

# Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur

## ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DRENAJE TRANSVERSAL

### Trabajo Final de Grado

Curso:  
2014/15

*Autor: Salvador Mateo Villalba*

*Tutor: Francisco Javier Camacho Torregrosa*

*Cotutor: Eduardo Albentosa Hernández*

*Titulación: Grado en Ingeniería Civil*

*Valencia, junio de 2015*



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



## Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur

### Memoria

### Trabajo Final de Grado

Curso:

2014/15

*Autor: Ignacio José Álvarez Mondaca*

*Tutor: Hugo Coll Carrillo*

*Cotutor: Julián Alcalá González*

*Titulación: Grado de Ingeniería de Obras  
Públicas*

*Autor: Alberto Díaz-Miguel Manzaneque*

*Tutor: Francisco Javier Camacho Torregrosa*

*Cotutor: Ana María Pérez Zuriaga*

*Titulación: Grado de Ingeniería de Obras  
Públicas*

*Autor: Salvador Mateo Villalba*

*Tutor: Francisco Javier Camacho Torregrosa*

*Cotutor: Eduardo Albentosa Hernández*

*Titulación: Grado de Ingeniería Civil*

*Autor: Carlos Ortiz Verdú*

*Tutor: Ana María Pérez Zuriaga*

*Cotutor: Francisco Javier Camacho Torregrosa*

*Titulación: Grado de Ingeniería Civil*

*Autor: Juan Pedro Palao Puche*

*Tutor: Julián Alcalá González*

*Cotutor: Francisco José Vallés Morán*

*Titulación: Grado de Ingeniería Civil*

*Autor: Jorge Planells Zamora*

*Tutor: Ana María Pérez Zuriaga*

*Cotutor: Francisco Javier Camacho Torregrosa*

*Titulación: Grado de Ingeniería de Obras  
Públicas*

*Autor: Jia Wei Zheng Lu*

*Tutor: Hugo Coll Carrillo*

*Cotutor: Julián Alcalá González*

*Titulación: Grado de Ingeniería Civil*

*Autor: Jia Yi Zheng Lu*

*Tutor: Hugo Coll Carrillo*

*Cotutor: Julián Alcalá González*

*Titulación: Grado de Ingeniería Civil*

*Autor: Jennyfer Tatay Calvet*

*Tutor: María Elvira Garrido de la Torre*

*Titulación: Grado de Ingeniería de Obras  
Públicas*

*Autor: Luis Romero Ballesteros*

*Tutor: Inmaculada Romero Gil*

*Titulación: Grado de Ingeniería Civil*

*Autor: Kathy Gabriela Mateo Cornejo*

*Tutor: Inmaculada Romero Gil*

*Titulación: Grado de Ingeniería Civil*

**Valencia, junio de 2015**



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



**DOCUMENTO N°1**

# **MEMORIA GENERAL TFG MULTIDISCIPLINAR**

**CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).**



ALUMNOS QUE FORMAN PARTE DEL TRABAJO FINAL DE GRADO MULTIDISCIPLINAR BAJO EL TÍTULO GENÉRICO:  
“CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).”

Alumno	Subtítulo
Álvarez Mondaca, Nacho	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Concepción estructural y diseño del tablero del puente sobre el barranco del Tossal de la Negra
Camarena Escribano, Marina	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Diseño y dimensionamiento del puente sobre el barranco al Este de Figueroles
Contreras Moya, Marta	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Análisis del tráfico y de la seguridad vial
Deltell Bernabé, Guillermo	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Diseño geométrico y del firme
Díaz-Miguel Manzanque, Alberto	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Diseño geométrico y del firme
Fuentes Gómez, Alejandro	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Estudio hidrológico y drenaje transversal
Gamarra Sahuquillo, David	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Diseño de los nudos
Higón García, Fernando	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Análisis del tráfico y de la seguridad vial
Mateo Villalba, Salvador	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Estudio hidrológico y drenaje transversal
Mateo Cornejo, Kathya Gabriela	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el medio físico.
Mira Abad, Aitor	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Análisis de la situación actual y propuesta de mejoras
Moya Blasco, César	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño geométrico y del firme
Natividad Roig, Francisco	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Diseño y dimensionamiento del puente sobre el río Lucena
Ortiz Verdú, Carlos	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Análisis del tráfico y de la seguridad vial
Palao Puche, Juan Pedro	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Diseño hidráulico de las obras de ingeniería fluvial para la protección del puente sobre el río Lucena
Pascual Caballero, Ana	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Estudio hidrológico y drenaje transversal
Planells Zamora, Jorge	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Diseño de los nudos
Rambla Cerdà, Nerea	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño hidráulico de las obras de ingeniería fluvial para la protección del puente sobre el río Lucena
Romero Ballesteros, Luis	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el medio biótico
Saenz Rada, Asier	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño y dimensionamiento del puente sobre el barranco al Este de Figueroles
Sánchez Laosa, Javier	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño y dimensionamiento del puente sobre el río Lucena
Tatay Calvet, Jennifer	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Estudio geológico-geotécnico
Zamora Alférez, José María	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño de los nudos
Zheng Lu, Jia Wei	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Concepción estructural y diseño de subestructuras y obras de fábrica
Zheng Lu, Jia Yi	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Concepción estructural y diseño de tableros del puente sobre el río Lucena

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.  
El resto de documentos corresponden a una de las alternativas del concurso.



## **MEMORIA GENERAL**

### **ÍNDICE**

1. ANTECEDENTES .....	2
2. OBJETO.....	2
3. SITUACIÓN ACTUAL .....	2
4. EQUIPOS.....	2
5. MÉTODO DE TRABAJO .....	4



## 1. ANTECEDENTES

La población de Figueroles se sitúa en la comarca de l'Alcalatén, dentro de la zona de influencia del puerto y la ciudad de Castellón, formando parte de un área industrial azulejera de gran importancia económica.

La carretera objeto de estudio tiene una función vertebradora en la zona más hacia el interior de la provincia., además de servir de acceso al gran número de empresas del sector ubicadas en los alrededores del municipio.

Este alto nivel de actividad industrial implica un alto nivel de tráfico de vehículos pesados, lo que supone una limitación de la funcionalidad del tramo de travesía, a su paso por el municipio, y una falta de confort y seguridad vial para los habitantes de Figueroles.

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 del gran número de vehículos pesados por la travesía del municipio, reduciendo los problemas descritos anteriormente.

Se propuso una solución en el año 2005 donde se iba a proyectar una variante por el lado Norte de Figueroles con una longitud total de 3.801 metros, la cual tenía origen en la glorieta existente de veinticinco metros de radio interior que se ubicaba en el término de Lucena del Cid, en la intersección en T que daba acceso a la fábrica de Mosavit.

El inicio de esta variante transcurriría principalmente por campos cultivados y parcelas turísticas y tendrán que sobreponerse a elementos como el río Lucena a través de un puente conformado con un vano de 35 metros de luz libre y cinco vanos de treinta metros que generarían una longitud total de 190 metros, con una sección de 10 metros de anchura, sustentado en cinco pilas. No sería la única vía de paso, ya que también venían incluidas en el proyecto una estructura de 185 metros de longitud con seis vanos de 30 metros de luz libre que solventaría el barranco del Agua. Además estaba incluido un falso túnel que atravesaría el pasillo forestal.

Ambientalmente, dicha solución disminuiría la contaminación y los problemas de ruido soportados en el caso urbano, y se soluciona la afección a la fauna y la las vías pecuarias, creando pasos de fauna y dando continuidad a las vías pecuarias afectadas.

Respecto a los efectos sobre el tráfico, el diseño de la variante con un ensanchamiento de la calzada y la creación de dos glorietas aumentan la capacidad a excepción del tramo de la travesía y suponen una mejora en la accesibilidad urbana.

El presupuesto previsto ascendía a 9.733.343,23 Euros.

## 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

Politécnica 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 "Concurso para el proyecto de construcción de la variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón)" se ha redactado de manera conjunta entre veinticinco alumnos de diferente especialización. A partir de la problemática actual en la carretera CV-190, comentada en el apartado 1, se ha realizado el estudio de tres variantes de construcción de la carretera en el tramo de travesía de Figueroles, cuyos trazados discurren en las zonas próximas a dicha población.

## 3. SITUACIÓN ACTUAL

En la actualidad, se puede caracterizar la carretera con la dualidad existente por parte de vehículos pesados como turismos. La variante pretende desviar la circulación de los vehículos pesados que actualmente se ven obligados a atravesar por el interior del municipio con el fin de mejorar la seguridad vial.

El tráfico pesado que circula por ella conforma un 15,60% del tráfico total, lo que nos indica que es de suma importancia el estudio de una solución que pueda evitar el paso de los vehículos pesados que suponen un alto riesgo para la seguridad.

Para el estudio de la existente carretera, se ha compuesto un grupo de personas que se encargarán de la definición de la vía actual con los elementos que puedan ser de estudio. Se partirán de bases de parámetros de la carretera actual, junto con otras características que se detallan como el estudio geológico-geotécnico y los posibles impactos económicos-ecológicos que puedan existir a los alrededores de Figueroles.

Para dar solución a esta problemática, se ha optado por la realización de tres alternativas que desviarían el flujo de los vehículos fuera de la localidad, permitiendo así la liberación del tráfico que atraviesa actualmente el casco urbano de Figueroles. Las alternativas descritas en el presente proyecto, se pueden definir como alternativa sur, alternativa centro y alternativa norte, las cuales han sido redactadas por grupos distintos conformando soluciones con diferentes características físicas debido a la variedad de su trazado.

Cada grupo ha realizado distintos trazados adaptándose al máximo a la orografía y demás factores y elementos puntuales existentes con el fin de dar soluciones óptimas.

## 4. EQUIPOS

Para la realización de este trabajo multidisciplinar, se ha dividido a los 25 estudiantes en cuatro grupos distintos. Los tres primeros grupos se encargan de estudiar una alternativa por grupo. Para ello, dichos grupos están integrados por alumnos que se centraron en



estudiar los aspectos estructurales, hidrológicos, diseño de la carretera, entre otros.

Por otra parte, el último grupo está conformado por aquellos estudiantes que desarrollaron trabajos comunes a todas las variantes. La organización de cada uno de los grupos de trabajo, así como los nombres de los alumnos que la conforman se resume en la siguiente tabla.

Alumno	Subtítulo
Álvarez Mondaca, Nacho	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Concepción estructural y diseño del tablero del puente sobre el barranco del Tossal de la Negra
Camarena Escribano, Marina	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Diseño y dimensionamiento del puente sobre el barranco al Este de Figueroles
Contreras Moya, Marta	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Análisis del tráfico y de la seguridad vial
Deltell Bernabé, Guillermo	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Diseño geométrico y del firme
Díaz-Miguel Manzanque, Alberto	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Diseño geométrico y del firme
Fuentes Gómez, Alejandro	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Estudio hidrológico y drenaje transversal
Gamarra Sahuquillo, David	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Diseño de los nudos
Higón García, Fernando	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Análisis del tráfico y de la seguridad vial
Mateo Villalba, Salvador	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Estudio hidrológico y drenaje transversal
Mateo Cornejo, Kathya Gabriela	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el medio físico.
Mira Abad, Aitor	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Análisis de la situación actual y propuesta de mejoras
Moya Blasco, César	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño geométrico y del firme
Natividad Roig, Francisco	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Diseño y dimensionamiento del puente sobre el río Lucena
Ortiz Verdú, Carlos	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Análisis del tráfico y de la seguridad vial
Palao Puche, Juan Pedro	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Diseño hidráulico de las obras de ingeniería fluvial para la protección del puente sobre el río Lucena
Pascual Caballero, Ana	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Estudio hidrológico y drenaje transversal
Planells Zamora, Jorge	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Diseño de los nudos
Rambla Cerdà, Nerea	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño hidráulico de las obras de ingeniería fluvial para la protección del puente sobre el río Lucena
Romero Ballesteros, Luis	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el medio biótico
Saenz Rada, Asier	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño y dimensionamiento del puente sobre el barranco al Este de Figueroles
Sánchez Laosa, Javier	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño y dimensionamiento del puente sobre el río Lucena
Tatay Calvet, Jennifer	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Estudio geológico-geotécnico
Zamora Alférez, José María	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño de los nudos
Zheng Lu, Jia Wei	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Concepción estructural y diseño de subestructuras y obras de fábrica
Zheng Lu, Jia Yi	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Concepción estructural y diseño de tableros del puente sobre el río Lucena

La alumna Ana Pascual Caballero ha desarrollado todo su trabajo centrándose en el cálculo de la Alternativa Norte. Por motivos académicos, y puesto que la hidrología es común entre las alternativas Norte y Centro, finalmente va a asociarse su trabajo a la Alternativa Centro, con el fin de que los cálculos hidrológicos sirvan para el análisis de las obras de protección para las obras de esta última alternativa.



## 5. MÉTODO DE TRABAJO

La metodología aplicada para llevar a cabo este Trabajo Fin de Grado multidisciplinar, conformado por veinticinco alumnos, ha sido trabajar con dos tipologías de grupo, por una parte los grupos formados por cada alternativa y por otra parte los grupos formados por especialidad.

En primer lugar, cabe destacar que para la redacción de este proyecto ha sido importante la interrelación entre los alumnos de una misma alternativa, ya que para obtener los datos de partida de cada uno de los trabajos individuales como de otros datos característicos han sido necesario los resultados de los compañeros de otras especialidades como también la interrelación entre los alumnos que conforman la alternativa general. Para facilitar este intercambio de información se realizaron talleres semanales. En ello se tuvo la posibilidad de comentar el avance de los estudios individuales entre los alumnos así como con los tutores que conforman este Trabajo Fin de Grado. También debido a la existencia de estas reuniones semanales se logró la interacción entre todos los participantes a la hora de proponer mejoras sobre el diseño de las alternativas.

El segundo de los grupos de trabajo, el grupo de cada especialidad, se ha centrado en el trabajo directo con el tutor y cotutor correspondiente, además de con los alumnos de la misma especialidad, con el objetivo de conocer el alcance de cada uno de los trabajos. En este caso la organización ha dependido de los tutores encargados de cada especialidad, formando seminarios o reuniones según las necesidades de los grupos, que han servido para el avance en la redacción y dar solución a los problemas que han ido surgiendo.

El número de talleres aproximado por cada especialidad ha sido aproximadamente de diez, cuyo objetivo ha sido el de enseñarlos a los alumnos el uso de software específico para poder aplicar algunos de los conocimientos adquiridos en la carrera a una problemática práctica, que ha sido el presente proyecto.

Finalmente destacar que antes de dar comienzo a la elaboración del proyecto a finales de Enero del 2015 se efectuó una visita de campo para realizar un reconocimiento del terreno sobre el que discurriría el trazado de las distintas variantes, en el cual visitaron detenidamente tanto la actual CV-190 así como las zonas donde probablemente se ubicarían el trazado de cada una de las tres variantes contando además con la explicación de la geología de cada zona. En esta visita además los alumnos participaron en un aforo de tráfico y se realizó un reportaje fotográfico de la visita.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



**DOCUMENTO N°2**

# MEMORIA Y ANEJOS

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).  
ALTERNATIVA SUR



### ALUMNOS QUE FORMAN PARTE DE LA ALTERNATIVA SUR

Alumno	Subtítulo
Álvarez Mondaca, Nacho	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Concepción estructural y diseño del tablero del puente sobre el barranco del Tossal de la Negra
Díaz-Miguel Manzaneque, Alberto	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Diseño geométrico y del firme
Mateo Villalba, Salvador	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Estudio hidrológico y drenaje transversal
Ortiz Verdú, Carlos	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Análisis del tráfico y de la seguridad vial
Palao Puche, Juan Pedro	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Diseño hidráulico de las obras de ingeniería fluvial para la protección del puente sobre el río Lucena
Planells Zamora, Jorge	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Diseño de los nudos
Zheng Lu, Jia Wei	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Concepción estructural y diseño de subestructuras y obras de fábrica
Zheng Lu, Jia Yi	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Concepción estructural y diseño de tableros del puente sobre el río Lucena

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

Alumno	Subtítulo
Mateo, Kathya	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el medio físico.
Mira Abad, Aitor	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Análisis de la situación actual y propuesta de mejoras
Romero, Luis	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el medio biótico
Tatay Calvet, Jennifer	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Estudio geológico-geotécnico



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

## Índice de contenidos

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).  
ALTERNATIVA SUR



Documentos	Alumno
Memoria	Todos
Valoración económica	Todos

Anejo	Alumno
Geología y geotecnia	Tatay Calvet, Jennifer
Hidrología y drenaje	Mateo Villalba, Salvador
Situación actual	Mira Abad, Aitor
Tráfico	Ortiz Verdú, Carlos
Diseño geométrico	Díaz-Miguel Manzaneque, Alberto
Diseño geométrico de los nudos	Planells Zamora, Jorge
Seguridad vial	Ortiz Verdú, Carlos
Firmes	Alberto Díaz-Miguel Manzaneque
Cálculos estructurales	Álvarez Mondaca, Ignacio José
	Zheng Lu, Jia Wei
	Zheng Lu, Jia Yi
Obras de protección	Palao Puche, Juan Pedro

Índice de planos	Alumno
1. Localización	Todos
2. Situación actual	Mira Abad, Aitor
3. Diseño geométrico	Díaz-Miguel Manzaneque, Alberto
4. Diseño geométrico de los nudos	Planells Zamora, Jorge
5. Estructuras	Álvarez Mondaca, Ignacio José
	Zheng Lu, Jia Wei
	Zheng Lu, Jia Yi
6. Hidráulica	Palao Puche, Juan Pedro
7. Impacto ambiental	Gabriela Mateo Cornejo, Kathya
	Romero Ballesteros, Luis



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



# MEMORIA

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).  
ALTERNATIVA SUR



## **MEMORIA ALTERNATIVA SUR**

### **ÍNDICE**

1. ANTECEDENTES .....	2
2. OBJETO DE ESTUDIO .....	2
3. LOCALIZACIÓN.....	2
4. SITUACIÓN ACTUAL .....	2
5. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	3
5.1. Geología y geotecnia.....	3
5.2. Hidrología y drenaje .....	4
5.3. Estudio de tráfico.....	6
5.4. Trazado .....	7
5.5. Nudos.....	8
5.6. Estudio de seguridad vial, SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO.....	8
5.7. Señalización y balizamiento .....	9
5.8. Firmes .....	9
5.9. Calculo estructural.....	10
5.10. Protección de los puentes .....	12
5.11. Valoración económica.....	13



## 1. ANTECEDENTES

El primer documento administrativo relacionado con el alcance del presente proyecto lo constituye el “Proyecto básico y estudio de impacto ambiental ronda de Figueroles de la carretera CV-190” redactado por la Consellería d’Infraestructures i Transport d’Obres Públiques (COPUT), el cual fue aprobado provisionalmente en septiembre de 2005. Sin embargo dicho documento sólo presenta una única solución a los problemas que presenta la CV-190 a su paso por Figueroles, la de proyectar una variante por el lado Norte de Figueroles con una longitud de 3801 metros.

