	480.65	481	481.76	0.2112	8.76	7.65	9.34	0.82	4.68	1.6		1696.9		1696.9
Norte	1120.559 ST086	T = 500 años	35.8	476.1	478.37	478.13	478.83	0.0511	8.12	11.91	9.74	1.22	3.01	0.79		613.13		613.13
Norte	1100.380 ST087	T = 500 años	35.8	473.72	477.73	476.66	477.94	0.0193	9	17.59	12.45	1.41	2.03	0.46		267.67		267.67
Norte	1078.692 ST088	T = 500 años	35.8	474.87	476.52	476.52	477.02	0.0779	11.67	11.5	12.25	0.94	3.11	1		717.55		717.55

Norte	1044.976 ST089	T = 500 años	35.8	470.29	472.07	472.64	473.9	0.3575	6.53	5.98	7.49	0.80	5.99	2		2800.78		2800.78
Norte	1011.367 ST090	T = 500 años	35.8	468.71	470.72	470.72	471.3	0.0795	9.24	10.61	10.16	1.04	3.37	1.01		814.07		814.07
Norte	984.3481 ST091	T = 500 años	35.8	465.53	467.9	468	468.67	0.1076	7.2	9.21	8.96	1.03	3.89	1.1		1085.03		1085.03
Norte	949.5621 ST092	T = 500 años	35.8	462.34	465.92	464.39	466.03	0.0068	11.43	25.08	13.88	1.81	1.43	0.31		121.31		121.31
Norte	915.2845 ST093	T = 500 años	35.8	463.18	464.83	464.83	465.37	0.0794	10.01	10.92	10.92	1.00	3.28	1		778.8		778.8
Norte	881.1496 ST094	T = 500 años	35.8	458.74	461.58	461.2	461.97	0.0418	8.5	12.97	10.37	1.25	2.76	0.71		512.56		512.56
Norte	858.0142 ST095	T = 500 años	35.8	457.7	460.4	460.08	460.76	0.0411	9.98	13.54	11.39	1.19	2.64	0.72		478.82		478.82
Norte	839.4640 ST096	T = 500 años	35.8	456.98	458.88	458.88	459.49	0.0813	8.28	10.28	9.55	1.08	3.48	1		858.58		858.58
Norte	808.0934 ST097	T = 500 años	35.8	454.9	458.8	456.84	458.86	0.0036	13.42	32.1	15.99	2.01	1.12	0.23		71.5		71.5
Norte	776.4935 ST098	T = 500 años	35.8	456.4	458.07	458.07	458.57	0.0778	11.39	11.45	12.11	0.95	3.13	0.99		721.77		721.77
Norte	737.1734 ST099	T = 500 años	35.8	443.8	450.77	446.91	450.81	0.0017	12.26	42.8	18.79	2.28	0.84	0.14		38.58		38.58
Norte	711.3067 ST100	T = 500 años	35.8	442.47	450.78	444.88	450.79	0.0003	19.81	89.57	28.54	3.14	0.4	0.06		7.91		7.91
Norte	694.3381 ST101	T = 500 años	35.8	448.53	450.13	450.13	450.71	0.0800	9.25	10.61	10.21	1.04	3.37	1.01		815.46		815.46
Norte	686.0540 ST121	T = 500 años	35.8	443.18	444.94	445.82	448.24	0.7456	5.05	4.45	6.2	0.72	8.04	2.73		5243.94		5243.94
Norte	637.9893 ST102	T = 500 años	35.8	436.82	438.49	438.49	439.07	0.0791	9.05	10.61	10.12	1.05	3.37	0.99		813.21		813.21
Norte	556.6457 ST103	T = 500 años	35.8	430.92	432.62	432.52	432.95	0.0603	15.55	14	16.5	0.85	2.56	0.86		501.32		501.32
Norte	532.9474 ST122	T = 500 años	35.8	429.25	431.56	431.2	431.8	0.0319	14.67	16.51	15.46	1.07	2.17	0.65		333.69		333.69
Norte	486.5218 ST104	T = 500 años	35.8	427.18	428.55	428.55	429.05	0.0789	11.39	11.4	12.11	0.94	3.14	1		729.3		729.3
Norte	436.9372 ST123_CV35_AgArr	T = 500 años	35.8	419.23	420.74	421.19	422.16	0.3000	8.35	6.77	8.96	0.76	5.29	1.87		2224.13		2224.13
Norte	385.8359 ST124_CV35_AgAba	T = 500 años	35.8	416.34	419.04	419.04	419.7	0.0898	7.57	9.99	9.58	1.04	3.58	1		918.81		918.81
Norte	335.1779 ST106	T = 500 años	35.8	408.31	410.4	410.87	411.82	0.2498	6.61	6.8	7.88	0.86	5.27	1.66		2113.21		2113.21
Norte	303.6055 ST107	T = 500 años	35.8	406.22	409	409	409.6	0.0870	8.53	10.38	10.3	1.01	3.45	1		860.32		860.32
Norte	281.4608 ST108	T = 500 años	35.8	405.63	407.47	407.6	408.07	0.1202	12.87	10.49	13.47	0.78	3.41	1.21		918.2		918.2
Norte	260.6581 ST109	T = 500 años	35.8	403.71	405.1	405.55	406.47	0.2915	8.65	6.89	9.16	0.75	5.19	1.86		2151.18		2151.18
Norte	228.7378 ST110	T = 500 años	35.8	401.89	403.64	403.54	404.06	0.0579	11.45	12.56	12.21	1.03	2.85	0.87		583.75		583.75
Norte	206.0002 ST111	T = 500 años	35.8	398.12	401	401	401.71	0.0933	6.66	9.57	8.86	1.08	3.74	1		988.36		988.36
Norte	177.2180 ST112	T = 500 años	35.8	395.9	400.25	397.94	400.32	0.0038	11.3	31.06	15.12	2.05	1.15	0.22		75.78		75.78
Norte	150.6786 ST113	T = 500 años	35.8	397.85	399.6	399.6	400.13	0.0780	10.23	11.03	11.05	1.00	3.24	1		764.05		764.05
Norte	120.7282 ST114	T = 500 años	35.8	394.16	396.03	396.24	397.36	0.2475	7.48	6.99	8.38	0.83	5.12	1.69		2023.49		2023.49

b) ALTERNATIVA CENTRO:

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)	Top Width (m)	Flow Area (m2)	W.P. Total (m)	R_H (m)	Vel Total (m/s)	Froude # XS	Shear LOB (N/m2)	Shear Chan (N/m2)	Shear ROB (N/m2)	Shear Total (N/m2)
Centro	2223.278 ST001_AguasArrib	T = 500 años	39.6	537.36	539.6	539.6	540.18	0.079431	9.91	11.66	11.05	1.06	3.4	1		821.68		821.68
Centro	2192.204 ST031	T = 500 años	39.6	536.75	538.99	538.23	539.11	0.011718	17.74	25.61	18.82	1.36	1.55	0.41		156.43		156.43
Centro	2182.609 ST032	T = 500 años	39.6	536.48	538.34	538.34	538.82	0.081674	13.41	12.89	14.49	0.89	3.07	1		712.18		712.18
Centro	2152.035 ST033	T = 500 años	39.6	534.35	536.83	536.45	536.95	0.01392	29.08	25.65	30.19	0.85	1.54	0.54	67.8	187.34	88.82	116
Centro	2141.366 ST034	T = 500 años	39.6	534.03	536.58	536.1	536.75	0.015294	18.25	22.16	19.29	1.15	1.79	0.52	6.85	218.88	100.87	172.29
Centro	2131.636 ST035	T = 500 años	39.6	534	535.73	535.73	536.23	0.079841	13.39	12.74	13.97	0.91	3.11	1.02		720.28	6.09	714.33
Centro	2118.573 ST036	T = 500 años	39.6	533.3	535.23	535.39	535.96	0.126291	11.01	10.46	11.92	0.88	3.79	1.24		1086.24		1086.24
Centro	2105.722 ST037	T = 500 años	39.6	532.7	534.04	534.49	535.45	0.292174	9.37	7.54	9.88	0.76	5.25	1.87		2187.59		2187.59
Centro	2096.799 ST038	T = 500 años	39.6	532.67	534.94	534.49	535.13	0.025031	17.24	20.06	18.04	1.11	1.97	0.58		272.94		272.94
Centro	2092.084 ST039	T = 500 años	39.6	532.18	534.77	534.33	534.97	0.025895	16.89	19.85	18.02	1.10	2	0.59		279.63		279.63
Centro	2084.016 ST040	T = 500 años	39.6	532.19	534.64	533.97	534.75	0.012206	20.38	26.84	21.82	1.23	1.48	0.41		147.28		147.28
Centro	2077.544 ST041	T = 500 años	39.6	532.15	534.47	533.82	534.6	0.013687	19.55	25.37	20.64	1.23	1.56	0.44		164.99		164.99
Centro	2065.891 ST042	T = 500 años	39.6	531.65	534.15	533.61	534.33	0.020114	15.12	20.73	16.63	1.25	1.91	0.52		245.94		245.94
Centro	2059.682 ST043	T = 500 años	39.6	530.95	534.13	533.06	534.25	0.011191	15.67	25.12	17.31	1.45	1.58	0.4		159.22		159.22
Centro	2055.806 ST044	T = 500 años	39.6	531.58	533.63	533.63	534.16	0.077682	11.5	12.24	12.28	1.00	3.23	1		759.62		759.62
Centro	2046.693 ST045	T = 500 años	39.6	531.09	532.22	532.73	533.9	0.401477	9.64	6.89	10.01	0.69	5.75	2.17		2710.94		2710.94
Centro	2044.840 ST046	T = 500 años	39.6	530.8	533.32	532.71	533.49	0.016369	19.9	22.43	20.64	1.09	1.77	0.54		213.57	23.78	174.4
Centro	2038.026 ST047	T = 500 años	39.6	530.8	533.06	532.71	533.33	0.0327	14.74	17.2	15.59	1.10	2.3	0.68		367.8	6.14	353.65
Centro	2032.974 ST048	T = 500 años	39.6	530.9	533.05		533.22	0.015838	16.06	21.93	16.9	1.30	1.81	0.49	5.74	213.24	2.72	201.49
Centro	2025.924 ST049	T = 500 años	39.6	529.97	532.53	532.53	533.05	0.082484	11.65	12.32	13.05	0.94	3.21	1		763.6		763.6
Centro	2018.300 ST050	T = 500 años	39.6	529.33	532.09	531.5	532.3	0.021405	14.55	19.88	15.69	1.27	1.99	0.54		265.98		265.98
Centro	2010.314 ST051	T = 500 años	39.6	529.21	532.08	531.11	532.19	0.009625	17.65	27.04	18.59	1.45	1.46	0.38		137.28		137.28
Centro	2004.046 ST052	T = 500 años	39.6	529.71	531.73	531.31	531.96	0.025803	14.83	18.72	15.53	1.21	2.12	0.6		304.96		304.96
Centro	1991.231 ST053	T = 500 años	39.6	529.5	530.97	530.97	531.42	0.053948	14.93	13.61	15.3	0.89	2.91	1	237.93	649.88	203.16	470.85
Centro	1979.355 ST003_Centro1	T = 500 años	39.6	529.61	530.94	530.45	531.01	0.008196	40.66	35.19	40.82	0.86	1.13	0.39	39.53	97.48	46.18	69.28
Centro	1968.158 ST004_Centro2	T = 500 años	39.6	528.85	530.41	530.41	530.83	0.075826	16.57	13.82	17.03	0.81	2.86	1.01		636.94	160.26	603.59
Centro	1956.587 ST005_Centro3	T = 500 años	39.6	527.82	529.59	529.67	530.01	0.082452	23.27	13.8	24.31	0.57	2.87	1.19		659.67	378.64	458.87
Centro	1950.644 ST118_Centro14	T = 500 años	39.6	527.53	529.62	529.31	529.76	0.015377	27.96	24.85	28.45	0.87	1.59	0.55	39.82	196.7	81.03	131.7
Centro	1945.713 ST006_Centro4	T = 500 años	39.6	527.23	529.53	528.86	529.65	0.010875	26.48	27.31	27.45	0.99	1.45	0.47		157.35	50.33	106.11
Centro	1935.346 ST007_Centro5	T = 500 años	39.6	526.58	529.2	528.71	529.42	0.021281	31.26	21.13	32.49	0.65	1.87	0.8		296.79	44.57	135.71
Centro	1926.585 ST008_Centro6	T = 500 años	39.6	526.46	528.48	528.48	529.06	0.078479	10.16	11.76	11.27	1.04	3.37	1	16.23	808.9		802.97
Centro	1917.383 ST009_Centro7	T = 500 años	39.6	526.09	527.19	527.62	528.61	0.417433	12.31	7.48	12.66	0.59	5.29	2.17		2419.38		2419.38
Centro	1908.084 ST010_Centro8	T = 500 años	39.6	524.99	527.44	527.44	527.76	0.037853	22.83	16.67	24.11	0.69	2.38	0.94	115.54	522.95	168.98	256.62
Centro	1897.862 ST011_Centro9	T = 500 años	39.6	524.83	527.23	526.64	527.31	0.00866	36.47	32.57	37.24	0.87	1.22	0.42	45.3	116.85	38.18	74.27
Centro	1887.640 ST012_Centro10	T = 500 años	39.6	524.35	526.86	526.86	527.14	0.03011	30.95	18.77	31.99	0.59	2.11	0.96	65.29	434.46	136.19	173.22
Centro	1878.487 ST013_Centro11	T = 500 años	39.6	523.78	526.38	526.22	526.73	0.03827	15.09	15.46	16.47	0.94	2.56	0.83		485.82	107.3	352.28
Centro	1868.299 ST014_Centro12	T = 500 años	39.6	523.69	526.02	525.73	526.35	0.034444	14.7	15.77	15.6	1.01	2.51	0.79	51.72	438.29	42.5	341.48
Centro	1857.203 ST015_Centro13	T = 500 años	39.6	523.78	525.99	525.39	526.1	0.010477	26.15	28.15	26.64	1.06	1.41	0.44	30.11	140.95	33.97	108.55
Centro	1846.738 ST016_Norte1	T = 500 años	39.6	523.64	525.78	525.22	525.91	0.015379	25.66	25.15	26.35	0.95	1.57	0.52	3.51	180.68	37.98	143.97
Centro	1835.694 ST017_Norte2	T = 500 años	39.6	523.94	525.17	525.17	525.58	0.057139	16.48	13.89	16.83	0.83	2.85	1	319.33	615.75	287.36	462.49
Centro	1828.841 ST018_Norte3	T = 500 años	39.6	522.79	524.29	524.52	525.02	0.184944	18.7	10.62	19.22	0.55	3.73	1.61	375.13	1235.23		1002.29
Centro	1816.117 ST019_Norte4	T = 500 años	39.6	522.13	524.12	523.86	524.39	0.031296	18.16	17.43	18.71	0.93	2.27	0.75		387.7	158.51	285.94
Centro	1806.219 ST020_Norte5	T = 500 años	39.6	523	523.71	523.71	524.07	0.031145	23.48	16.34	24.04	0.68	2.42	1.02	5.53	102.1	283.8	207.55

Centro	1794.229 ST021_Norte6	T = 500 años	39.6	522	523.21	523.08	523.34	0.024783	43.36	24.44	43.82	0.56	1.62	0.7		158.71	129.58	135.54
Centro	1783.469 ST022_Norte7	T = 500 años	39.6	522.16	523.03	522.85	523.12	0.015293	51.87	29.73	52.12	0.57	1.33	0.57	38.47	103.22	84.75	85.53
Centro	1774.175 ST023_Norte8	T = 500 años	39.6	521.58	522.68	522.66	522.88	0.045634	40.09	19.81	40.53	0.49	2	0.92	109.49	379.39	173.2	218.81
Centro	1763.568 ST024_Norte9	T = 500 años	39.6	520.32	522.47	522.2	522.6	0.015519	31.73	25.68	32.69	0.79	1.54	0.56	35.51	189.88	86.09	119.55
Centro	1755.821 ST025_Norte10	T = 500 años	39.6	520.09	522.09	522.09	522.41	0.04453	23.85	16.53	24.73	0.67	2.4	0.95	95.45	505.65	193.46	291.85
Centro	1746.968 ST026_Norte11	T = 500 años	39.6	518.78	521.83	521.2	521.97	0.011981	22.58	24.96	24.17	1.03	1.59	0.5	34.62	185.96	69.85	121.3
Centro	1735.853 ST027_Norte12	T = 500 años	39.6	520.36	521.47	521.47	521.75	0.055598	28.64	16.87	29.25	0.58	2.35	0.98	60.09	463.84	240.29	314.37
Centro	1725.207 ST028_Norte13	T = 500 años	39.6	518.75	520.75	520.3	520.95	0.017171	16.65	20.24	17.22	1.18	1.96	0.58	94.86	267.28	96.35	197.99
Centro	1716.043 ST029_Norte14	T = 500 años	39.6	519.02	520.58	520.28	520.74	0.016131	22.64	22.04	23.13	0.95	1.8	0.58	124.75	227.73	99.75	150.75
Centro	1706.502 ST030_Norte15	T = 500 años	39.6	519.31	520.21	520.21	520.49	0.065075	30.56	17.13	30.66	0.56	2.31	1	310.17	400.23	42.24	356.58
Centro	1699.124 ST054	T = 500 años	39.6	517.88	519.59	519.71	520.01	0.079122	36.31	15.36	37.1	0.41	2.58	1.4	153.57	711.33		321.24
Centro	1693.745 ST055	T = 500 años	39.6	517.73	519.13	519.16	519.59	0.082902	16.02	13.21	16.34	0.81	3	1.06	30.55	690.86		657.24
Centro	1677.202 ST119	T = 500 años	39.6	516.36	518.08	517.76	518.29	0.026421	19.06	19.68	19.53	1.01	2.01	0.63		281.65	181.27	261.07
Centro	1663.061 ST056	T = 500 años	39.6	515.93	517.3	517.3	517.67	0.08047	19.54	14.67	19.81	0.74	2.7	0.99		584.22		584.22
Centro	1646.958 ST057	T = 500 años	39.6	515.23	515.8	515.91	516.21	0.104258	37.08	14.72	37.37	0.39	2.69	1.44		321.74	441.33	402.64
Centro	1628.918 ST058	T = 500 años	39.6	512.72	514.77	514.77	514.99	0.038137	34.49	19.86	35.65	0.56	1.99	0.88	104.97	372.88	160.77	208.34
Centro	1617.885 ST059	T = 500 años	39.6	512.37	513.83	513.61	513.97	0.027307	34.81	24.69	35.14	0.70	1.6	0.61	69.33	209.97	51.25	188.13
Centro	1607.398 ST060	T = 500 años	39.6	512.43	513.22	513.22	513.5	0.043463	31.23	18.51	31.5	0.59	2.14	0.97	23.21	219.09	290.38	250.51
Centro	1586.343 ST061	T = 500 años	39.6	508.4	509.46	510	511.36	0.530791	10.14	6.48	10.6	0.61	6.11	2.44		3185.56		3185.56
Centro	1568.287 ST062	T = 500 años	39.6	506.19	507.93	507.78	508.21	0.043366	19.46	17.17	19.97	0.86	2.31	0.79	95.24	401.53	45.61	365.78
Centro	1547.896 ST063	T = 500 años	39.6	506.24	506.92	506.92	507.15	0.074637	40.42	18.77	40.51	0.46	2.11	1		362.64	290.77	339.12
Centro	1537.028 ST120	T = 500 años	39.6	504.56	505.81	505.45	505.93	0.021151	29.73	25.83	29.93	0.86	1.53	0.52		179.01		179.01
Centro	1521.089 ST064	T = 500 años	39.6	504.1	505.44	505.08	505.54	0.018016	31.85	27.9	32.16	0.87	1.42	0.48		153.26		153.26
Centro	1507.896 ST065	T = 500 años	39.6	502.91	504.92	504.82	505.13	0.035459	32.52	20.43	33	0.62	1.94	0.81		324.01	76.04	215.21
Centro	1485.572 ST066	T = 500 años	39.6	502.3	503.82	503.82	504.2	0.055032	20.15	14.72	20.75	0.71	2.69	1.02		440.8	352.22	383.01
Centro	1469.124 ST067	T = 500 años	39.6	500.19	501.65	501.94	502.59	0.217013	12.6	9.24	13.13	0.70	4.29	1.6		1497.49		1497.49
Centro	1447.275 ST068	T = 500 años	39.6	498.84	500.61	500.61	501.05	0.059353	15.68	13.6	16.54	0.82	2.91	1		605.7	363.51	478.35
Centro	1437.753 ST069	T = 500 años	39.6	497.44	500.35	500.07	500.47	0.012512	29.93	26.81	31.48	0.85	1.48	0.51		177.33	66.87	104.49
Centro	1419.458 ST070	T = 500 años	39.6	497.97	499.76	499.52	500.05	0.035048	27.17	17.54	27.8	0.63	2.26	0.95		403.03	41.06	216.85
Centro	1400.626 ST071	T = 500 años	39.6	496.67	499.73	498.33	499.8	0.004894	36.78	35.76	38.09	0.94	1.11	0.38		83.14	7.02	45.07
Centro	1384.998 ST072	T = 500 años	39.6	496.93	499.65	498.69	499.73	0.007504	34.48	32.46	35.35	0.92	1.22	0.42	5.05	108.43	16.72	67.58
Centro	1365.376 ST073	T = 500 años	39.6	497.33	498.99	498.99	499.42	0.0795	15.64	13.62	16.31	0.84	2.91	0.99		651.05		651.05
Centro	1341.176 ST074	T = 500 años	39.6	496.5	498.23	497.42	498.27	0.004339	44.42	46.05	44.77	1.03	0.86	0.27		53.17	13.94	43.77
Centro	1321.045 ST075	T = 500 años	39.6	496.68	497.69	497.69	497.99	0.072677	29.5	16.62	29.64	0.56	2.38	1.03		483.23	44.68	399.64
Centro	1304.257 ST076	T = 500 años	39.6	494.7	495.56	495.73	496.16	0.162377	24.86	11.66	25.37	0.46	3.4	1.6	723.42	885.48	603.03	732.13
Centro	1289.339 ST077	T = 500 años	39.6	492.19	493.42	493.62	494.13	0.153768	13.92	10.57	14.21	0.74	3.75	1.37		1122.44		1122.44
Centro	1279.708 ST078	T = 500 años	39.6	489.57	491.39	492	493.25	0.355359	7.19	6.57	8.1	0.81	6.03	2.01		2825.83		2825.83
Centro	1257.750 ST079	T = 500 años	39.6	487.34	490.6	489.61	490.79	0.014738	11.22	20.72	13.15	1.58	1.91	0.45		227.75		227.75
Centro	1238.558 ST080	T = 500 años	39.6	486.75	490.56	488.59	490.62	0.003099	17.04	37.65	18.96	1.99	1.05	0.23	4.07	63.18		60.35
Centro	1221.104 ST081	T = 500 años	39.6	488.78	490.18	489.96	490.42	0.039069	19.56	18.24	19.86	0.92	2.17	0.72		351.83		351.83
Centro	1203.484 ST082	T = 500 años	39.6	486.48	488.63	488.63	489.16	0.078138	11.42	12.19	12.21	1.00	3.25	1		765.34		765.34
Centro	1194.145 ST083	T = 500 años	39.6	484.04	486.1	486.6	487.61	0.256202	7.08	7.29	8.22	0.89	5.43	1.71		2227.4		2227.4
Centro	1171.280 ST084	T = 500 años	39.6	481.95	484.1	484.39	485.15	0.158766	7.82	8.74	9.05	0.97	4.53	1.37		1504.9		1504.9
Centro	1149.135 ST085	T = 500 años	39.6	479.16	480.72	481.08	481.89	0.208888	9.05	8.27	9.67	0.86	4.79	1.6		1751.79		1751.79
Centro	1120.559 ST086	T = 500 años	39.6	476.1	478.51	478.23	478.98	0.049323	8.43	13	10.15	1.28	3.05	0.78		619.59		619.59
Centro	1100.380 ST087	T = 500 años	39.6	473.72	477.84	476.79	478.07	0.020474	9.28	18.58	12.82	1.45	2.13	0.48		291.06		291.06
Centro	1078.692 ST088	T = 500 años	39.6	474.87	476.6	476.6	477.12	0.07616	11.97	12.44	12.58	0.99	3.18	1		738.24		738.24
Centro	1044.976 ST089	T = 500 años	39.6	470.29	472.15	472.75	474.06	0.350943	6.69	6.46	7.71	0.84	6.13	1.99		2886.03		2886.03
Centro	1011.367 ST090	T = 500 años	39.6	468.71	470.82	470.82	471.42	0.077392	9.5	11.51	10.49	1.10	3.44	1		832.85		832.85

Centro	984.3481 ST091	T = 500 años	39.6	465.53	467.99	468.1	468.81	0.108818	7.42	9.88	9.25	1.07	4.01	1.11		1139.72		1139.72
Centro	949.5621 ST092	T = 500 años	39.6	462.34	466.05	464.5	466.16	0.007191	11.7	26.54	14.25	1.86	1.49	0.32		131.29		131.29
Centro	915.2845 ST093	T = 500 años	39.6	463.18	464.91	464.91	465.49	0.077787	10.23	11.8	11.21	1.05	3.36	1		803.09		803.09
Centro	881.1496 ST094	T = 500 años	39.6	458.74	461.69	461.31	462.1	0.042411	8.79	13.91	10.73	1.30	2.85	0.72		539.28		539.28
Centro	858.0142 ST095	T = 500 años	39.6	457.7	460.51	460.17	460.88	0.040944	10.35	14.61	11.82	1.24	2.71	0.73		496.39		496.39
Centro	839.4640 ST096	T = 500 años	39.6	456.98	458.97	458.97	459.62	0.080606	8.48	11.07	9.82	1.13	3.58	1		891.29		891.29
Centro	808.0934 ST097	T = 500 años	39.6	454.9	458.92	456.93	458.99	0.003918	13.72	33.65	16.37	2.06	1.18	0.24		78.99		78.99
Centro	776.4935 ST098	T = 500 años	39.6	456.4	458.15	458.15	458.67	0.077211	11.76	12.36	12.51	0.99	3.2	1		747.9		747.9
Centro	737.1734 ST099	T = 500 años	39.6	443.8	450.89	447.04	450.94	0.00193	12.5	44.3	19.14	2.31	0.89	0.15		43.81		43.81
Centro	711.3067 ST100	T = 500 años	39.6	442.47	450.9	444.99	450.91	0.000292	20.02	92.01	28.87	3.19	0.43	0.06		9.13		9.13
Centro	694.3381 ST101	T = 500 años	39.6	448.53	450.23	450.23	450.83	0.077133	9.53	11.55	10.55	1.09	3.43	0.99		827.98		827.98
Centro	686.0540 ST121	T = 500 años	39.6	443.18	445.02	445.93	448.42	0.72727	5.27	4.84	6.47	0.75	8.17	2.72		5337.05		5337.05
Centro	637.9893 ST102	T = 500 años	39.6	436.82	438.58	438.58	439.2	0.07893	9.29	11.41	10.42	1.10	3.47	1		847.47		847.47
Centro	556.6457 ST103	T = 500 años	39.6	430.92	432.68	432.58	433.04	0.058689	15.75	15.08	16.74	0.90	2.63	0.86		518.21		518.21
Centro	532.9474 ST122	T = 500 años	39.6	429.25	431.64	431.28	431.89	0.032148	14.97	17.65	15.8	1.12	2.24	0.66		352.06		352.06
Centro	486.5218 ST104	T = 500 años	39.6	427.18	428.63	428.63	429.15	0.077075	11.71	12.35	12.47	0.99	3.21	1		748.59		748.59
Centro	436.9372 ST123_CV35_AgArr	T = 500 años	39.6	419.23	420.79	421.28	422.33	0.305403	8.52	7.22	9.16	0.79	5.48	1.9		2360.83		2360.83
Centro	385.8359 ST124_CV35_AgAba	T = 500 años	39.6	416.34	419.16	419.16	419.83	0.088559	8	10.88	10.09	1.08	3.64	1		936.83		936.83
Centro	335.1779 ST106	T = 500 años	39.6	408.31	410.48	410.98	411.98	0.253118	6.86	7.3	8.18	0.89	5.42	1.68		2215.92		2215.92
Centro	303.6055 ST107	T = 500 años	39.6	406.22	409.11	409.11	409.73	0.085667	9.08	11.33	10.89	1.04	3.49	1		873.98		873.98
Centro	281.4608 ST108	T = 500 años	39.6	405.63	407.52	407.68	408.17	0.126782	13.36	11.13	13.98	0.80	3.56	1.24		990		990
Centro	260.6581 ST109	T = 500 años	39.6	403.71	405.17	405.63	406.56	0.27482	9.05	7.59	9.58	0.79	5.22	1.82		2134.15		2134.15
Centro	228.7378 ST110	T = 500 años	39.6	401.89	403.73	403.61	404.16	0.05667	11.66	13.55	12.48	1.09	2.92	0.87		603.13		603.13
Centro	206.0002 ST111	T = 500 años	39.6	398.12	401.11	401.11	401.86	0.091945	6.93	10.38	9.23	1.12	3.81	1		1014.52		1014.52
Centro	177.2180 ST112	T = 500 años	39.6	395.9	400.36	398.06	400.44	0.00412	11.5	32.37	15.42	2.10	1.22	0.23		84.8		84.8
Centro	150.6786 ST113	T = 500 años	39.6	397.85	399.68	399.68	400.24	0.07701	10.56	11.92	11.42	1.04	3.32	1		788.69		788.69
Centro	120.7282 ST114	T = 500 años	39.6	394.16	396.1	396.24	397.5	0.245912	7.78	7.55	8.71	0.87	5.24	1.7		2090.51		2090.51

2. BARRANCO DEL REMEDIO.

a) ALTERNATIVA NORTE:

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)	Top Width (m)	Flow Area (m2)	W.P. Total (m)	R_H (m)	Vel Total (m/s)	Froude # XS	Shear LOB (N/m2)	Shear Chan (N/m2)	Shear ROB (N/m2)	Shear Total (N/m2)
Norte	1077.733 ST001_AguasArrib	T = 500 años	53.8	565.34	567.62	567.62	567.73	0.002982	31.3	37.23	33.06	1.13	1.45	0.42	34.35	29.73		32.93
Norte	1054.586 ST002	T = 500 años	53.8	563.48	564.71	565.35	567.29	0.163692	15.36	7.99	15.85	0.50	6.74	3.15	472.81	1077.05		809.1
Norte	1035.336 ST003	T = 500 años	53.8	562.73	564.85	565.01	565.69	0.023624	10.93	13.29	11.85	1.12	4.05	1.17		259.87		259.87
Norte	1001.874 ST004	T = 500 años	53.8	560.63	562.68	563.21	564.33	0.071331	10.66	9.47	11.63	0.81	5.68	1.92		569.74		569.74
Norte	979.6986 ST005	T = 500 años	53.8	559.8	561.8	562.12	562.88	0.036589	11.14	11.66	11.86	0.98	4.61	1.44		352.77		352.77
Norte	956.1775 ST006	T = 500 años	53.8	556.91	558.73	559.53	561.58	0.122537	7.96	7.19	8.77	0.82	7.48	2.51		985.48		985.48
Norte	938.5543 ST007	T = 500 años	53.8	556.1	557.59	558.54	560.72	0.12139	6.8	6.87	7.75	0.89	7.84	2.49		1054.12		1054.12
Norte	927.5616 ST008	T = 500 años	53.8	554.68	557.76	558	558.87	0.029185	7.48	11.53	9.72	1.19	4.67	1.2		339.27		339.27
Norte	912.9825 ST009	T = 500 años	53.8	554.77	556.77	557.17	558.09	0.040034	8.71	10.58	9.94	1.06	5.09	1.47		417.85		417.85
Norte	900.8463 ST010	T = 500 años	53.8	553.22	555.78	556.35	557.51	0.064333	8.2	9.22	10.06	0.92	5.84	1.76		577.95		577.95
Norte	874.4676 ST011	T = 500 años	53.8	553.08	555.4	555.58	556.27	0.024613	10.47	12.99	11.53	1.13	4.14	1.19		271.86		271.86
Norte	857.5044 ST012	T = 500 años	53.8	552.41	554.65	555.05	555.87	0.040262	9.97	10.97	10.94	1.00	4.9	1.49		395.96		395.96
Norte	817.4845 ST013	T = 500 años	53.8	551.54	553.2	553.45	554.03	0.045873	18.95	13.26	19.36	0.68	4.06	1.55		308.04		308.04
Norte	801.4736 ST014	T = 500 años	53.8	551.22	552.94	553.04	553.63	0.021929	13.62	14.59	14.15	1.03	3.69	1.14		221.74		221.74
Norte	783.4383 ST015	T = 500 años	53.8	548.85	551.31	551.31	551.9	0.018141	13.26	15.78	14.92	1.06	3.41	1		188.1		188.1
Norte	762.4231 ST016	T = 500 años	53.8	547.86	550.33	550.65	551.36	0.03189	10.19	11.95	11.37	1.05	4.5	1.33		328.63		328.63
Norte	753.3146 ST017	T = 500 años	53.8	547.9	550.58	550.58	551.17	0.017691	13.38	15.8	14.7	1.07	3.4	1		186.53		186.53
Norte	728.4045 ST018_Norte1	T = 500 años	53.8	546.98	548.55	549.11	550.3	0.062201	9	9.18	9.71	0.95	5.86	1.85		576.84		576.84
Norte	710.8124 ST019_Norte2	T = 500 años	53.8	546.57	548.73	548.73	549.31	0.015993	14.37	16.13	15.8	1.02	3.33	1.01	77.33	172.1		160.19
Norte	699.2703 ST020_Norte3	T = 500 años	53.8	545.61	547.29	547.84	549.02	0.07354	10.57	9.24	11.18	0.83	5.82	1.99		595.8		595.8
Norte	686.0010 ST021_Norte4	T = 500 años	53.8	544.3	546.47	547.02	548.11	0.059941	9.05	9.5	10.28	0.92	5.66	1.77		543.1		543.1
Norte	675.5554 ST022_Norte5	T = 500 años	53.8	543.47	545.32	546.04	547.71	0.101214	8.55	7.85	9.46	0.83	6.85	2.28		823.47		823.47
Norte	661.6116 ST023_Norte6	T = 500 años	53.8	541.73	543.55	544.46	547.2	0.170745	7.34	6.36	8.27	0.77	8.46	2.9		1287.45		1287.45
Norte	652.7556 ST024_Norte7	T = 500 años	53.8	541.63	542.8	543.66	546.32	0.176877	8.37	6.48	8.89	0.73	8.3	3.01		1263.39		1263.39
Norte	646.1230 ST025_Norte8	T = 500 años	53.8	540.9	542.62	543.4	545.22	0.082992	7.47	7.53	8.38	0.90	7.14	2.27		828.09	288.47	731.74
Norte	630.3441 ST026_Norte9	T = 500 años	53.8	540.28	542.39	542.73	543.59	0.031508	8.84	11.11	10.08	1.10	4.84	1.38		368.64	73.01	340.56
Norte	618.5389 ST027_Norte10	T = 500 años	53.8	539.98	541.85	542.19	543.06	0.035157	8.84	11.04	10.03	1.10	4.87	1.39		379.4		379.4
Norte	608.3902 ST028_Norte11	T = 500 años	53.8	539.97	541.62	541.89	542.69	0.030599	9.49	11.74	10.56	1.11	4.58	1.31		333.85		333.85
Norte	598.5890 ST029_Norte12	T = 500 años	53.8	539.06	540.57	541.1	542.23	0.055549	8.59	9.43	9.54	0.99	5.71	1.74		538.57		538.57
Norte	589.2414 ST030_Norte13	T = 500 años	53.8	538.63	540.6	540.87	541.67	0.031238	9.68	11.73	10.69	1.10	4.59	1.33		336.12		336.12
Norte	579.2869 ST031_Norte14	T = 500 años	53.8	538.16	540.13	540.52	541.38	0.043392	10.52	10.85	11.26	0.96	4.96	1.56		410.02		410.02
Norte	569.6743 ST032_Norte15	T = 500 años	53.8	537.95	539.24	539.76	540.89	0.054668	9.72	9.49	10.39	0.91	5.67	1.83		535.69	121.35	489.75
Norte	559.0343 ST033_Norte16	T = 500 años	53.8	537.51	539.79	539.79	540.48	0.008031	12.23	16.34	13.19	1.24	3.29	1.02		108.51	78.43	97.52
Norte	548.6580 ST034_Norte17	T = 500 años	53.8	536.37	538.08	538.74	540.19	0.069675	8.4	8.37	9.31	0.90	6.43	2.06		679.61	227.59	613.96
Norte	539.0978 ST035_Norte18	T = 500 años	53.8	536.28	538.33	538.67	539.48	0.03165	10.22	11.37	11.08	1.03	4.73	1.43		354.82	102.26	318.54
Norte	528.1705 ST036_Norte19	T = 500 años	53.8	535.52	538.62	537.99	538.94	0.004926	12.03	21.51	13.71	1.57	2.5	0.6	10.19	86.51	11.63	75.78
Norte	517.4688 ST037_Centro1	T = 500 años	53.8	535.44	538.49	538.49	538.87	0.008051	23.93	20.21	25.41	0.80	2.66	0.95	18.2	115.94	20.8	62.77
Norte	499.9976 ST038_Centro2	T = 500 años	53.8	536.09	538.17	537.88	538.31	0.006702	53.37	36.8	53.8	0.68	1.46	0.63	24.92	97	32.3	44.96
Norte	482.5412 ST039_Centro3	T = 500 años	53.8	535.53	537.74	537.74	538.05	0.018633	35.11	23.52	35.69	0.66	2.29	0.97	80.66	212.55	58.16	120.42
Norte	469.6533 ST040_Centro4	T = 500 años	53.8	534.62	536.36	536.71	537.39	0.072373	19	12.65	19.49	0.65	4.25	1.75	241.69	695.37	26.6	460.58
Norte	455.1911 ST041_Centro5	T = 500 años	53.8	534.06	535.7	535.84	536.35	0.03949	18.13	15.47	18.72	0.83	3.48	1.23	244.37	425.82	193.07	320.07