En julio de 2009, se autoriza la redacción del “Plan General de Figueroles”, redactado por SESAN Arquitectura y Urbanismo, S.L.P., en el que se distinguen dos documentos administrativos de interés para la redacción de este proyecto:

- Estudio de Paisaje, redactado en julio de 2009. En él se realiza una caracterización básica del territorio del municipio de Figueroles, así como las diversas unidades paisajísticas de la zona.
- Estudio de recursos Hídricos, redactado en julio de 2013. En este documento se recoge la afección del planeamiento al dominio público hidráulico e incidencia en el régimen de corrientes e inundabilidad, así como la disponibilidad de recursos hídricos.

## 2. OBJETO DE ESTUDIO

El presente Trabajo Final de Grado “Concurso para el proyecto de construcción de la variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón)” consiste en la definición del proyecto constructivo de una variante a la carretera CV-190 a su paso por Figueroles, concretamente entre el P.K. 0+009 y el P.K. 0+011 para eliminar o mitigar los problemas que se dan actualmente en dicho tramo.

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

Ante este problema y a la vista de una posible expansión de las instalaciones industriales 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

El tramo de estudio de la carretera autonómica CV-190 de aproximadamente 2000 metros de longitud se encuadra dentro del término municipal de Figueroles, la cual se sitúa al noroeste de la Provincia de Castellón, con una extensión aproximada de 12.4 km<sup>2</sup>.

Dentro de la zona de estudio no se encuentra ninguna otra carretera de importancia relevante, lo que hace aún más importante la realización del Trabajo, como única opción para la solución de los problemas planteados con anterioridad.

La variante de estudio cuenta con una longitud aproximada de 1700 metros y se sitúa al sur del municipio de Figueroles. La variante comienza a la entrada este de la población de Figueroles, atraviesa el río Lucena y el barranco Tossal de la Negra mediante dos puentes, de 144 y 72 metros de longitud respectivamente, para reinsertarse en la CV-190 a la altura del puente que cruza el río Lucena a la salida de la población de Figueroles, entre el P.K. 0+010 y 0+011.

En cuanto a superficies se refiere, dentro del término municipal encontramos las siguientes:

Término Municipal.....	12.400.295 m <sup>2</sup>
Suelo urbano.....	268.458 m <sup>2</sup>
Suelo urbanizable.....	83.490 m <sup>2</sup>
Suelo no urbanizable.....	12.048.345 m <sup>2</sup>

## 4. SITUACIÓN ACTUAL

### Análisis de Tráfico

El objetivo fundamental consiste en analizar y caracterizar el tráfico localizado en nuestro ámbito de actuación, que será descrito con detalle en el alcance. Será necesario para ello el análisis de datos de distintas estaciones de aforo, junto con los aforos manuales elaborados expresamente para este proyecto de actuación. Se determinará la capacidad y nivel de servicio de los distintos tramos de vía. Es importante analizar no solo analizar el tramo en el que se van a ejecutar las mejoras, sino también los adyacentes, pues son estos los que condicionan el desarrollo del tráfico y resultan indispensables para una correcta interpretación de los datos analizados, evitando así posibles deformaciones locales de la realidad del tráfico.

### Estudio Dinámica Poblacional

Las infraestructuras de transporte se conciben como una herramienta al servicio de las personas para desarrollar su actividad. De esta condición se deduce necesariamente la estrecha relación entre los factores socio-económicos y la necesidad de estas infraestructuras. Analizar la interacción entre el territorio, la infraestructura y su población es vital para la correcta interpretación de la situación y detección de necesidades. En resumen, estudiar el comportamiento de la población ubicada en el territorio de afección de una determinada infraestructura de transporte será determinante en la toma de decisión de posibles soluciones.

### Análisis seguridad vial

La importancia del análisis de la seguridad en la vía radica en el simple hecho de que los usuarios de las infraestructuras de transporte, puedan utilizar las mismas con la mínima exposición al riesgo y evitar así posibles accidentes con consecuencias tanto físicas como psicológicas. Se analizan los diversos factores concurrentes en la seguridad vial, explicando las características de cada uno de ellos. Se realizará un listado de deficiencias de seguridad vial detectadas y documentadas tanto en la visita a campo, como en análisis posteriores mediante herramientas informáticas.

## **5. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA**

### **5.1. Geología y geotecnia**

Este trabajo Fin de Grado se enmarca en el trabajo multidisciplinar denominado Proyecto de Construcción de la variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (Castellón), elaborado en su conjunto por un grupo de más de 20 alumnos de las titulaciones de Grado en Ingeniería de Obras Públicas y Grado en Ingeniería Civil.

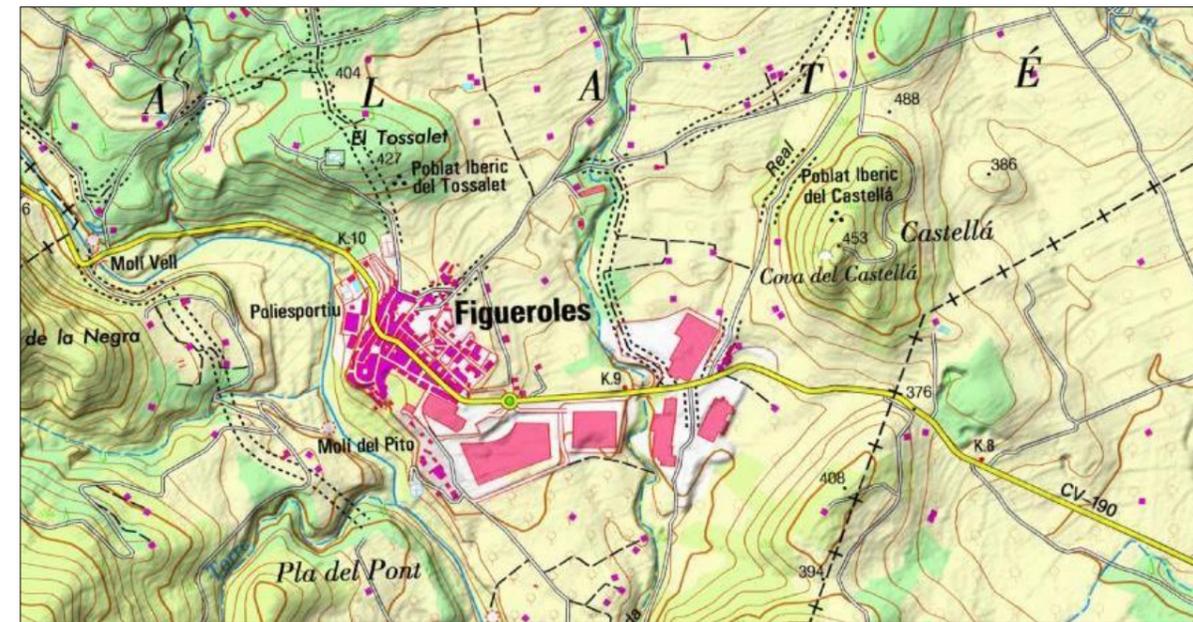


Fig. 1 Localización Figueroles

Como el título indica se trata de estudiar las alternativas al trazado de la actual carretera CV-190. Este estudio se justifica en que el trazado existente atraviesa la población de Figueroles. A las molestias que esto supone se añade el peligro de su elevado tráfico de vehículos pesados como consecuencia de la actividad de las industrias azulejeras de la zona.

Para resolver esta situación se ha establecido como objetivo general el estudio de tres alternativas distintas a la variante de la carretera CV-190, denominada alternativa sur, centro y norte. El objetivo concreto de este documento es estudiar la geología del corredor en su conjunto y, específicamente, de cada una de las tres alternativas planteadas, así como analizar y resolver los problemas geotécnicos que presentan cada una de ellas.

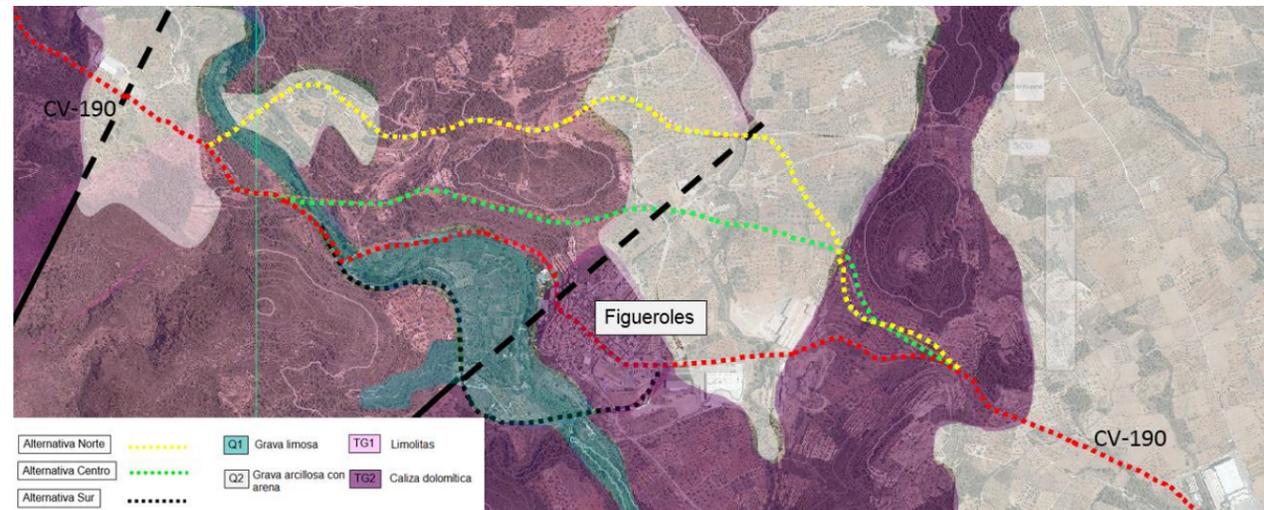


Fig. 2 Variante norte, centro y sur del concurso para la variante CV-190

La metodología de trabajo empleada ha constado de varias fases. La primera de ellas ha consistido en una recopilación de información exhaustiva sobre la zona de trabajo y sobre los datos básicos del proyecto. La segunda fase ha sido la visita al área en estudio; en total se han realizado tres visitas. La tercera y última fase ha consistido en el análisis de los datos recopilados en las dos fases anteriores y en el establecimiento de las conclusiones y recomendaciones necesarias desde el punto de vista de la ingeniería geotécnica.

Este documento se centra en conocer la litoestratigrafía del entorno y las características geomecánicas de los materiales afectados por las distintas alternativas. Para cada alternativa se ha elaborado un perfil con el inventario de puntos singulares desde el punto de vista geotécnico y se han establecido recomendaciones de actuación en los casos más interesantes.

## 5.2. Hidrología y drenaje

El objetivo del estudio hidrológico e hidráulico del drenaje, es la obtención de los caudales de crecida, para diversos periodos de retorno, del sistema hidrológico vertiente a la variante sur para su posterior cálculo del drenaje transversal y longitudinal.

En primer lugar se ha de obtener el umbral de escorrentía ( $P_o$  a partir de ahora) ya que es el único parámetro del que depende el modelo SCS empleado para la simulación y la estimación de la escorrentía acumulada. Para ello se realiza una caracterización del sistema hidrológico, a saber: 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. Se emplean las tres capas de información para obtener el valor del  $P_o$  correspondiente a cada combinación de cubierta de suelo y grupo de suelo finalmente adoptado, mediante el uso de herramientas de geoprocésamiento de ArcMap. Posteriormente y mediante una ponderación areal se obtiene el valor  $P_o$  de la cuenca de estudio mostrado en la Fig. 3.

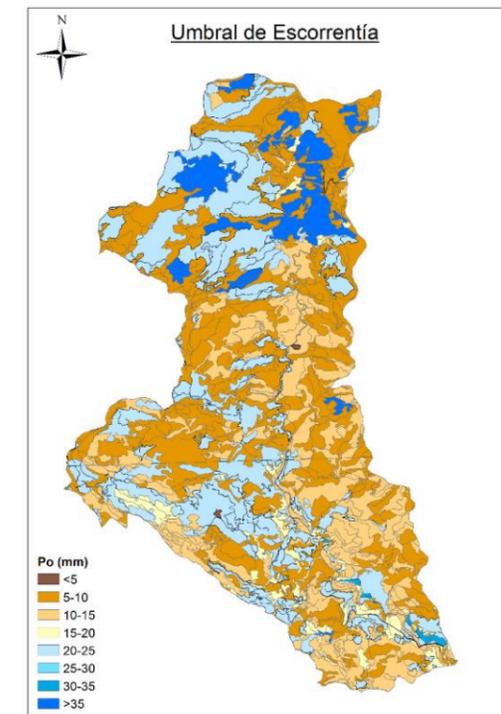


Fig. 3 Umbral de escorrentía de la cuenca de estudio.

En ausencia de una serie de datos de aforo fiable en la cuenca, se emplea un método hidrometeorológico para la obtención de los cuantiles de precipitación máxima anual de periodos de retornos deseado para las diferentes estaciones empleadas. Así pues se realiza un análisis estadístico de máximos pluviométricos empleando las distribuciones teóricas comúnmente utilizadas, a saber: Gumbel, General Extreme Value (GEV), Two Component Extreme Value (TCEV) y Square-Root Exponential Type Distribution of the

Maximum (SQRT-ETmax). Todas ellas ajustadas por máxima verosimilitud. Los cuantiles de máximos pluviométricos anuales se muestran en la Tabla 1.

Estación	Longitud de datos	Modelo	X <sub>10</sub>	X <sub>25</sub>	X <sub>50</sub>	X <sub>100</sub>	X <sub>200</sub>	X <sub>500</sub>
Adzaneta	53	SQRT ML	129.3	164.4	192.9	223.2	255.4	300.9
Alcora	39	Gumbel ML	99.5	118.6	132.8	147.0	161.0	179.5
Lucena del cid	37	Gumbel ML	102.8	122.6	137.3	151.8	166.4	185.5
Zucaina	40	TCEV ML	95.4	121.1	166.7	295.8	435.6	620.2

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

En cuanto al proceso lluvia-escorrentía, se ha evaluado la idoneidad de desagregar la cuenca del río Lucena, empleando finalmente un modelo pseudo-distribuido con tormenta de diseño de hidrograma unitario implementado en el software de libre distribución HEC-HMS. Para otorgar homogeneidad al sistema se ha realizado la misma modelación para el resto de cuencas del sistema hidrológico. Los modelos empleados para la simulación han sido: hidrograma unitario adimensional del SCS para la propagación en cuencas, Muskingum-Cunge para la propagación de cauces, y el modelo de producción de escorrentía del SCS.

Los valores de los caudales pico y el volumen de respuesta del sistema obtenido de los hidrogramas de crecida para cada periodo de retorno se muestran en la Tabla 2.

Periodo de retorno		Cuencas									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	Qp (m <sup>3</sup> /s)	0.25	0.04	0.05	0.01	1.36	0.00	0.05	0.00	75.59	0.32
	V (x10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	0.94	0.16	0.27	0.05	7.16	0.01	0.29	0.01	1087.30	0.77
25	Qp (m <sup>3</sup> /s)	0.49	0.08	0.11	0.02	2.46	0.00	0.12	0.00	146.50	0.46
	V (x10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	1.51	0.26	0.47	0.11	11.39	0.02	0.53	0.02	1890.10	1.06
50	Qp (m <sup>3</sup> /s)	0.69	0.12	0.18	0.04	3.44	0.01	0.18	0.01	232.13	0.57
	V (x10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	1.99	0.35	0.65	0.16	14.95	0.03	0.73	0.03	2832.80	1.29
100	Qp (m <sup>3</sup> /s)	0.90	0.16	0.26	0.06	4.54	0.01	0.27	0.01	414.47	0.68
	V (x10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	2.51	0.45	0.85	0.21	18.78	0.04	0.96	0.04	4832.00	1.53
200	Qp (m <sup>3</sup> /s)	1.13	0.20	0.35	0.08	5.69	0.02	0.38	0.02	638.59	0.79
	V (x10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	3.06	0.55	1.06	0.27	22.82	0.05	1.21	0.06	7262.40	1.77
500	Qp (m <sup>3</sup> /s)	1.45	0.26	0.48	0.12	7.31	0.02	0.52	0.02	962.33	0.94
	V (x10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	3.83	0.69	1.36	0.36	28.47	0.06	1.56	0.08	10764.00	2.09

Tabla 2 Caudal pico y volumen de respuesta del sistema para los periodos de retorno y cuencas de estudio.

Finalmente, el análisis del drenaje transversal y longitudinal de la variante se realiza en régimen estacionario unidimensional para los caudales de crecida para periodos de retorno 10 (drenaje longitudinal) y 100 años (drenaje transversal). El cálculo del caudal proveniente de la plataforma se realiza mediante el Método de Témez, mientras que el caudal procedente de las cuencas vertientes a la carretera se obtiene de los hidrogramas

de crecida. Finalmente se redirige la totalidad del caudal hacia unas cunetas situadas a ambos márgenes de la variante tal y como se muestra en la Fig. 4. Mediante una verificación del régimen variado desarrollado por las condiciones de contorno existentes aguas arriba y aguas abajo de las cunetas, se determina que no existe ninguna condición de contorno geométrica que invalide el diseño en régimen uniforme.

La Fig. 4 muestra la dirección del flujo de las cuencas a ambos márgenes de la variante, así como el depósito necesario entre la cuneta C3A y C3B debido a la presencia de un punto bajo en ese tramo de la carretera.

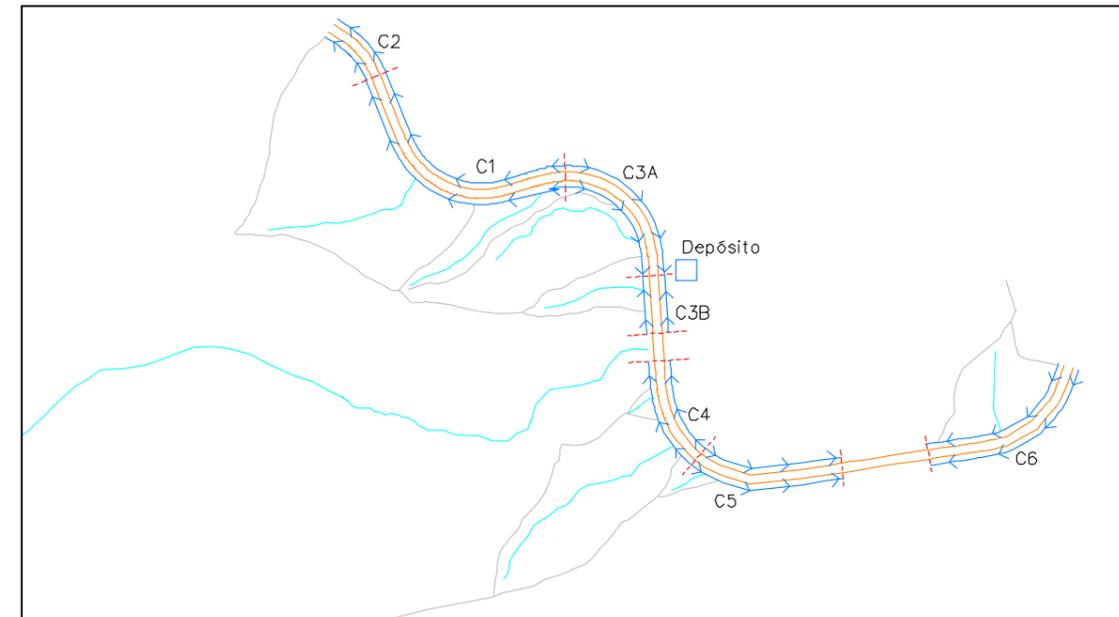


Fig. 4 Drenaje finalmente adoptado en la variante de estudio.



### 5.3. Estudio de tráfico

En el presente anejo se va a proceder a la realización del análisis del tráfico para poder llegar a la caracterización de la vía que transita por el interior de la localidad de Figueroles. Este estudio será base para diferentes anejos, ya que proporcionaremos datos como las IMD de la carretera como los niveles de servicio que se utilizarán para el trazado de la carretera.

El anejo está dividido en seis apartados y un apéndice donde se van a recoger diferentes tablas y cálculos necesarios para la realización del estudio de tráfico.

En primer lugar se introducirá el anejo y se describirán todos los procesos que se han llevado a cabo para su redacción.

El siguiente apartado consta del análisis del tráfico actual que discurre por la localidad donde se tiene prevista la implantación de la variante. Para ello, se ha decidido la realización de aforos manuales en una de las visitas a la obra propuestas. Los datos obtenidos según el aforo manual deberán ser extrapolados con los aforos que se encuentran en las proximidades y comparten características del flujo con tal de poder hallar la IMD ya que solo se aforaron seis horas de un día laboral en enero. En él se pueden observar los diferentes procesos que se han necesitado para la obtención.

En tercer lugar se ha determinado el tráfico futuro atendiendo a la Orden FOM/3317 donde existen unos incrementos anuales que deben ser de estudio para la obtención del tráfico futuro. Se ha decidido obtener las intensidades en los años de puesta en servicio (2.020) y en el año horizonte (2.040) donde según las normativas se deben de cumplir diferentes aspectos para su caracterización.

El estudio de la glorieta del este se detalla en el apartado cuatro, y como se ha conseguido establecer los flujos de las glorietas. Esta glorieta ha sido de estudio importante ya que el quince por ciento de los vehículos pesados tenían como destino o salida las industrias azulejeras que se sitúan próximas a ella. Para su redacción, se realizó una salida a obra con el objetivo de caracterizar todo el flujo que circulaba por la actual glorieta para poder así distribuir uniformemente el flujo de vehículos y las direcciones que estas tomaban en dicha intersección.

En el quinto apartado se ha procedido al cálculo de los niveles de servicio y capacidades de nuestra carretera. Para ello nos hemos basado en el Highway Capacity Manual donde se ofrecen técnicas para la evaluación de la calidad de carreteras. En HCM dispone de métodos de evaluación de los servicios de transporte sin entrar en políticas relativas que corresponden a diferentes regiones, o circunstancias. Se han realizado diferentes métodos de evaluación los cuales se basan en distintas características tanto del trazado, del tipo de vehículos o su intensidad media diaria entre otros. Se ha calculado además los

factores de hora punta y las intensidades horarias de proyecto para poder realizar los cálculos que establece el HCM. Este apartado incluye las comparaciones entre la actual carretera tanto para el año en el que nos encontramos como el año horizonte, además de su comparación con la variante en el año horizonte para poder justificar por el análisis de tráfico la necesidad de la actuación.

El último apartado corresponde a un análisis de sensibilidad para la carretera, para ello se tomará como valor de mayor incertidumbre el porcentaje de vehículos que tomarían la variante. A partir de este valor se han realizado simulaciones para un intervalo de  $\pm 2\sigma$  respecto a dicha variación, con el fin de indicar hasta qué valores la variante resuelve los problemas de eficiencia o no.

Por finalizar, se han adjuntado diversos apéndices con las tablas o cálculos realizados para la obtención de los apartados anteriores, como la formulación empleada con Microsoft Office Excel con el formato de desarrollador para el cálculo del análisis de sensibilidad.

#### 5.4. Trazado

En el anejo correspondiente al diseño geométrico se ha definido con todo detalle la traza del corredor. Se han tenido en cuenta la instrucción de Carreteras 3.1-I.C "Trazado", de enero de 2000 aprobada el 27 de diciembre, así como las Normas, Ordenes Circulares y Recomendaciones, vigentes y/o en trámite de aprobación derivadas de la misma.

El corredor a proyectar posee características de una C-60, de 1700 metros de longitud aproximada. El trazado de la carretera evitará el tráfico de los vehículos que utilizan la CV-190 como travesía por Figueroles. La carretera discurrirá por el sur de Figueroles, por la margen derecha del barranco del río Lucena, como se puede apreciar en la Fig. 5.



Fig. 5 Trazado de la variante sur

La parte oeste ha sido la más restrictiva como se detalla en el anejo del diseño geométrico debido a la orografía del terreno, ya que se discurre a media ladera, teniendo que evitar la invasión del cauce del río con los terraplenes. La parte este, al ser menos abrupta, ha sido más fácil. La unión con la carretera existente, en la zona oeste se ha realizado de forma que se consiga la eliminación de una curva de radio escaso, que era un problema para la seguridad vial. La intersección en el este se ha realizado en una

rotonda existente, con sus correspondientes modificaciones, quedando todas estas reflejadas en el anejo perteneciente a los nudos.

Como se puede observar en el perfil longitudinal de la Fig. 6 los movimientos de tierra han sido importantes.

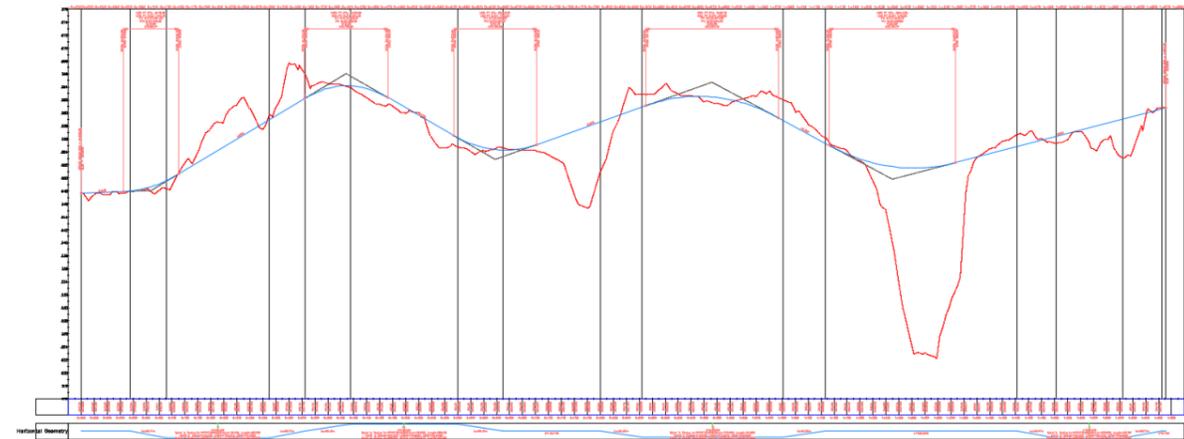


Fig. 6 Perfil longitudinal de la variante sur

La carretera proyectada es:

- Carretera convencional
- Calzada única
- Doble sentido de circulación

La sección transversal adoptada queda esquematizada en la Fig. 7

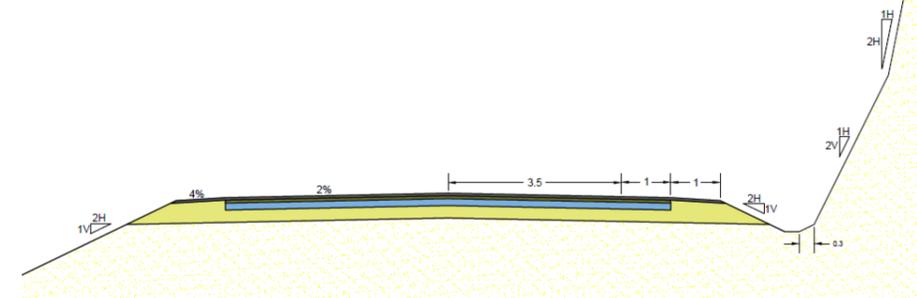


Fig. 7 Sección transversal de la variante

Para la realización de los trazados se ha utilizado el programa informático AutoCad Civil 3D 2015, y se incluyen en las secciones pertinentes tanto listados en planta, alzado, y secciones transversales.



### 5.5. Nudos

El objeto del anejo diseño de los nudos, es el estudio, diseño y definición de las características geométricas de las posibles soluciones de los nudos de la variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). A priori y gracias a la visita in situ realizada, el primer paso ha sido proponer una serie de alternativas, tanto para el nudo este como el oeste. En el caso del nudo oeste se conectaría la Variante de la CV-190 a través de la carretera existente que atraviesa el río Lucena gracias a un puente. Las alternativas que se han planteado han sido una glorieta, y una intersección en "T". Mientras que para el nudo este las alternativas planteadas han sido, conectar la Variante propuesta directamente con la CV-190 antes de su llegada al municipio, o conectar la variante a la glorieta existente del nudo. La elección de la solución óptima se ha llevado a cabo mediante una elección multicriterio, que consiste en darle unos pesos en tanto por ciento a unas variables, que han sido coste económico, impacto ambiental, seguridad vial y funcionalidad, para luego aplicárselos a cada una de las alternativas en cada uno de los nudos para hallar de esta forma la solución más óptima. A continuación y una vez elegida una solución para cada nudo se prosiguió con el diseño de la solución adoptada desarrollándola. Esto incluye tanto el diseño geométrico de la solución como la señalización, cumplimiento de los criterios de seguridad y análisis de las trayectorias de vehículos pesados para ambas soluciones. Por último se realizó un estudio sobre los caminos y servicios afectados, teniendo en cuenta las fases constructivas para la no interrupción del tráfico.

### 5.6. Estudio de seguridad vial, SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO

A continuación se va a proceder a la redacción del estudio de seguridad vial, señalización y balizamiento. El contenido redactado explica todas las funciones sobre la seguridad vial que se han tenido en cuenta para la redacción de nuestra carretera junto con el correspondiente uso de la normativa para señalización y balizamiento.

Para el estudio de seguridad vial de nuestra carretera se ha realizado la proyección de los perfiles de velocidades de operación de la variante. Se define como velocidades de operación a las velocidades a la que operan los conductores que depende de parámetros como geometría, entorno y otros factores sociales. Estos perfiles se han redactado mediante las fórmulas teóricas para las rectas y curvas, y donde existen tasas de aceleración y deceleración. En total se han realizado las dos propuestas que se describirán a continuación determinados por el nudo del este de nuestra carretera.

El siguiente apartado que se encontrará en el anejo será el análisis de la consistencia del diseño geométrico ya que la consistencia afecta en el nivel de accidentes provocados por la inconsistencia ya que muchas veces los riesgos no son percibidos por los conductores. Para ello se han realizado los dos tipos de consistencias como son las locales, y las globales. En las dos clasificaciones se deberá tener en carreteras de nueva construcción características buenas, no obstante eso no exime de cualquier accidente que se pueda producir en el futuro.

El estudio de la variante no se centrará tan solo en la travesía que se va construir, ya que también deberá tener consistencia con el trazado de la carretera donde se enlazará. Se ha plasmado el enlace con la carretera mediante otro perfil de velocidades de operación donde se puede observar la consistencia entre la nueva variante y la carretera actual, para poder justificar de esta manera el entronque de la variante con la carretera existente.

En el análisis de seguridad vial, se ha propuesto además un cálculo de los accidentes esperados en los próximos años, a partir de una SPF, y una comparación con los accidentes actuales. Dicha comparación nos ofrecerá como la actuación nos sirve como justificación a la realización de la variante ya que en ella se reducirán de manera efectiva el riesgo de accidentes y su gravedad.

### 5.7. Señalización y balizamiento

Otro de los documentos que ofrece el anejo es la señalización y balizamiento de la vía. Se han dispuesto tanto la señalización horizontal como la señalización vertical, justificándose con la normativa 8.1-IC y 8.2-IC.

Los márgenes de carreteras se verán tratados en el siguiente punto, donde se debe dar importancia a su objeto ya que el 30% de las muertes que se producen en la carretera son debido a la salida de la vía. Existe preferencias a la hora de la reordenación de los márgenes de carretera entre los que se debe dar preferencia a la eliminación o rediseño del obstáculo, y si esta posibilidad no se puede llevar a cabo, la protección del obstáculo mediante una contención vial como serían las barreras de seguridad, diseñada para la redirección de los vehículos. Para el estudio se deben de visualizar los márgenes de la carretera y mirar donde se encuentran los posibles elementos u obstáculos para tratar de aplicar las distintas medias para eliminar el peligro existente. Si no ha sido posible la eliminación de los obstáculos y se ha decidido a la delimitación de estos mediante barreras de contención, se deberá analizar la zona libre existente y ver si es necesario su aplicación. Para la elección de los sistemas de contención se necesitarán detallar el nivel riesgo para la clase de contención y las anchuras de trabajo de estas. Se incorporarán barreras de seguridad a lo largo del trazado y en las obras de paso se localizarán pretilas como elementos de contención. Además se deberá dar continuidad a la rigidez de las barreras para entrelazar las barreras de seguridad y los pretilas, incluso con las distintas clases de contención de estas.

Los moderadores de velocidad han sido incluidos en este anejo con el fin de mejorar la carencia de visibilidades existentes en nuestro trazado y que no han podido ser removidas por cuestiones económicas y técnicas. Se han explicado las dos posibilidades de dotación más convenientes a nuestra carretera con respecto al tráfico circulante y las características del trazado y una justificación de las elecciones.

En último lugar se ha realizado un chequeo completo de las disposiciones de seguridad vial recogidas en el Anejo de Seguridad Vial de la Comunidad Valenciana. En ella se han tenido en cuenta las distintas fases que se encontraría nuestra obra, y una justificación detallada sobre las cuestiones de diseño, intersecciones u otros aspectos con referencia a la variante sur.

### 5.8. Firmes

En este anejo se determinará de forma justificada y detallada la sección de explanada y forme a utilizar en función tanto de criterios económicos como técnicos, obteniendo como resultado la sección tipo a utilizar en el proyecto constructivo así como la cubicación y dosificaciones-

#### Explanada

Según la Norma 6.1-I.C Secciones de Firmes, a los efectos de definir la estructura del firme se establecen tres categorías de explanada, denominadas E1, E2, E3, en función de su capacidad portante, siendo la E3 la de mayor.

En nuestro caso, aunque el eje de la traza discurre por roca, se ha decidido proyectar una E2 debido a las zonas terraplenadas a media ladera. Para conseguir dicha E2 se han realizado los rellenos con suelo seleccionado que es adquirido de cantera.

#### Firmes

Para el dimensionamiento de los firmes la característica determinante para el dimensionamiento de los mismos es el número de vehículos pesados que circularán por la travesía.

Con esos datos, la solución adoptada es la que se puede apreciar en la Fig. 8

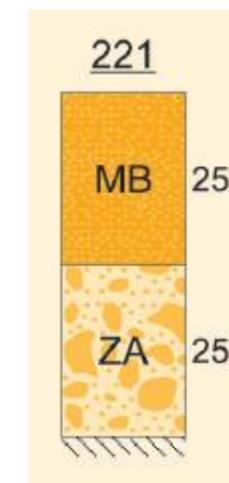


Fig. 8 Firme adoptado

La sección del firme constará de 25 cm de zahorra y 25 cm de mezcla bituminosa. La mezcla bituminosa estará dividida en tres capas, la base, de 14 cm, formada por una mezcla bituminosa AC 22 base G, la capa intermedia será una AC 22 bin S con un espesor de 6 cm y por último la capa de rodadura, una AC 16 surf S de 5 cm de espesor.

En la Tabla 3 Paquete de firmes adoptado se puede apreciar el paquete de firmes que ha sido proyectado.

Capa	Material	Espesor (cm)
Rodadura MBC	AC 16 surf S	5
Riego de adherencia C60B3 ADH		
Intermedia MBC	AC 22 bin S	6
Riego de adherencia C60B3 ADH		
Base MBC	AC 22 base G	14
Riego de imprimación C60BF5 IMP		
Base	Zahorra	25

Tabla 3 Paquete de firmes adoptado

### 5.9. Calculo estructural

En este anejo de cálculo estructural se estudian las obras generadas por una variante de la carretera CV-190 a su paso por el sur del municipio de Figueroles, provincia de Castellón. La necesidad de este nuevo trazado se debe al uso de la travesía principal de la localidad, con una elevada peligrosidad, por vehículos pesados.

Este anejo se ha realizado de manera conjunta por los tres componentes del equipo de construcción cuyos trabajos se detallarán en el propio anejo. Aun así, se ha trabajado conjuntamente con los equipos de trazado, hidráulica, hidrología, impacto ambiental y geotecnia para llegar a una solución óptima.

Se requieren soluciones ingenieriles para salvar las limitaciones de la morfología del terreno natural. Entre dichos problemas, se incluyen la construcción de dos puentes y tramos de muro con el objetivo de protección y sostenimiento de los terrenos ocupados.

Para el cálculo de las acciones y combinaciones que afectaran a los puentes, se recurrirá a la IAP-11 (Instrucción de Acciones sobre Puentes) y para dimensionamiento de los elementos a la EHE 08 (Instrucción Española de Hormigón Estructural). Para las cimentaciones y estribos se ha utilizado la Guía de cimentaciones y para los muros, la Guía para el proyecto y la ejecución de muros de escollera en obras de carretera.

En las zonas adyacentes al cauce del río, la construcción de terraplenes supone la invasión de zonas del cauce con probabilidades de inundación. Por tanto, surge la necesidad de obras de fábrica que protejan estas actuaciones y garanticen la menor afección posible al medio ambiente.

Se construyen tres muros de escollera entre el P.K. 0+265 y el P.K.0+315, con una altura variable entre 5.50 y 1.27 metros; entre el P.K. 0+386 y el P.K.0+400, con alturas entre 2.89 y 1.53 metros, y entre el P.K. 0+522 y P.K.0+590.62 y alturas entre 1.01 y 5.14 metros. En la figura 9 se aprecia un esquema tipo del muro de escollera.