Norte	438.9807 ST042_Centro6	T = 500 años	53.8	533.11	535.42	535.53	536.04	0.036401	16.96	15.71	17.93	0.88	3.42	1.16	195.53	401.48		312.8
Norte	425.9322 ST043_Centro7	T = 500 años	53.8	532.26	533.57	534.19	535.58	0.141113	10.36	8.71	10.91	0.80	6.18	2.19	647.91	1317.08		1104.57
Norte	418.8448 ST044_Centro8	T = 500 años	53.8	531.2	533.09	533.4	534.16	0.055687	10.81	11.88	11.56	1.03	4.53	1.4	123.65	623.98		560.94
Norte	406.7863 ST045_Centro9	T = 500 años	53.8	530.87	533.09	533.21	533.6	0.027125	27.65	18.8	28.77	0.65	2.86	1.22	80.2	327.76		173.77
Norte	400.1609 ST046_Centro10	T = 500 años	53.8	530.87	532.09	532.47	533.34	0.135956	18.17	10.9	18.57	0.59	4.94	2.04	662.34	868.2		782.36
Norte	393.2106 ST047	T = 500 años	53.8	530.13	530.93	531.38	532.63	0.215527	18.67	9.51	19	0.50	5.66	2.58	1117.78	1020.29		1058.06
Norte	386.3405 ST048	T = 500 años	53.8	529.81	531.33	531.49	532.03	0.042826	16.36	14.83	16.8	0.88	3.63	1.24	143.95	430.15		370.95
Norte	380.1200 ST049	T = 500 años	53.8	528.73	530.7	531.08	531.84	0.071351	11.65	11.42	12.32	0.93	4.71	1.52	44.63	690.76		648.64
Norte	374.9919 ST050	T = 500 años	53.8	527.93	529.79	530.34	531.46	0.128551	10.23	9.39	11.1	0.85	5.73	1.91		1066.91		1066.91
Norte	366.3560 ST051	T = 500 años	53.8	527.22	529.76	529.22	529.99	0.008105	17.85	25.59	18.79	1.36	2.1	0.57	10.93	122.31	31.77	108.28
Norte	358.2397 ST052	T = 500 años	53.8	527.19	529.18	529.15	529.68	0.028573	15.67	17.16	16.37	1.05	3.14	0.96		296.74	11.07	293.8
Norte	345.3813 ST053	T = 500 años	53.8	525.48	528.39	528.39	529.13	0.031254	9.91	14.21	11.58	1.23	3.79	1.02	62.39	409.11		375.94
Norte	334.4556 ST054	T = 500 años	53.8	524.52	526.1	526.79	528.42	0.168264	8.83	8	9.46	0.85	6.72	2.27		1463.38	209.78	1395.96
Norte	318.5691 ST055	T = 500 años	53.8	524.05	526.62	526.62	527.34	0.032062	9.92	14.34	11.28	1.27	3.75	1		399.73		399.73
Norte	301.4392 ST056	T = 500 años	53.8	523.08	525.26	525.6	526.47	0.053474	8.99	11.22	10.11	1.11	4.8	1.39	59.17	679.44	153.04	581.64
Norte	287.1481 ST057	T = 500 años	53.8	522.95	525.27	525.27	525.95	0.026432	10.83	14.86	11.94	1.24	3.62	1	11.13	386.8	186.72	322.78
Norte	271.8303 ST058	T = 500 años	53.8	522.78	524.58	524.91	525.68	0.064368	11.63	11.68	12.22	0.96	4.6	1.47	404.55	673.48		603.27
Norte	260.2032 ST059	T = 500 años	53.8	522.1	524.76	524.76	525.44	0.032262	10.95	14.76	12.19	1.21	3.64	1		383.18		383.18
Norte	243.8547 ST060	T = 500 años	53.8	522.16	524.18	524.38	525.02	0.046406	13.56	13.51	14.56	0.93	3.98	1.3	262.33	527.66		422.25
Norte	227.2688 ST061	T = 500 años	53.8	521.14	523.94	523.68	524.38	0.013668	14.03	19.15	15.32	1.25	2.81	0.8	65.66	234.99	57.97	167.56
Norte	206.4682 ST062	T = 500 años	53.8	519.77	524.11	523.16	524.23	0.001054	22.08	45.32	25.58	1.77	1.19	0.34	15.48	21.77	15.35	18.31
Norte	181.1305 ST063	T = 500 años	53.8	518.38	524.11	521.92	524.19	0.001205	18.28	45.56	23.05	1.98	1.18	0.25	6.72	30.95	9.81	23.36
Norte	161.8484 ST064	T = 500 años	53.8	519.02	523.13	523.13	524.04	0.029249	7.82	13.22	11.81	1.12	4.07	1.04	71.53	427.83	145.46	321.19
Norte	145.4910 ST065	T = 500 años	53.8	518.29	520.76	521.45	523.01	0.136828	6.56	8.1	8.43	0.96	6.64	1.91		1356.03	146.09	1289.91
Norte	128.1565 ST066	T = 500 años	53.8	517.24	518.58	519.22	520.83	0.189466	10.75	8.18	11.13	0.73	6.57	2.43	543.81	1490.24		1366.66
Norte	111.9088 ST067	T = 500 años	53.8	516.29	518.26	518.41	518.94	0.044308	16.12	14.81	16.85	0.88	3.63	1.22	265.53	431.43		381.78
Norte	101.5390 ST068	T = 500 años	53.8	515.3	518.35	517.69	518.6	0.008034	16.43	24.66	17.83	1.38	2.18	0.58	74.62	139.68		108.98
Norte	90.83890 ST069	T = 500 años	53.8	515.41	517.7	517.7	518.32	0.02393	13.16	15.86	13.99	1.13	3.39	1.02	67.41	353.26	154.93	266.12
Norte	86.23168 ST070	T = 500 años	53.8	515.16	516.79	517.22	518.14	0.092128	13.75	10.77	14.34	0.75	4.99	1.85	379.58	892.02	62.93	678.73
Norte	79.21702 ST071	T = 500 años	53.8	514.97	516.29	516.77	517.79	0.095354	12.12	10.23	12.74	0.80	5.26	1.88	290.79	941.13	14.91	751.07
Norte	70.98137 ST072	T = 500 años	53.8	515.47	516.89	516.89	517.42	0.024634	16.14	17	16.61	1.02	3.16	1	122.84	311.01	221.65	247.17
Norte	64.51474 ST073	T = 500 años	53.8	514.47	515.73	516.09	516.93	0.095103	18.61	11.62	19.04	0.61	4.63	1.96	488.1	883.09	330.9	569.19
Norte	56.55378 ST074	T = 500 años	53.8	514.02	516.1	515.69	516.24	0.005256	30	33.38	30.7	1.09	1.61	0.5	56.22	92.06	44.39	56.05
Norte	47.18888 ST075	T = 500 años	53.8	514.08	516.05	515.57	516.19	0.004643	31	34.4	31.58	1.09	1.56	0.49	59.31	76.75	30.85	49.6
Norte	34.91596 ST076	T = 500 años	53.8	514.13	515.67	515.67	516.07	0.019753	25.38	20.3	25.7	0.79	2.65	0.99	179.74	247.67	71.77	153.04
Norte	26.34430 ST077	T = 500 años	53.8	513.59	515.57	515.3	515.84	0.009256	19.9	24.06	20.64	1.17	2.24	0.67	71.85	164.35	108.98	105.8
Norte	23.44908 ST078	T = 500 años	53.8	513.54	515.56	515.25	515.82	0.008505	21.63	25.55	22.24	1.15	2.11	0.65	57.38	147.48	57.94	95.81
Norte	18.42815 ST079	T = 500 años	53.8	513.63	515.57	515.17	515.73	0.006104	28.19	31.5	28.79	1.09	1.71	0.53	52.71	100.07	47.58	65.51
Norte	3.500771 ST080_AguasAbajo	T = 500 años	53.8	513.42	515.06	515.06	515.54	0.024019	18.79	18.12	19.43	0.93	2.97	0.99	127.18	295.31	13.54	219.69

b) ALTERNATIVA CENTRO:

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)	Top Width (m)	Flow Area (m2)	W.P. Total (m)	R_H (m)	Vel Total (m/s)	Froude # XS	Shear LOB (N/m2)	Shear Chan (N/m2)	Shear ROB (N/m2)	Shear Total (N/m2)
Centro	1077.733 ST001_AguasArrib	T = 500 años	63	565.34	567.62	567.62	567.77	0.004088	31.3	37.23	33.06	1.13	1.69	0.5	47.1	40.77		45.16
Centro	1054.586 ST002	T = 500 años	63	563.48	564.8	565.44	567.29	0.142159	16.1	9.44	16.61	0.57	6.67	2.92	511.47	1021.16		792.53
Centro	1035.336 ST003	T = 500 años	63	562.73	565.09	565.17	565.88	0.019468	11.78	15.98	12.83	1.25	3.94	1.08		237.95		237.95
Centro	1001.874 ST004	T = 500 años	63	560.63	562.77	563.37	564.63	0.074147	11	10.42	12	0.87	6.04	1.98		631.32		631.32
Centro	979.6986 ST005	T = 500 años	63	559.8	561.91	562.28	563.12	0.03752	11.57	12.93	12.36	1.05	4.87	1.47		385.14		385.14
Centro	956.1775 ST006	T = 500 años	63	556.91	558.86	559.7	561.82	0.116025	8.53	8.26	9.39	0.88	7.63	2.47		1000.54		1000.54
Centro	938.5543 ST007	T = 500 años	63	556.1	557.74	558.79	561.01	0.114674	7.18	7.86	8.23	0.96	8.01	2.44		1074.75		1074.75
Centro	927.5616 ST008	T = 500 años	63	554.68	557.94	558.22	559.16	0.029677	7.91	12.9	10.29	1.25	4.89	1.22		364.88		364.88
Centro	912.9825 ST009	T = 500 años	63	554.77	556.91	557.35	558.36	0.040408	9.06	11.8	10.38	1.14	5.34	1.49		450.48		450.48
Centro	900.8463 ST010	T = 500 años	63	553.22	555.92	556.53	557.78	0.064021	8.77	10.41	10.73	0.97	6.05	1.77		609.31		609.31
Centro	874.4676 ST011	T = 500 años	63	553.08	555.52	555.74	556.51	0.025917	10.97	14.33	12.09	1.19	4.4	1.23		301.16		301.16
Centro	857.5044 ST012	T = 500 años	63	552.41	554.79	555.22	556.1	0.040515	10.75	12.4	11.78	1.05	5.08	1.51		418.33		418.33
Centro	817.4845 ST013	T = 500 años	63	551.54	553.26	553.56	554.22	0.048543	19.47	14.49	19.89	0.73	4.35	1.61		346.6		346.6
Centro	801.4736 ST014	T = 500 años	63	551.22	553.13	553.19	553.81	0.018321	14.44	17.36	15.06	1.15	3.63	1.06		207.05		207.05
Centro	783.4383 ST015	T = 500 años	63	548.85	550.85	551.46	552.89	0.099382	11.92	9.94	13.3	0.75	6.34	2.21		728.9		728.9
Centro	762.4231 ST016	T = 500 años	63	547.86	551.1	550.83	551.5	0.009563	16.21	22.49	17.68	1.27	2.8	0.76		119.33		119.33
Centro	753.3146 ST017	T = 500 años	63	547.9	550.72	550.72	551.36	0.017029	14.07	17.79	15.46	1.15	3.54	1.01	5.08	196.12	5.57	192.21
Centro	728.4045 ST018_Norte1	T = 500 años	63	546.98	548.69	549.28	550.52	0.058423	9.45	10.51	10.25	1.03	6	1.81		587.54		587.54
Centro	710.8124 ST019_Norte2	T = 500 años	63	546.57	548.88	548.88	549.49	0.015054	14.84	18.26	16.35	1.12	3.45	1	80.78	177.95		164.86
Centro	699.2703 ST020_Norte3	T = 500 años	63	545.61	547.42	547.99	549.21	0.069184	11.28	10.62	11.94	0.89	5.93	1.95		603.35		603.35
Centro	686.0010 ST021_Norte4	T = 500 años	63	544.3	546.61	547.2	548.35	0.058727	9.73	10.81	11.03	0.98	5.83	1.77		564.23		564.23
Centro	675.5554 ST022_Norte5	T = 500 años	63	543.47	545.45	546.2	547.96	0.097323	9.16	8.98	10.14	0.89	7.02	2.26		845.23		845.23
Centro	661.6116 ST023_Norte6	T = 500 años	63	541.73	543.68	544.62	547.45	0.162308	7.93	7.32	8.92	0.82	8.61	2.86		1305.63		1305.63
Centro	652.7556 ST024_Norte7	T = 500 años	63	541.63	542.91	543.83	546.64	0.169096	8.8	7.36	9.38	0.78	8.56	2.99		1307.25	16.72	1301.61
Centro	646.1230 ST025_Norte8	T = 500 años	63	540.9	542.74	543.59	545.57	0.08132	7.84	8.46	8.82	0.96	7.45	2.29		871.42	321.96	765.25
Centro	630.3441 ST026_Norte9	T = 500 años	63	540.28	542.49	542.91	543.89	0.034062	9.09	12.04	10.41	1.16	5.23	1.45		421.99	92.2	386.56
Centro	618.5389 ST027_Norte10	T = 500 años	63	539.98	542	542.38	543.32	0.035021	9.21	12.37	10.5	1.18	5.09	1.4		404.64		404.64
Centro	608.3902 ST028_Norte11	T = 500 años	63	539.97	541.75	542.06	542.94	0.031665	9.84	12.99	11	1.18	4.85	1.35		366.77		366.77
Centro	598.5890 ST029_Norte12	T = 500 años	63	539.06	540.71	541.28	542.49	0.053651	8.95	10.68	10	1.07	5.9	1.72		561.61		561.61
Centro	589.2414 ST030_Norte13	T = 500 años	63	538.63	540.72	541.05	541.93	0.032727	10.04	12.92	11.12	1.16	4.88	1.37		372.86		372.86
Centro	579.2869 ST031_Norte14	T = 500 años	63	538.16	540.24	540.69	541.64	0.043879	10.95	12.05	11.75	1.03	5.23	1.59		445.54	11.57	441.24
Centro	569.6743 ST032_Norte15	T = 500 años	63	537.95	539.36	539.93	541.14	0.053041	10.15	10.67	10.88	0.98	5.91	1.84		564.8	145.44	509.95
Centro	559.0343 ST033_Norte16	T = 500 años	63	537.51	539.95	539.95	540.71	0.007874	12.87	18.38	13.91	1.32	3.43	1.03		113.08	83.14	102
Centro	548.6580 ST034_Norte17	T = 500 años	63	536.37	538.23	538.91	540.42	0.063557	8.81	9.61	9.82	0.98	6.55	2		680.59	242.06	610.15
Centro	539.0978 ST035_Norte18	T = 500 años	63	536.28	538.45	538.84	539.73	0.032509	10.66	12.57	11.58	1.09	5.01	1.47		388.24	121.17	345.91
Centro	528.1705 ST036_Norte19	T = 500 años	63	535.52	537.64	538.16	539.27	0.047901	9.16	11.15	10.24	1.09	5.65	1.63		511.5		511.5
Centro	517.4688 ST037_Centro1	T = 500 años	63	535.44	538.58	538.58	539	0.008298	24.48	22.34	25.99	0.86	2.82	0.96	24.98	125.81	27.5	69.93
Centro	499.9976 ST038_Centro2	T = 500 años	63	536.09	538.28	537.91	538.41	0.006467	56.91	42.6	57.39	0.74	1.48	0.61	30.04	100.09	34.51	47.08
Centro	482.5412 ST039_Centro3	T = 500 años	63	535.53	537.8	537.8	538.16	0.020194	36.7	25.8	37.29	0.69	2.44	1.01	86.47	242.5	73.32	137.03
Centro	469.6533 ST040_Centro4	T = 500 años	63	534.62	536.47	536.81	537.5	0.06482	21.01	14.82	21.51	0.69	4.25	1.71	258.36	689.11	58.06	437.91
Centro	455.1911 ST041_Centro5	T = 500 años	63	534.06	535.78	535.95	536.52	0.041098	18.54	16.96	19.16	0.89	3.71	1.27	276.52	475	220.76	356.71
Centro	438.9807 ST042_Centro6	T = 500 años	63	533.11	535.6	535.66	536.18	0.030332	18.43	18.9	19.45	0.97	3.33	1.07	194.35	365.56		288.97
Centro	425.9322 ST043_Centro7	T = 500 años	63	532.26	533.71	534.33	535.75	0.12752	11.01	10.1	11.61	0.87	6.24	2.11	663.94	1305.26		1088.27

Centro	418.8448 ST044_Centro8	T = 500 años	63	531.2	533.21	533.58	534.39	0.055911	11.41	13.28	12.22	1.09	4.74	1.42	155.49	674.93		595.82
Centro	406.7863 ST045_Centro9	T = 500 años	63	530.87	533.09	533.3	533.78	0.036778	27.66	18.88	28.79	0.66	3.34	1.42	109.82	445.18		236.59
Centro	400.1609 ST046_Centro10	T = 500 años	63	530.87	532.17	532.58	533.49	0.125742	18.62	12.38	19.05	0.65	5.09	1.99	683.62	887.86		801.27
Centro	393.2106 ST047	T = 500 años	63	530.13	530.99	531.49	532.82	0.206797	19.05	10.69	19.41	0.55	5.89	2.55	1152.25	1094.11		1117.09
Centro	386.3405 ST048	T = 500 años	63	529.81	531.43	531.62	532.21	0.043254	17.02	16.49	17.49	0.94	3.82	1.26	164.71	469.45		399.79
Centro	380.1200 ST049	T = 500 años	63	528.73	530.85	531.24	532.02	0.06438	12.95	13.27	13.66	0.97	4.75	1.51	87.04	690.22		613.49
Centro	374.9919 ST050	T = 500 años	63	527.93	529.92	530.47	531.67	0.124639	11.12	10.77	12.04	0.89	5.85	1.9		1092.91		1092.91
Centro	366.3560 ST051	T = 500 años	63	527.22	529.9	529.36	530.16	0.008392	18.42	28.05	19.42	1.44	2.25	0.59	16.45	137.32	38	118.85
Centro	358.2397 ST052	T = 500 años	63	527.19	529.36	529.27	529.87	0.023948	16.38	19.98	17.16	1.16	3.15	0.91	17.94	287.78	26.22	273.36
Centro	345.3813 ST053	T = 500 años	63	525.48	528.59	528.59	529.37	0.029454	10.6	16.24	12.39	1.31	3.88	1.01	85.01	422.22		378.61
Centro	334.4556 ST054	T = 500 años	63	524.52	526.22	526.97	528.69	0.155212	9.2	9.11	9.91	0.92	6.91	2.23	32.84	1501.5	260.14	1399.82
Centro	318.5691 ST055	T = 500 años	63	524.05	526.8	526.8	527.57	0.03162	10.5	16.21	11.96	1.36	3.89	1		420.06		420.06
Centro	301.4392 ST056	T = 500 años	63	523.08	525.43	525.79	526.73	0.050455	9.49	12.71	10.71	1.19	4.96	1.4	90.04	713.12	178.26	587.15
Centro	287.1481 ST057	T = 500 años	63	522.95	525.43	525.43	526.18	0.025351	11.25	16.71	12.48	1.34	3.77	1	28.23	408.91	203.7	332.86
Centro	271.8303 ST058	T = 500 años	63	522.78	524.7	525.05	525.9	0.064759	12.12	13.04	12.77	1.02	4.83	1.49	444.19	723.51		648.69
Centro	260.2032 ST059	T = 500 años	63	522.1	524.94	524.94	525.66	0.031363	11.63	16.77	12.96	1.29	3.76	1		398.11		398.11
Centro	243.8547 ST060	T = 500 años	63	522.16	524.27	524.51	525.22	0.048848	13.8	14.79	14.87	0.99	4.26	1.33	311.75	586.56		476.65
Centro	227.2688 ST061	T = 500 años	63	521.14	524.27	523.85	524.66	0.010039	15.62	24.04	17.06	1.41	2.62	0.71	65.87	202.08	55.67	138.71
Centro	206.4682 ST062	T = 500 años	63	519.77	524.4	523.27	524.53	0.001047	26.04	52.14	29.97	1.74	1.21	0.36	12.36	24.37	16.29	17.85
Centro	181.1305 ST063	T = 500 años	63	518.38	524.41	522.14	524.49	0.001216	24.23	52.15	29.24	1.78	1.21	0.27	6.43	34.19	7.81	21.27
Centro	161.8484 ST064	T = 500 años	63	519.02	523.39	523.39	524.34	0.026045	8.73	15.39	12.92	1.19	4.09	1.04	95.38	425.1	145.65	304.36
Centro	145.4910 ST065	T = 500 años	63	518.29	520.87	521.61	523.35	0.138963	10.28	9.31	12.25	0.76	6.77	2.34	177.99	1481.49	191.79	1034.99
Centro	128.1565 ST066	T = 500 años	63	517.24	518.67	519.37	521.14	0.19053	11.26	9.15	11.67	0.78	6.89	2.46	619.9	1604.08		1465.15
Centro	111.9088 ST067	T = 500 años	63	516.29	518.34	518.52	519.14	0.0484	16.4	15.97	17.17	0.93	3.95	1.28	311.2	498.54		441.33
Centro	101.5390 ST068	T = 500 años	63	515.3	518.53	517.85	518.8	0.008052	16.96	27.59	18.47	1.49	2.28	0.58	85.21	146.99		117.97
Centro	90.83890 ST069	T = 500 años	63	515.41	517.87	517.87	518.53	0.022309	14	18.17	14.9	1.22	3.47	1.01	80.42	364.72	161.81	266.74
Centro	86.23168 ST070	T = 500 años	63	515.16	516.89	517.34	518.34	0.088569	14.21	12.14	14.84	0.82	5.19	1.84	427.07	937.65	97.18	710.45
Centro	79.21702 ST071	T = 500 años	63	514.97	516.41	516.91	518	0.089731	13.09	11.67	13.75	0.85	5.4	1.89	311.96	980.58	52.48	747.05
Centro	70.98137 ST072	T = 500 años	63	515.47	517.01	517.01	517.59	0.024307	16.73	19.01	17.25	1.10	3.31	1.01	135.53	335.91	234.09	262.67
Centro	64.51474 ST073	T = 500 años	63	514.47	515.8	516.19	517.11	0.095012	18.92	12.94	19.38	0.67	4.87	1.96	523.81	946.99	388.76	622.26
Centro	56.55378 ST074	T = 500 años	63	514.02	516.22	515.78	516.37	0.005298	30.49	36.96	31.25	1.18	1.7	0.5	60.57	98.86	50.2	61.44
Centro	47.18888 ST075	T = 500 años	63	514.08	516.17	515.68	516.32	0.004714	31.5	38.11	32.13	1.19	1.65	0.5	64.29	83.21	36.08	54.83
Centro	34.91596 ST076	T = 500 años	63	514.13	515.77	515.77	516.2	0.019641	26.41	22.83	26.76	0.85	2.76	0.99	192.06	264.76	84.16	164.33
Centro	26.34430 ST077	T = 500 años	63	513.59	515.71	515.4	516	0.00934	20.37	26.74	21.19	1.26	2.36	0.67	82.47	177.87	116.24	115.58
Centro	23.44908 ST078	T = 500 años	63	513.54	515.7	515.35	515.98	0.008553	22.51	28.52	23.17	1.23	2.21	0.66	66.35	159.48	61.46	103.26
Centro	18.42815 ST079	T = 500 años	63	513.63	515.72	515.26	515.89	0.00577	29.19	35.74	29.83	1.20	1.76	0.52	56.14	102.83	49.15	67.81
Centro	3.500771 ST080_AguasAbajo	T = 500 años	63	513.42	515.17	515.17	515.69	0.024081	19.78	20.21	20.45	0.99	3.12	1.02	142.49	320.52	25.87	233.38

2. BARRANCO DEL MONTÚ.

a) ALTERNATIVA NORTE:

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Top Width	Flow Area	W.P. Total	R_H	Vel Total	Froude # XS	Shear LOB	Shear Chan	Shear ROB	Shear Total
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m)	(m2)	(m)	(m)	(m/s)		(N/m2)	(N/m2)	(N/m2)	(N/m2)
Norte	1579.208 ST001_AguasArrib	T = 500 años	50.3	661.62	663.22	663.69	664.79	0.09139	9.65	9.05	10.58	0.86	5.56	1.83		766.46		766.46
Norte	1558.511 ST002	T = 500 años	50.3	659.09	661.51	662.06	663.14	0.075988	7.35	8.91	8.87	1.00	5.64	1.64		748.67		748.67
Norte	1534.721 ST003	T = 500 años	50.3	656.55	658.56	659.41	661.35	0.133098	6.72	6.95	7.89	0.88	7.24	2.33		1316.72	379.57	1148.74
Norte	1518.884 ST004	T = 500 años	50.3	655.85	657.31	657.99	659.48	0.107909	8.22	7.81	8.95	0.87	6.44	2.14		1022.4	203.23	923.88
Norte	1496.388 ST005	T = 500 años	50.3	654.17	656.35	656.61	657.39	0.041942	9.37	11.18	10.45	1.07	4.5	1.32		463.61	58.65	440.07
Norte	1480.747 ST006	T = 500 años	50.3	653.37	654.96	655.41	656.37	0.065903	9.7	9.73	10.42	0.93	5.17	1.68		665.32	269.52	603.17
Norte	1455.826 ST007	T = 500 años	50.3	651.26	652.37	652.88	654.06	0.100839	9.79	8.73	10.43	0.84	5.76	1.95		828.33		828.33
Norte	1430.432 ST008	T = 500 años	50.3	647.92	649.23	649.93	651.78	0.172037	8.67	7.1	9.28	0.77	7.08	2.5		1291.57		1291.57
Norte	1405.543 ST009	T = 500 años	50.3	646.28	648.2	648.88	650.39	0.114618	7.33	7.68	8.33	0.92	6.55	2.04		1036.74		1036.74
Norte	1389.708 ST010	T = 500 años	50.3	645.54	647.57	647.98	648.88	0.062067	9.04	9.91	9.95	1.00	5.07	1.55		606.71		606.71
Norte	1368.004 ST011	T = 500 años	50.3	642.74	644.4	645.03	646.65	0.160149	10.29	7.79	11.58	0.67	6.45	2.43		1257.34	766.42	1056.69
Norte	1341.669 ST012	T = 500 años	50.3	639.18	640.76	641.45	642.94	0.10914	6.97	7.69	8.05	0.96	6.54	1.99		1022.81		1022.81
Norte	1312.390 ST013	T = 500 años	50.3	637.45	639.37	639.62	640.39	0.042205	9.1	11.26	10.24	1.10	4.47	1.28		455.01		455.01
Norte	1274.127 ST014	T = 500 años	50.3	635.25	636.87	637.29	638.21	0.078522	11.09	9.83	11.61	0.85	5.12	1.73		651.77		651.77
Norte	1255.189 ST015	T = 500 años	50.3	632.62	634.35	635.07	636.61	0.116552	7.05	7.55	8.08	0.93	6.66	2.05		1068.01		1068.01
Norte	1237.412 ST016	T = 500 años	50.3	631.22	633.38	633.74	634.6	0.055893	9.05	10.3	10.1	1.02	4.89	1.46		558.53		558.53
Norte	1230.034 ST017	T = 500 años	50.3	628.64	630.36	631.23	633.66	0.218926	7.29	6.25	8.07	0.77	8.05	2.78		1662.47		1662.47
Norte	1218.990 ST018	T = 500 años	50.3	627.95	629.12	630.1	632.97	0.243388	6.3	5.79	7.23	0.80	8.69	2.89		1912.55		1912.55
Norte	1210.469 ST019	T = 500 años	50.3	626.78	628.31	629.29	632.36	0.276511	6.73	5.67	7.86	0.72	8.87	3.1		2057.13	295.79	1956.04
Norte	1197.788 ST020	T = 500 años	50.3	624.9	627.11	628.15	630.8	0.206886	5.07	5.93	6.82	0.87	8.48	2.51		1869.57	1643.9	1764.89
Norte	1186.788 ST021	T = 500 años	50.3	622.73	625.31	626.27	628.41	0.142556	5.13	6.63	7.36	0.90	7.59	2.19		1461.7	521.59	1259.22
Norte	1172.164 ST022	T = 500 años	50.3	619.45	622.01	623.02	625.34	0.186641	4.85	6.23	7.11	0.88	8.07	2.28		1604.21		1604.21
Norte	1158.743 ST023_Norte1	T = 500 años	50.3	615.11	616.39	617.27	620.65	0.359889	8.82	5.57	9.26	0.60	9.03	3.67		2296.98	626.03	2123.14
Norte	1148.462 ST024_Norte2	T = 500 años	50.3	613.62	615.3	615.92	617.35	0.132838	9.28	7.94	10.1	0.79	6.33	2.19		1023.85		1023.85
Norte	1137.544 ST025_Norte3	T = 500 años	50.3	613.12	615.42	615.64	616.33	0.040029	10.53	11.92	11.5	1.04	4.22	1.27		412.6	14.38	406.85
Norte	1125.710 ST026_Norte4	T = 500 años	50.3	611.84	613.02	613.61	615.28	0.216803	12.93	7.67	13.66	0.56	6.56	2.76		1367.22	986.81	1193.49
Norte	1112.735 ST027_Norte5	T = 500 años	50.3	611.46	613.43	613.53	614.14	0.030198	12.16	13.49	12.86	1.05	3.73	1.13		319.93	16.73	310.65
Norte	1102.856 ST028_Norte6	T = 500 años	50.3	611.32	612.66	612.95	613.63	0.063808	14.72	11.53	15.04	0.77	4.36	1.58		488.03	36.23	479.68
Norte	1092.434 ST029_Norte7	T = 500 años	50.3	610.79	611.94	612.25	612.95	0.066145	15.73	11.51	15.95	0.72	4.37	1.66	201.86	516.56		468.08
Norte	1082.307 ST030_Norte8	T = 500 años	50.3	609.56	610.86	611.28	612.18	0.080118	13.52	10.2	13.84	0.74	4.93	1.87	354.38	698.2		579.47
Norte	1071.985 ST031_Norte9	T = 500 años	50.3	609.04	611.05	611.05	611.67	0.023779	12.2	14.51	13.03	1.11	3.47	1.02	14.23	270.32		259.73
Norte	1059.654 ST032_Norte10	T = 500 años	50.3	608.75	610.41	610.61	611.19	0.036921	13.88	13.05	14.33	0.91	3.85	1.29	99.64	365.55		329.7
Norte	1049.288 ST033_Norte11	T = 500 años	50.3	608.16	609.6	609.94	610.68	0.060765	13.07	11.09	13.53	0.82	4.53	1.59	207.54	529.5		488.72
Norte	1039.494 ST034_Norte12	T = 500 años	50.3	607.35	609.14	609.42	610.11	0.049104	12.56	11.66	13.13	0.89	4.31	1.45	155.56	464.25		427.46
Norte	1029.671 ST035_Norte13	T = 500 años	50.3	606.5	608.27	608.65	609.5	0.073164	12.83	10.44	13.39	0.78	4.82	1.74	288.73	618.51		559.72
Norte	1013.379 ST036	T = 500 años	50.3	604.67	606.11	606.73	608.18	0.137079	9.76	7.9	10.21	0.77	6.37	2.26		1040.11		1040.11
Norte	996.0865 ST037	T = 500 años	50.3	604.09	605.81	606.09	606.73	0.05195	14.29	12.08	14.92	0.81	4.16	1.48	236.23	462.96		412.45
Norte	970.3833 ST038	T = 500 años	50.3	602.28	604.21	604.51	605.27	0.041974	10.3	11.32	11.07	1.02	4.44	1.39	219.04	491.72		420.87
Norte	951.9571 ST039	T = 500 años	50.3	601.78	603.36	603.66	604.39	0.047037	11.7	11.46	12.22	0.94	4.39	1.45	210.85	483.73		432.54
Norte	915.6697 ST040	T = 500 años	50.3	597.86	598.95	599.64	601.44	0.189962	10.04	7.21	10.38	0.69	6.98	2.63		1294.23		1294.23
Norte	879.8602 ST041	T = 500 años	50.3	594.26	595.3	595.69	596.61	0.127514	16.72	9.93	17.12	0.58	5.07	2.1	702.19	736.12		724.85
Norte	856.8371 ST042	T = 500 años	50.3	591.44	592.82	593.27	594.27	0.121847	14.19	9.44	14.58	0.65	5.33	2.09		773.46		773.46