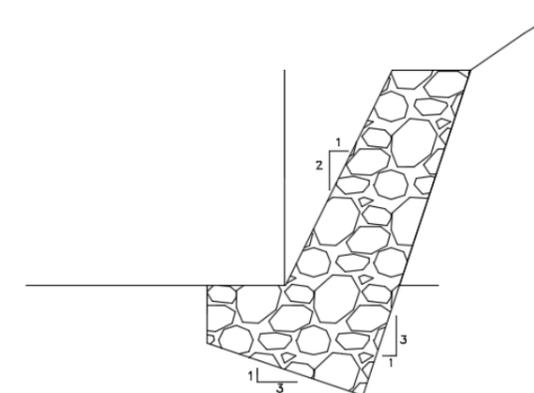


Fig. 9 Muro de escollera

En el barranco del Tossal de la Negra, en la margen derecha, se opta por un puente debido a que un marco generaría un gran movimiento de tierras, además del gran volumen necesario. Dicho puente se desarrolla con una pendiente constante del 2% y recto en planta entre el P.K. 0+760 y el 0+832, con una luz total de 72 metros.

Consiste en dos vanos iguales con una pila intermedia. En la interacción entre el tablero del puente con su subestructura, se ha podido proyectar los estribos cerrados con funciones de contención de tierras en su interior. La construcción de la pila será in situ por las dificultades técnicas.

Los datos hidráulicos aportados sobre este barranco dan caudales insignificantes para cualquier periodo de retorno.

También existe la necesidad de salvar el cauce del río Lucena. El puente se sitúa entre los PK's 1+221 y 1+365 y se localiza un acuerdo vertical en el mismo. El trazado aprovecha un estrechamiento del río para realizar una construcción perpendicular al valle y de menor longitud. Esta solución se halló para su posterior estudio, in situ, en una visita al municipio realizada en Enero de 2015. El curso del río tiene un desvío hacia la derecha produciendo un meandro en el estrechamiento. Por este motivo, las pilas tienen una superficie demasiado grande perpendicular al flujo del río y se produce una mayor socavación en ellas. Se soluciona con un esviaje de 20 grados de las pilas y dinteles en la misma dirección del flujo para reducir esta área.

De esta manera se consiguen cuatro vanos de igual longitud y tres pilas. Los estribos son también cerrados.

Se elige una solución de puente prefabricado para ambos puentes pues la luz de uno es el doble que el otro. El ancho de plataforma de los puentes es de 10 metros, dato proporcionado por el equipo de trazado.

Dentro de esta tipología, los puentes prefabricados, se eligió la opción de vigas con sección en doble T con una longitud de 36 metros. La losa es continua, por lo que construyen dos puentes semi-continuos. Este tipo de vigas destaca por su bajo peso que supone un ahorro de material pero ofrecen un comportamiento resistente notable respecto a otras tipologías.

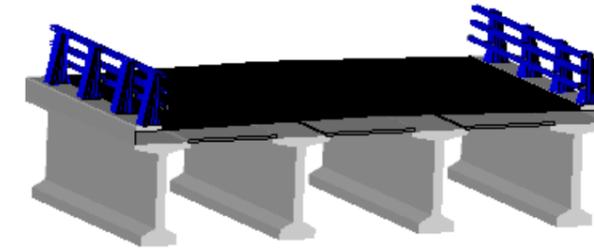


Fig. 10 Sección tipo puente

Con esta solución se aprovecha la economía de escala que ofrece el recurso de los prefabricados. Los mayores inconvenientes son el transporte de las vigas hasta el emplazamiento de la obra y su izado hasta la posición final. Asimismo, la opción de prefabricado supone un ahorro para la Administración tanto económico como en tiempo de ejecución.



### 5.10. Protección de los puentes

En el presente documento se pretende analizar la interacción entre el cauce del río Lucena y el puente de la Alternativa Sur, en situación de avenida. Para ello se ha realizado un modelo hidráulico con el programa informático HEC-RAS, partiendo de los datos disponibles topográficos e hidrológicos, y asumiendo valores de los parámetros hidráulicos.

Las avenidas a considerar serán, la de 100 años de periodo de retorno para evaluar la capacidad hidráulica de los puentes, y la de 500 años de periodo de retorno para la comprobación de sus cimentaciones frente a la socavación de pilas y estribos.

Tras realizar el análisis hidráulico, se ha comprobado que para la avenida de 100 años, la capacidad hidráulica del cauce del río Lucena es suficiente para que no se produzca el desbordamiento en todo el tramo estudiado. En cambio, para la avenida de 500 años, y tras realizar el estudio hidrológico-sedimentológico, resulta necesario estudiar y diseñar medidas de protección, tanto para las pilas como para el lecho del río, para minimizar el impacto de la socavación que puede producir el fallo de las cimentaciones de la estructura.

Estas actuaciones de ingeniería fluvial consisten en:

- Actuación de Regulación del Cauce.

Consiste en la regularización del lecho de la sección transversal del cauce y la pendiente longitudinal del mismo formando las zonas de transición adecuadas a las condiciones de flujo desde las secciones naturales al tramo que se desea proteger y desde éste de nuevo al cauce natural.

- Actuación bajo el Puente de la Alternativa Sur.

Consiste en la protección tanto del lecho como de las pilas frente a la erosión generalizada y la local a causa de la socavación. Para ello se procede a la colocación de escollera recebada como protección local de  $D_{50}=1.2$  m alrededor de las pilas y protección general en el entorno con escollera de diámetro  $D_{50}=0.36$  m. Se ha optado por el recebado debido al gran tamaño de escollera si fuera vertida y a que el espesor de la capa es del doble que la recebada.

- Actuación en el entorno de influencia inmediata, en la zona de aguas arriba y aguas abajo, envoltentes de la actuación anterior.

Consiste en crear una zona con una estabilidad y rugosidad suficientes para que se puedan resistir las tensiones tangenciales generadas por el paso del flujo, mediante escollera de diámetro  $D_{50}=0.36$  m, a lo largo de 25 metros aguas arriba y aguas abajo de la estructura.

En conclusión, con el conjunto de actuaciones propuestas y diseñadas anteriormente, y aplicando un margen de seguridad más que correcto, queda resuelto el problema de la

socavación en el puente proyectado de la variante CV-190 de la Alternativa Sur, siendo ésta una solución técnica y económicamente viable.

**5.11. Valoración económica**

Capítulo	Resumen	Euros	%
1	Movimiento de tierras y demoliciones	459.244,72	18,58
2	Firmes y pavimentos	491.057,27	19,87
3	Obras hidráulicas	146.747,94	5,94
4	Estructuras	1.214.801,95	49,14
5	Señalización y balizamiento	6.082,33	0,25
6	Varios	154.000	6,23

<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>2.471.934,21</b>
13% Gastos generales		321.351,45
6% Beneficio industrial		148.316,05
	<b>SUMA GG y BI</b>	<b>469.667,50</b>
21% I.V.A		617.736,36
<b>PRESUPUESTO DE LIQUIDACIÓN</b>		<b>3,559.338,07</b>



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



## ANEJOS

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).  
ALTERNATIVA SUR



# ÍNDICE DE ANEJOS

1. Geología y geotecnia
2. Hidrología y drenaje
3. Situación actual
4. Tráfico
5. Diseño geométrico
6. Diseño geométrico de los nudos
7. Seguridad vial
8. Firmes
9. Cálculos estructurales
10. Obras de protección



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



**ANEJO N°2**

# **HIDROLOGÍA Y DRENAJE**

**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 2: ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DRENAJE TRANSVERSAL**

### **ÍNDICE**

1. Introducción.....	3
1.1. Metodología hidrológica .....	3
1.2. Información empleada .....	4
2. Caracterización hidrológica .....	5
2.1. Introducción.....	5
2.2. Preprocesamiento de la información cartográfica de base.....	5
2.3. Identificación del sistema hidrológico .....	5
2.4. Características hidromorfométricas básicas.....	6
2.5. Parámetro de producción de escorrentía .....	7
2.5.1. Características de la cubierta del suelo .....	8
2.5.2. Características del suelo .....	10
2.5.3. Codificación e intersección de las capas de información.....	14
3. Análisis estadísticos de máximos pluviométricos .....	16
3.1. Introducción.....	16
3.2. Información pluviométrica existente .....	16
3.3. Análisis de las series de máximos mensuales .....	17
3.4. Fundamentos de la metodología estadística empleada .....	19
3.5. Resultados .....	20
4. Modelo lluvia-escorrentía .....	24
4.1. Análisis de la tipología de modelación de la cuenca del Lucena.....	24
4.1.1. Modelos de simulación empleados.....	26
4.1.2. Criterios de diseño .....	29
4.1.3. Resultados.....	31
4.2. Modelo lluvia-escorrentía: Criterios de diseño .....	32
4.2.1. Tormentas de diseño .....	32



4.2.2.	Condición de humedad antecedente del complejo suelo-vegetación. ....	34
4.2.3.	Otros criterios de diseño .....	36
4.3.	Hidrogramas de crecida en las cuencas del sistema.....	36
5.	Cálculo hidráulico del drenaje transversal y longitudinal de la variante.....	38
5.1.	Esquema .....	38
5.2.	Caudales de diseño para la solución finalmente adoptada .....	42
5.2.1.	Caudales de diseño del sistema vertiente a la carretera .....	42
5.2.2.	Caudales de diseño sobre la plataforma de la carretera.....	42
5.2.3.	Caudal de diseño total .....	43
5.3.	Dimensionamiento de las obras de drenaje .....	44
5.3.1.	Dimensionamiento de las cunetas en régimen uniforme .....	44
5.3.2.	Dimensionamiento del depósito .....	45
5.3.3.	Análisis de las condiciones de contorno de los elementos del drenaje.....	46
6.	Referencias Bibliográficas .....	47

**APENDICE I- DATOS ESTACIÓN AFORO AFÍN**

**APENDICE II- LISTADOS NUMÉRICOS DE LAS TORMENTAS DE DISEÑO EMPLEADAS EN LA SIMULACIÓN**

**APENDICE III- LISTADOS NUMÉRICOS DE LOS HIDROGRAMAS DE CRECIDA DE LAS CUENCAS DEL SISTEMA**

## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente anejo es la obtención de los caudales de crecida, para diversos periodos de retorno, del sistema hidrológico vertiente a la variante sur para su posterior cálculo del drenaje transversal y longitudinal, así como la socavación de los puentes abordado en el Anejo 14 “Diseño hidráulico de las obras de ingeniería fluvial para la protección del puente sobre el río Lucena”.

La variante planteada se encuentra en Figueroles, municipio perteneciente a la provincia de Castellón, Valencia, situado a 27 km de Castellón de la Plana. La alternativa, planteada para solventar los problemas de tráfico de dicha población, pasa por el sur del municipio, cruzando el río Lucena mediante un puente e incorporándose a la carretera CV-190 situada a margen derecha del río Lucena.

La figura 1.1 muestra la zona de la variante de estudio:

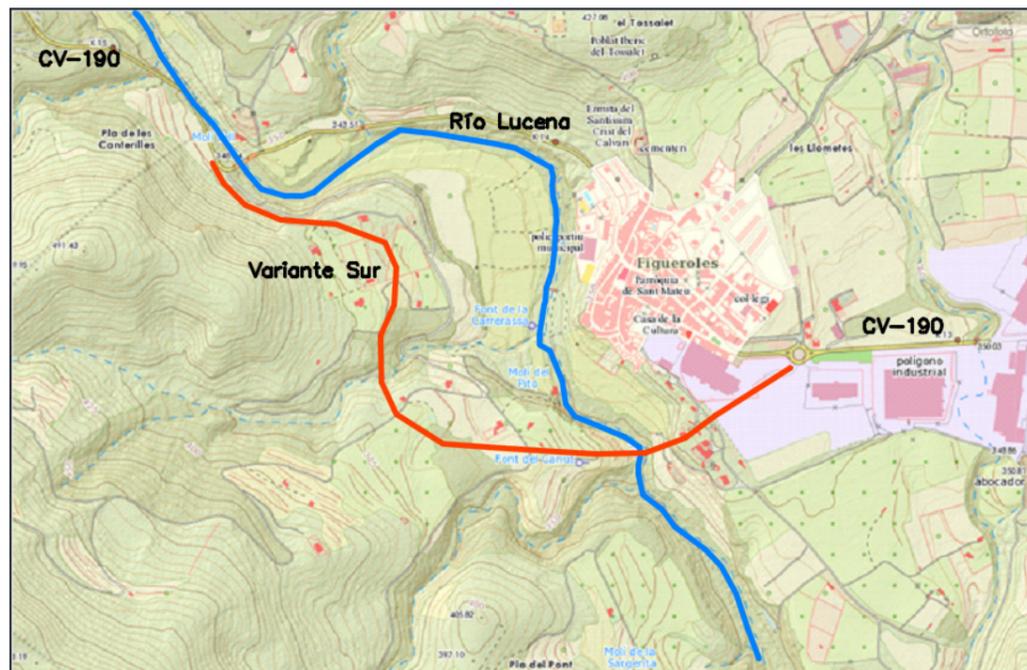


Fig. 1.1 Mapa topográfico del emplazamiento de la variante sur. Fuente: Terrasit

El río Lucena pertenece a la Cuenca Hidrográfica del Júcar, en la provincia de Castellón. Su nacimiento se encuentra en el barranco de Xodos en el municipio de Xodos y dentro del “Monumento Natural del Camí del Peregrins de les Useres”, cerca de macizo de Peñagolosa. Con una orientación NO-SE, el cauce principal drena una superficie aproximada de 100km<sup>2</sup> hasta el embalse del Alcora. El perfil longitudinal del cauce principal muestra una pendiente pronunciada en el primer tramo del río, morfología característica de los barrancos de montaña y una pendiente suave y continua en el resto del río hasta el embalse de Alcora.

A aproximadamente 30 km del Mar Mediterráneo, el municipio de Figueroles cuenta con un clima mediterráneo. Se caracteriza por veranos secos y calurosos e inviernos húmedos y lluviosos con una temperatura media anual a 15.0 °C.

La flora existente en el término municipal de Figueroles se encuentra en tres zonas bien diferenciadas:

- Zonas forestales, que llegan a ocupar el 50% del término municipal y están dominadas mayoritariamente por especies xerófitas y pirrófitas.
- Zonas de cultivo, que extienden por el 40% del municipio. Están compuestas por cultivos herbáceos de secano como son los olivos y los almendros.
- Cauce y ribera del río Lucena. La flora que existe en esta zona es común a la de los bosques de ribera. Sin embargo sólo se aprecian masas arbóreas compuestas por Olmos y Chopos al oeste de Figueroles, en el cruce del río Lucena con el puente de la CV-190. Además en casi toda la totalidad de la zona de ribera se encuentran especies como Cañas o Adelfas.

La fauna de la zona se compone principalmente de reptiles, aves y mamíferos en las tres zonas descritas anteriormente, habiendo además anfibios en la zona de ribera.

### 1.1. Metodología hidrológica

En ausencia de una serie de datos de aforo fiable en la cuenca, una de las posibilidades es el empleo de un método de los denominados hidrometeorológicos. En estos métodos se parte de un análisis de la frecuencia de las precipitaciones máximas, con el objetivo de obtener, en una primera fase, el hietograma de diseño correspondiente a cada periodo de retorno. En una segunda fase, mediante un modelo de transformación de la lluvia en escorrentía, se convierten estos hietogramas en caudales de crecida.

La caracterización hidromorfométrica del sistema hidrológico y la estimación del parámetro de producción se ha realizado mediante herramientas SIG y CAD a partir del modelo digital del terreno, ortofotos de la extensión de estudio, el uso del suelo suministrado por el SIOSE, y la capacidad del suelo para el uso agrícola y la litología suministrada por la COPUT. La descripción detallada de las herramientas empleadas se describe en este mismo capítulo.

La caracterización hidromorfométrica y del parámetro de producción de escorrentía se presenta en el capítulo 2.

La obtención de los cuantiles de precipitación diaria máxima anual se ha llevado a cabo mediante un análisis estadístico de los datos pluviométricos de estaciones próximas a la cuenca de estudio, lo cual se presenta en el capítulo 3.

En cuanto al proceso lluvia-escorrentía, se ha evaluado la idoneidad de desagregar la cuenca del río Lucena, empleando finalmente un modelo pseudo-distribuido con tormenta de diseño e hidrograma unitario implementado en el software de libre distribución HEC-



HMS. Todo ello se detalla en el capítulo 4. Los valores de los caudales para los periodos de retorno 10, 25, 50, 100, 200 y 500 años también se presentan en este capítulo.

Finalmente, el capítulo 5 recoge el análisis del drenaje transversal y longitudinal de la variante. El cálculo hidráulico se ha realizado en régimen estacionario unidimensional para los caudales de crecida de retornos 10 (drenaje longitudinal) y 100 años (drenaje transversal), estimando las dimensiones de los conductos en régimen uniforme y verificando el régimen variado desarrollado por las condiciones de contorno existentes aguas arriba y aguas abajo de los mismos.

## 1.2. Información empleada

- La capacidad de uso agrícola del suelo suministrada por la Conselleria d'Obres Públiques, Urbanisme i Transports (COPUT a partir de ahora) en el año 1998.
- El uso del suelo proporcionado por el Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo en España (SIOSE a partir de ahora) del año 2011. En el sistema geodésico de referencia ETRS89 y proyección UTM. Escala de referencia 1:25000.
- La litología en la Comunidad Valenciana suministrada por la Conselleria d'Obres Públiques, Urbanisme i Transports (COPUT) en el año 1998.
- Material fotográfico de fuente propia obtenido, obtenido de la visita de campo realizada entre los meses de febrero y mayo.
- Ortofotos a escala 1:50000 de las hojas 592 y 615 del Plan Nacional de Ortografía Aérea (PNOA). En el sistema geodésico de referencia ETRS89 y proyección UTM suministrada por el instituto geográfico nacional (IGN a partir de ahora).
- Modelo Digital del Terreno (MDT) con paso de malla de 5 metros de las hojas 592 y 615. En el sistema geodésico de referencia ETRS89 y proyección UTM suministrado por el instituto geográfico nacional (IGN).
- Series de precipitación diaria máxima mensual de las siguientes estaciones de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET): Zucaina (código de la estación 8479), Adzaneta del Maestrat (cód. 8492), Useras (cód. 8495), Lucena del Cid (cód. 8496), Alcora (cód. 8497) y Pantano de M<sup>a</sup> Cristina (cód. 8498).
- Boletín Oficial de la Región de Murcia. Número 173 (28 de julio de 2007).
- Instrucción 5.2-IC de drenaje superficial.

## 2. CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA

### 2.1. Introducción

Este capítulo presenta los trabajos desarrollados para la obtención de las características del sistema hidrográfico. El sistema ha sido obtenido empleando toda la información geomorfológica de la cuenca, convenientemente procesada mediante técnicas SIG (sistemas de información geográfica) y procesamientos manuales.

La identificación y caracterización hidromorfométrica del sistema hidrológico se ha llevado a cabo mediante el uso de herramientas SIG, en concreto ArcMap desarrollado por ESRI; así como herramientas de AutoCAD Civil 3D desarrollado por Autodesk, Inc. El software de AutoCAD se ha empleado para delimitar la cuenca vertiente de estudio y la construcción de diversas figuras de apoyo para comprender mejor la problemática de la cuenca a estudiar. ArcMap, por su parte, se emplea como medio de obtención de datos de la extensión de la cuenca vertiente a partir de las tablas de atributos generadas por diversos documentos en formato shape y extensiones dbf, tales como el uso del suelo, la capacidad de uso agrícola y las unidades litológicas en la Comunidad Valenciana.