Norte	830.6249 ST043	T = 500 años	50.3	590.89	592.53	592.62	593.22	0.03011	13.09	13.76	13.76	1.00	3.66	1.14		312.9	42.16	295.29
Norte	802.9522 ST044	T = 500 años	50.3	589.67	591.01	591.31	592	0.065355	15.05	11.55	15.44	0.75	4.36	1.61	330.38	515.22		479.25
Norte	779.4027 ST045	T = 500 años	50.3	586.36	588.06	588.53	589.55	0.084753	10.01	9.28	10.65	0.87	5.42	1.8		724.17		724.17
Norte	761.7619 ST046	T = 500 años	50.3	585.07	586.31	586.76	587.88	0.151176	16.56	9.21	16.81	0.55	5.46	2.38		885.86	376.37	811.65
Norte	742.2374 ST047	T = 500 años	50.3	582.53	583.88	584.31	585.24	0.08362	11.4	9.72	11.84	0.82	5.18	1.79		673.41		673.41
Norte	724.8168 ST048	T = 500 años	50.3	581.66	582.97	583.25	583.91	0.055136	13.97	11.77	14.31	0.82	4.27	1.49	38.49	456.79		444.76
Norte	701.1826 ST049	T = 500 años	50.3	578.16	579.11	579.72	581.59	0.25231	12.71	7.2	12.97	0.56	6.98	2.96		1392.88	114.88	1374.47
Norte	678.5153 ST050	T = 500 años	50.3	576.92	578.09	578.72	580.41	0.180378	11.07	7.51	11.42	0.66	6.7	2.62		1220.44	311.63	1163.26
Norte	663.1860 ST051	T = 500 años	50.3	574.93	576.66	576.97	577.69	0.061557	12.41	11.21	13.43	0.83	4.49	1.51		503.75		503.75
Norte	647.0441 ST052	T = 500 años	50.3	573.2	575.02	575.42	576.29	0.058197	10.26	10.23	10.95	0.93	4.92	1.6		587.73	147.52	533.3
Norte	621.7796 ST053	T = 500 años	50.3	572.47	573.95	574.21	574.81	0.054126	16.09	12.31	16.41	0.75	4.08	1.5		427.82	44.09	398.39
Norte	591.4191 ST054	T = 500 años	50.3	570.35	571.97	572.27	572.98	0.056947	12.33	11.25	12.8	0.88	4.47	1.49		491.01		491.01
Norte	550.6484 ST055	T = 500 años	50.3	567.15	568.71	569.17	570.1	0.085127	11.29	9.64	11.76	0.82	5.22	1.8		684.36		684.36
Norte	521.6311 ST056_Centro1	T = 500 años	50.3	564.86	566.47	566.89	567.8	0.077687	10.96	9.81	11.47	0.86	5.13	1.73		651.73		651.73
Norte	510.7182 ST057_Centro2	T = 500 años	50.3	564.1	565.49	566.02	567.16	0.102931	10.27	8.8	10.79	0.82	5.72	1.97		823.41		823.41
Norte	501.5185 ST058_Centro3	T = 500 años	50.3	563.45	564.55	564.98	566.01	0.147307	17.53	9.51	17.8	0.53	5.29	2.32		819.22	236.07	771.38
Norte	488.4881 ST059_Centro4	T = 500 años	50.3	563.02	564.13	564.4	565.01	0.072588	19.58	12.23	19.86	0.62	4.11	1.68		472.3	125.19	438.23
Norte	472.8883 ST060_Centro5	T = 500 años	50.3	559.31	561.87	562.57	563.98	0.107503	6.37	7.81	8.28	0.94	6.44	1.86		994.67		994.67
Norte	458.6886 ST061_Centro6	T = 500 años	50.3	559.96	561.47	561.61	562.17	0.035901	14.46	13.67	15.16	0.90	3.68	1.21		329.61	56.94	317.43
Norte	447.2800 ST062_Centro7	T = 500 años	50.3	559.87	561.34	561.34	561.84	0.024235	15.96	16.08	16.46	0.98	3.13	0.99		232.2		232.2
Norte	428.6332 ST063_Centro8	T = 500 años	50.3	557.59	559.34	559.7	560.48	0.065735	11.64	10.63	12.35	0.86	4.73	1.58		554.72		554.72
Norte	417.7626 ST064_Centro9	T = 500 años	50.3	556.84	558.81	559.11	559.83	0.047759	10.17	11.23	11.15	1.01	4.48	1.36		471.45		471.45
Norte	403.6630 ST065_Centro10	T = 500 años	50.3	555.84	557.46	558.08	559.41	0.114684	8.92	8.12	9.56	0.85	6.2	2.07		955.05		955.05
Norte	394.3524 ST066_Centro11	T = 500 años	50.3	556.56	558.1	558.12	558.56	0.022525	19.71	17.26	20.27	0.85	2.91	1.02		218.81	73.16	188.11
Norte	384.4524 ST067_Centro12	T = 500 años	50.3	555.81	557.07	557.41	558.14	0.071913	14.16	11.01	14.44	0.76	4.57	1.65		537.87		537.87
Norte	374.0658 ST068_Centro13	T = 500 años	50.3	555.63	557.33	557.33	557.71	0.01743	24.56	19.73	25.24	0.78	2.55	0.98		193.82	72.7	133.61
Norte	364.8558 ST069_Centro14	T = 500 años	50.3	554.88	556.34	556.66	557.38	0.059262	21	12.21	21.5	0.57	4.12	1.89		536.31	133.08	329.94
Norte	353.4021 ST070_Centro15	T = 500 años	50.3	554.09	555.77	556.07	556.75	0.049113	17.03	12.28	17.66	0.70	4.1	1.64		477.68	124.57	334.82
Norte	344.2554 ST071_Centro16	T = 500 años	50.3	554.48	555.69	555.79	556.25	0.033468	19.05	15.46	19.45	0.79	3.25	1.18	223.07	321.39	233.63	260.88
Norte	333.4979 ST072_Centro17	T = 500 años	50.3	554.26	555.55	555.58	555.94	0.020744	25.79	19.28	26.15	0.74	2.61	1.02	182.75	208.63	77.25	149.92
Norte	323.9020 ST073_Centro18	T = 500 años	50.3	552.17	553.91	554.41	555.47	0.087244	11.82	9.26	12.39	0.75	5.43	2	114.66	756.43	61.05	638.87
Norte	306.0391 ST074_Centro19	T = 500 años	50.3	549.81	552.44	552.91	553.76	0.063628	8.36	9.88	10.05	0.98	5.09	1.49		613.37		613.37
Norte	286.6170 ST075_Centro20	T = 500 años	50.3	548.89	551.73	551.92	552.65	0.034804	9.68	12.01	11.47	1.05	4.19	1.22	70.26	406.43		357.43
Norte	260.1846 ST076	T = 500 años	50.3	546.83	548.66	549.32	550.58	0.109294	8.55	8.2	9.45	0.87	6.14	2		929.68		929.68
Norte	240.8682 ST077	T = 500 años	50.3	545.52	547.09	547.9	549.82	0.150558	6.67	6.87	7.73	0.89	7.32	2.3		1311.94		1311.94
Norte	224.4101 ST078	T = 500 años	50.3	545.8	547.88	547.96	548.58	0.02896	11.46	13.56	12.29	1.10	3.71	1.09		313.37		313.37
Norte	203.4444 ST079	T = 500 años	50.3	544.01	545.65	546.21	547.44	0.106313	9.39	8.49	10.09	0.84	5.93	1.99		876.51		876.51
Norte	185.3206 ST080	T = 500 años	50.3	543.28	545.24	545.46	546.13	0.043765	11.73	12.02	12.38	0.97	4.19	1.32		416.69		416.69
Norte	173.5058 ST081	T = 500 años	50.3	542.72	544.31	544.73	545.6	0.076304	15.85	10.62	16.25	0.65	4.74	1.96	175.07	651.11		489.1
Norte	153.9011 ST082	T = 500 años	50.3	542.05	544.31	544.26	544.82	0.01556	15.58	17.06	16.5	1.03	2.95	0.97	58.61	220		157.74
Norte	132.7475 ST083	T = 500 años	50.3	541.97	543.85	543.85	544.33	0.031953	15.97	16.5	16.86	0.98	3.05	0.97	183.44	396.53		306.49
Norte	123.5904 ST084	T = 500 años	50.3	539.58	542.23	542.71	543.69	0.107357	7.89	9.48	9.6	0.99	5.3	1.56	189.54	1159.55		1040.04
Norte	115.5281 ST085	T = 500 años	50.3	539.73	542.44	542.44	543.1	0.038096	10.86	14.16	12.29	1.15	3.55	1.01	108.56	497.26		430.36
Norte	110.7430 ST086	T = 500 años	50.3	539.08	541.96	542.11	542.88	0.052526	8.29	12	10.11	1.19	4.19	1.13	199.03	689.92		611.64
Norte	103.4341 ST087	T = 500 años	50.3	538.68	541.21	541.76	542.66	0.108469	7.97	9.49	9.49	1.00	5.3	1.56		1151.32	133.46	1062.89
Norte	97.90736 ST088	T = 500 años	50.3	538.73	540.68	541.18	542.2	0.110007	8.44	9.29	9.39	0.99	5.42	1.66	512.47	1231.89		1067.29
Norte	90.14792 ST089	T = 500 años	50.3	537.46	540.4	540.4	541.13	0.04355	9.46	13.35	11.24	1.19	3.77	1.02		548.36	52.74	507.06
Norte	83.34998 ST090	T = 500 años	50.3	538.28	539.76	540.03	540.67	0.080524	13.66	11.99	14.3	0.84	4.19	1.44		782.52	336.68	662.39
Norte	74.19568 ST091	T = 500 años	50.3	536.93	538.99	539.33	540.08	0.094753	12.13	11.01	12.93	0.85	4.57	1.55	55.79	898.07	132.73	791.59

Norte	64.94665 ST092	T = 500 años	50.3	537.48	539.1	539.1	539.7	0.043365	12.29	14.65	13.19	1.11	3.43	1		472.04		472.04
Norte	57.38595 ST093	T = 500 años	50.3	536.75	538.01	538.43	539.3	0.139948	14.28	10.15	14.55	0.70	4.95	1.91	268.3	1151.75	308.15	957.83
Norte	47.73773 ST094	T = 500 años	50.3	536.12	537.29	537.57	538.21	0.101143	18.36	11.97	18.63	0.64	4.2	1.67	13.8	856.04	445.01	637
Norte	39.39175 ST095	T = 500 años	50.3	535.88	537.58	537.15	537.77	0.010185	22.04	26.37	22.56	1.17	1.91	0.57	44.77	145.73	63.48	116.74
Norte	30.11351 ST096	T = 500 años	50.3	535.52	537.41	537.12	537.65	0.01368	22.97	23.7	23.32	1.02	2.12	0.69	56.04	192.21	86.08	136.36
Norte	23.74129 ST097	T = 500 años	50.3	535.44	537.09	537.09	537.49	0.033459	20.97	18.12	21.57	0.84	2.78	0.96		344.1	158.89	275.59
Norte	19.31648 ST098	T = 500 años	50.3	535.44	536.11	536.41	537.09	0.169651	20.81	11.47	20.96	0.55	4.39	1.89		970.9	540.91	909.95
Norte	13.73443 ST099	T = 500 años	50.3	535.24	536.4	536.4	536.75	0.03612	27.68	19.47	27.93	0.70	2.58	0.99	123.56	306.53	195.07	246.99
Norte	2.254585 ST100_AguasAbajo	T = 500 años	50.3	533.27	534.74	535.03	535.7	0.105709	14.03	11.6	14.36	0.81	4.34	1.52		837.04		837.04

b) ALTERNATIVA CENTRO:

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)	Top Width (m)	Flow Area (m2)	W.P. Total (m)	R_H (m)	Vel Total (m/s)	Froude # XS	Shear LOB (N/m2)	Shear Chan (N/m2)	Shear ROB (N/m2)	Shear Total (N/m2)
Centro	1579.208 ST001_AguasArrib	T = 500 años	41.9	661.62	663.11	663.54	664.51	0.09138	9.36	8	10.21	0.78	5.24	1.81		701.54		701.54
Centro	1558.511 ST002	T = 500 años	41.9	659.09	661.35	661.9	662.84	0.07667	6.85	7.75	8.27	0.94	5.41	1.62		704.18		704.18
Centro	1534.721 ST003	T = 500 años	41.9	656.55	658.4	659.19	661.02	0.140679	6.24	5.95	7.33	0.81	7.04	2.34		1262.73	307.43	1121.31
Centro	1518.884 ST004	T = 500 años	41.9	655.85	657.2	657.81	659.1	0.105393	7.81	6.93	8.48	0.82	6.05	2.07		916.46	146.01	844.54
Centro	1496.388 ST005	T = 500 años	41.9	654.17	656.23	656.43	657.11	0.039583	9.01	10.06	10.01	1.00	4.16	1.26		404.81	36.11	390.22
Centro	1480.747 ST006	T = 500 años	41.9	653.37	654.83	655.23	656.11	0.067521	9.27	8.49	9.91	0.86	4.94	1.68		621.48	242.05	566.79
Centro	1455.826 ST007	T = 500 años	41.9	651.26	652.26	652.7	653.76	0.101255	9.49	7.71	10.07	0.77	5.44	1.93		760.43		760.43
Centro	1430.432 ST008	T = 500 años	41.9	647.92	649.12	649.78	651.46	0.177287	8.26	6.18	8.81	0.70	6.78	2.5		1218.94		1218.94
Centro	1405.543 ST009	T = 500 años	41.9	646.28	648.07	648.68	650.05	0.114864	6.94	6.72	7.85	0.86	6.23	2.02		963.87		963.87
Centro	1389.708 ST010	T = 500 años	41.9	645.54	647.45	647.79	648.59	0.058586	8.59	8.85	9.43	0.94	4.73	1.49		539.12		539.12
Centro	1368.004 ST011	T = 500 años	41.9	642.74	644.3	644.87	646.39	0.168262	10.05	6.77	11.27	0.60	6.19	2.49		1205.39	679.22	991.46
Centro	1341.669 ST012	T = 500 años	41.9	639.18	640.62	641.24	642.59	0.108588	6.63	6.75	7.6	0.89	6.21	1.97		945.09		945.09
Centro	1312.390 ST013	T = 500 años	41.9	637.45	639.24	639.43	640.12	0.040438	8.77	10.05	9.81	1.02	4.17	1.24		406.15		406.15
Centro	1274.127 ST014	T = 500 años	41.9	635.25	636.76	637.14	637.97	0.08076	10.71	8.6	11.17	0.77	4.87	1.74		609.77		609.77
Centro	1255.189 ST015	T = 500 años	41.9	632.62	634.19	634.85	636.32	0.122213	6.61	6.49	7.54	0.86	6.46	2.08		1031.54		1031.54
Centro	1237.412 ST016	T = 500 años	41.9	631.22	633.26	633.57	634.32	0.053174	8.67	9.19	9.64	0.95	4.56	1.41		497.04		497.04
Centro	1230.034 ST017	T = 500 años	41.9	628.64	630.23	631.04	633.39	0.233201	6.72	5.32	7.44	0.72	7.88	2.83		1634.13		1634.13
Centro	1218.990 ST018	T = 500 años	41.9	627.95	628.98	629.89	632.65	0.265521	6.01	4.94	6.83	0.72	8.48	2.99		1884.74		1884.74
Centro	1210.469 ST019	T = 500 años	41.9	626.78	628.19	629.09	631.99	0.308051	6.5	4.86	7.52	0.65	8.62	3.19		2013.35	183.01	1952.36
Centro	1197.788 ST020	T = 500 años	41.9	624.9	626.96	627.9	630.36	0.211494	4.81	5.15	6.41	0.80	8.14	2.52		1792.63	1518.15	1665.94
Centro	1186.788 ST021	T = 500 años	41.9	622.73	625.15	626.02	627.94	0.140582	4.8	5.81	6.89	0.84	7.21	2.15		1341.58	448.75	1162.34
Centro	1172.164 ST022	T = 500 años	41.9	619.45	621.84	622.77	624.88	0.186699	4.53	5.43	6.64	0.82	7.72	2.25		1498.35		1498.35
Centro	1158.743 ST023_Norte1	T = 500 años	41.9	615.11	616.31	617.11	620.14	0.36996	8.48	4.88	8.89	0.55	8.59	3.65		2131.05	510.88	1991.65
Centro	1148.462 ST024_Norte2	T = 500 años	41.9	613.62	615.21	615.75	616.97	0.123195	8.81	7.13	9.58	0.74	5.88	2.09		898.47		898.47
Centro	1137.544 ST025_Norte3	T = 500 años	41.9	613.12	615.35	615.47	616.07	0.033948	10.19	11.13	11.13	1.00	3.76	1.15		333.4		332.87
Centro	1125.710 ST026_Norte4	T = 500 años	41.9	611.84	612.94	613.48	615.09	0.241037	12.64	6.58	13.32	0.49	6.37	2.88		1360.08	934.23	1166.46
Centro	1112.735 ST027_Norte5	T = 500 años	41.9	611.46	613.29	613.37	613.93	0.031121	11.47	11.82	12.11	0.98	3.54	1.11		298.01		298.01
Centro	1102.856 ST028_Norte6	T = 500 años	41.9	611.32	612.57	612.82	613.42	0.063214	14.28	10.27	14.56	0.71	4.08	1.54		439.92	12.09	437.17
Centro	1092.434 ST029_Norte7	T = 500 años	41.9	610.79	611.85	612.13	612.75	0.06514	15.05	10.18	15.24	0.67	4.12	1.63	170.72	468.12		426.43
Centro	1082.307 ST030_Norte8	T = 500 años	41.9	609.56	610.75	611.14	611.98	0.082021	12.68	8.84	12.97	0.68	4.74	1.88	321.68	657.84		548.07
Centro	1071.985 ST031_Norte9	T = 500 años	41.9	609.04	610.87	610.87	611.45	0.024887	10.88	12.45	11.66	1.07	3.36	1		260.69		260.69
Centro	1059.654 ST032_Norte10	T = 500 años	41.9	608.75	610.31	610.45	610.99	0.034802	13.2	11.68	13.63	0.86	3.59	1.23	77.46	321.05		292.57
Centro	1049.288 ST033_Norte11	T = 500 años	41.9	608.16	609.48	609.8	610.48	0.06257	12.31	9.62	12.73	0.76	4.36	1.59	181.98	500.04		463.59
Centro	1039.494 ST034_Norte12	T = 500 años	41.9	607.35	609.02	609.27	609.89	0.049765	12.1	10.25	12.62	0.81	4.09	1.44	133.01	427.29		396.49
Centro	1029.671 ST035_Norte13	T = 500 años	41.9	606.5	608.16	608.52	609.28	0.07078	11.68	9.09	12.21	0.74	4.61	1.7	243.57	572.87		516.75
Centro	1013.379 ST036	T = 500 años	41.9	604.67	605.99	606.57	607.95	0.14708	9.15	6.75	9.54	0.71	6.21	2.31		1019.6		1019.6
Centro	996.0865 ST037	T = 500 años	41.9	604.09	605.72	605.95	606.51	0.04893	13.79	10.87	14.4	0.75	3.85	1.41	202.66	404.72		362.22
Centro	970.3833 ST038	T = 500 años	41.9	602.28	604.05	604.34	605.05	0.044273	9.72	9.74	10.41	0.94	4.3	1.41	199.64	470.94		406.16
Centro	951.9571 ST039	T = 500 años	41.9	601.78	603.26	603.51	604.14	0.04398	11.25	10.3	11.72	0.88	4.07	1.38	177.79	422.13		379.06
Centro	915.6697 ST040	T = 500 años	41.9	597.86	598.84	599.49	601.23	0.207171	9.37	6.12	9.67	0.63	6.85	2.7		1285.66		1285.66
Centro	879.8602 ST041	T = 500 años	41.9	594.26	595.24	595.57	596.35	0.120021	16.33	8.97	16.71	0.54	4.67	2.01	609.44	642.86		631.74
Centro	856.8371 ST042	T = 500 años	41.9	591.44	592.74	593.13	594.05	0.125677	13.78	8.27	14.13	0.59	5.06	2.09		721.6		721.6
Centro	830.6249 ST043	T = 500 años	41.9	590.89	592.41	592.48	593.01	0.029711	12.63	12.26	13.24	0.93	3.42	1.11		280.38	25.61	269.78

Centro	802.9522 ST044	T = 500 años	41.9	589.67	590.92	591.18	591.8	0.065766	14.51	10.18	14.87	0.68	4.12	1.59	301.33	473.35		441.27
Centro	779.4027 ST045	T = 500 años	41.9	586.36	587.93	588.37	589.32	0.087054	9.38	8.03	9.97	0.81	5.22	1.8		688.14		688.14
Centro	761.7619 ST046	T = 500 años	41.9	585.07	586.24	586.63	587.65	0.145529	15.68	8.11	15.9	0.51	5.17	2.33		806.06	280.11	727.98
Centro	742.2374 ST047	T = 500 años	41.9	582.53	583.76	584.16	585.02	0.086326	10.78	8.43	11.17	0.75	4.97	1.79		638.82		638.82
Centro	724.8168 ST048	T = 500 años	41.9	581.66	582.89	583.11	583.69	0.05302	13.51	10.57	13.81	0.77	3.96	1.43	15.99	403.01		398.02
Centro	701.1826 ST049	T = 500 años	41.9	578.16	579.03	579.59	581.36	0.282078	12.41	6.19	12.62	0.49	6.77	3.06		1364.42	45.58	1357.49
Centro	678.5153 ST050	T = 500 años	41.9	576.92	578	578.57	580.09	0.182459	10.61	6.59	10.91	0.60	6.36	2.59		1127.81	256.74	1081.09
Centro	663.1860 ST051	T = 500 años	41.9	574.93	576.57	576.83	577.45	0.058733	12.07	10.07	13.04	0.77	4.16	1.45		444.64		444.64
Centro	647.0441 ST052	T = 500 años	41.9	573.2	574.88	575.25	576.05	0.060795	9.69	8.86	10.31	0.86	4.73	1.6		555.63	116.91	511.96
Centro	621.7796 ST053	T = 500 años	41.9	572.47	573.89	574.08	574.6	0.049169	15.47	11.26	15.76	0.71	3.72	1.39		360.86	24.17	344.64
Centro	591.4191 ST054	T = 500 años	41.9	570.35	571.83	572.12	572.79	0.060591	11.67	9.67	12.08	0.80	4.33	1.52		475.76		475.76
Centro	550.6484 ST055	T = 500 años	41.9	567.15	568.61	569.02	569.85	0.083284	10.69	8.51	11.13	0.76	4.92	1.76		624.23		624.23
Centro	521.6311 ST056_Centro1	T = 500 años	41.9	564.86	566.35	566.74	567.57	0.07876	10.37	8.56	10.84	0.79	4.89	1.72		610.09		610.09
Centro	510.7182 ST057_Centro2	T = 500 años	41.9	564.1	565.38	565.87	566.92	0.1056	9.64	7.63	10.11	0.75	5.49	1.97		781.03		781.03
Centro	501.5185 ST058_Centro3	T = 500 años	41.9	563.45	564.5	564.87	565.74	0.142299	17.21	8.55	17.46	0.49	4.9	2.24		720.57	190.77	683.5
Centro	488.4881 ST059_Centro4	T = 500 años	41.9	563.02	564.07	564.29	564.81	0.067988	19.09	11.08	19.35	0.57	3.78	1.6		407.64	97.76	381.62
Centro	472.8883 ST060_Centro5	T = 500 años	41.9	559.31	561.65	562.35	563.76	0.118299	5.64	6.51	7.41	0.88	6.44	1.91		1019.08		1019.08
Centro	458.6886 ST061_Centro6	T = 500 años	41.9	559.96	561.63	561.48	561.99	0.015283	14.84	15.99	15.66	1.02	2.62	0.81		160.72	33.8	153.06
Centro	447.2800 ST062_Centro7	T = 500 años	41.9	559.87	561.21	561.21	561.67	0.025141	15.19	13.96	15.64	0.89	3	1		220.17		220.17
Centro	428.6332 ST063_Centro8	T = 500 años	41.9	557.59	559.21	559.56	560.27	0.066332	10.64	9.17	11.3	0.81	4.57	1.57		527.58		527.58
Centro	417.7626 ST064_Centro9	T = 500 años	41.9	556.84	558.64	558.92	559.61	0.049958	9.39	9.61	10.28	0.93	4.36	1.38		457.95		457.95
Centro	403.6630 ST065_Centro10	T = 500 años	41.9	555.84	557.32	557.91	559.18	0.122143	8.31	6.93	8.88	0.78	6.04	2.11		934.53		934.53
Centro	394.3524 ST066_Centro11	T = 500 años	41.9	556.56	558	558	558.41	0.022052	19.23	15.33	19.75	0.78	2.73	1		196.11	55.35	167.91
Centro	384.4524 ST067_Centro12	T = 500 años	41.9	555.81	556.95	557.28	557.97	0.078949	13.38	9.37	13.62	0.69	4.47	1.7		532.83		532.83
Centro	374.0658 ST068_Centro13	T = 500 años	41.9	555.63	557.24	557.24	557.58	0.016327	24.18	17.62	24.82	0.71	2.38	0.97		171.27	55.32	113.64
Centro	364.8558 ST069_Centro14	T = 500 años	41.9	554.88	556.23	556.56	557.25	0.064781	15.86	9.89	16.28	0.61	4.24	1.81		528.83	140.2	386.06
Centro	353.4021 ST070_Centro15	T = 500 años	41.9	554.09	555.69	555.96	556.59	0.047342	12.77	10.3	13.22	0.78	4.07	1.49		432.19	106.86	361.56
Centro	344.2554 ST071_Centro16	T = 500 años	41.9	554.48	555.59	555.68	556.1	0.035175	18.62	13.51	18.97	0.71	3.1	1.18	210.03	302.28	218.4	245.68
Centro	333.4979 ST072_Centro17	T = 500 años	41.9	554.26	555.48	555.48	555.81	0.019089	25.43	17.43	25.76	0.68	2.4	0.98	159.53	178.63	58.93	126.66
Centro	323.9020 ST073_Centro18	T = 500 años	41.9	552.17	553.76	554.28	555.33	0.110447	10.42	7.58	10.96	0.69	5.53	2.08	64.56	802.93		749.43
Centro	306.0391 ST074_Centro19	T = 500 años	41.9	549.81	552.29	552.68	553.47	0.058943	7.47	8.7	9.09	0.96	4.81	1.42		553.6		553.6
Centro	286.6170 ST075_Centro20	T = 500 años	41.9	548.89	551.55	551.71	552.39	0.035995	8.84	10.4	10.54	0.99	4.03	1.2	42.95	379.9		348.31
Centro	260.1846 ST076	T = 500 años	41.9	546.83	548.53	549.1	550.28	0.109527	8	7.15	8.84	0.81	5.86	1.98		868.64		868.64
Centro	240.8682 ST077	T = 500 años	41.9	545.52	546.94	547.7	549.51	0.158478	6.27	5.9	7.23	0.82	7.1	2.34		1269.17		1269.17
Centro	224.4101 ST078	T = 500 años	41.9	545.8	547.77	547.8	548.36	0.026193	11.03	12.33	11.81	1.04	3.4	1.03		268.09		268.09
Centro	203.4444 ST079	T = 500 años	41.9	544.01	545.5	546.04	547.24	0.117759	8.77	7.17	9.4	0.76	5.85	2.06		880.62		880.62
Centro	185.3206 ST080	T = 500 años	41.9	543.28	545.12	545.32	545.9	0.041978	11.19	10.7	11.79	0.91	3.92	1.28		373.31		373.31
Centro	173.5058 ST081	T = 500 años	41.9	542.72	544.22	544.6	545.39	0.0756	15.12	9.21	15.49	0.59	4.55	1.96	119.3	596.28		440.75
Centro	153.9011 ST082	T = 500 años	41.9	542.05	544.17	543.99	544.62	0.014627	14.65	14.98	15.52	0.97	2.8	0.94	41.25	194.82		138.45
Centro	132.7475 ST083	T = 500 años	41.9	541.97	543.73	543.73	544.17	0.030914	15.28	14.57	16.13	0.90	2.88	0.96	148.6	366.31		273.88
Centro	123.5904 ST084	T = 500 años	41.9	539.58	542	542.5	543.48	0.130314	6.95	7.78	8.54	0.91	5.39	1.63	91.04	1226.35		1164.13
Centro	115.5281 ST085	T = 500 años	41.9	539.73	542.24	542.24	542.86	0.040898	9.96	12.1	11.29	1.07	3.46	1.01	78.53	480.76		429.97
Centro	110.7430 ST086	T = 500 años	41.9	539.08	541.72	541.89	542.62	0.059069	7.6	10.06	9.26	1.09	4.17	1.17	167.08	698.64		629.54
Centro	103.4341 ST087	T = 500 años	41.9	538.68	541.03	541.59	542.4	0.118306	7.19	8.1	8.62	0.94	5.17	1.56		1122.32	45.25	1090.29
Centro	97.90736 ST088	T = 500 años	41.9	538.73	540.54	540.98	541.92	0.110647	7.97	8.12	8.83	0.92	5.16	1.65	449.41	1145.18		997.68
Centro	90.14792 ST089	T = 500 años	41.9	537.46	540.18	540.18	540.87	0.047357	8.46	11.43	10.13	1.13	3.66	1.01		532.09	9.7	523.93
Centro	83.34998 ST090	T = 500 años	41.9	538.28	539.7	539.89	540.43	0.069464	13.36	11.14	13.96	0.80	3.76	1.33		640.56	265.47	543.33
Centro	74.19568 ST091	T = 500 años	41.9	536.93	538.87	539.17	539.86	0.101756	11.54	9.55	12.28	0.78	4.39	1.55	9.1	849.36	49.3	775.94
Centro	64.94665 ST092	T = 500 años	41.9	537.48	538.95	538.95	539.49	0.043731	11.8	12.86	12.62	1.02	3.26	1		437.1		437.1

Centro	57.38595 ST093	T = 500 años	41.9	536.75	537.91	538.33	539.1	0.148295	13.62	8.83	13.85	0.64	4.75	1.91	222.79	1083.76	258.81	926.63
Centro	47.73773 ST094	T = 500 años	41.9	536.12	537.22	537.46	538.01	0.095137	17.42	10.74	17.68	0.61	3.9	1.6		752.18	388.04	566.89
Centro	39.39175 ST095	T = 500 años	41.9	535.88	537.46	537.03	537.62	0.009681	21.59	23.81	22.06	1.08	1.76	0.54	37.94	127.41	52.51	102.48
Centro	30.11351 ST096	T = 500 años	41.9	535.52	537.31	536.99	537.52	0.012615	21.95	21.45	22.28	0.96	1.95	0.65	45.56	164.96	73.36	119.11
Centro	23.74129 ST097	T = 500 años	41.9	535.44	536.89	536.89	537.35	0.038316	15.16	14.04	15.58	0.90	2.98	0.99		376.28	223.58	338.69
Centro	19.31648 ST098	T = 500 años	41.9	535.44	536.04	536.31	536.92	0.175283	20.48	10.12	20.6	0.49	4.14	1.88		898.29	490.95	844.04
Centro	13.73443 ST099	T = 500 años	41.9	535.24	536.31	536.31	536.63	0.037587	26.97	17.07	27.19	0.63	2.45	0.99	104.98	286.84	182.22	231.45
Centro	2.254585 ST100_AguasAbajo	T = 500 años	41.9	533.27	534.62	534.9	535.52	0.112934	13.23	9.95	13.53	0.74	4.21	1.55		814.43		814.43

APÉNDICE II: CÁLCULOS DE LA ALTERNATIVA NORTE.

1. VIADUCTO SOBRE EL BARRANCO DEL REMEDIO.

2. PUENTE SOBRE EL BARRANCO DEL MONTÚ.

Las variables incluidas en las tablas son las siguientes:

- *River Station:* Identificación-ubicación de la sección transversal.
- *Q Total:* caudal circulante por la sección, en m^3/s.
- *Min Ch E:* cota mínima de la sección transversal (cota del thalweg), en m.s.n.m.
- *W.S. Elev:* cota de la superficie del agua, en m.s.n.m.
- *Crit. W.S.:* cota de la superficie de agua correspondiente al régimen crítico, en m.s.n.m.
- *E.G.Elev:* cota de la línea de energía, en m.s.n.m.
- *E.G.Slope:* pendiente de la línea de energía, en m/m.
- *Top width:* ancho libre o tirante, en m.
- *Flow área:* área de la sección mojada, en m^2.
- *W.P. Total: perímetro mojado, en m.*
- *R_H: radio hidráulico de la sección, en m.*
- *Vel Total*: velocidad media de la sección mojada, en m/s.
- *Froude #XS*: número de Froude de la sección completa.
- *Shear LOB:* tensión tangencial o de corte sobre la margen izquierda, en N/m^2.
- *Shear Chan:* tensión tangencial o de corte sobre el lecho en N/m^2.
- *Shear ROB:* tensión tangencial o de corte sobre la margen derecha en N/m^2.
- *Shear Total:* tensión tangencial media en la sección completa en N/m^2.

1. VIADUCTO SOBRE EL BARRANCO DEL REMEDIO.

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Top Width	Flow Area	W.P. Total	R_H	Vel Total	Froude # XS	Shear LOB	Shear Chan	Shear ROB	Shear Total
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m)	(m2)	(m)	(m)	(m/s)		(N/m2)	(N/m2)	(N/m2)	(N/m2)
Norte	1077.733 ST001_AguasArrib	T = 500 años	53.8	565.34	567.62	567.62	567.73	0.002982	31.3	37.23	33.06	1.13	1.45	0.42	34.35	29.73		32.93
Norte	1054.586 ST002	T = 500 años	53.8	563.48	564.71	565.35	567.29	0.163692	15.36	7.99	15.85	0.50	6.74	3.15	472.81	1077.05		809.1
Norte	1035.336 ST003	T = 500 años	53.8	562.73	564.85	565.01	565.69	0.023624	10.93	13.29	11.85	1.12	4.05	1.17		259.87		259.87
Norte	1001.874 ST004	T = 500 años	53.8	560.63	562.68	563.21	564.33	0.071331	10.66	9.47	11.63	0.81	5.68	1.92		569.74		569.74
Norte	979.6986 ST005	T = 500 años	53.8	559.8	561.8	562.12	562.88	0.036589	11.14	11.66	11.86	0.98	4.61	1.44		352.77		352.77
Norte	956.1775 ST006	T = 500 años	53.8	556.91	558.73	559.53	561.58	0.122537	7.96	7.19	8.77	0.82	7.48	2.51		985.48		985.48
Norte	938.5543 ST007	T = 500 años	53.8	556.1	557.59	558.54	560.72	0.12139	6.8	6.87	7.75	0.89	7.84	2.49		1054.12		1054.12
Norte	927.5616 ST008	T = 500 años	53.8	554.68	557.76	558	558.87	0.029185	7.48	11.53	9.72	1.19	4.67	1.2		339.27		339.27
Norte	912.9825 ST009	T = 500 años	53.8	554.77	556.77	557.17	558.09	0.040034	8.71	10.58	9.94	1.06	5.09	1.47		417.85		417.85
Norte	900.8463 ST010	T = 500 años	53.8	553.22	555.78	556.35	557.51	0.064333	8.2	9.22	10.06	0.92	5.84	1.76		577.95		577.95
Norte	874.4676 ST011	T = 500 años	53.8	553.08	555.4	555.58	556.27	0.024613	10.47	12.99	11.53	1.13	4.14	1.19		271.86		271.86
Norte	857.5044 ST012	T = 500 años	53.8	552.41	554.65	555.05	555.87	0.040262	9.97	10.97	10.94	1.00	4.9	1.49		395.96		395.96
Norte	817.4845 ST013	T = 500 años	53.8	551.54	553.2	553.45	554.03	0.045873	18.95	13.26	19.36	0.68	4.06	1.55		308.04		308.04
Norte	801.4736 ST014	T = 500 años	53.8	551.22	552.94	553.04	553.63	0.021929	13.62	14.59	14.15	1.03	3.69	1.14		221.74		221.74
Norte	783.4383 ST015	T = 500 años	53.8	548.85	551.31	551.31	551.9	0.018141	13.26	15.78	14.92	1.06	3.41	1		188.1		188.1
Norte	762.4231 ST016	T = 500 años	53.8	547.86	550.33	550.65	551.36	0.03189	10.19	11.95	11.37	1.05	4.5	1.33		328.63		328.63
Norte	753.3146 ST017	T = 500 años	53.8	547.9	550.58	550.58	551.17	0.017691	13.38	15.8	14.7	1.07	3.4	1		186.53		186.53
Norte	728.4045 ST018_Norte1	T = 500 años	53.8	546.98	548.55	549.11	550.3	0.062201	9	9.18	9.71	0.95	5.86	1.85		576.84		576.84
Norte	710.8124 ST019_Norte2	T = 500 años	53.8	546.57	548.73	548.73	549.31	0.015993	14.37	16.13	15.8	1.02	3.33	1.01	77.33	172.1		160.19
Norte	699.2703 ST020_Norte3	T = 500 años	53.8	545.61	547.29	547.84	549.02	0.07354	10.57	9.24	11.18	0.83	5.82	1.99		595.8		595.8
Norte	686.0010 ST021_Norte4	T = 500 años	53.8	544.3	546.47	547.02	548.11	0.059941	9.05	9.5	10.28	0.92	5.66	1.77		543.1		543.1
Norte	675.5554 ST022_Norte5	T = 500 años	53.8	543.47	545.32	546.04	547.71	0.101214	8.55	7.85	9.46	0.83	6.85	2.28		823.47		823.47
Norte	661.6116 ST023_Norte6	T = 500 años	53.8	541.73	543.55	544.46	547.2	0.170745	7.34	6.36	8.27	0.77	8.46	2.9		1287.45		1287.45
Norte	652.7556 ST024_Norte7	T = 500 años	53.8	541.63	542.8	543.66	546.32	0.176877	8.37	6.48	8.89	0.73	8.3	3.01		1263.39		1263.39
Norte	646.1230 ST025_Norte8	T = 500 años	53.8	540.9	542.62	543.4	545.22	0.082992	7.47	7.53	8.38	0.90	7.14	2.27		828.09	288.47	731.74
Norte	630.3441 ST026_Norte9	T = 500 años	53.8	540.28	542.39	542.73	543.59	0.031508	8.84	11.11	10.08	1.10	4.84	1.38		368.64	73.01	340.56
Norte	618.5389 ST027_Norte10	T = 500 años	53.8	539.98	541.85	542.19	543.06	0.035157	8.84	11.04	10.03	1.10	4.87	1.39		379.4		379.4
Norte	608.3902 ST028_Norte11	T = 500 años	53.8	539.97	542.62	541.89	542.9	0.00502	12.25	22.6	13.98	1.62	2.38	0.56		79.59		79.59
Norte	589.0322		Bridge															
Norte	569.6743 ST032_Norte15	T = 500 años	53.8	537.95	540.25	539.76	540.58	0.005212	13.37	21.12	14.57	1.45	2.55	0.65		86.37	34.73	74.11
Norte	559.0343 ST033_Norte16	T = 500 años	53.8	537.51	539.79	539.79	540.48	0.008031	12.23	16.34	13.19	1.24	3.29	1.02		108.51	78.43	97.52
Norte	548.6580 ST034_Norte17	T = 500 años	53.8	536.37	538.08	538.74	540.19	0.069675	8.4	8.37	9.31	0.90	6.43	2.06		679.61	227.59	613.96
Norte	539.0978 ST035_Norte18	T = 500 años	53.8	536.28	538.33	538.67	539.48	0.03165	10.22	11.37	11.08	1.03	4.73	1.43		354.82	102.26	318.54
Norte	528.1705 ST036_Norte19	T = 500 años	53.8	535.52	538.62	537.99	538.94	0.004926	12.03	21.51	13.71	1.57	2.5	0.6	10.19	86.51	11.63	75.78
Norte	517.4688 ST037_Centro1	T = 500 años	53.8	535.44	538.49	538.49	538.87	0.008051	23.93	20.21	25.41	0.80	2.66	0.95	18.2	115.94	20.8	62.77
Norte	499.9976 ST038_Centro2	T = 500 años	53.8	536.09	538.17	537.88	538.31	0.006691	51.48	36.73	51.9	0.71	1.46	0.62	24.93	96.89	34.12	46.43
Norte	482.5412 ST039_Centro3	T = 500 años	53.8	535.53	537.73	537.73	538.05	0.018828	35.07	23.43	35.65	0.66	2.3	0.98	81.23	214.3	58.37	121.35
Norte	469.6533 ST040_Centro4	T = 500 años	53.8	534.62	536.36	536.71	537.38	0.072011	19.03	12.67	19.51	0.65	4.25	1.75	241.02	692.73	26.9	458.58
Norte	455.1911 ST041_Centro5	T = 500 años	53.8	534.06	535.7	535.84	536.35	0.039526	18.13	15.47	18.72	0.83	3.48	1.23	244.53	426.11	193.18	320.29
Norte	438.9807 ST042_Centro6	T = 500 años	53.8	533.11	535.42	535.53	536.04	0.036401	16.96	15.71	17.93	0.88	3.42	1.16	195.53	401.48		312.8
Norte	425.9322 ST043_Centro7	T = 500 años	53.8	532.26	533.57	534.19	535.58	0.141113	10.36	8.71	10.91	0.80	6.18	2.19	647.91	1317.08		1104.57
Norte	418.8448 ST044_Centro8	T = 500 años	53.8	531.2	533.09	533.4	534.16	0.055687	10.81	11.88	11.56	1.03	4.53	1.4	123.65	623.98		560.94
Norte	406.7863 ST045_Centro9	T = 500 años	53.8	530.87	533.09	533.21	533.6	0.027125	27.65	18.8	28.77	0.65	2.86	1.22	80.2	327.76		173.77

Norte	400.1609 ST046_Centro10	T = 500 años	53.8	530.87	532.09	532.47	533.34	0.135956	18.17	10.9	18.57	0.59	4.94	2.04	662.34	868.2		782.36
Norte	393.2106 ST047	T = 500 años	53.8	530.13	530.93	531.38	532.63	0.215527	18.67	9.51	19	0.50	5.66	2.58	1117.78	1020.29		1058.06
Norte	386.3405 ST048	T = 500 años	53.8	529.81	531.33	531.49	532.03	0.042826	16.36	14.83	16.8	0.88	3.63	1.24	143.95	430.15		370.95
Norte	380.1200 ST049	T = 500 años	53.8	528.73	530.7	531.08	531.84	0.071351	11.65	11.42	12.32	0.93	4.71	1.52	44.63	690.76		648.64
Norte	374.9919 ST050	T = 500 años	53.8	527.93	529.79	530.34	531.46	0.128551	10.23	9.39	11.1	0.85	5.73	1.91		1066.91		1066.91
Norte	366.3560 ST051	T = 500 años	53.8	527.22	529.76	529.22	529.99	0.008105	17.85	25.59	18.79	1.36	2.1	0.57	10.93	122.31	31.77	108.28
Norte	358.2397 ST052	T = 500 años	53.8	527.19	529.18	529.15	529.68	0.028573	15.67	17.16	16.37	1.05	3.14	0.96		296.74	11.07	293.8
Norte	345.3813 ST053	T = 500 años	53.8	525.48	528.39	528.39	529.13	0.031254	9.91	14.21	11.58	1.23	3.79	1.02	62.39	409.11		375.94
Norte	334.4556 ST054	T = 500 años	53.8	524.52	526.1	526.79	528.42	0.168264	8.83	8	9.46	0.85	6.72	2.27		1463.38	209.78	1395.96
Norte	318.5691 ST055	T = 500 años	53.8	524.05	526.62	526.62	527.34	0.032062	9.92	14.34	11.28	1.27	3.75	1		399.73		399.73
Norte	301.4392 ST056	T = 500 años	53.8	523.08	525.26	525.6	526.47	0.053474	8.99	11.22	10.11	1.11	4.8	1.39	59.17	679.44	153.04	581.64
Norte	287.1481 ST057	T = 500 años	53.8	522.95	525.27	525.27	525.95	0.026432	10.83	14.86	11.94	1.24	3.62	1	11.13	386.8	186.72	322.78
Norte	271.8303 ST058	T = 500 años	53.8	522.78	524.58	524.91	525.68	0.064368	11.63	11.68	12.22	0.96	4.6	1.47	404.55	673.48		603.27
Norte	260.2032 ST059	T = 500 años	53.8	522.1	524.76	524.76	525.44	0.032262	10.95	14.76	12.19	1.21	3.64	1		383.18		383.18
Norte	243.8547 ST060	T = 500 años	53.8	522.16	524.18	524.38	525.02	0.046406	13.56	13.51	14.56	0.93	3.98	1.3	262.33	527.66		422.25
Norte	227.2688 ST061	T = 500 años	53.8	521.14	523.94	523.68	524.38	0.013668	14.03	19.15	15.32	1.25	2.81	0.8	65.66	234.99	57.97	167.56
Norte	206.4682 ST062	T = 500 años	53.8	519.77	524.11	523.16	524.23	0.001054	22.08	45.32	25.58	1.77	1.19	0.34	15.48	21.77	15.35	18.31
Norte	181.1305 ST063	T = 500 años	53.8	518.38	524.11	521.92	524.19	0.001205	18.28	45.56	23.05	1.98	1.18	0.25	6.72	30.95	9.81	23.36
Norte	161.8484 ST064	T = 500 años	53.8	519.02	523.13	523.13	524.04	0.029249	7.82	13.22	11.81	1.12	4.07	1.04	71.53	427.83	145.46	321.19
Norte	145.4910 ST065	T = 500 años	53.8	518.29	520.76	521.45	523.01	0.136828	6.56	8.1	8.43	0.96	6.64	1.91		1356.03	146.09	1289.91
Norte	128.1565 ST066	T = 500 años	53.8	517.24	518.58	519.22	520.83	0.189466	10.75	8.18	11.13	0.73	6.57	2.43	543.81	1490.24		1366.66
Norte	111.9088 ST067	T = 500 años	53.8	516.29	518.26	518.41	518.94	0.044308	16.12	14.81	16.85	0.88	3.63	1.22	265.53	431.43		381.78
Norte	101.5390 ST068	T = 500 años	53.8	515.3	518.35	517.69	518.6	0.008034	16.43	24.66	17.83	1.38	2.18	0.58	74.62	139.68		108.98
Norte	90.83890 ST069	T = 500 años	53.8	515.41	517.7	517.7	518.32	0.02393	13.16	15.86	13.99	1.13	3.39	1.02	67.41	353.26	154.93	266.12
Norte	86.23168 ST070	T = 500 años	53.8	515.16	516.79	517.22	518.14	0.092128	13.75	10.77	14.34	0.75	4.99	1.85	379.58	892.02	62.93	678.73
Norte	79.21702 ST071	T = 500 años	53.8	514.97	516.29	516.77	517.79	0.095354	12.12	10.23	12.74	0.80	5.26	1.88	290.79	941.13	14.91	751.07
Norte	70.98137 ST072	T = 500 años	53.8	515.47	516.89	516.89	517.42	0.024634	16.14	17	16.61	1.02	3.16	1	122.84	311.01	221.65	247.17
Norte	64.51474 ST073	T = 500 años	53.8	514.47	515.73	516.09	516.93	0.095103	18.61	11.62	19.04	0.61	4.63	1.96	488.1	883.09	330.9	569.19
Norte	56.55378 ST074	T = 500 años	53.8	514.02	516.1	515.69	516.24	0.005256	30	33.38	30.7	1.09	1.61	0.5	56.22	92.06	44.39	56.05
Norte	47.18888 ST075	T = 500 años	53.8	514.08	516.05	515.57	516.19	0.004643	31	34.4	31.58	1.09	1.56	0.49	59.31	76.75	30.85	49.6
Norte	34.91596 ST076	T = 500 años	53.8	514.13	515.67	515.67	516.07	0.019753	25.38	20.3	25.7	0.79	2.65	0.99	179.74	247.67	71.77	153.04
Norte	26.34430 ST077	T = 500 años	53.8	513.59	515.57	515.3	515.84	0.009256	19.9	24.06	20.64	1.17	2.24	0.67	71.85	164.35	108.98	105.8
Norte	23.44908 ST078	T = 500 años	53.8	513.54	515.56	515.25	515.82	0.008505	21.63	25.55	22.24	1.15	2.11	0.65	57.38	147.48	57.94	95.81
Norte	18.42815 ST079	T = 500 años	53.8	513.63	515.57	515.17	515.73	0.006104	28.19	31.5	28.79	1.09	1.71	0.53	52.71	100.07	47.58	65.51
Norte	3.500771 ST080_AguasAbajo	T = 500 años	53.8	513.42	515.06	515.06	515.54	0.024019	18.79	18.12	19.43	0.93	2.97	0.99	127.18	295.31	13.54	219.69

2. PUENTE SOBRE EL BARRANCO DEL MONTÚ.

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Top Width	Flow Area	W.P. Total	R_H	Vel Total	Froude # XS	Shear LOB	Shear Chan	Shear ROB	Shear Total
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m)	(m2)	(m)	(m)	(m/s)		(N/m2)	(N/m2)	(N/m2)	(N/m2)
Norte	1579.208 ST001_AguasArrib	T = 500 años	50.3	661.62	663.22	663.69	664.79	0.09139	9.65	9.05	10.58	0.86	5.56	1.83		766.46		766.46
Norte	1558.511 ST002	T = 500 años	50.3	659.09	661.51	662.06	663.14	0.075988	7.35	8.91	8.87	1.00	5.64	1.64		748.67		748.67
Norte	1534.721 ST003	T = 500 años	50.3	656.55	658.56	659.41	661.35	0.133098	6.72	6.95	7.89	0.88	7.24	2.33		1316.72	379.57	1148.74
Norte	1518.884 ST004	T = 500 años	50.3	655.85	657.31	657.99	659.48	0.107909	8.22	7.81	8.95	0.87	6.44	2.14		1022.4	203.23	923.88
Norte	1496.388 ST005	T = 500 años	50.3	654.17	656.35	656.61	657.39	0.041942	9.37	11.18	10.45	1.07	4.5	1.32		463.61	58.65	440.07
Norte	1480.747 ST006	T = 500 años	50.3	653.37	654.96	655.41	656.37	0.065903	9.7	9.73	10.42	0.93	5.17	1.68		665.32	269.52	603.17
Norte	1455.826 ST007	T = 500 años	50.3	651.26	652.37	652.88	654.06	0.100839	9.79	8.73	10.43	0.84	5.76	1.95		828.33		828.33
Norte	1430.432 ST008	T = 500 años	50.3	647.92	649.23	649.93	651.78	0.172037	8.67	7.1	9.28	0.77	7.08	2.5		1291.57		1291.57
Norte	1405.543 ST009	T = 500 años	50.3	646.28	648.2	648.88	650.39	0.114618	7.33	7.68	8.33	0.92	6.55	2.04		1036.74		1036.74
Norte	1389.708 ST010	T = 500 años	50.3	645.54	647.57	647.98	648.88	0.062067	9.04	9.91	9.95	1.00	5.07	1.55		606.71		606.71
Norte	1368.004 ST011	T = 500 años	50.3	642.74	644.4	645.03	646.65	0.160149	10.29	7.79	11.58	0.67	6.45	2.43		1257.34	766.42	1056.69
Norte	1341.669 ST012	T = 500 años	50.3	639.18	640.76	641.45	642.94	0.10914	6.97	7.69	8.05	0.96	6.54	1.99		1022.81		1022.81
Norte	1312.390 ST013	T = 500 años	50.3	637.45	639.37	639.62	640.39	0.042205	9.1	11.26	10.24	1.10	4.47	1.28		455.01		455.01
Norte	1274.127 ST014	T = 500 años	50.3	635.25	636.87	637.29	638.21	0.078522	11.09	9.83	11.61	0.85	5.12	1.73		651.77		651.77
Norte	1255.189 ST015	T = 500 años	50.3	632.62	634.35	635.07	636.61	0.116552	7.05	7.55	8.08	0.93	6.66	2.05		1068.01		1068.01
Norte	1237.412 ST016	T = 500 años	50.3	631.22	633.38	633.74	634.6	0.055893	9.05	10.3	10.1	1.02	4.89	1.46		558.53		558.53
Norte	1230.034 ST017	T = 500 años	50.3	628.64	630.36	631.23	633.66	0.218926	7.29	6.25	8.07	0.77	8.05	2.78		1662.47		1662.47
Norte	1218.990 ST018	T = 500 años	50.3	627.95	629.12	630.1	632.97	0.243388	6.3	5.79	7.23	0.80	8.69	2.89		1912.55		1912.55
Norte	1210.469 ST019	T = 500 años	50.3	626.78	628.31	629.29	632.36	0.276511	6.73	5.67	7.86	0.72	8.87	3.1		2057.13	295.79	1956.04
Norte	1197.788 ST020	T = 500 años	50.3	624.9	627.11	628.15	630.8	0.206886	5.07	5.93	6.82	0.87	8.48	2.51		1869.57	1643.9	1764.89
Norte	1186.788 ST021	T = 500 años	50.3	622.73	625.31	626.27	628.41	0.142556	5.13	6.63	7.36	0.90	7.59	2.19		1461.7	521.59	1259.22
Norte	1172.164 ST022	T = 500 años	50.3	619.45	622.01	623.02	625.34	0.186641	4.85	6.23	7.11	0.88	8.07	2.28		1604.21		1604.21
Norte	1158.743 ST023_Norte1	T = 500 años	50.3	615.11	616.39	617.27	620.65	0.359889	8.82	5.57	9.26	0.60	9.03	3.67		2296.98	626.03	2123.14
Norte	1148.462 ST024_Norte2	T = 500 años	50.3	613.62	615.3	615.92	617.35	0.132838	9.28	7.94	10.1	0.79	6.33	2.19		1023.85		1023.85
Norte	1137.544 ST025_Norte3	T = 500 años	50.3	613.12	615.42	615.64	616.33	0.040029	10.53	11.92	11.5	1.04	4.22	1.27		412.6	14.38	406.85
Norte	1125.710 ST026_Norte4	T = 500 años	50.3	611.84	613.02	613.61	615.28	0.216803	12.93	7.67	13.66	0.56	6.56	2.76		1367.22	986.81	1193.49
Norte	1112.735 ST027_Norte5	T = 500 años	50.3	611.46	613.43	613.53	614.14	0.030198	12.16	13.49	12.86	1.05	3.73	1.13		319.93	16.73	310.65
Norte	1102.856 ST028_Norte6	T = 500 años	50.3	611.32	613.48	612.95	613.69	0.006196	18.37	25.17	19.05	1.32	2	0.55		86.76	25.5	80.28
Norte	1092.581		Bridge															
Norte	1082.307 ST030_Norte8	T = 500 años	50.3	609.56	611.64		611.89	0.009589	19.79	22.95	20.33	1.13	2.19	0.66	86.52	117.62		106.19
Norte	1071.985 ST031_Norte9	T = 500 años	50.3	609.04	611.05	611.05	611.67	0.023779	12.2	14.51	13.03	1.11	3.47	1.02	14.23	270.32		259.73
Norte	1059.654 ST032_Norte10	T = 500 años	50.3	608.75	610.41	610.61	611.19	0.036957	13.88	13.05	14.33	0.91	3.85	1.29	99.68	365.83		329.96
Norte	1049.288 ST033_Norte11	T = 500 años	50.3	608.16	609.6	609.94	610.68	0.060765	13.07	11.09	13.53	0.82	4.53	1.59	207.54	529.5		488.72
Norte	1039.494 ST034_Norte12	T = 500 años	50.3	607.35	609.14	609.42	610.11	0.049115	12.56	11.66	13.13	0.89	4.31	1.45	155.58	464.33		427.54
Norte	1029.671 ST035_Norte13	T = 500 años	50.3	606.5	608.27	608.65	609.5	0.073164	12.83	10.44	13.39	0.78	4.82	1.74	288.73	618.51		559.72
Norte	1013.379 ST036	T = 500 años	50.3	604.67	606.11	606.73	608.18	0.137079	9.76	7.9	10.21	0.77	6.37	2.26		1040.11		1040.11
Norte	996.0865 ST037	T = 500 años	50.3	604.09	605.81	606.09	606.73	0.05195	14.29	12.08	14.92	0.81	4.16	1.48	236.23	462.96		412.45
Norte	970.3833 ST038	T = 500 años	50.3	602.28	604.21	604.51	605.27	0.041974	10.3	11.32	11.07	1.02	4.44	1.39	219.04	491.72		420.87
Norte	951.9571 ST039	T = 500 años	50.3	601.78	603.36	603.66	604.39	0.047037	11.7	11.46	12.22	0.94	4.39	1.45	210.85	483.73		432.54
Norte	915.6697 ST040	T = 500 años	50.3	597.86	598.95	599.64	601.44	0.189962	10.04	7.21	10.38	0.69	6.98	2.63		1294.23		1294.23
Norte	879.8602 ST041	T = 500 años	50.3	594.26	595.3	595.69	596.61	0.127514	16.72	9.93	17.12	0.58	5.07	2.1	702.19	736.12		724.85
Norte	856.8371 ST042	T = 500 años	50.3	591.44	592.82	593.27	594.27	0.121847	14.19	9.44	14.58	0.65	5.33	2.09		773.46		773.46
Norte	830.6249 ST043	T = 500 años	50.3	590.89	592.53	592.62	593.22	0.03011	13.09	13.76	13.76	1.00	3.66	1.14		312.9	42.16	295.29

Norte	802.9522 ST044	T = 500 años	50.3	589.67	591.01	591.31	592	0.065355	15.05	11.55	15.44	0.75	4.36	1.61	330.38	515.22		479.25
Norte	779.4027 ST045	T = 500 años	50.3	586.36	588.06	588.53	589.55	0.084753	10.01	9.28	10.65	0.87	5.42	1.8		724.17		724.17
Norte	761.7619 ST046	T = 500 años	50.3	585.07	586.31	586.76	587.88	0.151176	16.56	9.21	16.81	0.55	5.46	2.38		885.86	376.37	811.65
Norte	742.2374 ST047	T = 500 años	50.3	582.53	583.88	584.31	585.24	0.08362	11.4	9.72	11.84	0.82	5.18	1.79		673.41		673.41
Norte	724.8168 ST048	T = 500 años	50.3	581.66	582.97	583.25	583.91	0.055136	13.97	11.77	14.31	0.82	4.27	1.49	38.49	456.79		444.76
Norte	701.1826 ST049	T = 500 años	50.3	578.16	579.11	579.72	581.59	0.25231	12.71	7.2	12.97	0.56	6.98	2.96		1392.88	114.88	1374.47
Norte	678.5153 ST050	T = 500 años	50.3	576.92	578.09	578.72	580.41	0.180378	11.07	7.51	11.42	0.66	6.7	2.62		1220.44	311.63	1163.26
Norte	663.1860 ST051	T = 500 años	50.3	574.93	576.66	576.97	577.69	0.061557	12.41	11.21	13.43	0.83	4.49	1.51		503.75		503.75
Norte	647.0441 ST052	T = 500 años	50.3	573.2	575.02	575.42	576.29	0.058197	10.26	10.23	10.95	0.93	4.92	1.6		587.73	147.52	533.3
Norte	621.7796 ST053	T = 500 años	50.3	572.47	573.95	574.21	574.81	0.054126	16.09	12.31	16.41	0.75	4.08	1.5		427.82	44.09	398.39
Norte	591.4191 ST054	T = 500 años	50.3	570.35	571.97	572.27	572.98	0.056947	12.33	11.25	12.8	0.88	4.47	1.49		491.01		491.01
Norte	550.6484 ST055	T = 500 años	50.3	567.15	568.71	569.17	570.1	0.085127	11.29	9.64	11.76	0.82	5.22	1.8		684.36		684.36
Norte	521.6311 ST056_Centro1	T = 500 años	50.3	564.86	566.47	566.89	567.8	0.077687	10.96	9.81	11.47	0.86	5.13	1.73		651.73		651.73
Norte	510.7182 ST057_Centro2	T = 500 años	50.3	564.1	565.49	566.02	567.16	0.102931	10.27	8.8	10.79	0.82	5.72	1.97		823.41		823.41
Norte	501.5185 ST058_Centro3	T = 500 años	50.3	563.45	564.55	564.98	566.01	0.147307	17.53	9.51	17.8	0.53	5.29	2.32		819.22	236.07	771.38
Norte	488.4881 ST059_Centro4	T = 500 años	50.3	563.02	564.13	564.4	565.01	0.072588	19.58	12.23	19.86	0.62	4.11	1.68		472.3	125.19	438.23
Norte	472.8883 ST060_Centro5	T = 500 años	50.3	559.31	561.87	562.57	563.98	0.107503	6.37	7.81	8.28	0.94	6.44	1.86		994.67		994.67
Norte	458.6886 ST061_Centro6	T = 500 años	50.3	559.96	561.47	561.61	562.17	0.035901	14.46	13.67	15.16	0.90	3.68	1.21		329.61	56.94	317.43
Norte	447.2800 ST062_Centro7	T = 500 años	50.3	559.87	561.34	561.34	561.84	0.024235	15.96	16.08	16.46	0.98	3.13	0.99		232.2		232.2
Norte	428.6332 ST063_Centro8	T = 500 años	50.3	557.59	559.34	559.7	560.48	0.065735	11.64	10.63	12.35	0.86	4.73	1.58		554.72		554.72
Norte	417.7626 ST064_Centro9	T = 500 años	50.3	556.84	558.81	559.11	559.83	0.047759	10.17	11.23	11.15	1.01	4.48	1.36		471.45		471.45
Norte	403.6630 ST065_Centro10	T = 500 años	50.3	555.84	557.46	558.08	559.41	0.114684	8.92	8.12	9.56	0.85	6.2	2.07		955.05		955.05
Norte	394.3524 ST066_Centro11	T = 500 años	50.3	556.56	558.1	558.12	558.56	0.022525	19.71	17.26	20.27	0.85	2.91	1.02		218.81	73.16	188.11
Norte	384.4524 ST067_Centro12	T = 500 años	50.3	555.81	557.07	557.41	558.14	0.071913	14.16	11.01	14.44	0.76	4.57	1.65		537.87		537.87
Norte	374.0658 ST068_Centro13	T = 500 años	50.3	555.63	557.33	557.33	557.71	0.01743	24.56	19.73	25.24	0.78	2.55	0.98		193.82	72.7	133.61
Norte	364.8558 ST069_Centro14	T = 500 años	50.3	554.88	556.34	556.66	557.38	0.059262	21	12.21	21.5	0.57	4.12	1.89		536.31	133.08	329.94
Norte	353.4021 ST070_Centro15	T = 500 años	50.3	554.09	555.77	556.07	556.75	0.049113	17.03	12.28	17.66	0.70	4.1	1.64		477.68	124.57	334.82
Norte	344.2554 ST071_Centro16	T = 500 años	50.3	554.48	555.69	555.79	556.25	0.033468	19.05	15.46	19.45	0.79	3.25	1.18	223.07	321.39	233.63	260.88
Norte	333.4979 ST072_Centro17	T = 500 años	50.3	554.26	555.55	555.58	555.94	0.020744	25.79	19.28	26.15	0.74	2.61	1.02	182.75	208.63	77.25	149.92
Norte	323.9020 ST073_Centro18	T = 500 años	50.3	552.17	553.91	554.41	555.47	0.087244	11.82	9.26	12.39	0.75	5.43	2	114.66	756.43	61.05	638.87
Norte	306.0391 ST074_Centro19	T = 500 años	50.3	549.81	552.44	552.91	553.76	0.063628	8.36	9.88	10.05	0.98	5.09	1.49		613.37		613.37
Norte	286.6170 ST075_Centro20	T = 500 años	50.3	548.89	551.73	551.92	552.65	0.034804	9.68	12.01	11.47	1.05	4.19	1.22	70.26	406.43		357.43
Norte	260.1846 ST076	T = 500 años	50.3	546.83	548.66	549.32	550.58	0.109294	8.55	8.2	9.45	0.87	6.14	2		929.68		929.68
Norte	240.8682 ST077	T = 500 años	50.3	545.52	547.09	547.9	549.82	0.150558	6.67	6.87	7.73	0.89	7.32	2.3		1311.94		1311.94
Norte	224.4101 ST078	T = 500 años	50.3	545.8	547.88	547.96	548.58	0.02896	11.46	13.56	12.29	1.10	3.71	1.09		313.37		313.37
Norte	203.4444 ST079	T = 500 años	50.3	544.01	545.65	546.21	547.44	0.106313	9.39	8.49	10.09	0.84	5.93	1.99		876.51		876.51
Norte	185.3206 ST080	T = 500 años	50.3	543.28	545.24	545.46	546.13	0.043765	11.73	12.02	12.38	0.97	4.19	1.32		416.69		416.69
Norte	173.5058 ST081	T = 500 años	50.3	542.72	544.31	544.73	545.6	0.076304	15.85	10.62	16.25	0.65	4.74	1.96	175.07	651.11		489.1
Norte	153.9011 ST082	T = 500 años	50.3	542.05	544.31	544.26	544.82	0.01556	15.58	17.06	16.5	1.03	2.95	0.97	58.61	220		157.74
Norte	132.7475 ST083	T = 500 años	50.3	541.97	543.85	543.85	544.33	0.031953	15.97	16.5	16.86	0.98	3.05	0.97	183.44	396.53		306.49
Norte	123.5904 ST084	T = 500 años	50.3	539.58	542.23	542.71	543.69	0.107357	7.89	9.48	9.6	0.99	5.3	1.56	189.54	1159.55		1040.04
Norte	115.5281 ST085	T = 500 años	50.3	539.73	542.44	542.44	543.1	0.038096	10.86	14.16	12.29	1.15	3.55	1.01	108.56	497.26		430.36
Norte	110.7430 ST086	T = 500 años	50.3	539.08	541.96	542.11	542.88	0.052526	8.29	12	10.11	1.19	4.19	1.13	199.03	689.92		611.64
Norte	103.4341 ST087	T = 500 años	50.3	538.68	541.21	541.76	542.66	0.108469	7.97	9.49	9.49	1.00	5.3	1.56		1151.32	133.46	1062.89
Norte	97.90736 ST088	T = 500 años	50.3	538.73	540.68	541.18	542.2	0.110007	8.44	9.29	9.39	0.99	5.42	1.66	512.47	1231.89		1067.29
Norte	90.14792 ST089	T = 500 años	50.3	537.46	540.4	540.4	541.13	0.04355	9.46	13.35	11.24	1.19	3.77	1.02		548.36	52.74	507.06
Norte	83.34998 ST090	T = 500 años	50.3	538.28	539.76	540.03	540.67	0.080524	13.66	11.99	14.3	0.84	4.19	1.44		782.52	336.68	662.39
Norte	74.19568 ST091	T = 500 años	50.3	536.93	538.99	539.33	540.08	0.094753	12.13	11.01	12.93	0.85	4.57	1.55	55.79	898.07	132.73	791.59
Norte	64.94665 ST092	T = 500 años	50.3	537.48	539.1	539.1	539.7	0.043365	12.29	14.65	13.19	1.11	3.43	1		472.04		472.04

Norte	57.38595 ST093	T = 500 años	50.3	536.75	538.01	538.43	539.3	0.139948	14.28	10.15	14.55	0.70	4.95	1.91	268.3	1151.75	308.15	957.83
Norte	47.73773 ST094	T = 500 años	50.3	536.12	537.29	537.57	538.21	0.101143	18.36	11.97	18.63	0.64	4.2	1.67	13.8	856.04	445.01	637
Norte	39.39175 ST095	T = 500 años	50.3	535.88	537.58	537.15	537.77	0.010185	22.04	26.37	22.56	1.17	1.91	0.57	44.77	145.73	63.48	116.74
Norte	30.11351 ST096	T = 500 años	50.3	535.52	537.41	537.12	537.65	0.01368	22.97	23.7	23.32	1.02	2.12	0.69	56.04	192.21	86.08	136.36
Norte	23.74129 ST097	T = 500 años	50.3	535.44	537.09	537.09	537.49	0.033459	20.97	18.12	21.57	0.84	2.78	0.96		344.1	158.89	275.59
Norte	19.31648 ST098	T = 500 años	50.3	535.44	536.11	536.41	537.09	0.169651	20.81	11.47	20.96	0.55	4.39	1.89		970.9	540.91	909.95
Norte	13.73443 ST099	T = 500 años	50.3	535.24	536.4	536.4	536.75	0.03612	27.68	19.47	27.93	0.70	2.58	0.99	123.56	306.53	195.07	246.99
Norte	2.254585 ST100_AguasAbajo	T = 500 años	50.3	533.27	534.74	535.03	535.7	0.105709	14.03	11.6	14.36	0.81	4.34	1.52		837.04		837.04

APÉNDICE III: CÁLCULOS DE LA ALTERNATIVA CENTRO.

1. PUENTE SOBRE EL BARRANCO DEL REMEDIO.

a) SIN REGULARIZACIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CAUCE.

b) CON REGULARIZACIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CAUCE.

2. PUENTE SOBRE EL BARRANCO DEL MONTÚ.

a) SIN REGULARIZACIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CAUCE.

b) CON REGULARIZACIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CAUCE.

Las variables incluidas en las tablas son las siguientes:

- *River Station:* Identificación-ubicación de la sección transversal.
- *Q Total:* caudal circulante por la sección, en m^3/s.
- *Min Ch E:* cota mínima de la sección transversal (cota del thalweg), en m.s.n.m.
- *W.S. Elev:* cota de la superficie del agua, en m.s.n.m.
- *Crit. W.S.:* cota de la superficie de agua correspondiente al régimen crítico, en m.s.n.m.
- *E.G.Elev:* cota de la línea de energía, en m.s.n.m.
- *E.G.Slope:* pendiente de la línea de energía, en m/m.
- *Top width:* ancho libre o tirante, en m.
- *Flow área:* área de la sección mojada, en m^2.
- *W.P. Total: perímetro mojado, en m.*
- *R_H: radio hidráulico de la sección, en m.*
- *Vel Total*: velocidad media de la sección mojada, en m/s.
- *Froude #XS*: número de Froude de la sección completa.
- *Shear LOB:* tensión tangencial o de corte sobre la margen izquierda, en N/m^2.
- *Shear Chan:* tensión tangencial o de corte sobre el lecho en N/m^2.
- *Shear ROB:* tensión tangencial o de corte sobre la margen derecha en N/m^2.
- *Shear Total:* tensión tangencial media en la sección completa en N/m^2.

1. PUENTE SOBRE EL BARRANCO DEL REMEDIO.

a) SIN REGULARIZACIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CAUCE:

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)	Top Width (m)	Flow Area (m2)	W.P. Total (m)	R_H (m)	Vel Total (m/s)	Froude # XS	Shear LOB (N/m2)	Shear Chan (N/m2)	Shear ROB (N/m2)	Shear Total (N/m2)
Centro	1077.733 ST001_AguasArrib	T = 500 años	63	565.34	567.62	567.62	567.77	0.004088	31.3	37.23	33.06	1.13	1.69	0.5	47.1	40.77		45.16
Centro	1054.586 ST002	T = 500 años	63	563.48	564.8	565.44	567.29	0.142159	16.1	9.44	16.61	0.57	6.67	2.92	511.47	1021.16		792.53
Centro	1035.336 ST003	T = 500 años	63	562.73	565.09	565.17	565.88	0.019468	11.78	15.98	12.83	1.25	3.94	1.08		237.95		237.95
Centro	1001.874 ST004	T = 500 años	63	560.63	562.77	563.37	564.63	0.074147	11	10.42	12	0.87	6.04	1.98		631.32		631.32
Centro	979.6986 ST005	T = 500 años	63	559.8	561.91	562.28	563.12	0.03752	11.57	12.93	12.36	1.05	4.87	1.47		385.14		385.14
Centro	956.1775 ST006	T = 500 años	63	556.91	558.86	559.7	561.82	0.116025	8.53	8.26	9.39	0.88	7.63	2.47		1000.54		1000.54
Centro	938.5543 ST007	T = 500 años	63	556.1	557.74	558.79	561.01	0.114674	7.18	7.86	8.23	0.96	8.01	2.44		1074.75		1074.75
Centro	927.5616 ST008	T = 500 años	63	554.68	557.94	558.22	559.16	0.029677	7.91	12.9	10.29	1.25	4.89	1.22		364.88		364.88
Centro	912.9825 ST009	T = 500 años	63	554.77	556.91	557.35	558.36	0.040408	9.06	11.8	10.38	1.14	5.34	1.49		450.48		450.48
Centro	900.8463 ST010	T = 500 años	63	553.22	555.92	556.53	557.78	0.064021	8.77	10.41	10.73	0.97	6.05	1.77		609.31		609.31
Centro	874.4676 ST011	T = 500 años	63	553.08	555.52	555.74	556.51	0.025917	10.97	14.33	12.09	1.19	4.4	1.23		301.16		301.16
Centro	857.5044 ST012	T = 500 años	63	552.41	554.79	555.22	556.1	0.040515	10.75	12.4	11.78	1.05	5.08	1.51		418.33		418.33
Centro	817.4845 ST013	T = 500 años	63	551.54	553.26	553.56	554.22	0.048543	19.47	14.49	19.89	0.73	4.35	1.61		346.6		346.6
Centro	801.4736 ST014	T = 500 años	63	551.22	553.13	553.19	553.81	0.018321	14.44	17.36	15.06	1.15	3.63	1.06		207.05		207.05
Centro	783.4383 ST015	T = 500 años	63	548.85	550.85	551.46	552.89	0.099382	11.92	9.94	13.3	0.75	6.34	2.21		728.9		728.9
Centro	762.4231 ST016	T = 500 años	63	547.86	551.1	550.83	551.5	0.009563	16.21	22.49	17.68	1.27	2.8	0.76		119.33		119.33
Centro	753.3146 ST017	T = 500 años	63	547.9	550.72	550.72	551.36	0.017029	14.07	17.79	15.46	1.15	3.54	1.01	5.08	196.12	5.57	192.21
Centro	728.4045 ST018_Norte1	T = 500 años	63	546.98	548.69	549.28	550.52	0.058423	9.45	10.51	10.25	1.03	6	1.81		587.54		587.54
Centro	710.8124 ST019_Norte2	T = 500 años	63	546.57	548.88	548.88	549.49	0.015054	14.84	18.26	16.35	1.12	3.45	1	80.78	177.95		164.86
Centro	699.2703 ST020_Norte3	T = 500 años	63	545.61	547.42	547.99	549.21	0.069184	11.28	10.62	11.94	0.89	5.93	1.95		603.35		603.35
Centro	686.0010 ST021_Norte4	T = 500 años	63	544.3	546.61	547.2	548.35	0.058727	9.73	10.81	11.03	0.98	5.83	1.77		564.23		564.23
Centro	675.5554 ST022_Norte5	T = 500 años	63	543.47	545.45	546.2	547.96	0.097323	9.16	8.98	10.14	0.89	7.02	2.26		845.23		845.23
Centro	661.6116 ST023_Norte6	T = 500 años	63	541.73	543.68	544.62	547.45	0.162308	7.93	7.32	8.92	0.82	8.61	2.86		1305.63		1305.63
Centro	652.7556 ST024_Norte7	T = 500 años	63	541.63	542.91	543.83	546.64	0.169096	8.8	7.36	9.38	0.78	8.56	2.99		1307.25	16.72	1301.61
Centro	646.1230 ST025_Norte8	T = 500 años	63	540.9	542.74	543.59	545.57	0.08132	7.84	8.46	8.82	0.96	7.45	2.29		871.42	321.96	765.25
Centro	630.3441 ST026_Norte9	T = 500 años	63	540.28	542.49	542.91	543.89	0.034062	9.09	12.04	10.41	1.16	5.23	1.45		421.99	92.2	386.56
Centro	618.5389 ST027_Norte10	T = 500 años	63	539.98	542	542.38	543.32	0.035021	9.21	12.37	10.5	1.18	5.09	1.4		404.64		404.64
Centro	608.3902 ST028_Norte11	T = 500 años	63	539.97	541.75	542.06	542.94	0.031665	9.84	12.99	11	1.18	4.85	1.35		366.77		366.77
Centro	598.5890 ST029_Norte12	T = 500 años	63	539.06	540.71	541.28	542.49	0.053651	8.95	10.68	10	1.07	5.9	1.72		561.61		561.61
Centro	589.2414 ST030_Norte13	T = 500 años	63	538.63	540.72	541.05	541.93	0.032727	10.04	12.92	11.12	1.16	4.88	1.37		372.86		372.86
Centro	579.2869 ST031_Norte14	T = 500 años	63	538.16	540.24	540.69	541.64	0.043879	10.95	12.05	11.75	1.03	5.23	1.59		445.54	11.57	441.24
Centro	569.6743 ST032_Norte15	T = 500 años	63	537.95	539.36	539.93	541.14	0.053041	10.15	10.67	10.88	0.98	5.91	1.84		564.8	145.44	509.95
Centro	559.0343 ST033_Norte16	T = 500 años	63	537.51	539.95	539.95	540.71	0.007874	12.87	18.38	13.91	1.32	3.43	1.03		113.08	83.14	102
Centro	548.6580 ST034_Norte17	T = 500 años	63	536.37	538.23	538.91	540.42	0.063557	8.81	9.61	9.82	0.98	6.55	2		680.59	242.06	610.15
Centro	539.0978 ST035_Norte18	T = 500 años	63	536.28	538.45	538.84	539.73	0.032509	10.66	12.57	11.58	1.09	5.01	1.47		388.24	121.17	345.91
Centro	528.1705 ST036_Norte19	T = 500 años	63	535.52	537.64	538.16	539.27	0.047901	9.16	11.15	10.24	1.09	5.65	1.63		511.5		511.5
Centro	517.4688 ST037_Centro1	T = 500 años	63	535.44	538.43	538.43	538.88	0.008805	24.77	21.77	26.33	0.83	2.89	1	15.3	122.27	46.69	71.4
Centro	499.9976 ST038_Centro2	T = 500 años	63	536.09	538.46	537.91	538.54	0.003388	57.97	53.22	58.51	0.91	1.18	0.42	21.11	58.43	23.77	30.21
Centro	491.2694		Bridge															
Centro	482.5412 ST039_Centro3	T = 500 años	63	535.53	537.8	537.8	538.16	0.020194	36.7	25.8	37.29	0.69	2.44	1.01	86.47	242.5	73.32	137.03
Centro	469.6533 ST040_Centro4	T = 500 años	63	534.62	536.47	536.81	537.5	0.06482	21.01	14.82	21.51	0.69	4.25	1.71	258.36	689.11	58.06	437.91
Centro	455.1911 ST041_Centro5	T = 500 años	63	534.06	535.78	535.95	536.52	0.041098	18.54	16.96	19.16	0.89	3.71	1.27	276.52	475	220.76	356.71