### 2.2. Preprocesamiento de la información cartográfica de base

Determinar correctamente el sistema de drenaje es crucial pues condiciona la calidad del resto de la información derivada y, por ende, la fiabilidad de los parámetros que caracterizan el sistema. La principal limitación es la calidad del input de información digital del terreno. Se ha empleado un fichero vectorial de puntos de cota conocida con paso de malla de 5 metros en el sistema geodésico de referencia ETRS89 y proyección UTM como modelo de elevación digital (MED a partir de ahora). En la zona de estudio se emplea las hojas 592 y 615 suministradas por el IGN.

El MED se ha procesado en AutoCAD Civil 3D derivando previamente un TIN (Triangulated Irregular Network) a partir del cual se han interpolado posteriormente curvas de nivel (con resolución 1m para las zonas próximas a la alternativa y 10m para el resto de la extensión de la cuenca) en todo el ámbito de estudio, mapa vectorial que se muestra en la figura 2.1.

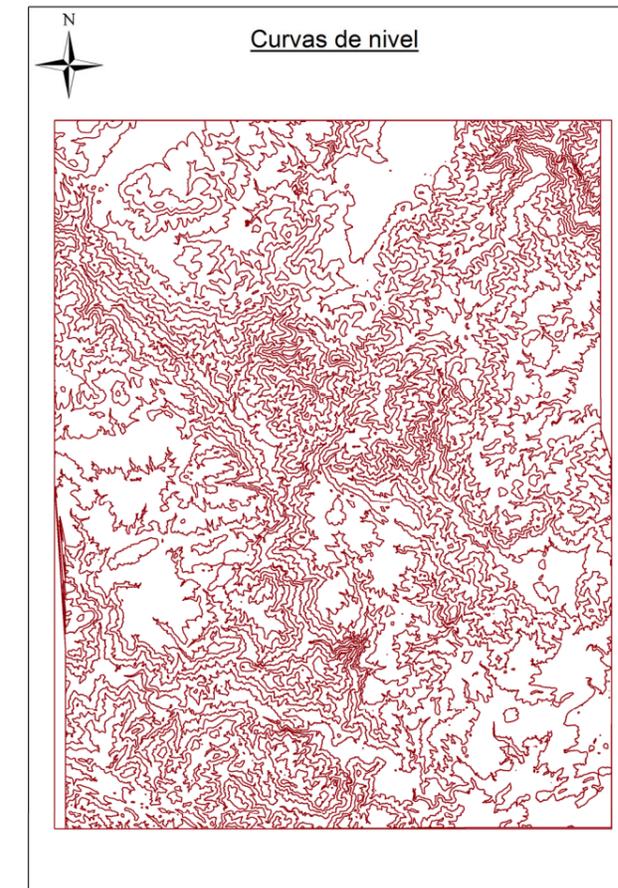


Fig. 2.1 Curvas de nivel de la extensión de estudio. Hojas 592 y 615.

### 2.3. Identificación del sistema hidrológico

A partir del fichero vectorial de curvas de nivel se ha seguido un procedimiento manual para la identificación de la divisoria de aguas de las cuencas del sistema hidrológico, así como la red de drenaje principal. El resultado final se muestra en la figura 2.2.

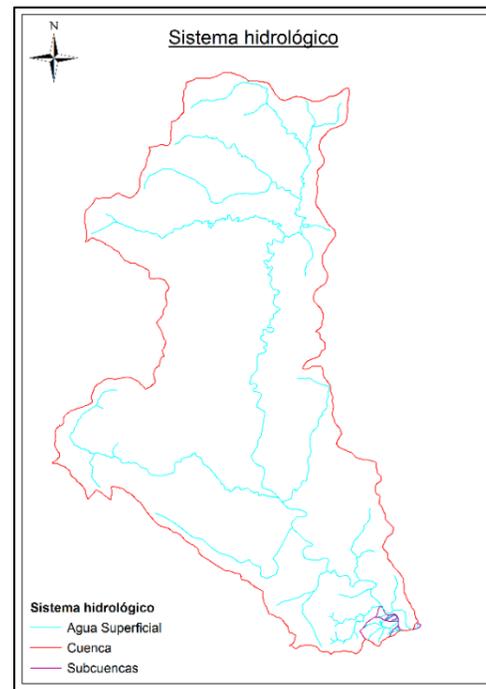


Fig. 2.2 Sistema hidrológico de la cuenca de estudio.

Dada la considerable diferencia en extensión entre la cuenca del Lucena y el resto de cuencas del sistema vertiente a la variante, conviene mostrar un zoom a la traza de la misma (figura 2.3).

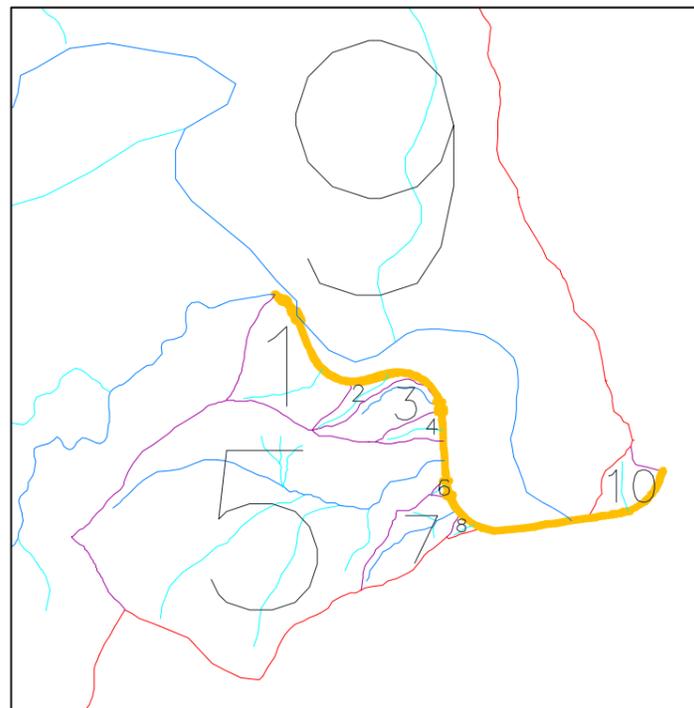


Fig. 2.3 Identificación de las cuencas del sistema hidrológico.

#### 2.4. Características hidromorfométricas básicas

Las características de las cuencas del sistema hidrológico se muestran en la tabla 2.1 mostrada a continuación.

Cuencas	Superficie (km <sup>2</sup> )	Perímetro (km)	Río			Tc (h)	Pendiente (m/m)
			Lm (m)	Cota inicial (m)	Cota final (m)		
<b>Cuenca Principal (9)</b>	101.6	60.8	29120	1354	320	7.3	.036
<b>Cuenca 1</b>	0.082	1.3	286	476	353	.14	.430
<b>Cuenca 2</b>	0.016	1.0	285	442	364	.15	.274
<b>Cuenca 3</b>	0.037	1.0	309	387	355	.19	.104
<b>Cuenca 4</b>	0.012	0.5	181	376	355	.12	.116
<b>Cuenca 5</b>	0.591	3.2	1203	484	345	.52	.116
<b>Cuenca 6</b>	0.002	0.2	60	370	363	.05	.117
<b>Cuenca 7</b>	0.044	0.9	382	419	363	.21	.147
<b>Cuenca 8</b>	0.003	0.3	73	370	362	.06	.110
<b>Cuenca 10</b>	0.026	0.7	160	366	355	.12	.069

Tabla 2.1 Características principales de las cuencas del sistema hidrológico.

Los factores de forma empleados para la caracterización hidromorfométrica han sido los basados en el cauce principal, a saber: el factor de forma de Horton y el de Schumm, cuyas expresiones y resultados se muestran a continuación:

$$R_f = \frac{A}{L_m^2} \quad (1)$$

$$R_e = 1.128 \cdot \frac{\sqrt{A}}{L_m} \quad (2)$$

Donde:

$R_f$  = factor de forma de Horton

$R_e$  = factor de forma de Schumm

A = Superficie de la cuenca, en km<sup>2</sup>

$L_m$  = longitud del cauce principal, en km

Cuencas	Factores de forma	
	Horton ( $R_f$ )	Schumm ( $R_e$ )
Cuenca 1	1.01	1.13
Cuenca 2	0.20	0.50
Cuenca 3	0.39	0.71
Cuenca 4	0.36	0.68
Cuenca 5	0.41	0.72
Cuenca 6	0.52	0.82

Cuencas	Factores de forma	
	Horton (Rf)	Schumm (Re)
Cuenca 7	0.30	0.62
Cuenca 8	0.66	0.91
Principal (9)	0.12	0.39
Cuenca 10	1.03	1.14

Tabla 2.2 Factores de forma de las cuencas del sistema hidrológico.

Por los motivos que se justifican en el apartado 4.1, la cuenca del Lucena se ha modelado pseudo-distribuida y se ha dividido en cuatro subsistemas atendiendo al área y la variabilidad del umbral de escorrentía y la pluviometría, como se muestra en la figura 2.4.

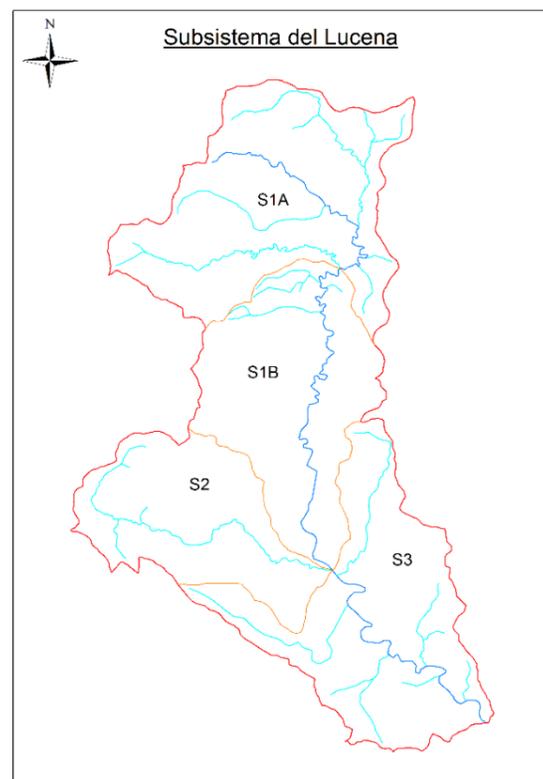


Fig. 2.4 Subsistemas del Lucena.

- S1A: Es la subcuenca de cabecera, que incluye el nacimiento del río Lucena. En la confluencia del barranco de Fondo con el barranco de los Frailes, da comienzo la denominación del Lucena como río. Su punto de desagüe se sitúa aguas abajo de dicha confluencia.
- S1B: La extensión de la subcuenca que ocupa desde el desagüe de la subcuenca de cabecera hasta la confluencia del río Lucena con el barranco de Gorgas. A lo largo del cauce principal, existen distintos afluentes que realizan aportaciones al río Lucena, entre los que podemos destacar (por orden de confluencia): el barranco

del Contador, de la Canaleta, de Olaria, finalizando en el barranco de Gorgas, ya mencionado como punto de desagüe de la subcuenca S1B.

- S2: es la subcuenca de menor extensión. Se extiende desde la cabecera del barranco Gorgas hasta su confluencia con el río del Lucena. Incluye el barranco de la Gransa como único tributario.
- S3: Se extiende desde los desagües de las subcuencas S1B y S2 hasta la finalización de la cuenca de estudio. El desagüe de esta cuarta y última subcuenca es en el cruce del río Lucena con el puente de la variante de estudio, a la altura de la población de Figueroles.

Las características hidromorfológicas se recogen en la tabla 2.3:

Subcuencas	Superficie (km <sup>2</sup> )	Perímetro (km)	Río			Tc (h)	Pendiente (m/m)
			Lm (m)	Cota inicial (m)	Cota final (m)		
S1A	30.2	30.4	7875	1354	847	2.42	.0644
S1B	24.8	23.3	13400	1256	458	3.69	.0596
S2	18.7	21.6	11230	1095	458	3.25	.0567
S3	27.9	32.2	14158	978	220	3.92	.0535

Tabla 2.3 Características principales de las subcuencas del Lucena.

### 2.5. Parámetro de producción de escorrentía.

El modelo de producción de escorrentía es el del USDA Soil Conservation Service, en su versión adaptada a España y con un solo parámetro, el umbral de escorrentía. Éste depende a su vez de cuatro variables, que engloban buena parte de las características geomorfológicas de la región analizada:

- Cubierta del suelo
- La litología del terreno
- La capacidad de uso del terreno
- Humedad antecedente del complejo suelo-vegetación

La relación entre el umbral de escorrentía y las tres primeras variables es tabular, debiendo modificarse los valores obtenidos en función de las condiciones de humedad antecedentes. A tal efecto, el SCS define tres condiciones o estados en función de la precipitación total de los 5 días anteriores, que determinan valores del factor corrector del  $P_0$  obtenido previamente.

La obtención de los umbrales de escorrentía se han obtenido mediante el uso de herramientas SIG, cuyas herramientas de geoprocésamiento espacial permiten obtener la información combinada necesaria con una gran precisión además de la herramienta de AutoCAD para la obtención de uno de los input necesarios para el software ArcMap, es decir, los polígonos de las cuencas de estudio.

### 2.5.1. Características de la cubierta del suelo

Se ha comentado previamente que el umbral de escorrentía depende de la cubierta del suelo, es decir, del uso del suelo. Para ello se ha empleado la información territorial ofrecida por el SIOSE del año 2011, en el sistema geodésico de referencia ETRS89 y proyección UTM y con una escala de referencia 1:25000, así como un estudio fotográfico de campo.

En primer lugar se obtuvo del Terrasit la información cartográfica de los municipios de Lucena del Cid (cód. 12072), Figueroles (cód. 12060), Xodos (cód.12055), Adzaneta del Maestrat (cód. 12001) y Castillo de Villamalefa (cód. 12041) y se unieron mediante las técnicas de geoprocésamiento espacial, obteniendo el uso del suelo para la región de estudio. Seleccionando la información relevante a la cuenca de estudio se obtiene la tabla de atributos. La figura 2.5 muestra los diferentes tipos de cobertura del suelo y su localización en la cuenca de estudio, y en la tabla 2.4, la superficie de ocupación de cada uno de ellos extraídos de la tabla de atributos.

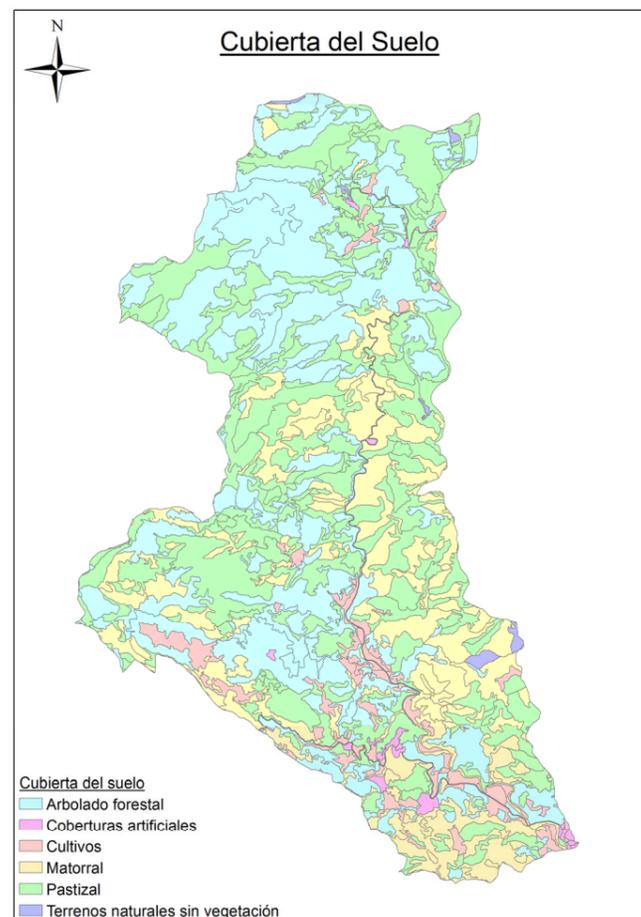


Fig. 2.5 Cubierta del suelo en la cuenca de estudio. Fuente: SIOSE.

Cubierta del suelo	Superficie (km <sup>2</sup> )	Porcentaje de Superficie (%)
<b>Arbolado forestal</b>	<b>34.32</b>	<b>33.77</b>
Coníferas	27.63	27.19
Frondosas	6.69	6.58
<b>Coberturas artificiales</b>	<b>0.93</b>	<b>0.92</b>
Equipamiento, dotacional	0.03	0.03
Industrial	0.30	0.30
Infraestructuras	0.29	0.29
Suelo urbano mixto	0.30	0.30
<b>Cultivos</b>	<b>5.00</b>	<b>4.92</b>
Cultivos herbáceos	1.43	1.41
Cultivos leñosos	3.57	3.51
<b>Matorral</b>	<b>22.48</b>	<b>22.11</b>
Matorral	22.48	22.11
<b>Pastizal</b>	<b>38.23</b>	<b>37.61</b>
Pastizal	38.23	37.61
<b>Terrenos naturales sin vegetación</b>	<b>0.69</b>	<b>0.68</b>
Ramblas	0.23	0.23
Roquedo	0.32	0.32
Suelo Desnudo	0.14	0.14
<b>Total general</b>	<b>101.65</b>	<b>100</b>

Tabla 2.4 Superficie para los distintos tipos de cubierta de la cuenca de estudio. Fuente: SIOSE.

Las principales unidades de cubierta del suelo presentes en la cuenca son las siguientes:

- Masas forestales con alta densidad de coníferas. Dominan la zona norte y oeste de la cuenca ocupando aproximadamente un 27% de la totalidad de la cuenca.
- Masas forestales de frondosas se concentran en la zona norte de la cuenca ocupando una extensión aproximada de 6.5%.
- Monte bajo conformado por matorral más o menos denso localizado al este de la cuenca ocupando una superficie aproximada del 20%. Se trata de una zona estratificada con la presencia de matorral denso y pastizal, es decir, matorral claro y espartal.
- Monte bajo conformado por matorral claro y espartal que compone el 37% de la cuenca y está presente en la totalidad de la misma en mayor o menor medida.
- Aprovechamientos agrícolas de secano (herbáceo y leñoso) localizados sobre todo en la traza del cauce del río Lucena. Se extienden sobre una superficie aproximada del 5% de la cuenca.

A continuación se observa el estudio fotográfico realizado en el municipio de Figueroles para la identificación de cada una de las cubiertas del suelo propuestas por el SIOSE para verificar su veracidad.



Fig. 2.6 Masa forestal con alta densidad de coníferas. Fuente: Google Maps.



Fig. 2.7 Monte bajo con presencia de matorrales y coníferas. Fuente: Google Maps



Fig. 2.8 Afloramiento rocoso.



Fig. 2.9 cultivos leñosos (olivos).