Centro	438.9807 ST042_Centro6	T = 500 años	63	533.11	535.6	535.66	536.18	0.030332	18.43	18.9	19.45	0.97	3.33	1.07	194.35	365.56		288.97
Centro	425.9322 ST043_Centro7	T = 500 años	63	532.26	533.71	534.33	535.75	0.12752	11.01	10.1	11.61	0.87	6.24	2.11	663.94	1305.26		1088.27
Centro	418.8448 ST044_Centro8	T = 500 años	63	531.2	533.21	533.58	534.39	0.055911	11.41	13.28	12.22	1.09	4.74	1.42	155.49	674.93		595.82
Centro	406.7863 ST045_Centro9	T = 500 años	63	530.87	533.09	533.3	533.78	0.036778	27.66	18.88	28.79	0.66	3.34	1.42	109.82	445.18		236.59
Centro	400.1609 ST046_Centro10	T = 500 años	63	530.87	532.17	532.58	533.49	0.125742	18.62	12.38	19.05	0.65	5.09	1.99	683.62	887.86		801.27
Centro	393.2106 ST047	T = 500 años	63	530.13	530.99	531.49	532.82	0.206797	19.05	10.69	19.41	0.55	5.89	2.55	1152.25	1094.11		1117.09
Centro	386.3405 ST048	T = 500 años	63	529.81	531.43	531.62	532.21	0.043254	17.02	16.49	17.49	0.94	3.82	1.26	164.71	469.45		399.79
Centro	380.1200 ST049	T = 500 años	63	528.73	530.85	531.24	532.02	0.06438	12.95	13.27	13.66	0.97	4.75	1.51	87.04	690.22		613.49
Centro	374.9919 ST050	T = 500 años	63	527.93	529.92	530.47	531.67	0.124639	11.12	10.77	12.04	0.89	5.85	1.9		1092.91		1092.91
Centro	366.3560 ST051	T = 500 años	63	527.22	529.9	529.36	530.16	0.008392	18.42	28.05	19.42	1.44	2.25	0.59	16.45	137.32	38	118.85
Centro	358.2397 ST052	T = 500 años	63	527.19	529.36	529.27	529.87	0.023948	16.38	19.98	17.16	1.16	3.15	0.91	17.94	287.78	26.22	273.36
Centro	345.3813 ST053	T = 500 años	63	525.48	528.59	528.59	529.37	0.029454	10.6	16.24	12.39	1.31	3.88	1.01	85.01	422.22		378.61
Centro	334.4556 ST054	T = 500 años	63	524.52	526.22	526.97	528.69	0.155212	9.2	9.11	9.91	0.92	6.91	2.23	32.84	1501.5	260.14	1399.82
Centro	318.5691 ST055	T = 500 años	63	524.05	526.8	526.8	527.57	0.03162	10.5	16.21	11.96	1.36	3.89	1		420.06		420.06
Centro	301.4392 ST056	T = 500 años	63	523.08	525.43	525.79	526.73	0.050455	9.49	12.71	10.71	1.19	4.96	1.4	90.04	713.12	178.26	587.15
Centro	287.1481 ST057	T = 500 años	63	522.95	525.43	525.43	526.18	0.025351	11.25	16.71	12.48	1.34	3.77	1	28.23	408.91	203.7	332.86
Centro	271.8303 ST058	T = 500 años	63	522.78	524.7	525.05	525.9	0.064759	12.12	13.04	12.77	1.02	4.83	1.49	444.19	723.51		648.69
Centro	260.2032 ST059	T = 500 años	63	522.1	524.94	524.94	525.66	0.031363	11.63	16.77	12.96	1.29	3.76	1		398.11		398.11
Centro	243.8547 ST060	T = 500 años	63	522.16	524.27	524.51	525.22	0.048848	13.8	14.79	14.87	0.99	4.26	1.33	311.75	586.56		476.65
Centro	227.2688 ST061	T = 500 años	63	521.14	524.26	523.85	524.66	0.010147	15.6	23.94	17.03	1.41	2.63	0.71	66.19	203.72	56.03	139.87
Centro	206.4682 ST062	T = 500 años	63	519.77	524.4	523.27	524.53	0.00097	22.55	51.72	26.33	1.96	1.22	0.33	15.9	22.65	15.12	18.69
Centro	181.1305 ST063	T = 500 años	63	518.38	524.41	522.14	524.49	0.001216	24.23	52.15	29.24	1.78	1.21	0.27	6.43	34.19	7.81	21.27
Centro	161.8484 ST064	T = 500 años	63	519.02	523.39	523.39	524.34	0.026045	8.73	15.39	12.92	1.19	4.09	1.04	95.38	425.1	145.65	304.36
Centro	145.4910 ST065	T = 500 años	63	518.29	520.87	521.61	523.35	0.138963	10.28	9.31	12.25	0.76	6.77	2.34	177.99	1481.49	191.79	1034.99
Centro	128.1565 ST066	T = 500 años	63	517.24	518.67	519.37	521.14	0.19053	11.26	9.15	11.67	0.78	6.89	2.46	619.9	1604.08		1465.15
Centro	111.9088 ST067	T = 500 años	63	516.29	518.34	518.52	519.14	0.0484	16.4	15.97	17.17	0.93	3.95	1.28	311.2	498.54		441.33
Centro	101.5390 ST068	T = 500 años	63	515.3	518.53	517.85	518.8	0.008052	16.96	27.59	18.47	1.49	2.28	0.58	85.21	146.99		117.97
Centro	90.83890 ST069	T = 500 años	63	515.41	517.87	517.87	518.53	0.022309	14	18.17	14.9	1.22	3.47	1.01	80.42	364.72	161.81	266.74
Centro	86.23168 ST070	T = 500 años	63	515.16	516.89	517.34	518.34	0.088569	14.21	12.14	14.84	0.82	5.19	1.84	427.07	937.65	97.18	710.45
Centro	79.21702 ST071	T = 500 años	63	514.97	516.41	516.91	518	0.089731	13.09	11.67	13.75	0.85	5.4	1.89	311.96	980.58	52.48	747.05
Centro	70.98137 ST072	T = 500 años	63	515.47	517.01	517.01	517.59	0.024307	16.73	19.01	17.25	1.10	3.31	1.01	135.53	335.91	234.09	262.67
Centro	64.51474 ST073	T = 500 años	63	514.47	515.8	516.19	517.11	0.095012	18.92	12.94	19.38	0.67	4.87	1.96	523.81	946.99	388.76	622.26
Centro	56.55378 ST074	T = 500 años	63	514.02	516.22	515.78	516.37	0.005298	30.49	36.96	31.25	1.18	1.7	0.5	60.57	98.86	50.2	61.44
Centro	47.18888 ST075	T = 500 años	63	514.08	516.17	515.68	516.32	0.004714	31.5	38.11	32.13	1.19	1.65	0.5	64.29	83.21	36.08	54.83
Centro	34.91596 ST076	T = 500 años	63	514.13	515.77	515.77	516.2	0.019641	26.41	22.83	26.76	0.85	2.76	0.99	192.06	264.76	84.16	164.33
Centro	26.34430 ST077	T = 500 años	63	513.59	515.71	515.4	516	0.00934	20.37	26.74	21.19	1.26	2.36	0.67	82.47	177.87	116.24	115.58
Centro	23.44908 ST078	T = 500 años	63	513.54	515.7	515.35	515.98	0.008553	22.51	28.52	23.17	1.23	2.21	0.66	66.35	159.48	61.46	103.26
Centro	18.42815 ST079	T = 500 años	63	513.63	515.72	515.26	515.89	0.00577	29.19	35.74	29.83	1.20	1.76	0.52	56.14	102.83	49.15	67.81
Centro	3.500771 ST080_AguasAbajo	T = 500 años	63	513.42	515.17	515.17	515.69	0.024081	19.78	20.21	20.45	0.99	3.12	1.02	142.49	320.52	25.87	233.38

b) CON REGULARIZACIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CAUCE:

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Top Width	Flow Area	W.P. Total	R_H	Vel Total	Froude # XS	Shear LOB	Shear Chan	Shear ROB	Shear Total
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m)	(m2)	(m)	(m)	(m/s)		(N/m2)	(N/m2)	(N/m2)	(N/m2)
Centro	1077.733 ST001_AguasArrib	T = 500 años	63	565.34	567.62	567.62	567.77	0.004088	31.3	37.23	33.06	1.13	1.69	0.5	47.1	40.77		45.16
Centro	1054.586 ST002	T = 500 años	63	563.48	564.8	565.44	567.29	0.142159	16.1	9.44	16.61	0.57	6.67	2.92	511.47	1021.16		792.53
Centro	1035.336 ST003	T = 500 años	63	562.73	565.09	565.17	565.88	0.019468	11.78	15.98	12.83	1.25	3.94	1.08		237.95		237.95
Centro	1001.874 ST004	T = 500 años	63	560.63	562.77	563.37	564.63	0.074147	11	10.42	12	0.87	6.04	1.98		631.32		631.32
Centro	979.6986 ST005	T = 500 años	63	559.8	561.91	562.28	563.12	0.03752	11.57	12.93	12.36	1.05	4.87	1.47		385.14		385.14
Centro	956.1775 ST006	T = 500 años	63	556.91	558.86	559.7	561.82	0.116025	8.53	8.26	9.39	0.88	7.63	2.47		1000.54		1000.54
Centro	938.5543 ST007	T = 500 años	63	556.1	557.74	558.79	561.01	0.114674	7.18	7.86	8.23	0.96	8.01	2.44		1074.75		1074.75
Centro	927.5616 ST008	T = 500 años	63	554.68	557.94	558.22	559.16	0.029677	7.91	12.9	10.29	1.25	4.89	1.22		364.88		364.88
Centro	912.9825 ST009	T = 500 años	63	554.77	556.91	557.35	558.36	0.040408	9.06	11.8	10.38	1.14	5.34	1.49		450.48		450.48
Centro	900.8463 ST010	T = 500 años	63	553.22	555.92	556.53	557.78	0.064021	8.77	10.41	10.73	0.97	6.05	1.77		609.31		609.31
Centro	874.4676 ST011	T = 500 años	63	553.08	555.52	555.74	556.51	0.025917	10.97	14.33	12.09	1.19	4.4	1.23		301.16		301.16
Centro	857.5044 ST012	T = 500 años	63	552.41	554.79	555.22	556.1	0.040515	10.75	12.4	11.78	1.05	5.08	1.51		418.33		418.33
Centro	817.4845 ST013	T = 500 años	63	551.54	553.26	553.56	554.22	0.048543	19.47	14.49	19.89	0.73	4.35	1.61		346.6		346.6
Centro	801.4736 ST014	T = 500 años	63	551.22	553.13	553.19	553.81	0.018321	14.44	17.36	15.06	1.15	3.63	1.06		207.05		207.05
Centro	783.4383 ST015	T = 500 años	63	548.85	550.85	551.46	552.89	0.099382	11.92	9.94	13.3	0.75	6.34	2.21		728.9		728.9
Centro	762.4231 ST016	T = 500 años	63	547.86	551.1	550.83	551.5	0.009563	16.21	22.49	17.68	1.27	2.8	0.76		119.33		119.33
Centro	753.3146 ST017	T = 500 años	63	547.9	550.72	550.72	551.36	0.017029	14.07	17.79	15.46	1.15	3.54	1.01	5.08	196.12	5.57	192.21
Centro	728.4045 ST018_Norte1	T = 500 años	63	546.98	548.69	549.28	550.52	0.058423	9.45	10.51	10.25	1.03	6	1.81		587.54		587.54
Centro	710.8124 ST019_Norte2	T = 500 años	63	546.57	548.88	548.88	549.49	0.015054	14.84	18.26	16.35	1.12	3.45	1	80.78	177.95		164.86
Centro	699.2703 ST020_Norte3	T = 500 años	63	545.61	547.42	547.99	549.21	0.069184	11.28	10.62	11.94	0.89	5.93	1.95		603.35		603.35
Centro	686.0010 ST021_Norte4	T = 500 años	63	544.3	546.61	547.2	548.35	0.058727	9.73	10.81	11.03	0.98	5.83	1.77		564.23		564.23
Centro	675.5554 ST022_Norte5	T = 500 años	63	543.47	545.45	546.2	547.96	0.097323	9.16	8.98	10.14	0.89	7.02	2.26		845.23		845.23
Centro	661.6116 ST023_Norte6	T = 500 años	63	541.73	543.68	544.62	547.45	0.162308	7.93	7.32	8.92	0.82	8.61	2.86		1305.63		1305.63
Centro	652.7556 ST024_Norte7	T = 500 años	63	541.63	542.91	543.83	546.64	0.169096	8.8	7.36	9.38	0.78	8.56	2.99		1307.25	16.72	1301.61
Centro	646.1230 ST025_Norte8	T = 500 años	63	540.9	542.74	543.59	545.57	0.08132	7.84	8.46	8.82	0.96	7.45	2.29		871.42	321.96	765.25
Centro	630.3441 ST026_Norte9	T = 500 años	63	540.28	542.49	542.91	543.89	0.034062	9.09	12.04	10.41	1.16	5.23	1.45		421.99	92.2	386.56
Centro	618.5389 ST027_Norte10	T = 500 años	63	539.98	542	542.38	543.32	0.035021	9.21	12.37	10.5	1.18	5.09	1.4		404.64		404.64
Centro	608.3902 ST028_Norte11	T = 500 años	63	539.97	541.75	542.06	542.94	0.031665	9.84	12.99	11	1.18	4.85	1.35		366.77		366.77
Centro	598.5890 ST029_Norte12	T = 500 años	63	539.06	540.71	541.28	542.49	0.053651	8.95	10.68	10	1.07	5.9	1.72		561.61		561.61
Centro	589.2414 ST030_Norte13	T = 500 años	63	538.63	540.72	541.05	541.93	0.032727	10.04	12.92	11.12	1.16	4.88	1.37		372.86		372.86
Centro	579.2869 ST031_Norte14	T = 500 años	63	538.16	540.24	540.69	541.64	0.043879	10.95	12.05	11.75	1.03	5.23	1.59		445.54	11.57	441.24
Centro	569.6743 ST032_Norte15	T = 500 años	63	537.95	539.36	539.93	541.14	0.053041	10.15	10.67	10.88	0.98	5.91	1.84		564.8	145.44	509.95
Centro	559.0343 ST033_Norte16	T = 500 años	63	537.51	539.95	539.95	540.71	0.007874	12.87	18.38	13.91	1.32	3.43	1.03		113.08	83.14	102
Centro	548.6580 ST034_Norte17	T = 500 años	63	536.37	538.23	538.91	540.42	0.063557	8.81	9.61	9.82	0.98	6.55	2		680.59	242.06	610.15
Centro	539.0978 ST035_Norte18	T = 500 años	63	536.28	538.45	538.84	539.73	0.032509	10.66	12.57	11.58	1.09	5.01	1.47		388.24	121.17	345.91
Centro	528.1705 ST036_Norte19	T = 500 años	63	535.52	537.64	538.16	539.27	0.047901	9.16	11.15	10.24	1.09	5.65	1.63		511.5		511.5
Centro	517.4688 ST037_Centro1	T = 500 años	63	535.44	538.54	537.21	538.66	0.001424	25.34	41.54	26.87	1.55	1.52	0.38	5.8	30.88	4.83	21.58
Centro	499.9976 ST038_Centro2	T = 500 años	63	536.09	538.52	537.82	538.61	0.003034	59.63	53.37	60.62	0.88	1.18	0.45	21.59	55.88	13.81	26.19
Centro	491.2694		Bridge															
Centro	482.5412 ST039_Centro3	T = 500 años	63	535.53	537.23	537.23	537.81	0.027378	17.57	18.95	18.2	1.04	3.32	1.04	36.03	328.14		279.49
Centro	469.6533 ST040_Centro4	T = 500 años	63	534.62	536.04	536.33	537	0.058919	13.83	14.47	14.37	1.01	4.35	1.36		581.72		581.72
Centro	455.1911 ST041_Centro5	T = 500 años	63	534.06	535.95	535.95	536.47	0.024536	19.38	20.15	20.08	1.00	3.13	1	191.65	322.98	155.52	241.46
Centro	438.9807 ST042_Centro6	T = 500 años	63	533.11	535.52	535.66	536.2	0.037236	17.8	17.51	18.8	0.93	3.6	1.18	222.64	432.7		340.21

Centro	425.9322 ST043_Centro7	T = 500 años	63	532.26	533.71	534.33	535.74	0.127059	11.01	10.12	11.62	0.87	6.23	2.1	662.25	1301.57		1085.14
Centro	418.8448 ST044_Centro8	T = 500 años	63	531.2	533.21	533.58	534.39	0.055847	11.41	13.29	12.22	1.09	4.74	1.42	155.44	674.34		595.26
Centro	406.7863 ST045_Centro9	T = 500 años	63	530.87	533.09	533.3	533.78	0.036778	27.66	18.88	28.79	0.66	3.34	1.42	109.82	445.18		236.59
Centro	400.1609 ST046_Centro10	T = 500 años	63	530.87	532.17	532.58	533.49	0.125742	18.62	12.38	19.05	0.65	5.09	1.99	683.62	887.86		801.27
Centro	393.2106 ST047	T = 500 años	63	530.13	530.99	531.49	532.82	0.206797	19.05	10.69	19.41	0.55	5.89	2.55	1152.25	1094.11		1117.09
Centro	386.3405 ST048	T = 500 años	63	529.81	531.43	531.62	532.21	0.043254	17.02	16.49	17.49	0.94	3.82	1.26	164.71	469.45		399.79
Centro	380.1200 ST049	T = 500 años	63	528.73	530.85	531.24	532.02	0.06438	12.95	13.27	13.66	0.97	4.75	1.51	87.04	690.22		613.49
Centro	374.9919 ST050	T = 500 años	63	527.93	529.92	530.47	531.67	0.124639	11.12	10.77	12.04	0.89	5.85	1.9		1092.91		1092.91
Centro	366.3560 ST051	T = 500 años	63	527.22	529.9	529.36	530.16	0.008392	18.42	28.05	19.42	1.44	2.25	0.59	16.45	137.32	38	118.85
Centro	358.2397 ST052	T = 500 años	63	527.19	529.36	529.27	529.87	0.023948	16.38	19.98	17.16	1.16	3.15	0.91	17.94	287.78	26.22	273.36
Centro	345.3813 ST053	T = 500 años	63	525.48	528.59	528.59	529.37	0.029454	10.6	16.24	12.39	1.31	3.88	1.01	85.01	422.22		378.61
Centro	334.4556 ST054	T = 500 años	63	524.52	526.22	526.97	528.69	0.155212	9.2	9.11	9.91	0.92	6.91	2.23	32.84	1501.5	260.14	1399.82
Centro	318.5691 ST055	T = 500 años	63	524.05	526.8	526.8	527.57	0.03162	10.5	16.21	11.96	1.36	3.89	1		420.06		420.06
Centro	301.4392 ST056	T = 500 años	63	523.08	525.43	525.79	526.73	0.050455	9.49	12.71	10.71	1.19	4.96	1.4	90.04	713.12	178.26	587.15
Centro	287.1481 ST057	T = 500 años	63	522.95	525.43	525.43	526.18	0.025351	11.25	16.71	12.48	1.34	3.77	1	28.23	408.91	203.7	332.86
Centro	271.8303 ST058	T = 500 años	63	522.78	524.7	525.05	525.9	0.064759	12.12	13.04	12.77	1.02	4.83	1.49	444.19	723.51		648.69
Centro	260.2032 ST059	T = 500 años	63	522.1	524.94	524.94	525.66	0.031363	11.63	16.77	12.96	1.29	3.76	1		398.11		398.11
Centro	243.8547 ST060	T = 500 años	63	522.16	524.27	524.51	525.22	0.048848	13.8	14.79	14.87	0.99	4.26	1.33	311.75	586.56		476.65
Centro	227.2688 ST061	T = 500 años	63	521.14	524.26	523.85	524.66	0.010147	15.6	23.94	17.03	1.41	2.63	0.71	66.19	203.72	56.03	139.87
Centro	206.4682 ST062	T = 500 años	63	519.77	524.4	523.27	524.53	0.00097	22.55	51.72	26.33	1.96	1.22	0.33	15.9	22.65	15.12	18.69
Centro	181.1305 ST063	T = 500 años	63	518.38	524.41	522.14	524.49	0.001216	24.23	52.15	29.24	1.78	1.21	0.27	6.43	34.19	7.81	21.27
Centro	161.8484 ST064	T = 500 años	63	519.02	523.39	523.39	524.34	0.026045	8.73	15.39	12.92	1.19	4.09	1.04	95.38	425.1	145.65	304.36
Centro	145.4910 ST065	T = 500 años	63	518.29	520.87	521.61	523.35	0.138963	10.28	9.31	12.25	0.76	6.77	2.34	177.99	1481.49	191.79	1034.99
Centro	128.1565 ST066	T = 500 años	63	517.24	518.67	519.37	521.14	0.19053	11.26	9.15	11.67	0.78	6.89	2.46	619.9	1604.08		1465.15
Centro	111.9088 ST067	T = 500 años	63	516.29	518.34	518.52	519.14	0.0484	16.4	15.97	17.17	0.93	3.95	1.28	311.2	498.54		441.33
Centro	101.5390 ST068	T = 500 años	63	515.3	518.53	517.85	518.8	0.008052	16.96	27.59	18.47	1.49	2.28	0.58	85.21	146.99		117.97
Centro	90.83890 ST069	T = 500 años	63	515.41	517.87	517.87	518.53	0.022309	14	18.17	14.9	1.22	3.47	1.01	80.42	364.72	161.81	266.74
Centro	86.23168 ST070	T = 500 años	63	515.16	516.89	517.34	518.34	0.088569	14.21	12.14	14.84	0.82	5.19	1.84	427.07	937.65	97.18	710.45
Centro	79.21702 ST071	T = 500 años	63	514.97	516.41	516.91	518	0.089731	13.09	11.67	13.75	0.85	5.4	1.89	311.96	980.58	52.48	747.05
Centro	70.98137 ST072	T = 500 años	63	515.47	517.01	517.01	517.59	0.024307	16.73	19.01	17.25	1.10	3.31	1.01	135.53	335.91	234.09	262.67
Centro	64.51474 ST073	T = 500 años	63	514.47	515.8	516.19	517.11	0.095012	18.92	12.94	19.38	0.67	4.87	1.96	523.81	946.99	388.76	622.26
Centro	56.55378 ST074	T = 500 años	63	514.02	516.22	515.78	516.37	0.005298	30.49	36.96	31.25	1.18	1.7	0.5	60.57	98.86	50.2	61.44
Centro	47.18888 ST075	T = 500 años	63	514.08	516.17	515.68	516.32	0.004714	31.5	38.11	32.13	1.19	1.65	0.5	64.29	83.21	36.08	54.83
Centro	34.91596 ST076	T = 500 años	63	514.13	515.77	515.77	516.2	0.019641	26.41	22.83	26.76	0.85	2.76	0.99	192.06	264.76	84.16	164.33
Centro	26.34430 ST077	T = 500 años	63	513.59	515.71	515.4	516	0.00934	20.37	26.74	21.19	1.26	2.36	0.67	82.47	177.87	116.24	115.58
Centro	23.44908 ST078	T = 500 años	63	513.54	515.7	515.35	515.98	0.008553	22.51	28.52	23.17	1.23	2.21	0.66	66.35	159.48	61.46	103.26
Centro	18.42815 ST079	T = 500 años	63	513.63	515.72	515.26	515.89	0.00577	29.19	35.74	29.83	1.20	1.76	0.52	56.14	102.83	49.15	67.81
Centro	3.500771 ST080_AguasAbajo	T = 500 años	63	513.42	515.17	515.17	515.69	0.024081	19.78	20.21	20.45	0.99	3.12	1.02	142.49	320.52	25.87	233.38

2. PUENTE SOBRE EL BARRANCO DEL MONTÚ.

a) SIN REGULARIZACIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CAUCE:

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)	Top Width (m)	Flow Area (m2)	W.P. Total (m)	R_H (m)	Vel Total (m/s)	Froude # XS	Shear LOB (N/m2)	Shear Chan (N/m2)	Shear ROB (N/m2)	Shear Total (N/m2)
Centro	1579.208 ST001_AguasArrib	T = 500 años	41.9	661.62	663.11	663.54	664.51	0.09138	9.36	8	10.21	0.78	5.24	1.81		701.54		701.54
Centro	1558.511 ST002	T = 500 años	41.9	659.09	661.35	661.9	662.84	0.07667	6.85	7.75	8.27	0.94	5.41	1.62		704.18		704.18
Centro	1534.721 ST003	T = 500 años	41.9	656.55	658.4	659.19	661.02	0.140679	6.24	5.95	7.33	0.81	7.04	2.34		1262.73	307.43	1121.31
Centro	1518.884 ST004	T = 500 años	41.9	655.85	657.2	657.81	659.1	0.105393	7.81	6.93	8.48	0.82	6.05	2.07		916.46	146.01	844.54
Centro	1496.388 ST005	T = 500 años	41.9	654.17	656.23	656.43	657.11	0.039583	9.01	10.06	10.01	1.00	4.16	1.26		404.81	36.11	390.22
Centro	1480.747 ST006	T = 500 años	41.9	653.37	654.83	655.23	656.11	0.067521	9.27	8.49	9.91	0.86	4.94	1.68		621.48	242.05	566.79
Centro	1455.826 ST007	T = 500 años	41.9	651.26	652.26	652.7	653.76	0.101255	9.49	7.71	10.07	0.77	5.44	1.93		760.43		760.43
Centro	1430.432 ST008	T = 500 años	41.9	647.92	649.12	649.78	651.46	0.177287	8.26	6.18	8.81	0.70	6.78	2.5		1218.94		1218.94
Centro	1405.543 ST009	T = 500 años	41.9	646.28	648.07	648.68	650.05	0.114864	6.94	6.72	7.85	0.86	6.23	2.02		963.87		963.87
Centro	1389.708 ST010	T = 500 años	41.9	645.54	647.45	647.79	648.59	0.058586	8.59	8.85	9.43	0.94	4.73	1.49		539.12		539.12
Centro	1368.004 ST011	T = 500 años	41.9	642.74	644.3	644.87	646.39	0.168262	10.05	6.77	11.27	0.60	6.19	2.49		1205.39	679.22	991.46
Centro	1341.669 ST012	T = 500 años	41.9	639.18	640.62	641.24	642.59	0.108588	6.63	6.75	7.6	0.89	6.21	1.97		945.09		945.09
Centro	1312.390 ST013	T = 500 años	41.9	637.45	639.24	639.43	640.12	0.040438	8.77	10.05	9.81	1.02	4.17	1.24		406.15		406.15
Centro	1274.127 ST014	T = 500 años	41.9	635.25	636.76	637.14	637.97	0.08076	10.71	8.6	11.17	0.77	4.87	1.74		609.77		609.77
Centro	1255.189 ST015	T = 500 años	41.9	632.62	634.19	634.85	636.32	0.122213	6.61	6.49	7.54	0.86	6.46	2.08		1031.54		1031.54
Centro	1237.412 ST016	T = 500 años	41.9	631.22	633.26	633.57	634.32	0.053174	8.67	9.19	9.64	0.95	4.56	1.41		497.04		497.04
Centro	1230.034 ST017	T = 500 años	41.9	628.64	630.23	631.04	633.39	0.233201	6.72	5.32	7.44	0.72	7.88	2.83		1634.13		1634.13
Centro	1218.990 ST018	T = 500 años	41.9	627.95	628.98	629.89	632.65	0.265521	6.01	4.94	6.83	0.72	8.48	2.99		1884.74		1884.74
Centro	1210.469 ST019	T = 500 años	41.9	626.78	628.19	629.09	631.99	0.308051	6.5	4.86	7.52	0.65	8.62	3.19		2013.35	183.01	1952.36
Centro	1197.788 ST020	T = 500 años	41.9	624.9	626.96	627.9	630.36	0.211494	4.81	5.15	6.41	0.80	8.14	2.52		1792.63	1518.15	1665.94
Centro	1186.788 ST021	T = 500 años	41.9	622.73	625.15	626.02	627.94	0.140582	4.8	5.81	6.89	0.84	7.21	2.15		1341.58	448.75	1162.34
Centro	1172.164 ST022	T = 500 años	41.9	619.45	621.84	622.77	624.88	0.186699	4.53	5.43	6.64	0.82	7.72	2.25		1498.35		1498.35
Centro	1158.743 ST023_Norte1	T = 500 años	41.9	615.11	616.31	617.11	620.14	0.36996	8.48	4.88	8.89	0.55	8.59	3.65		2131.05	510.88	1991.65
Centro	1148.462 ST024_Norte2	T = 500 años	41.9	613.62	615.21	615.75	616.97	0.123195	8.81	7.13	9.58	0.74	5.88	2.09		898.47		898.47
Centro	1137.544 ST025_Norte3	T = 500 años	41.9	613.12	615.35	615.47	616.07	0.033948	10.19	11.13	11.13	1.00	3.76	1.15		333.4		332.87
Centro	1125.710 ST026_Norte4	T = 500 años	41.9	611.84	612.94	613.48	615.09	0.241037	12.64	6.58	13.32	0.49	6.37	2.88		1360.08	934.23	1166.46
Centro	1112.735 ST027_Norte5	T = 500 años	41.9	611.46	613.29	613.37	613.93	0.031121	11.47	11.82	12.11	0.98	3.54	1.11		298.01		298.01
Centro	1102.856 ST028_Norte6	T = 500 años	41.9	611.32	612.57	612.82	613.42	0.063214	14.28	10.27	14.56	0.71	4.08	1.54		439.92	12.09	437.17
Centro	1092.434 ST029_Norte7	T = 500 años	41.9	610.79	611.85	612.13	612.75	0.06514	15.05	10.18	15.24	0.67	4.12	1.63	170.72	468.12		426.43
Centro	1082.307 ST030_Norte8	T = 500 años	41.9	609.56	610.75	611.14	611.98	0.082021	12.68	8.84	12.97	0.68	4.74	1.88	321.68	657.84		548.07
Centro	1071.985 ST031_Norte9	T = 500 años	41.9	609.04	610.87	610.87	611.45	0.024887	10.88	12.45	11.66	1.07	3.36	1		260.69		260.69
Centro	1059.654 ST032_Norte10	T = 500 años	41.9	608.75	610.31	610.45	610.99	0.034802	13.2	11.68	13.63	0.86	3.59	1.23	77.46	321.05		292.57
Centro	1049.288 ST033_Norte11	T = 500 años	41.9	608.16	609.48	609.8	610.48	0.06257	12.31	9.62	12.73	0.76	4.36	1.59	181.98	500.04		463.59
Centro	1039.494 ST034_Norte12	T = 500 años	41.9	607.35	609.02	609.27	609.89	0.049765	12.1	10.25	12.62	0.81	4.09	1.44	133.01	427.29		396.49
Centro	1029.671 ST035_Norte13	T = 500 años	41.9	606.5	608.16	608.52	609.28	0.07078	11.68	9.09	12.21	0.74	4.61	1.7	243.57	572.87		516.75
Centro	1013.379 ST036	T = 500 años	41.9	604.67	605.99	606.57	607.95	0.14708	9.15	6.75	9.54	0.71	6.21	2.31		1019.6		1019.6
Centro	996.0865 ST037	T = 500 años	41.9	604.09	605.72	605.95	606.51	0.04893	13.79	10.87	14.4	0.75	3.85	1.41	202.66	404.72		362.22
Centro	970.3833 ST038	T = 500 años	41.9	602.28	604.05	604.34	605.05	0.044273	9.72	9.74	10.41	0.94	4.3	1.41	199.64	470.94		406.16
Centro	951.9571 ST039	T = 500 años	41.9	601.78	603.26	603.51	604.14	0.04398	11.25	10.3	11.72	0.88	4.07	1.38	177.79	422.13		379.06
Centro	915.6697 ST040	T = 500 años	41.9	597.86	598.84	599.49	601.23	0.207171	9.37	6.12	9.67	0.63	6.85	2.7		1285.66		1285.66
Centro	879.8602 ST041	T = 500 años	41.9	594.26	595.24	595.57	596.35	0.120021	16.33	8.97	16.71	0.54	4.67	2.01	609.44	642.86		631.74
Centro	856.8371 ST042	T = 500 años	41.9	591.44	592.74	593.13	594.05	0.125677	13.78	8.27	14.13	0.59	5.06	2.09		721.6		721.6
Centro	830.6249 ST043	T = 500 años	41.9	590.89	592.41	592.48	593.01	0.029711	12.63	12.26	13.24	0.93	3.42	1.11		280.38	25.61	269.78
Centro	802.9522 ST044	T = 500 años	41.9	589.67	590.92	591.18	591.8	0.065766	14.51	10.18	14.87	0.68	4.12	1.59	301.33	473.35		441.27
Centro	779.4027 ST045	T = 500 años	41.9	586.36	587.93	588.37	589.32	0.087054	9.38	8.03	9.97	0.81	5.22	1.8		688.14		688.14

Centro	761.7619 ST046	T = 500 años	41.9	585.07	586.24	586.63	587.65	0.145529	15.68	8.11	15.9	0.51	5.17	2.33		806.06	280.11	727.98
Centro	742.2374 ST047	T = 500 años	41.9	582.53	583.76	584.16	585.02	0.086326	10.78	8.43	11.17	0.75	4.97	1.79		638.82		638.82
Centro	724.8168 ST048	T = 500 años	41.9	581.66	582.89	583.11	583.69	0.05302	13.51	10.57	13.81	0.77	3.96	1.43	15.99	403.01		398.02
Centro	701.1826 ST049	T = 500 años	41.9	578.16	579.03	579.59	581.36	0.282078	12.41	6.19	12.62	0.49	6.77	3.06		1364.42	45.58	1357.49
Centro	678.5153 ST050	T = 500 años	41.9	576.92	578	578.57	580.09	0.182459	10.61	6.59	10.91	0.60	6.36	2.59		1127.81	256.74	1081.09
Centro	663.1860 ST051	T = 500 años	41.9	574.93	576.57	576.83	577.45	0.058733	12.07	10.07	13.04	0.77	4.16	1.45		444.64		444.64
Centro	647.0441 ST052	T = 500 años	41.9	573.2	574.88	575.25	576.05	0.060795	9.69	8.86	10.31	0.86	4.73	1.6		555.63	116.91	511.96
Centro	621.7796 ST053	T = 500 años	41.9	572.47	573.89	574.08	574.6	0.049169	15.47	11.26	15.76	0.71	3.72	1.39		360.86	24.17	344.64
Centro	591.4191 ST054	T = 500 años	41.9	570.35	571.83	572.12	572.79	0.060591	11.67	9.67	12.08	0.80	4.33	1.52		475.76		475.76
Centro	550.6484 ST055	T = 500 años	41.9	567.15	568.61	569.02	569.85	0.083284	10.69	8.51	11.13	0.76	4.92	1.76		624.23		624.23
Centro	521.6311 ST056_Centro1	T = 500 años	41.9	564.86	566.35	566.74	567.57	0.07876	10.37	8.56	10.84	0.79	4.89	1.72		610.09		610.09
Centro	510.7182 ST057_Centro2	T = 500 años	41.9	564.1	565.38	565.87	566.92	0.1056	9.64	7.63	10.11	0.75	5.49	1.97		781.03		781.03
Centro	501.5185 ST058_Centro3	T = 500 años	41.9	563.45	564.5	564.87	565.74	0.142299	17.21	8.55	17.46	0.49	4.9	2.24		720.57	190.77	683.5
Centro	488.4881 ST059_Centro4	T = 500 años	41.9	563.02	564.07	564.29	564.81	0.067988	19.09	11.08	19.35	0.57	3.78	1.6		407.64	97.76	381.62
Centro	472.8883 ST060_Centro5	T = 500 años	41.9	559.31	561.65	562.35	563.76	0.118299	5.64	6.51	7.41	0.88	6.44	1.91		1019.08		1019.08
Centro	458.6886 ST061_Centro6	T = 500 años	41.9	559.96	561.63	561.48	561.99	0.015283	14.84	15.99	15.66	1.02	2.62	0.81		160.72	33.8	153.06
Centro	447.2800 ST062_Centro7	T = 500 años	41.9	559.87	561.21	561.21	561.67	0.025141	15.19	13.96	15.64	0.89	3	1		220.17		220.17
Centro	428.6332 ST063_Centro8	T = 500 años	41.9	557.59	559.21	559.56	560.27	0.066332	10.64	9.17	11.3	0.81	4.57	1.57		527.58		527.58
Centro	417.7626 ST064_Centro9	T = 500 años	41.9	556.84	558.64	558.92	559.61	0.049958	9.39	9.61	10.28	0.93	4.36	1.38		457.95		457.95
Centro	403.6630 ST065_Centro10	T = 500 años	41.9	555.84	557.32	557.91	559.18	0.122143	8.31	6.93	8.88	0.78	6.04	2.11		934.53		934.53
Centro	394.3524 ST066_Centro11	T = 500 años	41.9	556.56	558	558	558.41	0.022052	19.23	15.33	19.75	0.78	2.73	1		196.11	55.35	167.91
Centro	384.4524 ST067_Centro12	T = 500 años	41.9	555.81	556.95	557.28	557.97	0.078949	13.38	9.37	13.62	0.69	4.47	1.7		532.83		532.83
Centro	374.0658 ST068_Centro13	T = 500 años	41.9	555.63	557.24	557.24	557.58	0.016327	24.18	17.62	24.82	0.71	2.38	0.97		171.27	55.32	113.64
Centro	364.8558 ST069_Centro14	T = 500 años	41.9	554.88	556.23	556.56	557.25	0.064781	15.86	9.89	16.28	0.61	4.24	1.81		528.83	140.2	386.06
Centro	353.4021 ST070_Centro15	T = 500 años	41.9	554.09	556.25	555.96	556.48	0.007587	18.89	20.82	19.75	1.05	2.01	0.65	14.4	107.22	48.56	78.41
Centro	343.45		Bridge															
Centro	333.4979 ST072_Centro17	T = 500 años	41.9	554.26	555.34	555.48	555.87	0.036164	24.69	13.76	24.97	0.55	3.05	1.38	268.12	286.86	63.39	195.44
Centro	323.9020 ST073_Centro18	T = 500 años	41.9	552.17	553.78	554.28	555.24	0.097699	10.69	7.89	11.23	0.70	5.31	1.99	70.8	736.52	13.42	672.66
Centro	306.0391 ST074_Centro19	T = 500 años	41.9	549.81	552.27	552.68	553.49	0.060973	7.36	8.57	8.97	0.96	4.89	1.45		571.24		571.24
Centro	286.6170 ST075_Centro20	T = 500 años	41.9	548.89	551.56	551.71	552.39	0.03557	8.86	10.44	10.57	0.99	4.01	1.19	43.28	376.57		344.78
Centro	260.1846 ST076	T = 500 años	41.9	546.83	548.53	549.1	550.29	0.110301	7.99	7.13	8.83	0.81	5.88	1.99		873.61		873.61
Centro	240.8682 ST077	T = 500 años	41.9	545.52	546.94	547.7	549.51	0.158875	6.27	5.9	7.23	0.82	7.1	2.34		1271.7		1271.7
Centro	224.4101 ST078	T = 500 años	41.9	545.8	547.78	547.8	548.36	0.02606	11.04	12.35	11.82	1.04	3.39	1.02		267.01		267.01
Centro	203.4444 ST079	T = 500 años	41.9	544.01	545.5	546.04	547.25	0.118028	8.77	7.16	9.4	0.76	5.85	2.07		882.21		882.21
Centro	185.3206 ST080	T = 500 años	41.9	543.28	545.12	545.32	545.9	0.042006	11.19	10.69	11.79	0.91	3.92	1.28		373.5		373.5
Centro	173.5058 ST081	T = 500 años	41.9	542.72	544.22	544.6	545.39	0.0756	15.12	9.21	15.49	0.59	4.55	1.96	119.3	596.28		440.75
Centro	153.9011 ST082	T = 500 años	41.9	542.05	544.17	543.99	544.62	0.014627	14.65	14.98	15.52	0.97	2.8	0.94	41.25	194.82		138.45
Centro	132.7475 ST083	T = 500 años	41.9	541.97	543.73	543.73	544.17	0.030914	15.28	14.57	16.13	0.90	2.88	0.96	148.6	366.31		273.88
Centro	123.5904 ST084	T = 500 años	41.9	539.58	542	542.5	543.48	0.130314	6.95	7.78	8.54	0.91	5.39	1.63	91.04	1226.35		1164.13
Centro	115.5281 ST085	T = 500 años	41.9	539.73	542.24	542.24	542.86	0.040898	9.96	12.1	11.29	1.07	3.46	1.01	78.53	480.76		429.97
Centro	110.7430 ST086	T = 500 años	41.9	539.08	541.72	541.89	542.62	0.059069	7.6	10.06	9.26	1.09	4.17	1.17	167.08	698.64		629.54
Centro	103.4341 ST087	T = 500 años	41.9	538.68	541.03	541.59	542.4	0.118306	7.19	8.1	8.62	0.94	5.17	1.56		1122.32	45.25	1090.29
Centro	97.90736 ST088	T = 500 años	41.9	538.73	540.54	540.98	541.92	0.110647	7.97	8.12	8.83	0.92	5.16	1.65	449.41	1145.18		997.68
Centro	90.14792 ST089	T = 500 años	41.9	537.46	540.18	540.18	540.87	0.047357	8.46	11.43	10.13	1.13	3.66	1.01		532.09	9.7	523.93
Centro	83.34998 ST090	T = 500 años	41.9	538.28	539.7	539.89	540.43	0.069464	13.36	11.14	13.96	0.80	3.76	1.33		640.56	265.47	543.33
Centro	74.19568 ST091	T = 500 años	41.9	536.93	538.87	539.17	539.86	0.101756	11.54	9.55	12.28	0.78	4.39	1.55	9.1	849.36	49.3	775.94
Centro	64.94665 ST092	T = 500 años	41.9	537.48	538.95	538.95	539.49	0.043731	11.8	12.86	12.62	1.02	3.26	1		437.1		437.1
Centro	57.38595 ST093	T = 500 años	41.9	536.75	537.91	538.33	539.1	0.148295	13.62	8.83	13.85	0.64	4.75	1.91	222.79	1083.76	258.81	926.63
Centro	47.73773 ST094	T = 500 años	41.9	536.12	537.22	537.46	538.01	0.095137	17.42	10.74	17.68	0.61	3.9	1.6		752.18	388.04	566.89
Centro	39.39175 ST095	T = 500 años	41.9	535.88	537.46	537.03	537.62	0.009681	21.59	23.81	22.06	1.08	1.76	0.54	37.94	127.41	52.51	102.48
Centro	30.11351 ST096	T = 500 años	41.9	535.52	537.31	536.99	537.52	0.012615	21.95	21.45	22.28	0.96	1.95	0.65	45.56	164.96	73.36	119.11

Centro	23.74129 ST097	T = 500 años	41.9	535.44	536.89	536.89	537.35	0.038316	15.16	14.04	15.58	0.90	2.98	0.99		376.28	223.58	338.69
Centro	19.31648 ST098	T = 500 años	41.9	535.44	536.04	536.31	536.92	0.175283	20.48	10.12	20.6	0.49	4.14	1.88		898.29	490.95	844.04
Centro	13.73443 ST099	T = 500 años	41.9	535.24	536.31	536.31	536.63	0.037587	26.97	17.07	27.19	0.63	2.45	0.99	104.98	286.84	182.22	231.45
Centro	2.254585 ST100_AguasAbajo	T = 500 años	41.9	533.27	534.62	534.9	535.52	0.112934	13.23	9.95	13.53	0.74	4.21	1.55		814.43		814.43

b) CON REGULARIZACIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CAUCE:

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)	Top Width (m)	Flow Area (m2)	W.P. Total (m)	R_H (m)	Vel Total (m/s)	Froude # XS	Shear LOB (N/m2)	Shear Chan (N/m2)	Shear ROB (N/m2)	Shear Total (N/m2)
Centro	1579.208 ST001_AguasArrib	T = 500 años	41.9	661.62	663.11	663.54	664.51	0.09138	9.36	8	10.21	0.78	5.24	1.81		701.54		701.54
Centro	1558.511 ST002	T = 500 años	41.9	659.09	661.35	661.9	662.84	0.07667	6.85	7.75	8.27	0.94	5.41	1.62		704.18		704.18
Centro	1534.721 ST003	T = 500 años	41.9	656.55	658.4	659.19	661.02	0.140679	6.24	5.95	7.33	0.81	7.04	2.34		1262.73	307.43	1121.31
Centro	1518.884 ST004	T = 500 años	41.9	655.85	657.2	657.81	659.1	0.105393	7.81	6.93	8.48	0.82	6.05	2.07		916.46	146.01	844.54
Centro	1496.388 ST005	T = 500 años	41.9	654.17	656.23	656.43	657.11	0.039583	9.01	10.06	10.01	1.00	4.16	1.26		404.81	36.11	390.22
Centro	1480.747 ST006	T = 500 años	41.9	653.37	654.83	655.23	656.11	0.067521	9.27	8.49	9.91	0.86	4.94	1.68		621.48	242.05	566.79
Centro	1455.826 ST007	T = 500 años	41.9	651.26	652.26	652.7	653.76	0.101255	9.49	7.71	10.07	0.77	5.44	1.93		760.43		760.43
Centro	1430.432 ST008	T = 500 años	41.9	647.92	649.12	649.78	651.46	0.177287	8.26	6.18	8.81	0.70	6.78	2.5		1218.94		1218.94
Centro	1405.543 ST009	T = 500 años	41.9	646.28	648.07	648.68	650.05	0.114864	6.94	6.72	7.85	0.86	6.23	2.02		963.87		963.87
Centro	1389.708 ST010	T = 500 años	41.9	645.54	647.45	647.79	648.59	0.058586	8.59	8.85	9.43	0.94	4.73	1.49		539.12		539.12
Centro	1368.004 ST011	T = 500 años	41.9	642.74	644.3	644.87	646.39	0.168262	10.05	6.77	11.27	0.60	6.19	2.49		1205.39	679.22	991.46
Centro	1341.669 ST012	T = 500 años	41.9	639.18	640.62	641.24	642.59	0.108588	6.63	6.75	7.6	0.89	6.21	1.97		945.09		945.09
Centro	1312.390 ST013	T = 500 años	41.9	637.45	639.24	639.43	640.12	0.040438	8.77	10.05	9.81	1.02	4.17	1.24		406.15		406.15
Centro	1274.127 ST014	T = 500 años	41.9	635.25	636.76	637.14	637.97	0.08076	10.71	8.6	11.17	0.77	4.87	1.74		609.77		609.77
Centro	1255.189 ST015	T = 500 años	41.9	632.62	634.19	634.85	636.32	0.122213	6.61	6.49	7.54	0.86	6.46	2.08		1031.54		1031.54
Centro	1237.412 ST016	T = 500 años	41.9	631.22	633.26	633.57	634.32	0.053174	8.67	9.19	9.64	0.95	4.56	1.41		497.04		497.04
Centro	1230.034 ST017	T = 500 años	41.9	628.64	630.23	631.04	633.39	0.233201	6.72	5.32	7.44	0.72	7.88	2.83		1634.13		1634.13
Centro	1218.990 ST018	T = 500 años	41.9	627.95	628.98	629.89	632.65	0.265521	6.01	4.94	6.83	0.72	8.48	2.99		1884.74		1884.74
Centro	1210.469 ST019	T = 500 años	41.9	626.78	628.19	629.09	631.99	0.308051	6.5	4.86	7.52	0.65	8.62	3.19		2013.35	183.01	1952.36
Centro	1197.788 ST020	T = 500 años	41.9	624.9	626.96	627.9	630.36	0.211494	4.81	5.15	6.41	0.80	8.14	2.52		1792.63	1518.15	1665.94
Centro	1186.788 ST021	T = 500 años	41.9	622.73	625.15	626.02	627.94	0.140582	4.8	5.81	6.89	0.84	7.21	2.15		1341.58	448.75	1162.34
Centro	1172.164 ST022	T = 500 años	41.9	619.45	621.84	622.77	624.88	0.186699	4.53	5.43	6.64	0.82	7.72	2.25		1498.35		1498.35
Centro	1158.743 ST023_Norte1	T = 500 años	41.9	615.11	616.31	617.11	620.14	0.36996	8.48	4.88	8.89	0.55	8.59	3.65		2131.05	510.88	1991.65
Centro	1148.462 ST024_Norte2	T = 500 años	41.9	613.62	615.21	615.75	616.97	0.123195	8.81	7.13	9.58	0.74	5.88	2.09		898.47		898.47
Centro	1137.544 ST025_Norte3	T = 500 años	41.9	613.12	615.35	615.47	616.07	0.033948	10.19	11.13	11.13	1.00	3.76	1.15		333.4		332.87
Centro	1125.710 ST026_Norte4	T = 500 años	41.9	611.84	612.94	613.48	615.09	0.241037	12.64	6.58	13.32	0.49	6.37	2.88		1360.08	934.23	1166.46
Centro	1112.735 ST027_Norte5	T = 500 años	41.9	611.46	613.29	613.37	613.93	0.031121	11.47	11.82	12.11	0.98	3.54	1.11		298.01		298.01
Centro	1102.856 ST028_Norte6	T = 500 años	41.9	611.32	612.57	612.82	613.42	0.063214	14.28	10.27	14.56	0.71	4.08	1.54		439.92	12.09	437.17
Centro	1092.434 ST029_Norte7	T = 500 años	41.9	610.79	611.85	612.13	612.75	0.06514	15.05	10.18	15.24	0.67	4.12	1.63	170.72	468.12		426.43
Centro	1082.307 ST030_Norte8	T = 500 años	41.9	609.56	610.75	611.14	611.98	0.082021	12.68	8.84	12.97	0.68	4.74	1.88	321.68	657.84		548.07
Centro	1071.985 ST031_Norte9	T = 500 años	41.9	609.04	610.87	610.87	611.45	0.024887	10.88	12.45	11.66	1.07	3.36	1		260.69		260.69
Centro	1059.654 ST032_Norte10	T = 500 años	41.9	608.75	610.31	610.45	610.99	0.034802	13.2	11.68	13.63	0.86	3.59	1.23	77.46	321.05		292.57
Centro	1049.288 ST033_Norte11	T = 500 años	41.9	608.16	609.48	609.8	610.48	0.06257	12.31	9.62	12.73	0.76	4.36	1.59	181.98	500.04		463.59
Centro	1039.494 ST034_Norte12	T = 500 años	41.9	607.35	609.02	609.27	609.89	0.049765	12.1	10.25	12.62	0.81	4.09	1.44	133.01	427.29		396.49
Centro	1029.671 ST035_Norte13	T = 500 años	41.9	606.5	608.16	608.52	609.28	0.07078	11.68	9.09	12.21	0.74	4.61	1.7	243.57	572.87		516.75
Centro	1013.379 ST036	T = 500 años	41.9	604.67	605.99	606.57	607.95	0.14708	9.15	6.75	9.54	0.71	6.21	2.31		1019.6		1019.6
Centro	996.0865 ST037	T = 500 años	41.9	604.09	605.72	605.95	606.51	0.04893	13.79	10.87	14.4	0.75	3.85	1.41	202.66	404.72		362.22
Centro	970.3833 ST038	T = 500 años	41.9	602.28	604.05	604.34	605.05	0.044273	9.72	9.74	10.41	0.94	4.3	1.41	199.64	470.94		406.16
Centro	951.9571 ST039	T = 500 años	41.9	601.78	603.26	603.51	604.14	0.04398	11.25	10.3	11.72	0.88	4.07	1.38	177.79	422.13		379.06
Centro	915.6697 ST040	T = 500 años	41.9	597.86	598.84	599.49	601.23	0.207171	9.37	6.12	9.67	0.63	6.85	2.7		1285.66		1285.66
Centro	879.8602 ST041	T = 500 años	41.9	594.26	595.24	595.57	596.35	0.120021	16.33	8.97	16.71	0.54	4.67	2.01	609.44	642.86		631.74
Centro	856.8371 ST042	T = 500 años	41.9	591.44	592.74	593.13	594.05	0.125677	13.78	8.27	14.13	0.59	5.06	2.09		721.6		721.6
Centro	830.6249 ST043	T = 500 años	41.9	590.89	592.41	592.48	593.01	0.029711	12.63	12.26	13.24	0.93	3.42	1.11		280.38	25.61	269.78
Centro	802.9522 ST044	T = 500 años	41.9	589.67	590.92	591.18	591.8	0.065766	14.51	10.18	14.87	0.68	4.12	1.59	301.33	473.35		441.27
Centro	779.4027 ST045	T = 500 años	41.9	586.36	587.93	588.37	589.32	0.087054	9.38	8.03	9.97	0.81	5.22	1.8		688.14		688.14

Centro	761.7619 ST046	T = 500 años	41.9	585.07	586.24	586.63	587.65	0.145529	15.68	8.11	15.9	0.51	5.17	2.33		806.06	280.11	727.98
Centro	742.2374 ST047	T = 500 años	41.9	582.53	583.76	584.16	585.02	0.086326	10.78	8.43	11.17	0.75	4.97	1.79		638.82		638.82
Centro	724.8168 ST048	T = 500 años	41.9	581.66	582.89	583.11	583.69	0.05302	13.51	10.57	13.81	0.77	3.96	1.43	15.99	403.01		398.02
Centro	701.1826 ST049	T = 500 años	41.9	578.16	579.03	579.59	581.36	0.282078	12.41	6.19	12.62	0.49	6.77	3.06		1364.42	45.58	1357.49
Centro	678.5153 ST050	T = 500 años	41.9	576.92	578	578.57	580.09	0.182459	10.61	6.59	10.91	0.60	6.36	2.59		1127.81	256.74	1081.09
Centro	663.1860 ST051	T = 500 años	41.9	574.93	576.57	576.83	577.45	0.058733	12.07	10.07	13.04	0.77	4.16	1.45		444.64		444.64
Centro	647.0441 ST052	T = 500 años	41.9	573.2	574.88	575.25	576.05	0.060795	9.69	8.86	10.31	0.86	4.73	1.6		555.63	116.91	511.96
Centro	621.7796 ST053	T = 500 años	41.9	572.47	573.89	574.08	574.6	0.049169	15.47	11.26	15.76	0.71	3.72	1.39		360.86	24.17	344.64
Centro	591.4191 ST054	T = 500 años	41.9	570.35	571.83	572.12	572.79	0.060591	11.67	9.67	12.08	0.80	4.33	1.52		475.76		475.76
Centro	550.6484 ST055	T = 500 años	41.9	567.15	568.61	569.02	569.85	0.083284	10.69	8.51	11.13	0.76	4.92	1.76		624.23		624.23
Centro	521.6311 ST056_Centro1	T = 500 años	41.9	564.86	566.35	566.74	567.57	0.07876	10.37	8.56	10.84	0.79	4.89	1.72		610.09		610.09
Centro	510.7182 ST057_Centro2	T = 500 años	41.9	564.1	565.38	565.87	566.92	0.1056	9.64	7.63	10.11	0.75	5.49	1.97		781.03		781.03
Centro	501.5185 ST058_Centro3	T = 500 años	41.9	563.45	564.5	564.87	565.74	0.142299	17.21	8.55	17.46	0.49	4.9	2.24		720.57	190.77	683.5
Centro	488.4881 ST059_Centro4	T = 500 años	41.9	563.02	564.07	564.29	564.81	0.067988	19.09	11.08	19.35	0.57	3.78	1.6		407.64	97.76	381.62
Centro	472.8883 ST060_Centro5	T = 500 años	41.9	559.31	561.65	562.35	563.76	0.118299	5.64	6.51	7.41	0.88	6.44	1.91		1019.08		1019.08
Centro	458.6886 ST061_Centro6	T = 500 años	41.9	559.96	561.63	561.48	561.99	0.015283	14.84	15.99	15.66	1.02	2.62	0.81		160.72	33.8	153.06
Centro	447.2800 ST062_Centro7	T = 500 años	41.9	559.87	561.21	561.21	561.67	0.025141	15.19	13.96	15.64	0.89	3	1		220.17		220.17
Centro	428.6332 ST063_Centro8	T = 500 años	41.9	557.59	559.21	559.56	560.27	0.066332	10.64	9.17	11.3	0.81	4.57	1.57		527.58		527.58
Centro	417.7626 ST064_Centro9	T = 500 años	41.9	556.84	558.64	558.92	559.61	0.049958	9.39	9.61	10.28	0.93	4.36	1.38		457.95		457.95
Centro	403.6630 ST065_Centro10	T = 500 años	41.9	555.84	557.32	557.91	559.18	0.122143	8.31	6.93	8.88	0.78	6.04	2.11		934.53		934.53
Centro	394.3524 ST066_Centro11	T = 500 años	41.9	556.56	558	558	558.41	0.022052	19.23	15.33	19.75	0.78	2.73	1		196.11	55.35	167.91
Centro	384.4524 ST067_Centro12	T = 500 años	41.9	555.81	556.95	557.28	557.97	0.078949	13.38	9.37	13.62	0.69	4.47	1.7		532.83		532.83
Centro	374.0658 ST068_Centro13	T = 500 años	41.9	555.63	557.24	557.24	557.58	0.016327	24.18	17.62	24.82	0.71	2.38	0.97		171.27	55.32	113.64
Centro	364.8558 ST069_Centro14	T = 500 años	41.9	554.88	556.09	556.5	557.23	0.072911	14.96	9.22	15.48	0.60	4.55	1.92		575.12	89.67	425.61
Centro	353.4021 ST070_Centro15	T = 500 años	41.9	554.09	556.21	555.86	556.42	0.006873	21.46	22.15	22.38	0.99	1.89	0.63	31.05	92.13	27.26	66.69
Centro	343.45		Bridge															
Centro	333.4979 ST072_Centro17	T = 500 años	41.9	554.26	555.27	555.42	555.82	0.033279	23.72	13.51	24.03	0.56	3.1	1.4	151.1	285.09	41.48	183.47
Centro	323.9020 ST073_Centro18	T = 500 años	41.9	552.17	553.16	553.75	555.1	0.142229	8.96	6.77	9.4	0.72	6.19	2.27		1004.84		1004.84
Centro	306.0391 ST074_Centro19	T = 500 años	41.9	549.81	552.52	552.68	553.32	0.037381	8.86	10.61	10.6	1.00	3.95	1.15		366.9		366.9
Centro	286.6170 ST075_Centro20	T = 500 años	41.9	548.89	551.47	551.71	552.43	0.044135	8.44	9.68	10.1	0.96	4.33	1.29	35.34	441.83		415.13
Centro	260.1846 ST076	T = 500 años	41.9	546.83	548.57	549.1	550.18	0.097395	8.17	7.47	9.03	0.83	5.61	1.87		789.91		789.91
Centro	240.8682 ST077	T = 500 años	41.9	545.52	546.95	547.7	549.45	0.152312	6.31	5.99	7.27	0.82	7	2.29		1229.69		1229.69
Centro	224.4101 ST078	T = 500 años	41.9	545.8	547.8	547.8	548.36	0.024686	11.13	12.59	11.92	1.06	3.33	1		255.84		255.84
Centro	203.4444 ST079	T = 500 años	41.9	544.01	545.5	546.04	547.27	0.120908	8.73	7.1	9.36	0.76	5.9	2.09		899.16		899.16
Centro	185.3206 ST080	T = 500 años	41.9	543.28	545.12	545.32	545.91	0.04229	11.18	10.67	11.78	0.91	3.93	1.28		375.49		375.49
Centro	173.5058 ST081	T = 500 años	41.9	542.72	544.22	544.6	545.39	0.0756	15.12	9.21	15.49	0.59	4.55	1.96	119.3	596.28		440.75
Centro	153.9011 ST082	T = 500 años	41.9	542.05	544.17	543.99	544.62	0.014627	14.65	14.98	15.52	0.97	2.8	0.94	41.25	194.82		138.45
Centro	132.7475 ST083	T = 500 años	41.9	541.97	543.73	543.73	544.17	0.030914	15.28	14.57	16.13	0.90	2.88	0.96	148.6	366.31		273.88
Centro	123.5904 ST084	T = 500 años	41.9	539.58	542	542.5	543.48	0.130314	6.95	7.78	8.54	0.91	5.39	1.63	91.04	1226.35		1164.13
Centro	115.5281 ST085	T = 500 años	41.9	539.73	542.24	542.24	542.86	0.040898	9.96	12.1	11.29	1.07	3.46	1.01	78.53	480.76		429.97
Centro	110.7430 ST086	T = 500 años	41.9	539.08	541.72	541.89	542.62	0.059069	7.6	10.06	9.26	1.09	4.17	1.17	167.08	698.64		629.54
Centro	103.4341 ST087	T = 500 años	41.9	538.68	541.03	541.59	542.4	0.118306	7.19	8.1	8.62	0.94	5.17	1.56		1122.32	45.25	1090.29
Centro	97.90736 ST088	T = 500 años	41.9	538.73	540.54	540.98	541.92	0.110647	7.97	8.12	8.83	0.92	5.16	1.65	449.41	1145.18		997.68
Centro	90.14792 ST089	T = 500 años	41.9	537.46	540.18	540.18	540.87	0.047357	8.46	11.43	10.13	1.13	3.66	1.01		532.09	9.7	523.93
Centro	83.34998 ST090	T = 500 años	41.9	538.28	539.7	539.89	540.43	0.069464	13.36	11.14	13.96	0.80	3.76	1.33		640.56	265.47	543.33
Centro	74.19568 ST091	T = 500 años	41.9	536.93	538.87	539.17	539.86	0.101756	11.54	9.55	12.28	0.78	4.39	1.55	9.1	849.36	49.3	775.94
Centro	64.94665 ST092	T = 500 años	41.9	537.48	538.95	538.95	539.49	0.043731	11.8	12.86	12.62	1.02	3.26	1		437.1		437.1
Centro	57.38595 ST093	T = 500 años	41.9	536.75	537.91	538.33	539.1	0.148295	13.62	8.83	13.85	0.64	4.75	1.91	222.79	1083.76	258.81	926.63
Centro	47.73773 ST094	T = 500 años	41.9	536.12	537.22	537.46	538.01	0.095137	17.42	10.74	17.68	0.61	3.9	1.6		752.18	388.04	566.89
Centro	39.39175 ST095	T = 500 años	41.9	535.88	537.46	537.03	537.62	0.009681	21.59	23.81	22.06	1.08	1.76	0.54	37.94	127.41	52.51	102.48
Centro	30.11351 ST096	T = 500 años	41.9	535.52	537.31	536.99	537.52	0.012615	21.95	21.45	22.28	0.96	1.95	0.65	45.56	164.96	73.36	119.11

Centro	23.74129 ST097	T = 500 años	41.9	535.44	536.89	536.89	537.35	0.038316	15.16	14.04	15.58	0.90	2.98	0.99		376.28	223.58	338.69
Centro	19.31648 ST098	T = 500 años	41.9	535.44	536.04	536.31	536.92	0.175283	20.48	10.12	20.6	0.49	4.14	1.88		898.29	490.95	844.04
Centro	13.73443 ST099	T = 500 años	41.9	535.24	536.31	536.31	536.63	0.037587	26.97	17.07	27.19	0.63	2.45	0.99	104.98	286.84	182.22	231.45
Centro	2.254585 ST100_AguasAbajo	T = 500 años	41.9	533.27	534.62	534.9	535.52	0.112934	13.23	9.95	13.53	0.74	4.21	1.55		814.43		814.43

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DOCUMENTO Nº3

PLANOS

ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALENCIA)

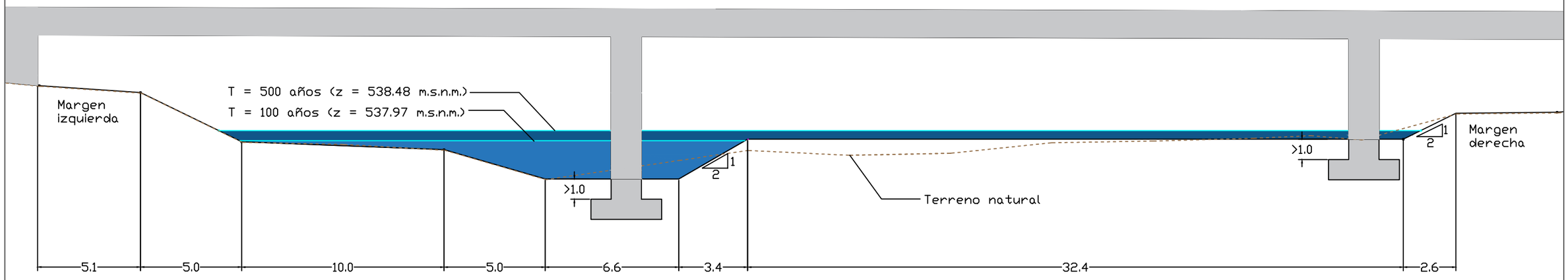
ALTERNATIVA CENTRO

ÍNDICE PLANOS

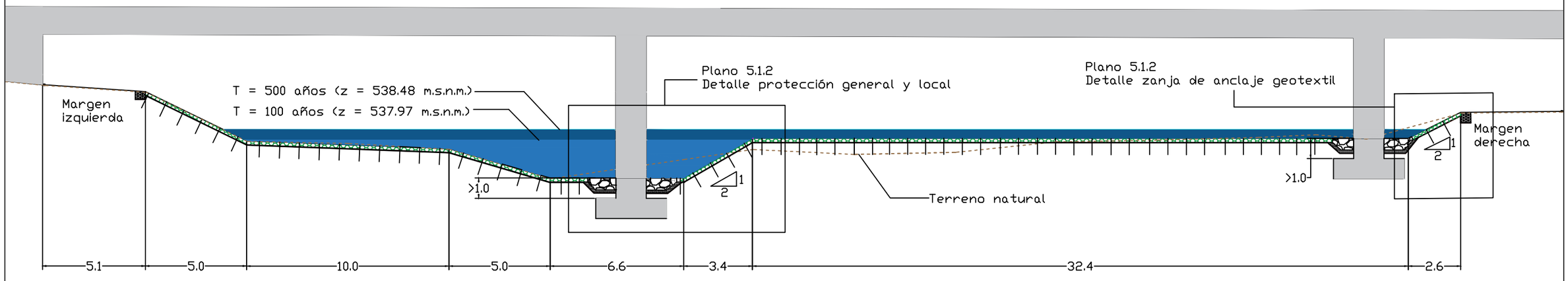
1. LOCALIZACIÓN
2. SITUACIÓN ACTUAL
3. DISEÑO GEOMÉTRICO
   3.1. Planta general
   3.2. Planta y perfil
   3.3. Sección tipo
   3.4. Secciones transversales
4. ESTRUCTURAS
   4.1. Puente sobre el barranco del Remedio y CV-346
      4.1.1. Estudio inicial de soluciones
         4.1.1.1. Puentes de cuatro vanos
         4.1.1.2. Puentes de tres vanos
         4.1.1.3. Puentes de dos vanos
         4.1.1.4. Puente de un vano
      4.1.2. Estudio detallado de soluciones óptimas
         4.1.2.1. Puente vigas Doble T
         4.1.2.2. Puente vigas Artesa
         4.1.2.3. Puente Losa de canto constante
         4.1.2.4. Puente Cajón de canto constante
      4.1.3. Estudio detallado solución final
         4.1.3.1. Emplazamiento
         4.1.3.2. Planta y alzado
         4.1.3.3. Sección transversal
         4.1.3.4. Geometría y armado
   4.2. Puente sobre el barranco del Montú
   4.3. Puente sobre el barranco del Rincón del Calvo
      4.3.1. Estudio inicial de soluciones
         4.3.1.1. Puentes de cinco vanos
         4.3.1.2. Puentes de cuatro vanos
         4.3.1.3. Puentes de tres vanos
         4.3.1.4. Puentes de dos vanos
         4.3.1.5. Puentes de un vano
      4.3.2. Estudio detallado de soluciones óptimas
         4.3.2.1. Puente vigas Doble T
         4.3.2.2. Puente vigas Artesa
         4.3.2.3. Puente Losa de canto constante

4.3.2.4. Puente Cajón de canto constante
4.3.3. Estudio detallado solución final
4.3.3.1. Emplazamiento
4.3.3.2. Planta y alzado
4.3.3.3. Sección transversal
4.3.3.4. Geometría y armado
5. HIDRÁULICA
5.1. Puente sobre el barranco del Remedio
5.1.1. Alzado con regularización de la sección transversal y medidas de protección
5.1.2. Detalles protecciones y zanja de anclaje
5.1.3. Planta de las protecciones general y local
5.2. Puente sobre el barranco del Montú
5.2.1. Alzado con regularización de la sección transversal y medidas de protección
5.2.2. Detalles de las protecciones general y local
5.2.3. Planta de las protecciones general y local
6. IMPACTOAMBIENTAL
6.1. Red hidrográfica
6.2. Riesgos de inundaciones
6.3. Vulnerabilidad de acuíferos
6.4. Riesgo de erosión actual
6.5. Riesgo de erosión potencial
6.6. Riesgo de deslizamientos y desprendimientos
6.7. Litología
6.8. Fisiografía
6.9. Ocupación del suelo
6.10. Planeamiento urbanístico
6.11. Capacidad de uso del suelo
6.12. Zonas aptas para vertederos
6.13. Aprovechamientos de rocas para usos industriales
6.14. Zepa Alto Turia y sierra del negrete
6.15. Hábitats de interés comunitario
6.16. Montes y vías pecuarias
6.17. Senderos e instalaciones recreativas
6.18. Yacimientos arqueológicos