El umbral de escorrentía ( $P_0$  a partir de ahora) depende directamente de la cubierta del suelo, ya que dependiendo de la categoría del suelo adoptada (apartado 2.5.2 de este mismo capítulo) se obtiene su valor de  $P_0$  correspondiente. La correspondencia se establece a partir del decreto propuesto por el gobierno de la Región de Murcia y publicada en el Boletín Oficial de la Región de Murcia (BORM a partir de ahora) el año 2007.



La tabla 2.5 muestra la estimación del P<sub>0</sub> con condiciones medias de humedad antecedente. Dicha estimación depende a su vez de la categoría del suelo según el SCS, determinado en los apartados siguientes de este mismo capítulo.

Cubierta del suelo		Pendiente (%)	Suelo del SCS			
			A	B	C	D
Bosque denso	Con dominancia de frondosas		90	50	35	25
	Con dominancia de coníferas		75	34	22	16
Bosque claro			40	20	12	8
Matorral denso			60	24	14	10
Matorral claro y espartal			32	14	8	6
Regadío arbolado		≥ 3	80	34	19	14
		< 3	95	42	22	15
Secano arbolado		≥ 3	62	28	15	10
		< 3	75	34	19	14
Vid (secano o regadío)		≥ 3	62	28	15	10
		< 3	75	34	19	14
Regadío herbáceo	R	≥ 3	37	20	12	9
	N	≥ 3	42	23	14	11
	R/N	< 3	47	25	16	13
Secano herbáceo	R	≥ 3	29	17	10	8
	N	≥ 3	32	19	12	10
	R/N	< 3	34	21	14	12
Invernaderos		≥ 3	6			
		< 3	10			
Masas de agua y cauces permanentes			0			
Cauces efímeros		≥ 3	17	11	8	6
		< 3	20	14	11	8
Infraestructuras viarias			2			
Núcleos urbanos	Parques y jardines		20			
	Áreas residenciales		10			
	Áreas urbanas		6			
	Áreas industriales		5			
Afloramientos rocosos	Roca fracturada	≥ 3	3			
		< 3	5			
	Roca compacta	≥ 3	2			
		< 3	4			

Tabla 2.5 P<sub>0</sub> estimado con condiciones de humedad antecedentes medias y según la clasificación del suelo del SCS. Fuente: BORM.

La equiparación de la cubierta del suelo del SIOSE y de la BORM se muestra en la tabla 2.6.

Cubierta del suelo		Adaptación según BORM
Arbolado forestal	Coníferas	Bosque denso con dominancia de coníferas
	Frondosas	Bosque denso con dominancia de frondosas

Cultivos	Herbáceos	Secano herbáceo
	Leñosos	Secano arbolado
	Matorral	Matorral denso
	Pastizal	Matorral claro y espartal
Terreno sin vegetación	Ramblas	Cauce efímero
	Roquedo	Roca fracturada
	Suelo desnudo	Tratado como pastizal-matorral claro
Coberturas artificiales.	Industrial	Núcleos urbanos: áreas industriales
	Suelo Urbano	Promedio entre áreas urbanas y parques
	Equipamientos	Tratado como suelo industrial
	Infraestructuras	Infraestructuras viarias

Tabla 2.6 Equiparación de la cubierta del suelo del SIOSE al BORM para la estimación del P<sub>0</sub>.

### 2.5.2. Características del suelo

#### Caracterización de la capacidad de uso del terreno

El primer factor determinante para la obtención del umbral de escorrentía es la capacidad de uso agrícola del suelo en la Comunidad Valenciana suministrado por la COPUT. Viene definido por cinco clases: A, B, C, D y E, siendo A el suelo de mayor calidad agrícola y E el peor. La tabla 2.7 muestra las propiedades que determinan las diferentes clases que proporcionan la capacidad de uso del terreno.

Propiedades	Clases				
	A	B	C	D	E
Erosión (e)	<7 Tm/ha/año	7-15 Tm/ha/año	15-40 Tm/ha/año	40-100 Tm/ha/año	>100 Tm/ha/año o Fase lítica
Pendiente (p)	<8%	8-15 %	15-25 %	25-45 %	>45%
Espesor efectivo (x)	>80 cm	40-80 cm	30-40 cm	10-30 cm, variable	<10 cm, variable
Afloramientos (r)	<2%	2-10 %	10-25 %	25-50 %	>50 %
Pedregosidad (g)	<20%	20-40 %	40-80 %	80-100 %	Pavimento pedregoso
Salinidad (s)	<2 dS/m	2-4 dS/m	4-8 dS/m	8-16 dS/m	>16 dS/m
Características físicas (f)	Equilibradas	Poco equilibradas	Inadecuadas	Desfavorables	Muy desfavorables
Características químicas (q)	Favorables	Poco favorables	Inadecuadas	Desfavorables	Muy desfavorables
hidromorfía (h)	Ausencia	Pequeña	Moderada	Grave	Muy grave

Tabla 2.7 Caracterización de las clases de la capacidad de uso agrícola. Fuente: COPUT

En este estudio se ha optado por adaptar dicha clasificación al modelo SCS, por lo que las clases D y E se tratan como una única categoría D equiparándolo al modelo SCS.

Capacidad de uso	Grupo SCS
B	B
C	C
D	D
E	D

Tabla 2.8 Adaptación inicial de la capacidad de uso equiparándolo al SCS.

La capacidad de uso agrícola del suelo de la región de estudio de interés muestra que la gran mayoría de la cuenca pertenece a la clase E (muy baja capacidad de uso). Las figuras 2.10 y 2.11 muestran las diferentes clases de capacidad de uso en la cuenca según la COPUT y según la equiparación al SCS respectivamente.

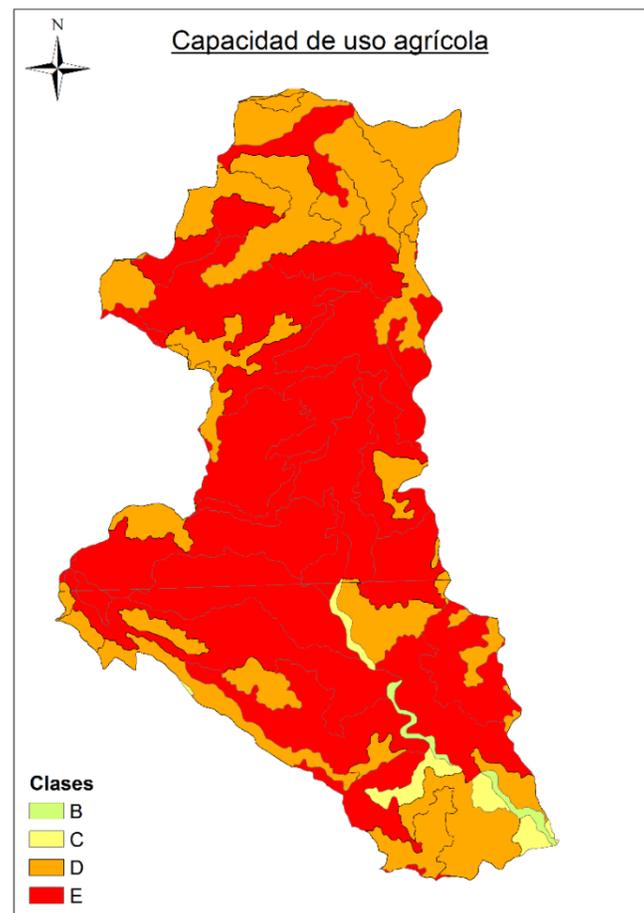


Fig. 2.10 Clases de la capacidad de uso agrícola. Fuente: COPUT.

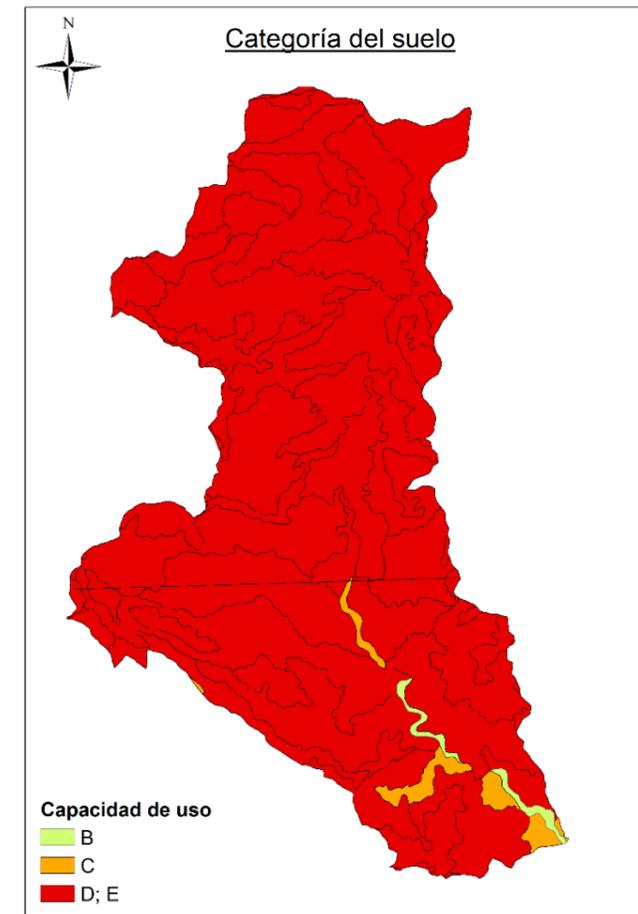


Fig. 2.11 Capacidad de uso según el SCS. Fuente: SCS.

En la tabla 2.9 se puede observar como las propiedades limitantes más abundantes de la cuenca son la erosión, la pendiente, el espesor efectivo y los afloramientos. Las propiedades señalizadas son aquellas más perjudiciales para la capacidad drenante del terreno, es decir, las que más condicionan la elección de la clase de capacidad.

Propiedades	Presencia en la cuenca (%)
Pedregosidad (g)	0.8
Características físicas (f)	0.5
Erosión (e)	23.1
Pendiente (p)	36.2
Espesor efectivo(x)	23.1
Hidromorfía (h)	0.0
Características químicas (q)	0.2
Afloramientos (r)	16.2

Tabla 2.9 Superficie del terreno con propiedades de capacidad de uso. Fuente: COPUT.

Hay otros factores que ya se han considerado en los apartados anteriores. La pendiente se tiene en consideración en la propuesta de la BORM para la estimación del  $P_0$ ; y los afloramientos rocosos, por su parte, se tienen en cuenta en la cubierta del suelo. Ambos casos reflejados en la tabla 2.5.

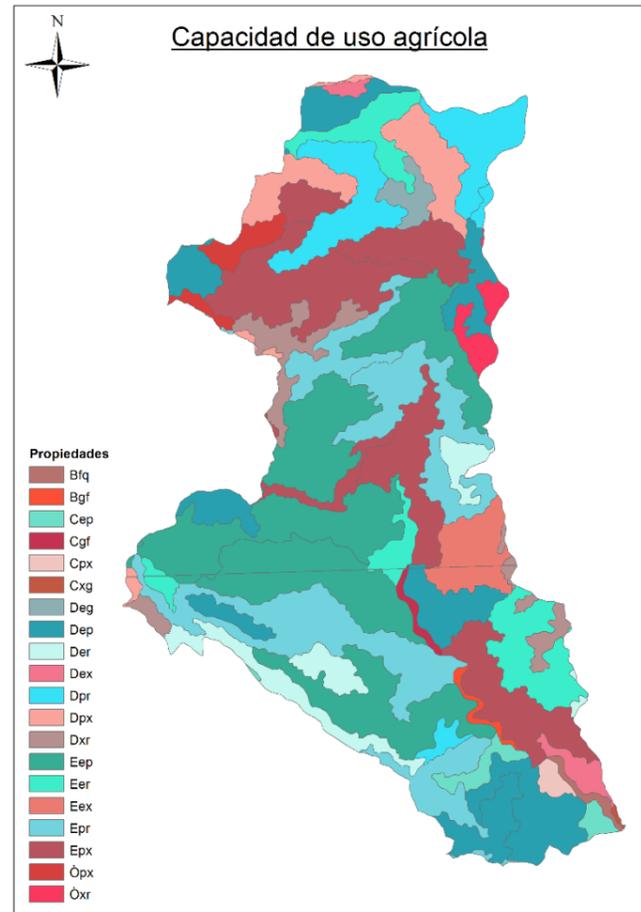


Fig. 2.12 Propiedades de la capacidad de uso agrícola. Fuente: COPUT.

**Caracterización litológica**

La litología en la cuenca está dominada por materiales pertenecientes al Triásico Muschelkalk y Buntsandstein y al cuaternario en toda la zona central de la cuenca aunque también se encuentran materiales del Cretácico inferior al este y oeste de la misma.

Las unidades litológicas identificadas se listan en la tabla 2.10, indicando para cada una de ellas la superficie de ocupación en la cuenca. Su distribución se muestra en la figura 2.13.

Unidad litológica		Superficie (km <sup>2</sup> )
Código	Descripción	
SC/10	Margas	5811.5
SC/12	Arcillas, margas y yesos	27604.4

SC/1-2-4	Conglomerados, areniscas y arcillas	404.2
SC/2	Areniscas	3320.1
SC/2-10	Areniscas y margas	8520.1
SC/2-4	Areniscas y arcillas	12.4
SC/4-2	Arcillas y areniscas	421.9
SC/5	Calizas	9286.9
SC/5-10	Calizas y margas	31223.8
SC/5-2	Calizas y areniscas	1057.3
SC/5-9	Calizas y dolomías	11802.4
SC/7-10	Calizas margosas y margas	636.5
SI/2	Cantos y gravas	885.7
SI/2-3	Cantos, gravas y arenas	3.2
SI/2-5	Cantos, gravas y arcillas	657.1

Tabla 2.10 Superficie ocupada por las unidades de litología en la cuenca. Fuente: COPUT.

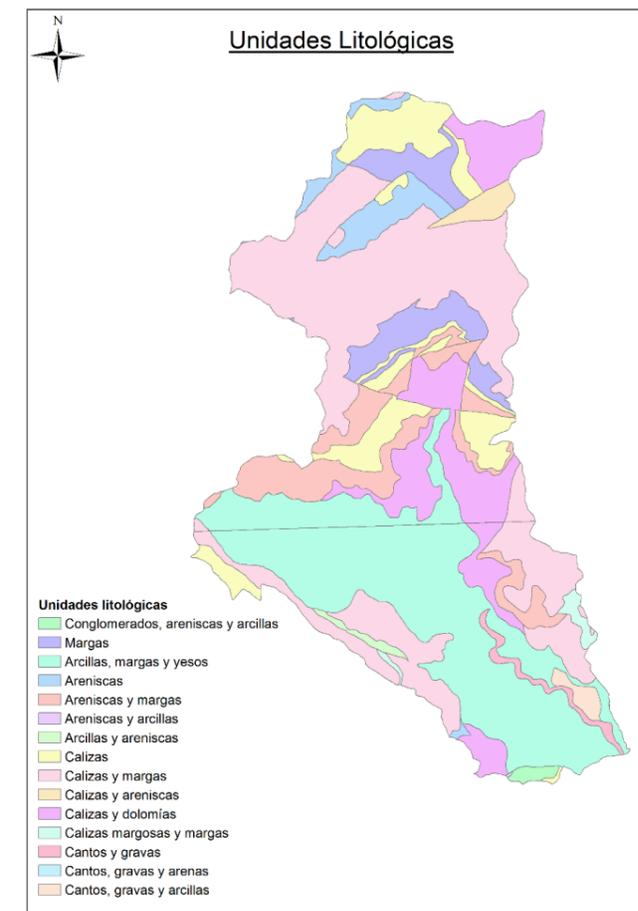


Fig. 2.13 Unidades litológicas presentes en la cuenca. Fuente: COPUT.

Atendiendo a la catalogación de grupo del suelo a partir de litologías propuesta por el DIHMA-UPV para la redacción del PATRICOVA, cada unidad litológica se corresponde con una categoría de la clasificación SCS. En la tabla 2.11 se muestra dicha clasificación para las unidades litológicas presentes en la cuenca y la figura 2.14 muestra su distribución.

Unidad litológica		Adaptación a grupo de suelo
Código	Descripción	
SC/10	Margas	C
SC/12	Arcillas, margas y yesos	D
SC/1-2-4	Conglomerados, areniscas y arcillas	B
SC/2	Areniscas	B
SC/2-10	Areniscas y margas	B
SC/2-4	Areniscas y arcillas	C
SC/4-2	Arcillas y areniscas	C
SC/5	Calizas	B
SC/5-10	Calizas y margas	B
SC/5-2	Calizas y areniscas	B
SC/5-9	Calizas y dolomías	B
SC/7-10	Calizas margosas y margas	C
SI/2	Cantos y gravas	B
SI/2-3	Cantos, gravas y arenas	B
SI/2-5	Cantos, gravas y arcillas	B

Tabla 2.11 Clasificación de las unidades de litología según la adaptación al SCS. Fuente: DIHMA

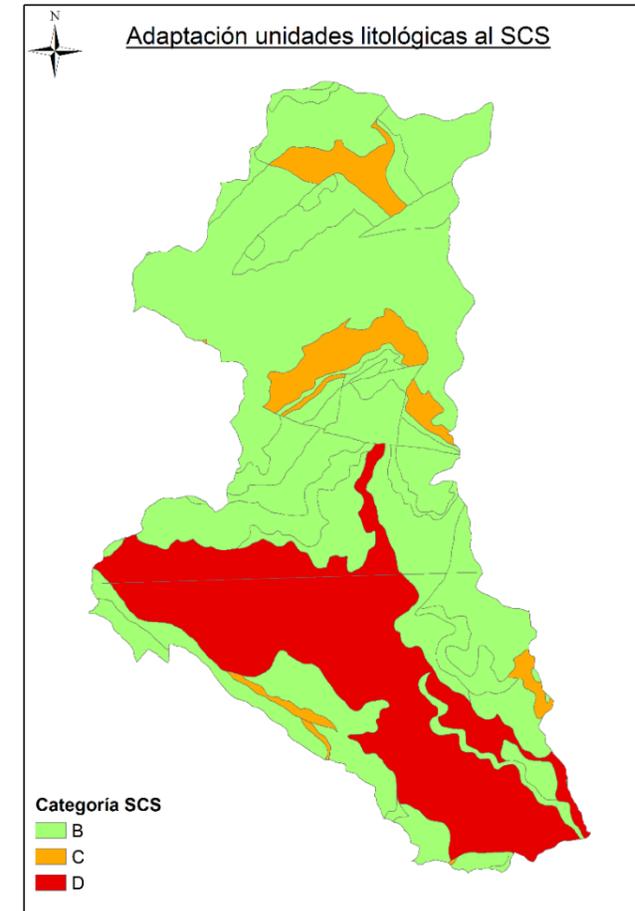


Fig. 2.14 Distribución de las unidades de litología según la adaptación al SCS. Fuente: DIHMA

Se observa que la gran mayoría de la cuenca presenta una categoría B, es decir, los materiales que lo componen son en su mayoría conglomerados, areniscas, calizas y gravas.