REGULARIZACIóN DE LA SECCIóN TRANSVERSAL DEL CAUCE



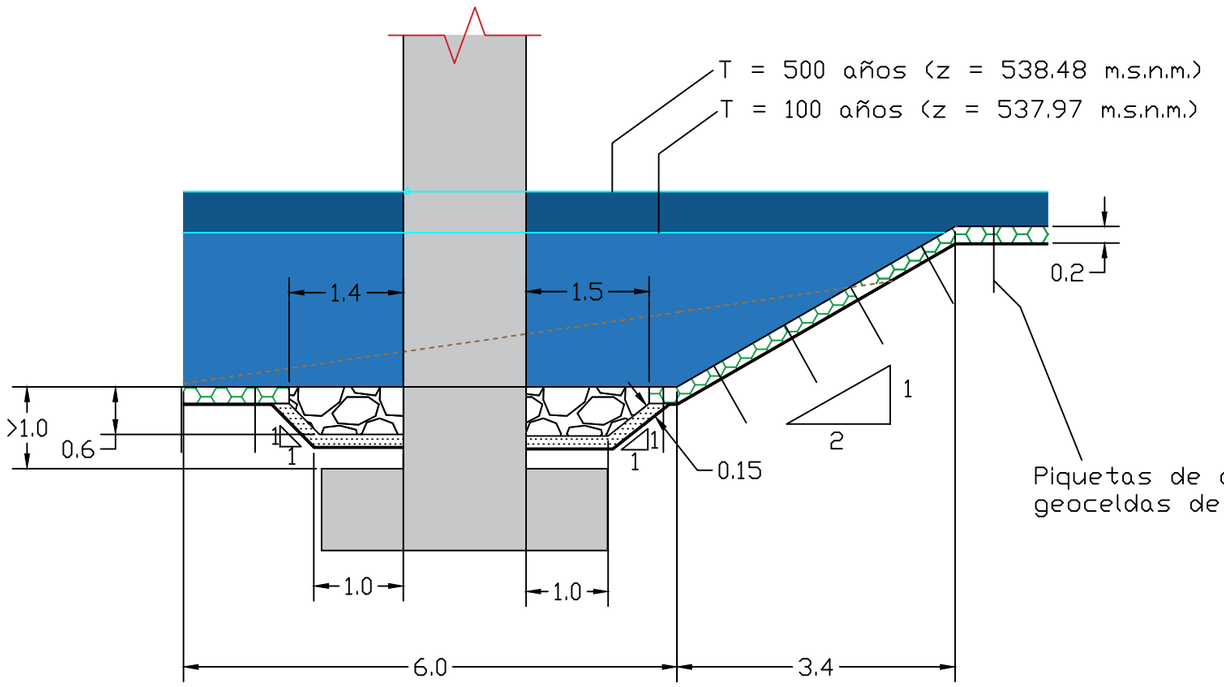
SECCIóN TRANSVERSAL DE LAS PROTECCIONES



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	AUTOR DEL PROYECTO SERGIO OLIVAS VALERA	FECHA JUNIO 2016	TÍTULO DEL PROYECTO ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALENCIA). ALTERNATIVA CENTRO	ESCALA: 1:200	TÍTULO DEL PLANO PUENTE SOBRE EL BARRANCO DEL REMEDIO. ALZADO CON REGULARIZACIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN	Nº DE PLANO 5.1.1 HOJA 1 DE 1

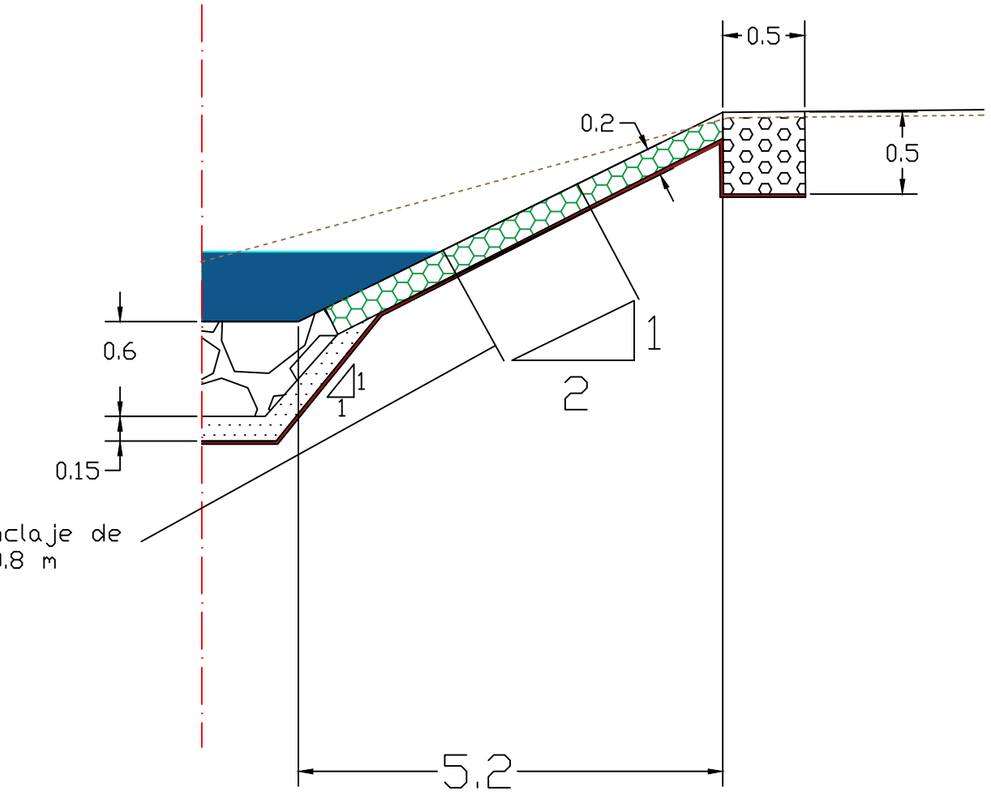
Detalle protección general y local

Escala 1:75



Detalle zanja de anclaje geotextil

Escala 1:37.5



Escollera D50 = 0.3 m en dos capas

Detritus de cantera

Revestimiento de geoceldas

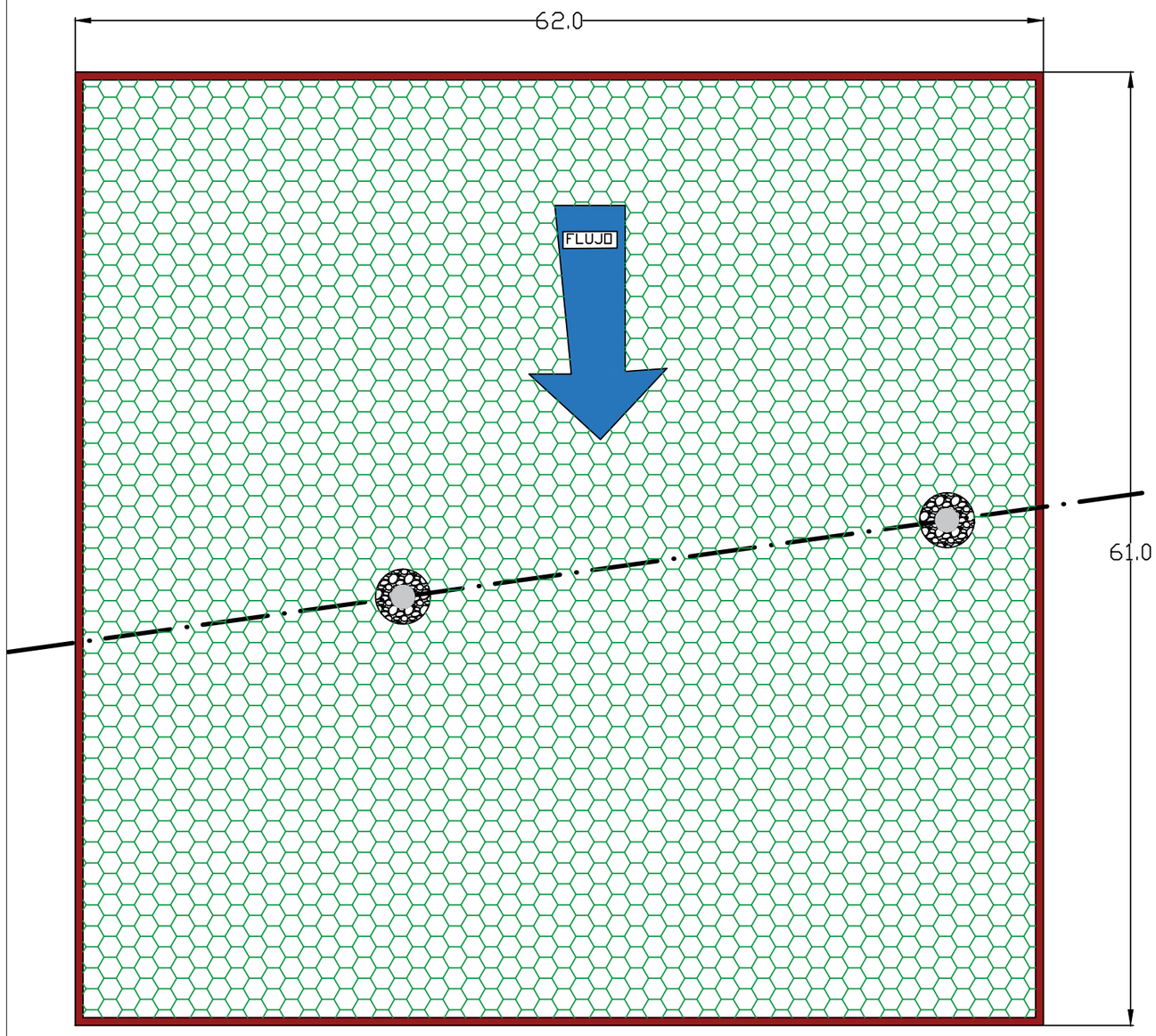
Relleno de grava para zanjas de anclaje

Filtro Geotextil

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	AUTOR DEL PROYECTO SERGIO OLIVAS VALERA	FECHA JUNIO 2016	TÍTULO DEL PROYECTO ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALENCIA). ALTERNATIVA CENTRO	ESCALA: VARIABLE	TÍTULO DEL PLANO PUENTE SOBRE EL BARRANCO DEL REMEDIO. DETALLES PROTECCIONES Y ZANJAS DE ANCLAJE	Nº DE PLANO 5.1.2 HOJA 1 DE 1

Planta de las protecciones general y local

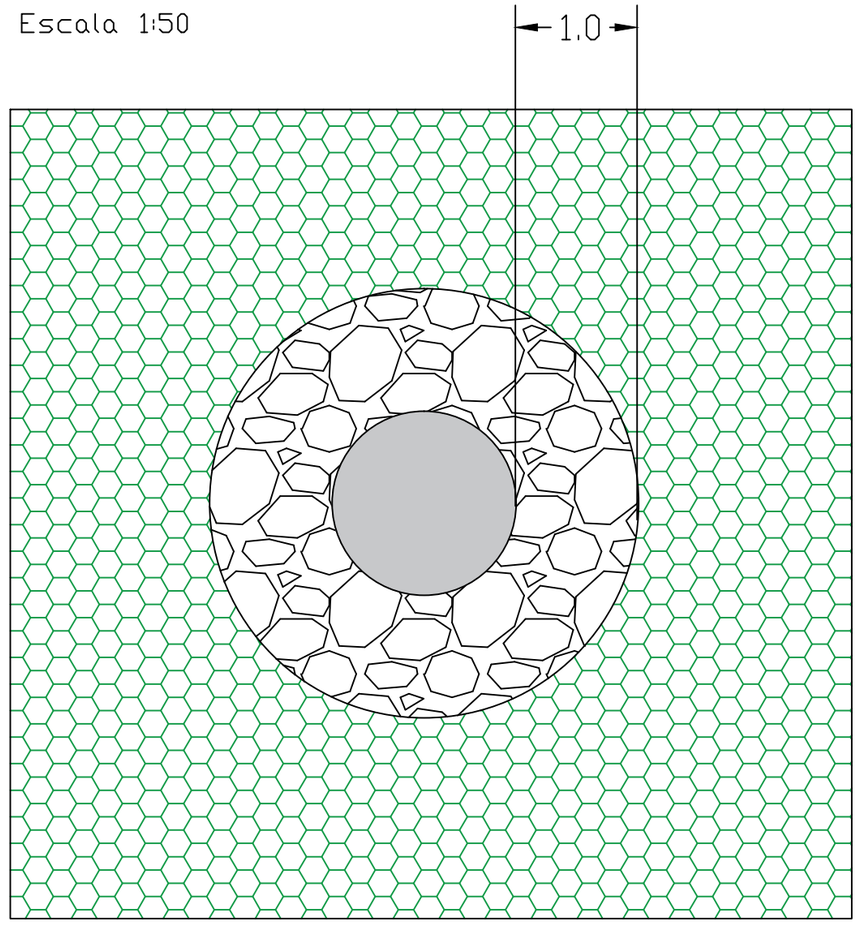
Escala 1:350



Cotas en metros

Detalle de la protección local

Escala 1:50



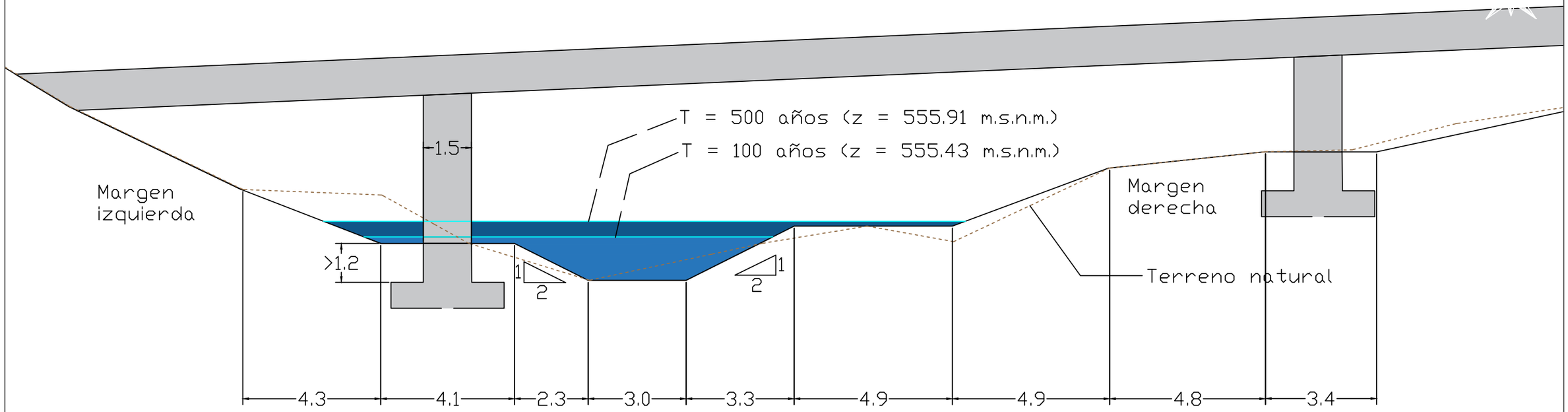
Escollera D50 = 0.3 m en dos capas

Revestimiento de geoceldas

Cotas en metros

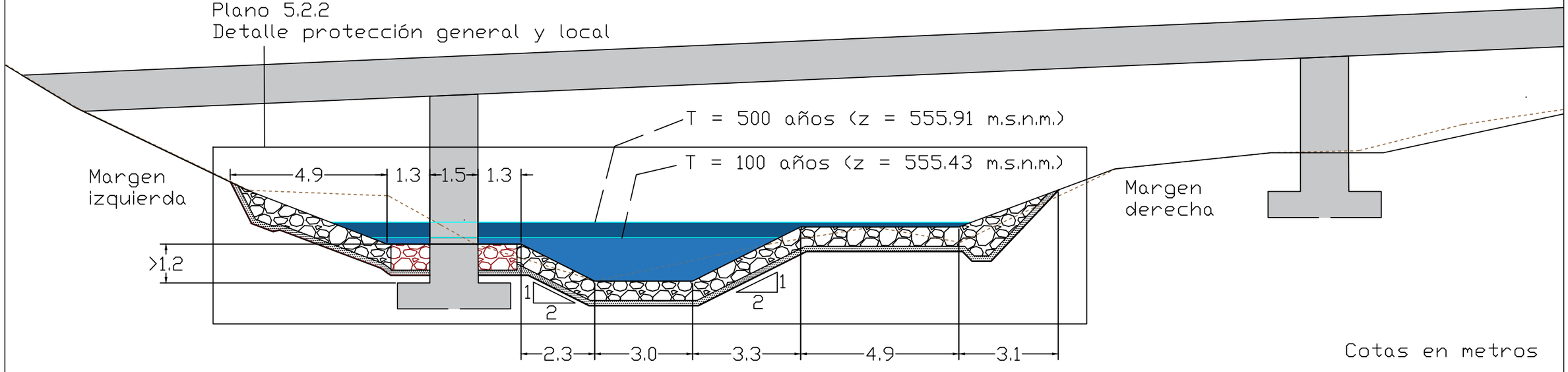
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	AUTOR DEL PROYECTO SERGIO OLIVAS VALERA	FECHA JUNIO 2016	TÍTULO DEL PROYECTO ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALENCIA). ALTERNATIVA CENTRO	ESCALA: VARIABLE	TÍTULO DEL PLANO PUENTE SOBRE EL BARRANCO DEL REMEDIO. PLANTA DE LAS PROTECCIONES GENERAL Y LOCAL	Nº DE PLANO 5.1.3 HOJA 1 DE 1

REGULARIZACIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CAUCE

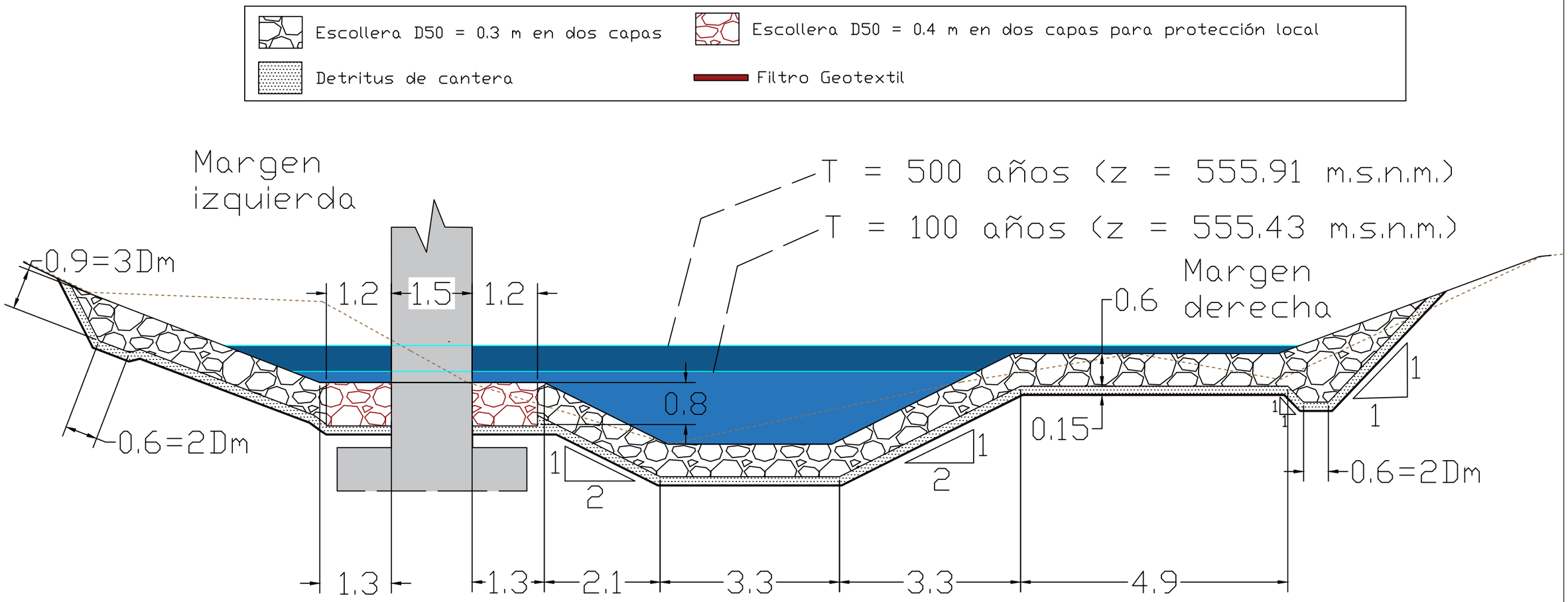


SECCIÓN TRANSVERSAL DE LAS PROTECCIONES

Plano 5.2.2
Detalle protección general y local



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	AUTOR DEL PROYECTO SERGIO OLIVAS VALERA	FECHA JUNIO 2016	TÍTULO DEL PROYECTO ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALENCIA). ALTERNATIVA CENTRO	ESCALA: 1:125	TÍTULO DEL PLANO PUENTE SOBRE EL BARRANCO DEL MONTÚ. ALZADO CON REGULARIZACIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN	Nº DE PLANO 5.2.1 HOJA 1 DE 1

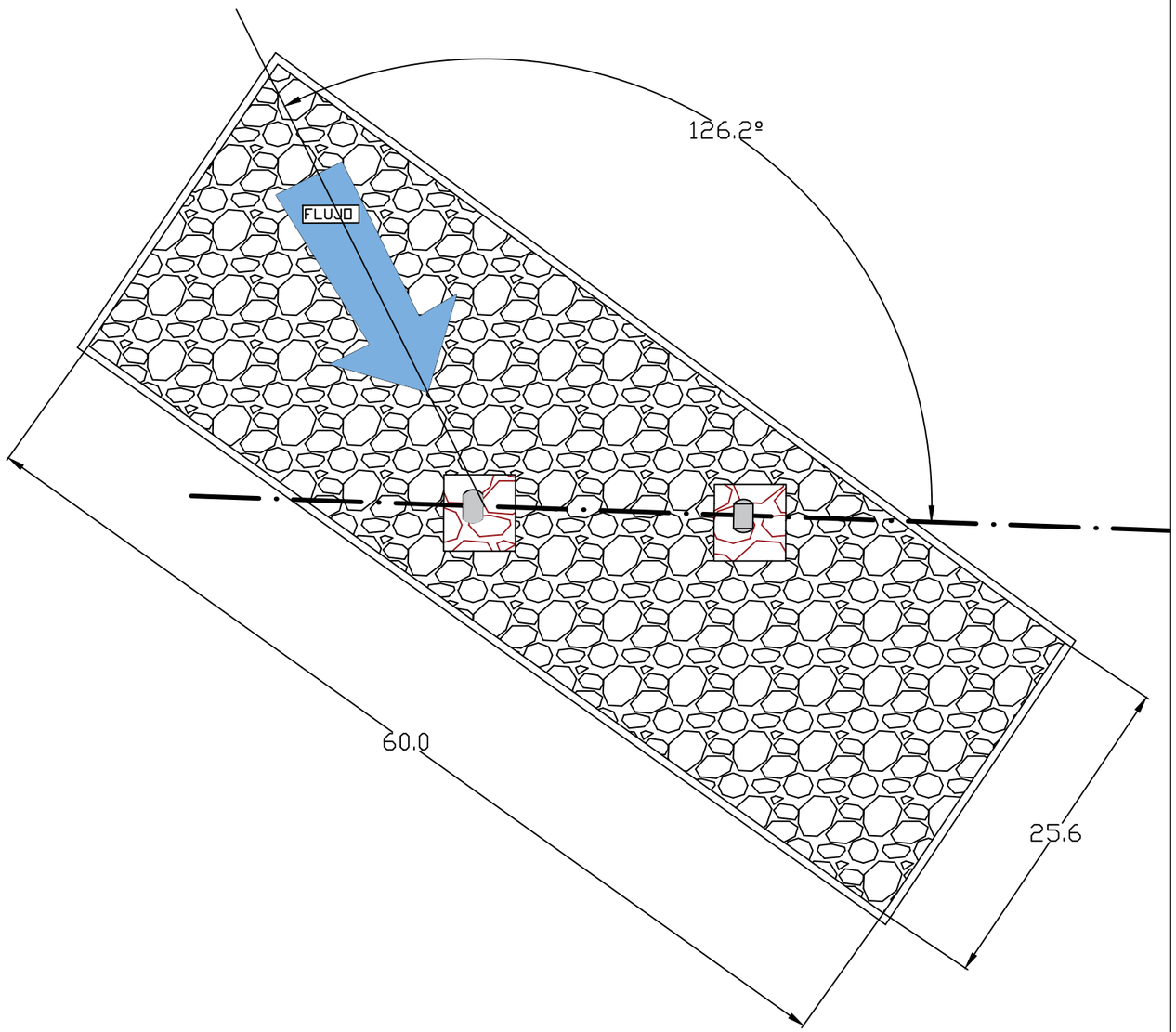


Cotas en metros

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	AUTOR DEL PROYECTO SERGIO OLIVAS VALERA	FECHA JUNIO 2016	TÍTULO DEL PROYECTO ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALENCIA). ALTERNATIVA CENTRO	ESCALA: 1:75	TÍTULO DEL PLANO PUENTE SOBRE EL BARRANCO DEL MONTÚ. DETALLES DE LAS PROTECCIONES GENERAL Y LOCAL	Nº DE PLANO 5.2.2 HOJA 1 DE 1

Planta de las protecciones general y local

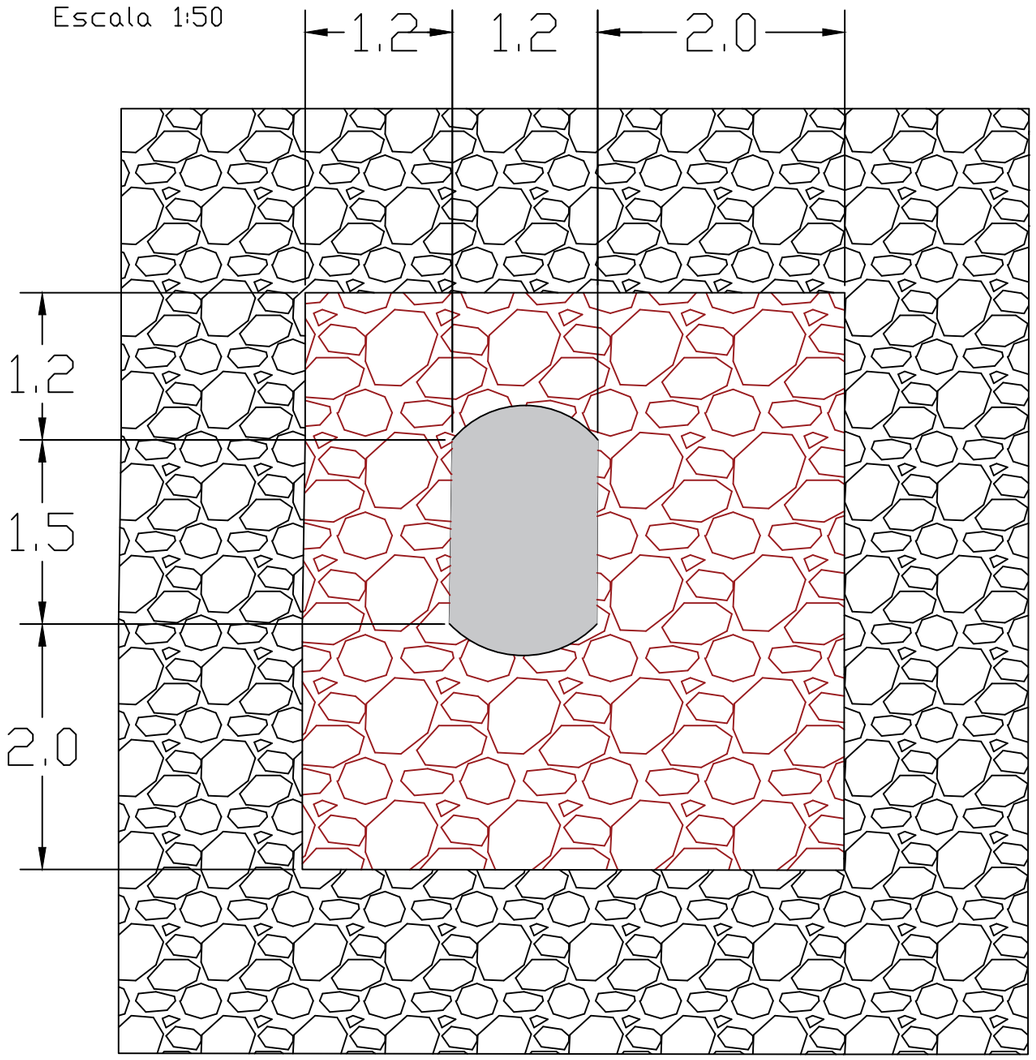
Escala 1:350



Cotas en metros

Detalle de la protección local

Escala 1:50



Escollera D50 = 0.3 m en dos capas

Escollera D50 = 0.4 m en dos capas

Cotas en metros

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	AUTOR DEL PROYECTO SERGIO OLIVAS VALERA	FECHA JUNIO 2016	TÍTULO DEL PROYECTO ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALENCIA). ALTERNATIVA CENTRO	ESCALA: VARIABLE	TÍTULO DEL PLANO PUENTE SOBRE EL BARRANCO DEL MONTÚ. PLANTA DE LAS PROTECCIONES GENERAL Y LOCAL	Nº DE PLANO 5.2.3 HOJA 1 DE 1

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DOCUMENTO Nº4

VALORACIÓN ECONÓMICA

ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALENCIA)
ALTERNATIVA NORTE

A continuación se detalla la valoración económica del total de cada uno de los capítulos considerados, dado que las unidades de obra quedan pormenorizadas al final de este trabajo en el *Documento nº 4: Valoración económica*.

PARTIDA	PRECIO	%
MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DEMOLICIONES	1.902.735,53 €	24,14%
FIRMES Y PAVIMENTOS	1.238.084,83 €	15,71%
ESTRUCTURAS		0,00%
Puente sobre el Barranco del Remedio y la CV-35	2.896.528,33 €	36,75%
Puente sobre el Barranco del Montú	962.772,35 €	12,22%
Marcos hidráulicos	248.557,35 €	3,15%
ADECUACIÓN AMBIENTAL	194.179,02 €	2,46%
SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO	6.082,33 €	0,08%
DRENAJE	89.100,00 €	1,13%
SEGURIDAD Y SALUD	171.694,94 €	2,18%
GESTIÓN DE RESIDUOS	171.694,94 €	2,18%
TOTAL	7.881.429,62 €	

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	**7.881.429,62 €**
13% GASTOS GENERALES	1.024.585,85 €
6% BENEFICIO INDUSTRIAL	472.885,78 €
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	**9.378.901,25 €**
21% IVA	1.969.569,26 €
PRECIO DE LIQUIDACIÓN	**11.348.470,51 €**

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

VALORACIÓN ECONÓMICA

MEDICIONES Y PRESUPUESTOS PARCIALES

ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALENCIA)
ALTERNATIVA NORTE

VALORACIÓN DE LAS OBRAS

Mediciones:

En el presente apartado se lleva a cabo una valoración del coste económico asociado al conjunto de las unidades de obra previstas a ejecutar en el estudio de soluciones.

La valoración de la obra se realiza mediante la definición de las unidades de obra correspondientes, que serán en su gran mayoría comunes a las tres alternativas, siendo su resultado el producto del precio unitario de cada una por su medición.

Se muestran las mediciones valoradas sobre la alternativa norte.

Todos y cada uno de los precios se expresan en €.

Presupuesto						
Código	***Nat***	***Ud***	***Resumen***	***CanPres***	***PrPres***	***ImpPres***
1	**Capítulo**		**MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DEMOLICIONES**	**1**	**1902735.53**	**1902735.53**
P001	Partida	m²	Despeje y desbroce del terreno	70950	0.58	41151
			M2 Despeje y desbroce del terreno por medios mecánicos i/ destoconado, arranque, carga y transporte a vertedero o gestor autorizado hasta una distancia de 60 km retirada de tierra vegetal de cualquier espesor, incluso retirada de tocones, talado, retirada y limpieza de raíces, con carga, canon y transporte a vertedero o lugar de empleo.			
P002	Partida	m³	Excavación tierra vegetal	92782	1.98	183708.36
			M3 Excavación de tierra vegetal i/ carga y transporte a vertedero hasta una distancia de 10 km o acopio dentro de la obra, depósito de tierra vegetal en zona adecuada para su reutilización y acondicionamiento y mantenimiento de acopios, formación y mantenimiento de los caballeros y pago de los cánones de ocupación.			
P003	Partida	m³	Excavación desmonte en todo tipo de terreno incluso en roca	30927	5.73	177211.71
			M3 Excavación en desmonte en todo tipo de terreno, incluso en roca con empleo de medios mecánicos, explosivos, i/agotamiento y drenaje durante la ejecución, saneo de desprendimientos, formación y perfilado de cunetas, carga y transporte a vertedero hasta una distancia de 10 km o al lugar de reutilización dentro de la obra sea cual sea la distancia, perforación del terreno, colocación de explosivos y voladura y limpieza de fondo de excavación. Excepto precorte.			
P005	Partida	m³	Terraplen de suelo	169338	6.67	1129484.46
			M3 Relleno de suelo seleccionado procedente de préstamo, yacimiento granular o cantera para la formación de explanada en coronación de terraplén y en el fondo de desmonte i/ canon de cantera, excavación del material, carga y transporte al lugar de empleo, hasta una distancia de 30 km, extendido, humectación, compactación, terminación y refino de la superficie de la coronación.			
P006	Partida	m³	Rellenos de explanada	55400	6.7	371180
			M3 Relleno, extendido y compactado de tierras, por medios mecánicos, en tongadas de 15 cm de espesor, incluso aporte de las mismas.			
			1	1	1902735.53	1902735.53

2	**Capítulo**		**FIRMES Y PAVIMENTOS**	**1**	**1238084.83**	**1238084.83**
P007	Partida	m³	Zahorra artificial	22 160.00	18.19	403 090.40
			M3 Zahorra artificial i/transporte, extensión y compactación. Medido sobre perfil teórico			
P008	Partida	t	M.B.C tipo AC22 base G	4 432.00	26.47	117 315.04
			Tn Mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 base G (G-20 base) extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación.			
P009	Partida	t	M.B.C tipo AC22 bin S	3 324.00	26.44	87 886.56
			Tn Mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 bin S (S-20 intermedia), extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación			
P010	Partida	t	Mezcla bituminosa discontinua en caliente BBTM 8A	1 108.00	26.52	29 384.16
			Tn Mezcla bituminosa discontinua en caliente BBTM A extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación			
P011	Partida	t	Betún asfáltico tipo B50/70	957.00	440.00	421 080.00
			Tn Betún asfáltico en mezclas bituminosas B 50/70			
P012	Partida	t	Polvo mineral	425.00	49.27	20 939.75
			Tn Polvo mineral o carbonato (triclasa o similar) empleado como polvo mineral de aportación en mezclas bituminosas en caliente puesto a pie de obra o planta.			
P013	Partida	t	Riego de adherencia C60B3-ADH	427.68	369.70	158 113.30
			Tn Emulsión C60B3-ADH en riegos de adherencia o C60B3-CUR en riegos de curado i/ barrido y preparación de la superficie, totalmente terminado.			
P014	Partida	t	Riego de imprimación C50BF4 IMP	475.20	0.58	275.62

			Tn Emulsión C50BF4 IMP en riegos de imprimación i/ barrido y preparación de la superficie, totalmente terminado.			
			2	1	1 238 084.83	1 238 084.83

3	**Capítulo**		**OBRAS HIDRÁULICAS**	**0**	**52294.84**	**0**
P015	Partida	m²	Despeje y desbroce del terreno	64 500.00	0.70	0
			Despeje y desbroce del terreno hasta una profundidad de 0.20 m por medios mecánicos, con corte y retirada de arbustos, arrancando las raíces y destoconado en caso necesario, incluso la carga y transporte de la tierra vegetal a las zonas de acopio y carga de productos y transporte a vertedero.			
P016	Partida	m³	Excavación a cielo abierto	0	5.81	0
			Excavación a cielo abierto, en tierras, con medios mecánicos, incluso compactación del fondo de la excavación, carga, transporte de tierras procedentes de la excavación a vertedero y/o acopio en obra.			
P017	Partida	m³	Relleno, extendido y compactado de tierras,			0.00
			Relleno, extendido y compactado de tierras, por medios mecánicos, en tongadas de 16 cm de espesor, incluso aporte de las mismas.			
P18	Partida	m2	Geotextil tejido a base de polipropileno	0.00		0.00
			Geotextil tejido a base de polipropileno para filtro, [con una resistencia a la tracción longitudinal de 55 kN/m, una resistencia a la tracción transversal de 55 kN/m, una apertura de cono al ensayo de perforación dinámica según UNE-EN ISO 13433 inferior a 10 mm, resistencia CBR a punzonamiento 5 kN y una masa superficial de 215 g/m². Según UNE-EN 13252.]			
P019	Partida	m³	Geomalla permanente con matriz plástica	0.00		0
			Geomalla permanente con matriz plástica, 100% propileno, con un peso de 687 gr/m2 y una resistencia a la tensión tangencial de 672 Pa.			
P020	Partida	m³	Relleno de grava para zanjas de anclaje	0.00		0.00
			Relleno de grava para zanjas de anclaje			
P021	Partida	m³	Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio 0.40 m	0.00		0.00
			Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio 0.40 m en protección local de pilas, completamente terminada, incluso el transporte.			
P022	Partida	m³	Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio 0.25 m	0.00		0.00
			Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio 0.25 m en protección local de pilas, completamente terminada, incluso el transporte.			
			3	0.00	52 294.84	0.00

4	**Capítulo**		**ESTRUCTURAS**	**1**	**4107858.03**	**4107858.03**
4.1	Subcapítulo		Puente sobre el Barranco del Remedio y la CV-35	1		2 896 528.33
P023	Partida	m³	Hormigón de limpieza HL-150/P/25	85.37	52	4 444
			M3 Hormigón en masa para capa de regularización y limpieza, tipo HL-15/P/25/IIb, incluso fabricación, suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.			

P024	Partida	m3	Hormigón armado tipo HP-40/B/20/IIa	5 020.85	72	361 501
			M3 Hormigón para pretensar en estructuras, tipo HA-40/B/20/IIa, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.			
P025	Partida	m³	Hormigón armado tipo HA-30/B/20/IIB	1 514.55	67	101 475
			M3 Hormigón para armar en estructuras, tipo HA-30/B/20/IIB, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.			
P026	Partida	m³	Hormigón armado tipo HA-35/B/20/Qb	589.7	60	35 382
			M3 Hormigón para armar en estructuras, tipo HA-35/B/20/Qb, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.			
P027	Partida	m³	Hormigón armado tipo HA-25/B/20/Qb	0	57	0
			M3 Hormigón para armar en estructuras, tipo HA-25/B/20/Qb, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.			
P028	Partida	kg	Acero corrugado B-500-S	463987.16	1	334 071
			Kg Acero corrugado B-500-S en barras para armadura incluso suministro, cortado, doblado, atado, colocación, solapes, patillas, alambre de atar, exceso de peso y p.p. de mermas, despuntes, separadores y rigidizadores.			
P029	Partida	u	Neopreno zunchado	44.00	2 120	93 280
			u Neopreno zunchado según anejo de estructuras para apoyo de vigas prefabricadas en subestructuras, incluso mortero de nivelación, totalmente acabado.			
P030	Partida	ml	Pretil metálico	1 371.56	250	342 890
			Ml Pretil metálico resistente a impactos galvanizado en caliente por inmersión según planos, incluso galvanizado y pintado de elementos metálicos, suministro, anclaje y colocación totalmente terminado			
P031	Partida	ml	Junta de dilatación	52.50	230	12 075
			Ml Junta de dilatación de calzada entre 15 y 250 mm de desplazamiento incluso formación de cajetines, colocación de anclajes, fijado de la junta y posterior sellado totalmente colocada.			
P032	Partida	kg	Acero activo y-1860-7	118221.6	7	852 378
			Acero superestabilizado para pretensar tipo BY 1860 S7 de 1860 N/mm2 de carga de rotura mínima, incluso p.p. de andamios, grúas, vainas, culatas, anclajes, inyecciones de protección, sellado de los cajetines de anclaje, así como todas las operaciones de tesado parciales y totales. incluso anclajes y elementos auxiliares			
P033	Partida	m2	Encofrado madera	14446.2	23	326 195
			Encofrado de madera para elementos estructurales de paramentos vistos. Mediante tablero de madera incluyendo soportes y apuntalamiento. Incluso desencofrado limpieza y almacenamiento.			
P034	Partida	m2	Encofrado metálico	3606.825	48	173 741
			Encofrado metálico para elementos estructurales de paramentos vistos. Mediante tablero de metálico incluyendo soportes y apuntalamiento. Incluso			

			desencofrado limpieza y almacenamiento.			
P035	Partida	m2	Cimbra cuajada	16934.4	15	259 096
			m3 de cimbra metálica, preparada para encofrado, incluido transporte, montaje, desmontaje y limpieza.			
				1	2 896 528	2 896 528
4.2	**Subcapítulo**		**Puente sobre el Barranco del Montú**	**1**		**962 772.35**
P023	Partida	m³	Hormigón de limpieza HL-150/P/25	86.53	52.06	4504.75
			M3 Hormigón en masa para capa de regularización y limpieza, tipo HL-15/P/25/IIb, incluso fabricación, suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.			
P024	Partida	m3	Hormigón armado tipo HP-40/B/20/IIa	1 151.02	72	82873.44
			M3 Hormigón para pretensar en estructuras, tipo HA-40/B/20/IIa, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.			
P025	Partida	m³	Hormigón armado tipo HA-30/B/20/IIB	2 679.62	67	179534.54
			M3 Hormigón para armar en estructuras, tipo HA-30/B/20/IIB, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.			
P026	Partida	m³	Hormigón armado tipo HA-35/B/20/Qb	171.02	60	10261.2
			M3 Hormigón para armar en estructuras, tipo HA-35/B/20/Qb, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.			
P027	Partida	m³	Hormigón armado tipo HA-25/B/20/Qb	0	57	0
			M3 Hormigón para armar en estructuras, tipo HA-25/B/20/Qb, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.			
P028	Partida	kg	Acero corrugado B-500-S	274 126.68	0.72	197371.21
			Kg Acero corrugado B-500-S en barras para armadura incluso suministro, cortado, doblado, atado, colocación, solapes, patillas, alambre de atar, exceso de peso y p.p. de mermas, despuntes, separadores y rigidizadores.			
P029	Partida	u	Neopreno zunchado	12.00	1860	22320
			u Neopreno zunchado según anejo de estructuras para apoyo de vigas prefabricadas en subestructuras, incluso mortero de nivelación, totalmente acabado.			
P030	Partida	ml	Pretil metálico	350.50	250	87625
			Ml Pretil metálico resistente a impactos galvanizado en caliente por inmersión según planos, incluso galvanizado y pintado de elementos metálicos, suministro, anclaje y colocación totalmente terminado			
P031	Partida	ml	Junta de dilatación	21.00	230	4830
			Ml Junta de dilatación de calzada entre 15 y 250 mm de desplazamiento incluso formación de cajetines, colocación de anclajes, fijado de la junta y posterior sellado totalmente colocada.			
P032	Partida	kg	Acero activo y-1860-7	27421.03	7.21	197705.63
			Acero superestabilizado para pretensar tipo BY 1860 S7 de 1860 N/mm2 de carga de rotura mínima, incluso p.p. de andamios, grúas, vainas, culatas, anclajes, inyecciones de protección, sellado de los cajetines de anclaje, así como todas las operaciones de tesado parciales y totales. Incluso anclajes y elementos auxiliares			
P033	Partida	m2	Encofrado madera	1864.37	22.58	42097.47
			Encofrado de madera para elementos estructurales de paramentos vistos. Mediante tablero de madera incluyendo soportes y apuntalamiento. Incluso desencofrado limpieza y almacenamiento.			
P034	Partida	m2	Encofrado metálico	2774.53	48.17	133649.11
			Encofrado metálico para elementos estructurales de paramentos vistos. Mediante tablero de metálico incluyendo soportes y apuntalamiento. Incluso desencofrado limpieza y almacenamiento.			
P035	Partida	m3	Cimbra cuajada	0	15.3	0
			m3 de cimbra metálica, preparada para encofrado, incluido transporte, montaje, desmontaje y limpieza.			
				1	962772.35	962772.35
4.3	**Subcapítulo**		**Marcos hidráulicos**	**1**		**248 557**
P023	Partida	m³	Hormigón de limpieza HL-150/P/25	0.00	52.06	0
			M3 Hormigón en masa para capa de regularización y limpieza, tipo HL-15/P/25/IIb, incluso fabricación, suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.			
P036	Partida	m3	Hormigón armado tipo HP-40/B/20/IIa	0.00	68.21	0
			M3 Hormigón para pretensar en estructuras, tipo HA-40/B/20/IIa, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.			
P025	Partida	m³	Hormigón armado tipo HA-30/B/20/IIB	0.00	67	0
			M3 Hormigón para armar en estructuras, tipo HA-30/B/20/IIB, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.			
P026	Partida	m³	Hormigón armado tipo HA-35/B/20/Qb	2053.88	60	123232.8
			M3 Hormigón para armar en estructuras, tipo HA-35/B/20/Qb, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.			
P027	Partida	m³	Hormigón armado tipo HA-25/B/20/Qb	0	57	0
			M3 Hormigón para armar en estructuras, tipo HA-25/B/20/Qb, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.			
P028	Partida	kg	Acero corrugado B-500-S	174061.88	0.72	125324.55
			Kg Acero corrugado B-500-S en barras para armadura incluso suministro, cortado, doblado, atado, colocación, solapes, patillas, alambre de atar, exceso de peso y p.p. de mermas, despuntes, separadores y rigidizadores.			
P037	Partida	u	Neopreno zunchado	0.00	700	0

			u Neopreno zunchado según anejo de estructuras para apoyo de vigas prefabricadas en subestructuras, incluso mortero de nivelación, totalmente acabado.			
P031	Partida	ml	Pretil metálico	0.00	250	0
			Ml Pretil metálico resistente a impactos galvanizado en caliente por inmersión según planos, incluso galvanizado y pintado de elementos metálicos, suministro, anclaje y colocación totalmente terminado			
P038	Partida	ml	Junta de dilatación	0.00	230	0
			Ml Junta de dilatación de calzada entre 6 y 106 mm de desplazamiento incluso formación de cajetines, colocación de anclajes, fijado de la junta y posterior sellado totalmente colocada.			
P039	Partida	m2	Encofrado madera	0	22.58	0
			Encofrado de madera para elementos estructurales de paramentos vistos. Mediante tablero de madera incluyendo soportes y apuntalamiento. Incluso desencofrado limpieza y almacenamiento.			
			4.3	1	248557.35	248557.35

5	**Capítulo**		**ADECUACIÓN AMBIENTAL**	**1**	**194 179**	**194 179**
MC01	Partida	ud	Gavión de 1x1,50x2.	180	85.2	15336
			M2. Gavión formado por malla (de triple torsión) de alambre de acero de 2.7 mm al que se le dan tres capas de galvanizado, con 270 gramos de zinc, rellena en obra con material de zona, de dimensiones 1.00x1.50x2m. incluso construcción y colocación y todas aquellas partidas necesarias para su correcta ejecución			
MC02	Partida	m	Muro verde	80	115	9200
			Ml. Muro verde. Muro de gravedad, mediante el sistema Deltalock. Compuesto por sacos de 0,55 x 0.13 m. de 100% de polipropileno y 2,2 l/s de permeabilidad			
MC03	Partida	m2	Entramado de madera viva	70	164.5	11515
			Estructura celular de troncos de madera combinado con inserción de plantas vivas. Los materiales a utilizar serán: Troncos de especies con madera duradera de 4 m. de longitud y 25 cm de diámetro. Se aconseja utilizar madera de castaño. Troncos de 2,5 m.de longitud y 0,25 m de diámetro. Clavos de acero con adherencia mejorada de diámetro 12-14 cm. Estaca vivas y plantas enraizadas de caducifolias. Fajinas vivas de sauce de 20 m. Piedra y material de relleno inerte.			
MC04	Partida	m2	Hidrosiembra	140	226.69	31736.6
			Aplicación de medidas de hidrosiembra sobra taludes finales de restauración, a fin de conseguir un rápido recubrimiento de los mismos.			
MC05	Partida	m2	Cartel lamas de acero reflexivos nivel 1	2	315.96	631.92
			. Cartel en lamas de acero reflexivo nivel 1, con parte proporcional de IPN, i/p.p. poste galvanizado, tornillería, cimentación y anclaje, totalmente colocada.			
MC06	Partida	ud	Marco de hormigón armado para paso de fauna	12	476.6	5719.2
			Marcos De hormigón armado HA-35 con acero B-500 y machihembrado de 2,00x2,00x2,00 para paso de fauna incluso colocación y todas aquellas partidas necesarias para su correcta ejecución.			
MC07	Partida	m	Jalonamiento temporal de protección del perímetro de la obra.	4400	0.43	1892
			jalonamiento temporal de protección formado por soportes angulares metálicos de 30 mm y 1 m de longitud unidos entre sí mediante una cinta de señalización de obra y colocados cada 8 metros.			
MC08	Partida	m	Jalonamiento temporal de protección de la vegetación.	3300	0.43	1419
			Constituido por soportes angulares metálicos de 30 mm y 1 m de longitud, estando los 20 cm superiores cubiertos por una pintura roja y los 30 cm inferiores clavados al terreno. Soportes colocados cada 8 metros y unidos entre sí mediante una cinta de señalización de obra.			
MC09	Partida	m	Jalonamiento temporal de protección perímetro de elementos etnológicos.	400	0.43	172
			Jalonamiento temporal de protección formado por soportes angulares de 30 mm y 1m de longitud unidos entre si mediante una cinta de señalización de obra y colocados cada 8 metros.			
MC10	Partida	ud	Señal zona de obras.	2	380.63	761.26
			Cartelería de aviso de zonas de obras.			
MC11	Partida	ud	Señal vía pecuaria.	2	171.6	343.2
			Señal vertical homologada de vía pecuaria			
MC12	Partida	ud	Análisis de la calidad de aguas.	12	160	1920
			Análisis de aguas concurrentes del rio Chelva lo largo de la duración de las obras.			
MC13	Partida	ud	Visita arqueológica de media jornada.	12	713	8556

			Visita arqueológica de media jornada durante la ejecución de obras, efectuada por un arqueólogo, incluso permisos, redacción de informes y documentación gráfica de todas las estructuras etnológicas detectadas.			
MC14	Partida	ud	Visita inspección de afección natural pasos de fauna.	25	350	8750
			Visita de media jornada durante la fase de explotación de la carretera, efectuada por un profesional, incluso redacción de informes y documentación gráfica de todas las estructuras etnológicas detectadas.			
PR1	Partida	ud	MÓDULO DE ESPECIES HERBÁCEAS	750	3.14	2355
			Módulo de especies arbustivas, según las especies establecidas en el propio Plan de Restauración			
PR2	Partida	ud	MÓDULO DE ESPECIES ARBÓREAS	40	449.85	17994
			Módulo de especies coníferas arbóreas, las especies establecidas por el propio Plan de Restauración.			
PR3	Partida	ud	MÓDULO DE ESPECIES CONÍFERAS	20	1748.02	34960.4
			Módulo de especies de coníferas, según establecidas por el propio Plan de restauración			
PR4	Partida	ud	MÓDULO DE ESPECIES FRONDOSAS	75	440.24	33018
			Módulo de especies frondosas, según establecidas por el propio Plan de restauración.			
PR5	Partida	ud	MÓDULO DE ESPECIES GIPSÍCOLAS	38	207.88	7899.44
			Módulo de especies gipsícolas, según las especies establecidas por el propio Plan de restauración			
			5	1	194179.02	194179.02

6	**Capítulo**		**SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO**	**1**	**6082.33**	**6082.33**
	Partida	u	señal rectangular de 120x180 cm	2.00	462.67	925.34
			ud Señal rectangular de 120x180 cm de lado, retrorreflectante de clase RA3, colocada sobre postes galvanizados, fijados a tierra mediante y hormigonado i/ tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.			
	Partida	u	señal rectangular de 60x120 cm	2.00	175.38	350.76
			ud Señal rectangular de 60x120 cm de lado, retrorreflectante de clase RA3, colocada sobre postes galvanizados, fijados a tierra mediante y hormigonado i/ tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.			
	Partida	u	señal rectangular de 90X135 cm	2.00	291.7	583.4
			ud Señal rectangular de 90x135 cm de lado, retrorreflectante de clase RA3, colocada sobre postes galvanizados, fijados a tierra mediante y hormigonado i/ tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.			
	Partida	u	señal circular de 90 cm	8.00	195.61	1564.88
			ud Señal circular de 90x135 cm de diámetro, retro reflectante de clase RA2, colocada sobre poste galvanizado, fijado a tierra mediante hormigonado i/ tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.			
	Partida	m	m marca vial de 10 cm	5 015.00	0.53	2657.95
			m Marca vial de tipo II (RR), de pintura blanca reflectante, tipo termoplástica en caliente, de 10 cm de ancho i/ preparación de la superficie y pre marcaje (Medida la longitud realmente pintada).			
			6	1	6082.33	6082.33

8	**Capítulo**		**Seguridad y Salud**	**1**	**171694.939**	**171694.939**
PA01	Partida	ud	P.A a justificar para seguridad y salud	1.00	171 694.94	171 694.94
			u Partida alzada a justificar para presupuesto de seguridad y salud (estimado 2.5% actuación)			

9	**Capítulo**		**Gestión de residuos.**	**1**	**171694.939**	**171694.939**
PA02	Partida	ud	P.A a justificar para gestión residuos	1.00	171 694.94	171 694.94
			7	1		

TOTAL ALTERNATIVA	**CHELVA_NORTE_01**	TOTAL	**7 881 429.62**

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

DOCUMENTO Nº4

VALORACIÓN ECONÓMICA

ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALENCIA).

ALTERNATIVA CENTRO

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

VALORACIÓN ECONÓMICA

MEDICIONES Y PRESUPUESTOS PARCIALES

ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALENCIA).

ALTERNATIVA CENTRO

VALORACIÓN DE LAS OBRAS: CUADRO DE PRECIOS Y MEDICIONES

En el presente apartado se lleva a cabo una valoración del coste económico asociado al conjunto de las unidades de obra previstas a ejecutar en el estudio de soluciones.

La valoración de la obra se realiza mediante la definición de las unidades de obra correspondientes, que serán en su gran mayoría comunes a las tres alternativas, siendo su resultado el producto del precio unitario de cada una por su medición. Debajo de cada una de ellas aparece una breve descripción así como características particulares,

Se muestran las mediciones valoradas sobre la alternativa centro. Las unidades de cada unidad de obra vienen expresadas en la tabla.

Todos y cada uno de los precios unitarios y totales se expresan en €. El presupuesto de ejecución material viene indicado al final de la tabla.

Valoración económica

Código	*Naturaleza*	*Uds*	*Resumen*	*Cantidad*	*Precio unitario*	*Importe*
1	**Capítulo**		**MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DEMOLICIONES**	**1**	**2241390,46**	**2241390,46**
P001	Partida	m²	Despeje y desbroce del terreno	9757,58	0,58	5659,4
			M2 Despeje y desbroce del terreno por medios mecánicos i/ destoconado, arranque, carga y transporte a vertedero o gestor autorizado hasta una distancia de 60 km retirada de tierra vegetal de cualquier espesor, incluso retirada de tocones, talado, retirada y limpieza de raíces, con carga, canon y transporte a vertedero o lugar de empleo.			
P002	Partida	m³	Excavación tierra vegetal	24530,6	1,98	48570,59
			M3 Excavación de tierra vegetal i/ carga y transporte a vertedero hasta una distancia de 10 km o acopio dentro de la obra, depósito de tierra vegetal en zona adecuada para su reutilización y acondicionamiento y mantenimiento de acopios, formación y mantenimiento de los caballeros y pago de los cánones de ocupación.			
P003	Partida	m³	Excavación desmonte en todo tipo de terreno incluso en roca	102013,28	5,73	584536,09
			M3 Excavación en desmonte en todo tipo de terreno, incluso en roca con empleo de medios mecánicos, explosivos, i/agotamiento y drenaje durante la ejecución, saneo de desprendimientos, formación y perfilado de cunetas, carga y transporte a vertedero hasta una distancia de 10 km o al lugar de reutilización dentro de la obra sea cual sea la distancia, perforación del terreno, colocación de explosivos y voladura y limpieza de fondo de excavación. Excepto precorte.			
P005	Partida	m³	Terraplen de suelo	103359,01	6,67	689404,6
			M3 Relleno de suelo seleccionado procedente de préstamo, yacimiento granular o cantera para la formación de explanada en coronación de terraplén y en el fondo de desmonte i/ canon de cantera, excavación del material, carga y transporte al lugar de empleo, hasta una distancia de 30 km, extendido, humectación, compactación, terminación y refino de la superficie de la coronación.			
P006	Partida	m³	Rellenos de explanada	136301,46	6,7	913219,78
			M3 Relleno, extendido y compactado de tierras, por medios mecánicos, en tongadas de 15 cm de espesor, incluso aporte de las mismas.			
			1	1	2241390,46	2241390,46
2	**Capítulo**		**FIRMES Y PAVIMENTOS**	**1**	**662749,13**	**662749,13**
P007	Partida	m³	Zahorra artificial	21.961,68	18,19	399.482,96
			M3 Zahorra artificial i/transporte, extensión y compactación. Medido sobre perfil teórico			
P008	Partida	t	M.B.C tipo AC32 base G	2.866,64	26,47	75.879,96
			Tn Mezcla bituminosa en caliente tipo AC32 base G (G-20 base) extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación.			
P009	Partida	t	M.B.C tipo AC32 bin S	230,55	26,44	6.095,74
			Tn Mezcla bituminosa en caliente tipo AC32 bin S (S-20 intermedia), extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación.			
P010	Partida	t	M.B.C BBTM 8A	1.689,97	26,52	44.818,00
			Tn Mezcla bituminosa en caliente , de granulometría discontinua, en capas de rodadura delgadas, con betún B50/70, áridos con desgaste de Los Ángeles<20, fabricada y puesta en obra, extendido y compactación, incluido filler calizo de aportación y betún.			
P011	Partida	t	Betún asfáltico tipo B50/70	262,83	440,00	115.643,00
			Tn Betún asfáltico en mezclas bituminosas B 50/70			
P012	Partida	t	Polvo mineral	320,32	49,27	15.782,17
			Tn Polvo mineral o carbonato (triclasa o similar) empleado como polvo mineral de aportación en mezclas bituminosas en caliente puesto a pie de obra o planta.			
P013	Partida	t	Riego de adherencia C60B3-ADH	5,20	369,70	1.922,44
			Tn Emulsión C60B3-ADH en riegos de adherencia o C60B3-CUR en riegos de curado i/ barrido y preparación de la superficie, totalmente terminado.			
P014	Partida	t	Riego de imprimación C60BF5-IMP	8,24	379,23	3.124,86
			Tn Emulsión C60BF5-IMP en riegos de imprimación i/ barrido y preparación de la superficie, totalmente terminado.			
			2	1	662.749,13	662.749,13

3	**Capítulo**		**OBRAS HIDRÁULICAS**	**1**	**108749,4**	**108749,4**
P015	Partida	m²	Despeje y desbroce del terreno	5.100,00	0,70	3.570,00
			Despeje y desbroce del terreno hasta una profundidad de 0.20 m por medios mecánicos, con corte y retirada de arbustos, arrancando las raíces y destoconado en caso necesario, incluso la carga y transporte de la tierra vegetal a vertedero.			
P016	Partida	m³	Excavación a cielo abierto	1.170,00	5,81	6.797,70
			Excavación a cielo abierto, en tierras, con medios mecánicos, incluso compactación del fondo de la excavación, carga, transporte de tierras procedentes de la excavación a vertedero y/o acopio en obra.			
P017	Partida	m³	Relleno, extendido y compactado de tierras,	2.116,00	6,60	13.965,60
			Relleno, extendido y compactado de tierras, por medios mecánicos, en tongadas de 16 cm de espesor, incluso aporte de las mismas.			
P018	Partida	m2	Geotextil tejido a base de polipropileno	5.100,00	4,76	24.276,00
			Geotextil tejido a base de polipropileno para filtro, con una resistencia a la tracción longitudinal y transversal de 55 kN/m,resistencia CBR a punzonamiento 5 kN			
P019	Partida	m³	Geomalla permanente con matriz plástica	3.880,00	9,02	34.997,60
			Geomalla permanente con matriz plástica, 100% propileno, con un peso de 687 gr/m2 y una resistencia a la tensión tangencial de 672 Pa.			
P021	Partida	m³	Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio 0.40 m	720,00	36,80	26.496,00
			Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio 0.40 m en protección local de pilas, completamente terminada, incluso el transporte.			
P022	Partida	m³	Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio 0.30 m	167,00	32,60	5.444,20
			Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio 0.30 m en protección local de pilas, completamente terminada, incluso el transporte.			
			3	1,00	108.749,40	108.749,40
4	**Capítulo**		**ESTRUCTURAS**	**1**	**1872817,02**	**1872817,02**
4.1	Subcapitulo		**Puente sobre el rincón del Calvo**	1		922.866,01
P023	Partida	m2	Hormigón de limpieza HL-150/P/25	15,00	52	781
			Hormigón en masa para capa de regularización y limpieza, tipo HL-150/P/25/I, incluso fabricación, suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.			
P025	Partida	m³	Hormigón armado tipo HA-30/B/20/IIB	1.348,28	67	90.335
			Hormigón para pretensar en estructuras, tipo HA-30/B/20/IIB, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.			
P026	Partida	m³	Hormigón armado tipo HA-35/B/20/Qb	1398,72	60	83.923
			Hormigón para pretensar en estructuras, tipo HA-35/B/20/Qb, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.			
P027	Partida	m³	Hormigón armado tipo HA-25/B/20/Qb	226,05	57	12.885
			M3 Hormigón para pretensar en estructuras, tipo HA-25/B/20/Qb, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado. M3 Hormigón para pretensar en estructuras, tipo HA-25/B/20/Qb, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.			
P028	Partida	kg	Acero corrugado B-500-S	136.925,80	1	98.587
			Acero corrugado B-500-S en barras para armadura incluso suministro, cortado, doblado, atado, colocación, solapes, patillas, alambre de atar, exceso de peso y p.p. de mermas, despuntes, separadores y rigidizadores.			
P029	Partida	u	Neopreno zunchado	10,00	2.120	21.200
			Neopreno zunchado según anejo de estructuras para apoyo de vigas prefabricadas en subestructuras, incluso mortero de nivelación, totalmente acabado.			
P030	Partida	ml	Pretil metálico	361,00	250	90.250
			Pretil metálico resistente a impactos galvanizado en caliente por inmesrión seguún planos, incluso galvanizado y pintado de elementos metálicos, suministro, anclaje y colocación totalmente terminado			
P032	Partida	kg	Acero activo y-1860-7	37627	7	271.291
			Acero superestabilizado para pretensar tipo BY 1860 S7 de 1860 N/mm2 de carga de rotura mínima, incluso p.p. de andamios, grúas, vainas, culatas, anclajes, inyecciones de protección, sellado de los cajetines de anclaje, así como todas las operaciones de tesado parciales y totales. Incluro anclajes y elementos auxiliares			
P033	Partida	m2	Encofrado madera	0	23	0
			Encofrado de madera para elementos estructurales de paramentos vistos. Mediante tablero de madera incluyendo soportes y apuntalamiento. Incluso desencofrado limpieza y almacenamiento.			
P034	Partida	m2	Encofrado metálico	5265	48	253.615
			Encofrado metálico para elementos estructurales de paramentos vistos. Mediante tablero de metálico incluyendo soportes y apuntalamiento. Incluso desencofrado limpieza y almacenamiento.			
P035	Partida	m2	Encofrado trepante	0	52	0
			Encofrado trepamte para elementos estructurales de paramentos vistos. Mediante trepador incluyendo soportes y apuntalamiento. Incluso desencofrado limpieza y almacenamiento.			
			4.1	1	922.866	922.866

4.2	**Subcapitulo**		**Puente sobre el Barranco del Remedio**	**1**		**517.311,01**
P023	Partida	m³	Hormigón de limpieza HL-150/P/25	239,87	52,06	12487,63
			Hormigón en masa para capa de regularización y limpieza, tipo HL-150/P/25/I, incluso fabricación, suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.			
P024	Partida	m3	Hormigón armado tipo HP-35/B/20/IIa	711,75	72	51246
			Hormigón para pretensar en estructuras, tipo HA-40/B/20/IIa, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.			
P025	Partida	m³	Hormigón armado tipo HA-30/B/20/IIB	355,68	67	23830,56
			Hormigón para pretensar en estructuras, tipo HA-30/B/20/IIB, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.			
P027	Partida	m³	Hormigón armado tipo HA-25/B/20/Qb	123,5	57	7039,5
			Hormigón para pretensar en estructuras, tipo HA-25/B/20/Qb, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.			
P028	Partida	kg	Acero corrugado B-500-S	142.759,50	1	142759,5
			Kg Acero corrugado B-500-S en barras para armadura incluso suministro, cortado, doblado, atado, colocación, solapes, patillas, alambre de atar, exceso de peso y p.p. de mermas, despuntes, separadores y rigidizadores.			
P029	Partida	u	Neopreno zunchado	5,00	750	3750
			Neopreno zunchado según anejo de estructuras para apoyo de vigas prefabricadas en subestructuras, incluso			
P030	Partida	ml	Pretil metálico	190,00	250	47500
			Pretil metálico resistente a impactos galvanizado en caliente por inmesrión seguún planos, incluso galvanizado y pintado de elementos metálicos, suministro, anclaje y colocación totalmente terminado.			
P031	Partida	ml	Junta de dilatación	21,00	230	4830
			Junta de dilatación de calzada entre 15 y 250 mm de desplazamiento incluso formación de cajetines, colocación de anclajes, fijado de la junta y posterior sellado totalmente colocada.			
P032	Partida	kg	Acero activo y-1860-7	19575,28	7,21	141137,77
			Acero superestabilizado para pretensar tipo BY 1860 S7 de 1860 N/mm2 de carga de rotura mínima, incluso p.p. de andamios, grúas, vainas, culatas, anclajes, inyecciones de protección, sellado de los cajetines de anclaje, así como todas las operaciones de tesado parciales y totales. Incluro anclajes y elementos auxiliares			
P033	Partida	m2	Encofrado madera	0	22,58	0
			Encofrado de madera para elementos estructurales de paramentos vistos. Mediante tablero de madera incluyendo soportes y apuntalamiento. Incluso desencofrado limpieza y almacenamiento.			
P034	Partida	m2	Encofrado metálico	1717,46	48,17	82730,05
			Encofrado metálico para elementos estructurales de paramentos vistos. Mediante tablero de metálico incluyendo soportes y apuntalamiento. Incluso desencofrado limpieza y almacenamiento.			
P035	Partida	m2	Encofrado trepante	0	52,21	0
			Encofrado trepamte para elementos estructurales de paramentos vistos. Mediante trepador incluyendo soportes y apuntalamiento. Incluso desencofrado limpieza y almacenamiento.			
			4.2	1	517311,01	517311,01
4.3	**Subcapitulo**		**Tercer puente**	**1**		**432.640**
P040	Partida	m	Puente de hormigón pretensado	83,20	5200	432640
			Puente de hormigón pretensado, incluso hormigonado, armado y encofrado.			
			4.3	1	432640	432640
5	**Capítulo**		**ADECUACIÓN AMBIENTAL**	**1**	**194.179**	**194.179**
MC01	Partida	ud	Gavión de 1x1,50x2.	180	85,2	15336
			Gavión formado por malla (de triple torsión) de alambre de acero de 2.7 mm al que se le dan tres capas de galvanizado, con 270 gramos de zinc, rellena en obra con material de zona, de dimensiones 1.00x1.50x2m. incluso construcción y colocación y todas aquellas partidas necesarias para su correcta ejecución			
MC02	Partida	m	Muro verde	80	115	9200
			l. Muro verde. Muro de gravedad, mediante el sistema Deltalock . Compuesto por sacos de 0,55 x 0.13 m. de 100% de poliprolpileno y 2,2 l/s de permeabilidad.			
MC03	Partida	m2	Entramado de madera viva	70	164,5	11515
			Estructura celular de troncos de madera combinado con inserción de plantas vivas. Los materiales a utilizar serán: Troncos de especies con madera duradera de 4 m. de longitud y 25 cm de diámetro. Se aconseja utilizar madera de castaño. Troncos de 2,5 m.de longitud y 0,25 m de diámetro. Clavos de acero con adherencia mejorada de diámetro 12-14 cm. Estaca vivas y plantas enraizadas de caducifolias. Fajinas vivas de sauce de 20 m. Piedra y material de relleno inerte.			
MC04	Partida	m2	Hidrosiembra	140	226,69	31736,6
			Aplicación de medidas de hidrosiembra sobra taludes finales de restauración, a fin deconseguir un rápido recubrimiento de los mismos.			
MC05	Partida	m2	Cartel lamas de acero reflexivos nivel 1	2	315,96	631,92
			Cartel en lamas de acero reflexivo nivel 1, con parte proporcional de IPN, i/p.p. poste galvanizado, tornilleria, cimentación y anclaje, totalmente colocada.			

MC06	Partida	ud	Marco de hormigón armado para paso de fauna	12	476,6	5719,2
			Marcos De hormigón armado HA-35 con acero B-500 y machiembrado de 2,00x2,00x2,00 para paso de fauna inlcuso colocación y todas aquellas partidas necesarias para su correcta ejecución.			
MC07	Partida	m	Jalonamiento temporal de protección del perímetro de la obra.	4400	0,43	1892
			jalonamiento temportal de protección formado por soportes angulares metálicos de 30 mm y 1 m de longitud unidos entre sí medienta una cinta de señalizacion de obra y colocados cada 8 metros.			
MC08	Partida	m	Jalonamiento temporal de protección de la vegetación.	3300	0,43	1419
			Constituido por soportes angultres metálicos de 30 mm y 1 m de longuitud, estando los 20 cm superiores cubiertos por una pintura roja y los 30 cm inferiores clavados al terreno. Soportes colocados cada 8 metros y unidos entre sí mediante una cinta de señalización de obra.			
MC09	Partida	m	Jalonamiento temporal de protección perímetro de elementos etnológicos.	400	0,43	172
			Jalonamiento temporal de protección formado por soportes angulares de 30 mm y 1m de longitud unidos entre si mediante una cinta de señalización de obra y colocados cada 8 metros.			
MC10	Partida	ud	Señal zona de obras.	2	380,63	761,26
			Cartelería de aviso de zonas de obras.			
MC11	Partida	ud	Señal vía pecuaria.	2	171,6	343,2
			Señal vertical homologada de vía pecuaria			
MC12	Partida	ud	Análisis de la calidad de aguas.	12	160	1920
			Análisis de aguas concurrentes del rio Chelva lo largo de la duración de las obras.			
MC13	Partida	ud	Visita arqueológica de media jornada.	12	713	8556
			Visita arqueológica de media jornada durante la ejecución de obras, efectuada por un arqueólogo, incluso permisos, redacción de informes y documentación gráfica de todas las estructuras etnológicas detectadas.			
MC14	Partida	ud	Visita inspeccíon de afección natural pasos de fauna.	25	350	8750
			Visita de media jornada durante la fase de explotación de la carretera, efectuada por un profesional, incluso redacción de informes y documentación gráfica de todas las estructuras etnológicas detectadas.			
PR1	Partida	ud	MÓDULO DE ESPECIES HERBÁCEAS	750	3,14	2355
			Módulo de especies arbustivas, según las especies establecidas en el propio Plan de Restauración			
PR2	Partida	ud	MÓDULO DE ESPECIES ARBÓREAS	40	449,85	17994
			Módulo de especies coníferas arbóreas, las especies establecidas por el propio Plan de Restauración.			
PR3	Partida	ud	MÓDULO DE ESPECIES CONÍFERAS	20	1748,02	34960,4
			Módulo de especies de coníferas, según establecidas por el propio Plan de restauración			
PR4	Partida	ud	MÓDULO DE ESPECIES FRONDOSAS	75	440,24	33018
			Módulo de especies frondosas, según establecidas por el propio Plan de restauración.			
PR5	Partida	ud	MÓDULO DE ESPECIES GIPSÍCOLAS	38	207,88	7899,44
			Módulo de especies gipsícolas, según las especies establecidas por el propio Plan de restauración			
			5	1	194179,02	194179,02
6	**Capítulo**		**SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO**	**1**	**54000**	**54000**
	Partida	u	Señalización horizontal	4,40	4000	17600
			Señalización horizontal por kilómetro lineal de carretera incluso transporte y colocación.			
	Partida	u	Señalización vertical	4,40	10000	44000
			Señalización vertical por kilómetro lineal de carretera incluso transporte y colocación.			
	Partida	u	Balizamiento y defensas	4,40	40000	176000
			Balizamiento y defensas por kilómetro lineal incluso transporte y colocación.			
			6	1	54000	54000
7	**Capítulo**		**Drenaje**	**1**	**75000**	**75000**
UO-X	Partida	m3	m³ de hormigón HM-20/P/20/Iib	75	1000	75000
			m³ de hormigón HM-20/P/20 (hormigón en masa de resistencia característica 20 Mpa, de consistencia plástica y tamaño máximo de árido de 20 mm) para formación de cunetas incluso encofrado, fratasado, acabados y juntas.			
				1	75000	75000
8	**Capítulo**		**Seguridad y Salud**	**1**	**171694,939**	**171694,939**
PA01	Partida	ud	P.A a justificar para seguridad y salud	1,00	171.694,94	171.694,94
			u Partida alzada a justificar para presupuesto de seguridad y salud (estimado 2.5% actuación)			
9	**Capítulo**		**Gestión de residuos.**	**1**	**171694,939**	**171694,939**
PA02	Partida	ud	P.A a justificar para gestión residuos	1,00	171.694,94	171.694,94
			CHELVA_SUR_01	TOTAL	**5.552.274,91**	**5.552.274,91**