En conclusión, el análisis subyacente de la zona muestra un sustrato con muy alta capacidad drenante conformado principalmente por conglomerado arenisco y arcillas (principalmente por arcillas, margas y yesos (SC/12), y calizas y margas (SC/5-10)) con escasa presencia de litologías margosas. Atendiendo a la catalogación de grupos de suelo a partir de la litología propuesta por el DIHMA-UPV para la redacción del PATRICOVA casi la práctica totalidad del sistema hidrológico se correspondería con un suelo B como se ha expuesto en este apartado. Debido a ello, se opta por aumentar la clasificación de la categoría del uso del suelo agrícola según el SCS presentado en la tabla 2.8 por la siguiente reclasificación:

Capacidad de uso	Grupo SCS
B	B
C	C
D	C
E	C

Tabla 2.12 Adaptación final de la capacidad de uso equiparándolo al SCS.

Pese a que la capacidad de uso del suelo dominante es baja, los factores limitantes no indican problemas graves de hidromorfismo en la zona. En la figura 2.15 se muestra la categoría final de la región de la cuenca de estudio.

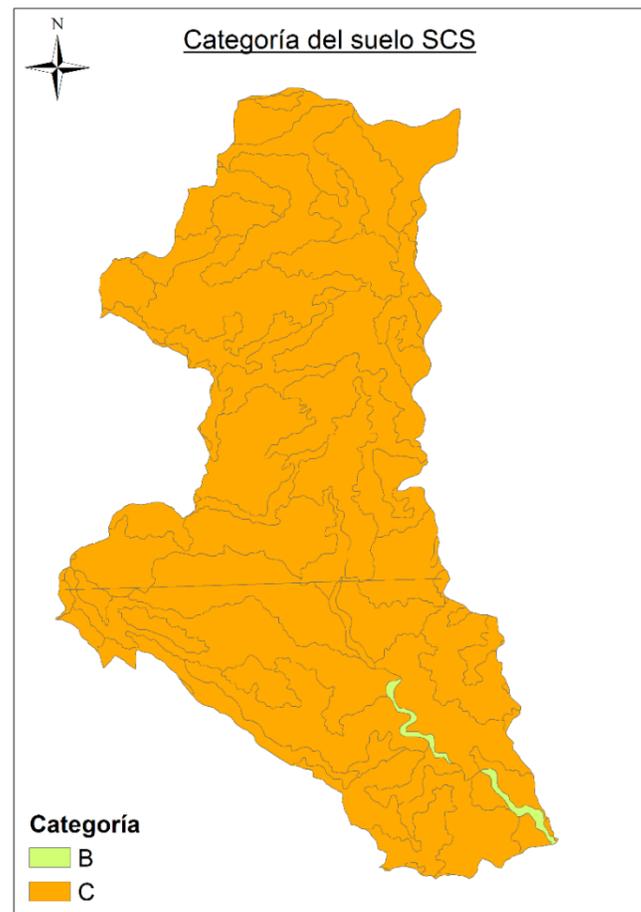


Fig. 2.15 Categoría del terreno de la cuenca adaptada el SCS.

Humedad antecedente del complejo suelo-vegetación

Para la obtención del umbral de escorrentía se han considerado condiciones de humedad antecedentes medias en el complejo suelo-vegetación, por lo que no se realiza ninguna modificación del  $P_0$ .

**2.5.3. Codificación e intersección de las capas de información**

Se emplean las tres capas de información generadas en los apartados 2.5.1 y 2.5.2 para obtener el valor del umbral de escorrentía correspondiente a cada combinación de cubierta y grupo del suelo. Para ello, se vuelve a emplear las herramientas de geoprocésamiento de ArcMap que permiten unificar toda la información.

Posteriormente mediante una ponderación areal se ha obtenido el valor del umbral de escorrentía promedio de la cuenca al multiplicar los valores del  $P_0$  de la tabla 2.13 por la extensión de cada tipo de cubierta en la cuenca.

En la tabla 2.13 se muestran los valores  $P_0$  empleados para la ponderación areal de la cuenca. Dichos valores están tomados del decreto propuesto por la BORM según la cubierta del suelo presente en la cuenca. Debido a la equiparación realizada en el apartado 2.5.1, el valor correspondiente al suelo urbano es un promedio entre el valor de  $P_0$  ofrecido por la BORM para las áreas urbanas y los parques y jardines.

Cubierta del suelo		$P_0$ (mm)	
		B	C
Arbolado forestal	Coníferas	34	22
	Frondosas	50	35
Cultivos	Herbáceos	21	14
	Leñosos	34	19
Matorral		18	13
Pastizal		14	8
Terreno sin vegetación	Ramblas	14	11
	Roquedo	5	5
	Suelo desnudo	14	8
Cobertura artificial	Industrial	5	5
	suelo urbano	13	13
	Equipamientos	6	6
	Infraestructuras	2	2

Tabla 2.13 Valor de  $P_0$  empleado obtenido de la BORM para la obtención del umbral de escorrentía. Fuente: BORM.

En la tabla 2.14 se muestran los resultados de la ponderación areal para cada cuenca del sistema hidrológico y en la figura 2.16, el umbral de escorrentía de la cuenca.



Cuencas	P <sub>0</sub> (mm)
1	13.6
2	14.6
3	16.6
4	19.6
5	13.1
6	19.0
7	17.1
8	21.5
9 (Principal)	15.2
10	6.4

Subcuencas	P <sub>0</sub>
S1A	18.7
S1B	13.0
S2	15.0
S3	13.4

Tabla 2.15 Po para las subcuencas en condición de humedad media.

Tabla 2.14 Valores de umbral de escorrentía para las cuencas del sistema hidrológico.

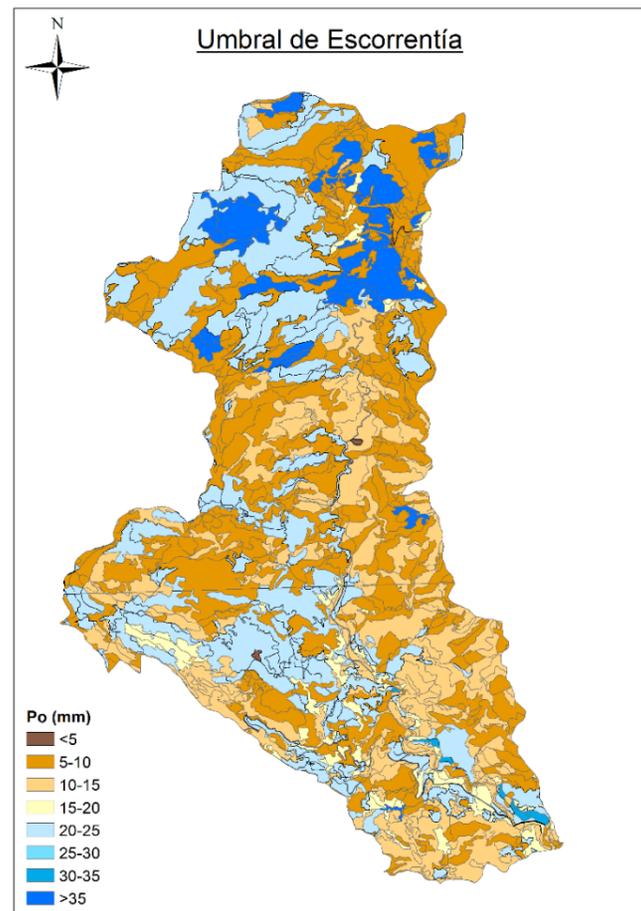


Fig. 2.16 Umbral de escorrentía en la cuenca.

Como se ha indicado anteriormente, la cuenca del Lucena se ha desagregado en cuatro subcuencas para el modelo lluvia-escorrentía. El P<sub>0</sub> promedio en dichas subcuencas es el siguiente:

### 3. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE MÁXIMOS PLUVIOMÉTRICOS

#### 3.1. Introducción

En este capítulo se ha llevado a cabo el análisis de frecuencia de las precipitaciones diarias máximas mensuales con el fin de obtener los mejores estimadores de los cuantiles correspondientes a distintos periodos de retorno. Éstos serán utilizados para la construcción de las tormentas de proyecto, input del modelo de transformación lluvia-escorrentía.

Para ello se ha empleado la siguiente metodología:

- En primer lugar se determina qué estaciones están en la zona de afección de la cuenca y cuáles tienen registros suficientes para ser introducidos en el análisis estadístico.
- A continuación se eliminan los registros de los años de los que no se dispone de suficiente información, o aquellos que no dispongan de suficientes meses clave, es decir, aquellos meses cuya probabilidad de ocurrencia para el máximo pluviométrico es mayor.
- En tercer lugar se realiza el análisis estadístico de las distribuciones mencionadas en el apartado 3.4 y se escoge aquella que presenta una mejor distribución para cada una de las estaciones analizadas.
- Por último se obtienen los cuantiles para los periodos de retorno deseados, mostrados al final de este mismo capítulo.

#### 3.2. Información pluviométrica existente

Para el estudio de precipitaciones extremas se han empleado las series mensuales de precipitación acumulada (en mm) proporcionada por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET a partir de ahora), que constituyen la fuente de precipitación histórica más representativa y completa para establecer las relaciones entre precipitaciones máximas y sus periodos de retorno.

En el estudio estadístico se han empleado los datos proporcionados por las estaciones próximas a la cuenca de estudio, englobando la totalidad de la misma por el norte, sur, este y oeste. En la zona norte de la cuenca se emplea la estación Lucena del Cid (código 8496); al este las estaciones de Adzaneta del Maestrat (también conocida como Atzeneta del Maestrat) (cód. 8492) y Useras (cód. 8495); al sur las estaciones del embalse de Alcora (cód. 8497) y el pantano de M<sup>a</sup> Cristina (cód. 8498). En la zona del embalse hay además otras dos estaciones llamadas Alcora 'la Lloma' (con 15 años completos de registro) y Alcora 'la Salle' (con 2 años completos de registro). Para este estudio se ha añadido la longitud de datos de Alcora 'la Lloma' y se ha tratado como una única estación denominada Alcora a partir de ahora; la última estación empleada se encuentra al oeste de la cuenca y es la de Zucaina (cód. 8479). También al oeste hay otras dos estaciones,

la de Vistabella 'San Juan de Peñagolosa' (cód. 8490) y Castillo de Villamalefa (cód. 8480) que no se han introducido en el análisis estadístico debido a su corta longitud de datos (18 y 8 años completos respectivamente).

En la figura 3.1 se muestra la localización geográfica de las estaciones así como su zona de influencia según el método de Thiessen explicado en el apartado 4.1.

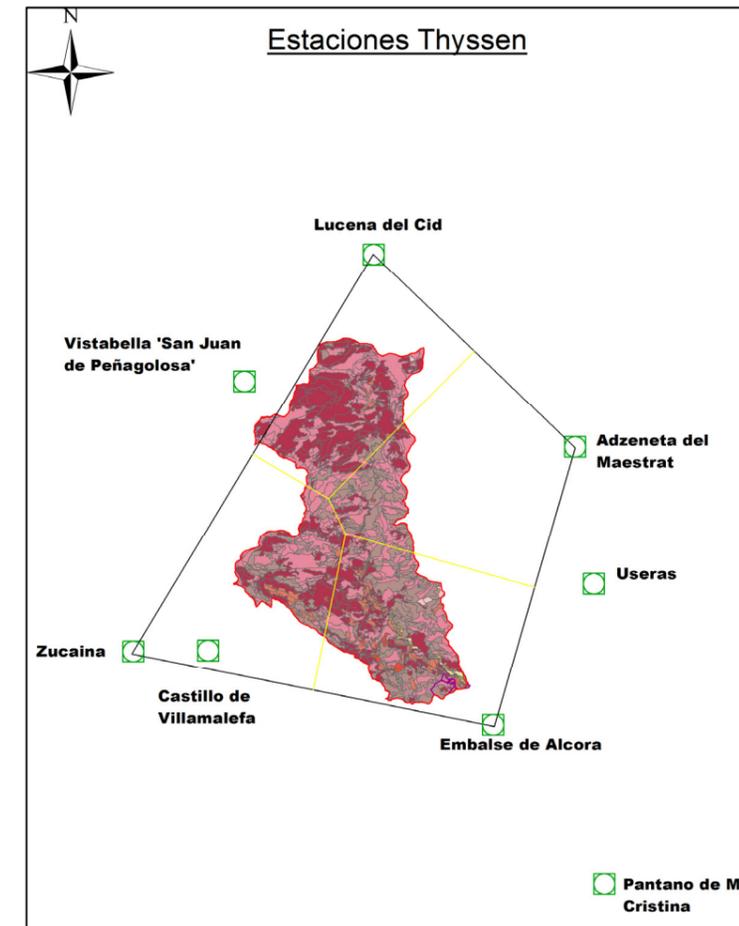


Fig. 3.1 Localización geográfica de las estaciones y representación Thiessen.

En la tabla 3.1 se muestra un resumen de las estaciones empleadas.

Código Estación	Nombre Estación	Término Municipal	Provincia	Coordenadas UTM		ALTITUD (msnm)	Nº años disponibles
				UTM X	UTM Y		
8479	ZUCAINA	ZUCAINA	CASTELLÓN	719703	4445820	610	41
8492	ADZANETA DEL MAESTRAT	ADZANETA	CASTELLÓN	740712	4455720	400	54
8495	USERAS	USERAS	CASTELLÓN	741628	4449267	407	54
8496	LUCENA DEL CID	LUCENA DEL CID	CASTELLÓN	731775	4446180	530	40
8497	ALCORA	ALCORA	CASTELLÓN	737780	4439695	280	42
8497B	ALCORA LA LLOMA	ALCORA	CASTELLÓN	737460	4438635	280	



Código Estación	Nombre Estación	Término Municipal	Provincia	Coordenadas UTM		ALTITUD (msnm)	Nº años disponibles
				UTM X	UTM Y		
8498	PANTANO MARIA CRISTINA		CASTELLÓN	742091	4434773	130	47

Tabla 3.1 Estaciones de la AEMET consideradas para el análisis estadístico. Fuente: AEMET.

Debido a la gran longitud de datos disponible en cada cuenca, no se realizará un estudio de análisis regional debido a la gran extensión de datos aportados y a la cobertura que ofrecen las estaciones seleccionadas como se menciona en el apartado 3.4. Se cumplirá el principio de parsimonia como se describirá en el apartado siguiente.

### 3.3. Análisis de las series de máximos mensuales

La información de partida ha sido la precipitación diaria máxima mensual en cada estación. Los registros existentes en las estaciones seleccionadas abarcan desde el año 1940 al 1996. Sin embargo las series no son íntegras por lo que se realiza un sesgo de aquellos años hidrológicos que por no estar completos o les falta información en meses clave.

Considerando el conjunto de las estaciones analizadas se dispone de registro histórico desde el año 1940 hasta el 1996. Durante los cuales se registraron 37 años completos en Zucaina, 50 tanto en Adzaneta como en Useras, 33 en Lucena del Cid, 30 en Alcora y 44 en pantano de M<sup>a</sup> Cristina.

El resto de años disponibles no disponen del registro pluviométrico para uno o más meses. La evaluación de si un registro es representativo se ha determinado para este estudio siguiendo dos criterios:

- i) No se emplearán años con más de 3 meses sin datos pluviométricos.
- ii) No se emplearán si hay más de 1 mes crítico sin datos pluviométricos. Se definen como meses críticos aquellos para los cuales la probabilidad de contener el máximo anual sea mayor.

En la tabla 3.2 se muestran los meses críticos para cada una de las estaciones. La probabilidad mostrada se ha obtenido empleando la totalidad de los registros disponibles, sin aplicar el primer criterio presentado en el párrafo anterior. Para una mejor identificación, se han sombreado los meses críticos.

Mes	Probabilidad (%)					
	Lucena del Cid	Adzaneta	Useras	Alcora	M <sup>a</sup> Cristina	Zucaina
enero	5.00	1.85	3.70	2.38	4.26	4.88
febrero	5.00	3.70	3.70	0.00	2.13	2.44
marzo	7.50	1.85	3.70	7.14	2.13	0.00
abril	5.00	5.56	5.56	0.00	6.38	0.00
mayo	5.00	3.70	1.85	7.14	6.38	4.88

junio	7.50	5.56	9.26	2.38	2.13	4.88
julio	2.50	3.70	0.00	2.38	2.13	9.76
agosto	5.00	3.70	3.70	2.38	6.38	2.44
septiembre	10.00	24.07	14.81	11.90	10.64	17.07
octubre	20.00	25.93	27.78	33.33	31.91	24.39
noviembre	5.00	11.11	9.26	11.90	8.51	14.63
diciembre	22.50	9.26	16.67	19.05	17.02	14.63

Tabla 3.2 Probabilidad de presentación del máximo anual.

Se observa que los meses con mayor probabilidad de ocurrencia están comprendidos entre septiembre y diciembre para la mayoría de las estaciones, es decir, el máximo pluviométrico ocurre en la época otoñal. Algo que ya se podría haber intuido debido a la proximidad de la cuenca de estudio y el mar Mediterráneo. Esto ocurre debido a la mayor frecuencia de temporales de levante durante el trimestre de septiembre a noviembre, siendo octubre el mes que reúne las condiciones más propicias para que se produzcan temporales de lluvias intensas.

Con ambas premisas anteriores, los años no representativos para cada estación son:

- Lucena del Cid: 1942-43, 1966-67, 1981-82
- Adzaneta del Maestrat: 1942-43
- Useras: 1942-43
- Alcora: 1948-49, 1950-51, 1953-54, 1978-79
- M<sup>a</sup> Cristina: 1949-50, 1977-78
- Zucaina: 1982-83

La tabla 3.3 recoge las series de máximos anuales finalmente consideradas. Las de mayor longitud son las de Adzaneta y Useras, con 53 datos, y todas ellas están actualizadas hasta el año 1996 excepto Lucena del Cid que llega hasta el año 1981. Se cuenta pues con una gran longitud de registros para todas las estaciones lo que permite ajustar funciones de distribución de hasta 4 parámetros (presentadas en el apartado 3.4) satisfaciendo el principio de parsimonia, es decir, 15 datos independientes observados por parámetro de la función distribución.

Año	P <sub>máx</sub> (mm)					
	Lucena del Cid	Adzaneta	Useras	Alcora	M <sup>a</sup> Cristina	Zucaina
1940-41	-	-	-	-	-	70
1941-42	-	-	-	-	-	64
1942-43	-	-	-	-	-	64
1943-44	74	73	87	-	-	37
1944-45	42	57	42	-	-	41
1945-46	78	65	117	-	-	325
1946-47	54	44	40	-	-	38
1947-48	92	35	43	-	-	55



Año	P <sub>máx</sub> (mm)					
	Lucena del Cid	Adzaneta	Useras	Alcora	M <sup>a</sup> Cristina	Zucaina
1948-49	138	114	123	-	-	95
1949-50	25	83	111	27	-	28
1950-51	110	122	67	-	68	74
1951-52	71	106	90	-	85	57
1952-53	42	55	40	-	37	42
1953-54	105	77	53	-	49	63
1954-55	109	46	43	75	16	93
1955-56	73	95	67	90	82	60
1956-57	105	96	75	132	142	68
1957-58	56	128	59	80	96	55
1958-59	57	76	52	65	48	75
1959-60	71	112	72	40	81	110
1960-61	42	73	41	52	42	40
1961-62	52	85	74	45	44	71
1962-63	87	215	151	112	124	80
1963-64	34	41	44	30	19	35
1964-65	61	68	96	50	42	94
1965-66	70	65	63	65	87	52
1966-67	-	86	76	82	114	55
1967-68	55	49	66	42	72	-
1968-69	65	60.6	54	40	50	-
1969-70	85	215	211	120	153	-
1970-71	55	105	63.8	62	50	-
1971-72	135	100.4	90.3	80	119	-
1972-73	62	115	86.2	88	96	-
1973-74	48	69.2	28.2	38	54	-
1974-75	58	36.5	66	97	52	-
1975-76	68	38.6	39.4	42	43.7	-
1976-77	56.5	68.3	58.3	44	71.8	-
1977-78	38	32.2	33	40	-	-
1978-79	38.5	44.3	40.1	-	32.4	-
1979-80	35	49.6	52.8	-	40.8	-
1980-81	73	63.6	66.3	-	40.5	-
1981-82	-	82.5	78.6	-	62.8	-
1982-83	-	108.1	93.2	107.2	74.2	-
1983-84	-	180	143.2	71.4	71.1	48.2
1984-85	-	58.7	72.4	55.3	122.7	51
1985-86	-	32.2	54.2	65.7	83.5	35.6
1986-87	-	53.1	62.3	49	46.3	54.5
1987-88	-	79	80.3	51.4	53.6	106.2
1988-89	-	120.5	107.4	63.5	58	74.5
1989-90	-	90.2	145.1	97	93.8	84.3
1990-91	-	75.8	43.5	98.2	69.3	65.2
1991-92	-	63.5	54.1	54.8	45.5	40.1
1992-93	-	62.3	80.6	67.2	86	50

Año	P <sub>máx</sub> (mm)					
	Lucena del Cid	Adzaneta	Useras	Alcora	M <sup>a</sup> Cristina	Zucaina
1993-94	-	39.1	51.7	54.3	35	78.2
1994-95	-	94.1	94.8	64.5	92.6	37.8
1995-96	-	45	55.5	34.6	34.5	42.2

Tabla 3.3 Series de Pd máxima anual (en mm) en las estaciones de la AEMET.

A partir de los datos de la tabla anterior, se han obtenido los parámetros estadísticos que caracterizan las series de datos adoptadas:

	Lucena del Cid	Adzaneta	Useras	Alcora	M <sup>a</sup> Cristina	Zucaina
Longitud	37	53	53	39	45	40
Máximo (mm)	138	215	211	132	153	325
Media (mm)	68.11	80.16	73.55	65.95	68.45	67.72
Desviación estándar (mm)	27.2229	40.1228	34.6215	26.1138	31.8972	46.4918
Varianza (mm <sup>2</sup> )	741.0863	1609.8391	1198.6483	681.9306	1017.4314	2161.4875
Coef. asimetría	0.9039	1.6736	1.7027	0.7252	0.7777	4.5353
Coef variación	0.3997	0.5005	0.4707	0.396	0.466	0.6865

Tabla 3.4 Parámetros estadísticos de las estaciones analizadas.

Se observa que en la estación de Zucaina la precipitación máxima es de 325 mm cuando la media está en torno a 68 mm, y el valor del coeficiente de asimetría es elevado, por lo que una buena práctica será comprobar, previamente a la obtención de las distribuciones de máximos, la fiabilidad de los valores empleados, que condicionarán en gran medida los cuantiles de precipitación resultantes.

El valor del máximo de la estación de Zucaina pertenece al mes de noviembre del año 1945-46. Para comprender mejor dicho valor, se comparará junto a los registros del mismo mes y año del resto de estaciones:

noviembre 1945-46	
Estación	P (mm)
Zucaina	325
Lucena	32
Adzaneta	60
Useras	42
Alcora	Sin dato
M <sup>a</sup> Cristina	Sin dato

Tabla 3.5 Pd (en mm) para el mes de noviembre del año 1945-46. Fuente: AEMET.

Al comparar el registro con las demás estaciones se observa que ninguna de ellas tiene el mismo orden de magnitud que el de Zucaina, que es 5.4 veces mayor al segundo registro más alto (el de la estación de Adzaneta). Para verificar la veracidad del registro, se realiza una pequeña investigación descrita a continuación.

En primer lugar se comprueba que se ha empleado el registro correcto del documento digital de AEMET para dicho mes y año. Al comprobar que los registros utilizados son los



mismos, se intenta obtener el documento original de las pluviometrías proporcionadas por AEMET para desechar un posible fallo humano en la transcripción. Sin embargo al no disponer de los recursos necesarios para solicitar el documento original, se decide tomar por bueno el documento digital de AEMET.

En segundo lugar se decide realizar una búsqueda por internet de las noticias del mes de noviembre de 1945 en el municipio de Zucaina. Se encuentran varios documentos sobre la rambla del 1967, en los que se compara con otra riada ocurrida el 17 de noviembre de 1945. Un episodio de lluvias intensas conocida en la zona como “La llovida gorda” y que afectó a todo el municipio de Zucaina, pero principalmente al pueblo, donde estuvo lloviendo todo el día. A la luz de esta información, se decide tomar como correcto el registro de 325 mm del año 1945.

Los estadísticos básicos muestran una alta correlación espacial entre las estaciones de Adzaneta y Useras, y Alcora y M<sup>a</sup> Cristina, como cabía esperar dadas la similitud en altitud y la proximidad de localización entre ellas. Debido a su proximidad a la cuenca, se opta por utilizar los registros proporcionados por la estación de Alcora frente a la de M<sup>a</sup> Cristina. En el caso de Adzaneta y Useras, ambas se encuentran a una distancia similar a la cuenca, con un pero Thiessen parecido y una misma longitud de registros, por lo que es indiferente cuál de los dos emplear. Por dichos motivos, se ha decidido eliminar del análisis estadístico para la caracterización pluviométrica las estaciones de Useras y M<sup>a</sup> Cristina. Así pues, las estaciones finalmente adoptadas son: Adzaneta, Lucena del Cid, Alcora y Zucaina.

### 3.4. Fundamentos de la metodología estadística empleada

Para el análisis estadístico de máximos pluviométricos se han empleado las distribuciones teóricas comúnmente utilizadas en el ámbito hidrológico. El análisis estadístico local se ha realizado con las funciones:

- I. Gumbel
- II. General Extreme Value (GEV)
- III. Two Component Extreme Value (TCEV)
- IV. Square-Root Exponential Type Distribution of the maximum (SQRT-Etmax)

Todos los ajustes se han realizado por máxima verosimilitud. El número de estaciones empleadas, así como su longitud efectiva y el hecho de que todas las cuencas del sistema hidrológico, exceptuando la cuenca del Lucena, están bajo el área de influencia de una única estación (la del embalse de Alcora) hacen innecesaria la incorporación de metodología de análisis regional en el análisis estadístico.

A continuación se exponen las principales características de las distribuciones de máximos utilizadas:

- **Función de distribución Gumbel**

Es la distribución de extremos más empleada en el mundo hidrológico. Es la más sencilla con tan sólo dos parámetros y es de aplicación en todo el dominio real. Pertenece a la familia “Extreme Value” tipo I definida más adelante en la distribución GEV.

Su expresión analítica viene dada por:

$$F_X(x) = e^{-\lambda \cdot e^{-\theta \cdot x}} \quad (3)$$

Donde:

$x$  = Valor de la variable aleatoria, es decir, la precipitación máxima anual

$F_X(x)$  = Probabilidad de no excedencia del valor  $x$  en un año dado

$\lambda$  = Parámetro de dispersión de la distribución

$\theta$  = Parámetro de localización de distribución

La media y la varianza poblacional vienen determinadas por:

$$\mu = \theta + .5772 \cdot \lambda \quad (4)$$

$$\sigma^2 = \frac{\pi^2}{6} \cdot \lambda^2 \quad (5)$$

Sin embargo la asimetría es constante y de valor:

$$\gamma_x = 1.1396 \quad (6)$$

- **Función de distribución Generalized Extreme Value (GEV)**

La distribución GEV fue introducida por Jenkinson en 1955. La GEV emplea tres parámetros que combinan tres distribuciones de valores extremos: Gumbel (EV I), Frechet (EV II) y Weibull (EV III).

Su expresión analítica viene dada por:

$$F_X(x) = \exp \left[ - \left( 1 - \beta \cdot \frac{x - x_0}{\alpha} \right)^{\frac{1}{\beta}} \right] \quad (7)$$

Donde:

$x$  = Valor de la variable aleatoria, es decir, la precipitación máxima anual

$F_X(x)$  = Probabilidad de no excedencia del valor  $x$  en un año dado

$x_0$  = Parámetro de localización



$\alpha$  = Parámetro de escala

$\beta$  = Parámetro de forma

Dependiendo del valor del parámetro de forma  $\beta$ , se distinguen tres tipos:

- I. GEV I o EV I o Gumbel, si  $\beta=0$
- II. GEV II (Frechet), si  $\beta<0$

Con límite inferior, función definida para  $x > x_0 + \frac{\alpha}{\beta}$

- III. GEV III (Weibull), si  $\beta>0$

Con límite superior, función definida para  $x < x_0 + \frac{\alpha}{\beta}$

Si el parámetro de localización  $x_0$  es nulo, se distinguen otros 2 tipos más:

- I. EV II o LogGumbel
- II. EV III o Weibull

• **Función de distribución Two Component Extreme Value (TCEV)**

Empleada por primera vez por Rossi (1984) para la estimación de caudales máximos. Fue desarrollada teniendo en cuenta la existencia de dos poblaciones de avenidas. Por una parte las denominadas crecidas ordinarias, originadas por lluvias frontales que representan lluvias de menor magnitud y mayor frecuencia durante el invierno y la primavera; y por otra, las crecidas extraordinarias que representan las lluvias torrenciales, de mayor magnitud, menor frecuencia y generadas por fenómenos de precipitación de tipo convectivo durante el verano y otoño.

La distribución tiene cuatro parámetros,  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\theta_1$  y  $\theta_2$ , y la expresión de esta función de probabilidad acumulada es:

$$F_X(x) = \exp[-\lambda_1 \cdot \exp(-\theta_1 \cdot x) - \lambda_2 \cdot \exp(-\theta_2 \cdot x)] \tag{8}$$

Donde:

$x$  = Valor de la variable aleatoria, es decir, la precipitación máxima anual

$F_X(x)$  = Probabilidad de no excedencia del valor  $x$  en un año dado

$\lambda_1, \theta_1$  = Parámetro de crecidas ordinarias, debidas a precipitaciones frontales

$\lambda_2, \theta_2$  = Parámetro de crecidas extraordinarias, debidas a precipitaciones convectivas

Como principal inconveniente destaca el elevado número de parámetros de la expresión.

• **Función de distribución Square-Root Exponential Type Distribution of the Maximum (SQRT-ET max)**

Fue introducida por Etoh, Murota y Nakanishi en 1987. Está considerada por el CEDEX como la más adecuada para numerosas regiones de España por las siguientes razones: es el único de los modelos analizados que ha sido propuesto específicamente para la modelación estadística de máximas lluvias diarias; está formulado con sólo dos parámetros lo que conlleva una completa definición de los cuantiles en función exclusivamente del coeficiente de variación con lo que se consigue una mayor facilidad de presentación de resultados; y proporciona resultados más conservadores que la distribución de Gumbel. Todo ello provocó que fuera la distribución escogida para la realización del mapa de España que permite calcular la precipitación máxima diaria para cualquier periodo de retorno mostrado en el documento "Máximas lluvias diarias en la España Peninsular".

Su expresión analítica es:

$$F(x) = \exp[k(1 + \sqrt{\alpha x}) \cdot \exp(\sqrt{\alpha x})] \tag{9}$$

Donde:

$x$  = Valor de la variable aleatoria, es decir, la precipitación máxima anual

$F_X(x)$  = Probabilidad de no excedencia del valor  $x$  en un año dado

$k, \alpha$  = Parámetros de la distribución. Escala y frecuencia respectivamente.

El cuantil asociado a un periodo de retorno dado se obtiene numéricamente invirtiendo la función y sustituyendo  $F(x)$  por  $(1 - \frac{1}{T})$ .

**3.5. Resultados**

En primer lugar se han evaluado los modelos estadísticos ajustados a la serie de Pd máxima anual de cada estación y posteriormente se ha seleccionado el mejor modelo para cada una de las estaciones.

A continuación se muestran los resultados de los ajustes para cada uno de los modelos.

	GUMBEL ML	SQRT ML	GEV ML	TCEV ML
Adzaneta	$\lambda = 10.451$ $\theta = 0.037$	$k = 44.475$ $\alpha = 0.529$	$x_0 = 61.736$ $\alpha = 28.053$ $\beta = -0.0748$	$\lambda_1 = 12.520$ $\theta_1 = 0.0416$ $\lambda_2 = 0.490$ $\theta_2 = 0.015$



	GUMBEL ML	SQRT ML	GEV ML	TCEV ML
Zucaina	$\lambda = 12.806$ $\theta = 0.048$	$k = 12.172$ $\alpha = 0.375$	$x_0 = 47.235$ $\alpha = 23.611$ $\beta = -0.230$	$\lambda_1 = 23.311$ $\theta_1 = 0.0597$ $\lambda_2 = 0.0438$ $\theta_2 = 0.005$
Lucena del Cid	$\lambda = 14.560$ $\theta = 0.0479$	$k = 147.768$ $\alpha = 0.908$	$x_0 = 56.105$ $\alpha = 22.376$ $\beta = -0.04285$	$\lambda_1 = 14.784$ $\theta_1 = 0.0483$ $\lambda_2 = 0$ $\theta_2 = 0.0072$
Alcora	$\lambda = 14.498$ $\theta = 0.0495$	$k = 156.330$ $\alpha = 0.952$	$x_0 = 54.696$ $\alpha = 22.360$ $\beta = -0.08$	$\lambda_1 = 14.672$ $\theta_1 = 0.0498$ $\lambda_2 = 0$ $\theta_2 = 0.0073$

Tabla 3.6 Parámetros de las funciones de distribución para las estaciones analizadas.

Los ajustes estadísticos se muestran en las figuras siguientes para cada una de las estaciones, así como el razonamiento seguido para la elección del ajuste definitivo. Para seleccionar el mejor modelo, se ha evaluado la capacidad descriptiva global de los mismos mediante la bondad de ajuste gráfico; esto es, por comparación con la función de distribución empírica aplicada a los datos observados, estimada mediante la expresión de Cunnane (1978) con un valor de 0,40 para el coeficiente poblacional (valor recomendado por Cunnane para el caso en que se desconoce, a priori, la población de la variable analizada y cuando los datos tienen un cierto grado de asimetría, cual es el caso).

En las figuras siguientes se muestran gráficamente las funciones de distribución para cada una de las estaciones analizadas, así como la elección del modelo escogido para cada una de ellas.

Adzaneta:

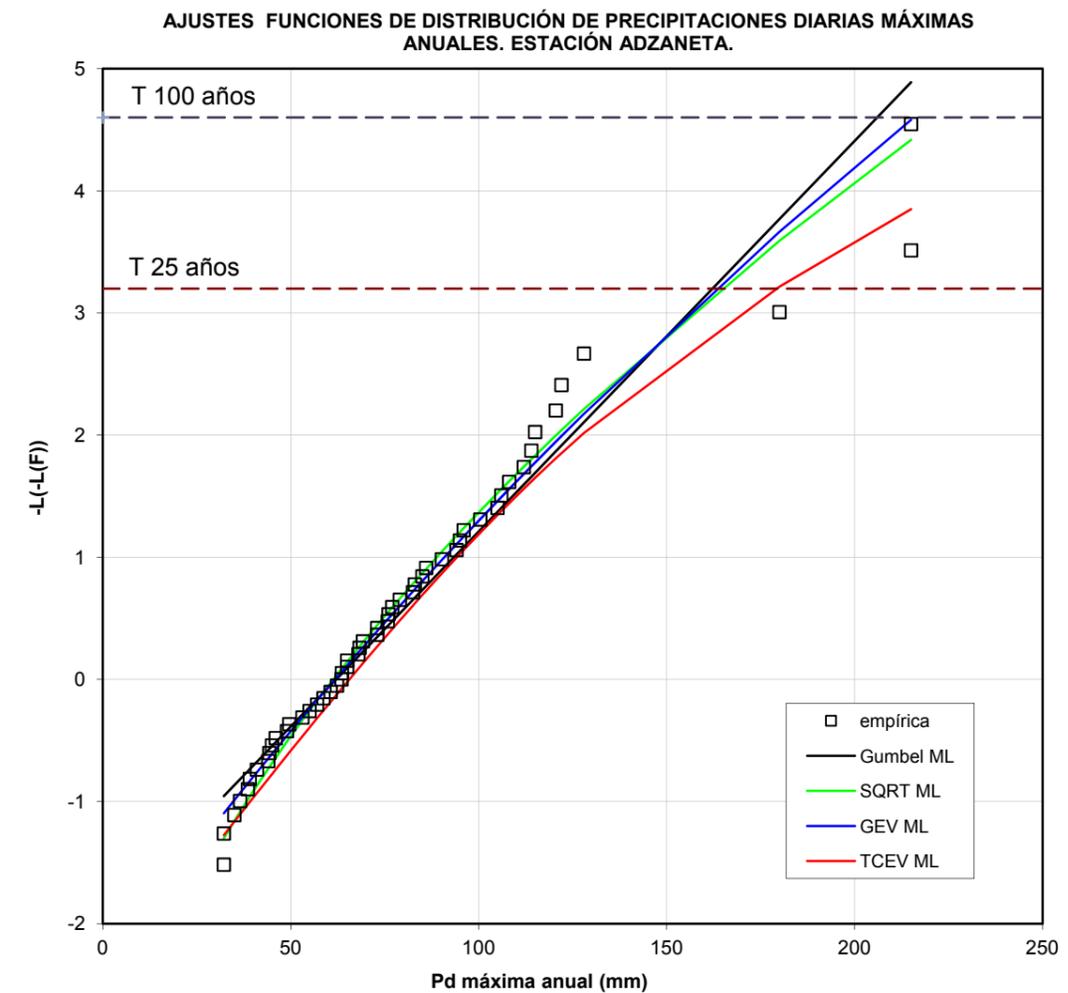


Fig. 3.2 Comparación de los diversos modelos con la cdf empírica para la estación de Adzaneta.

En primer lugar, a la vista de los resultados y mediante el análisis de los ajustes representados, se observa en la gráfica que el modelo de Gumbel infraestima los cuantiles de periodo de retorno superiores a 25 años, quedando del lado de la inseguridad para periodos de retorno elevados. De forma similar, los ajustes de las funciones de distribución TCEV sobreestiman los cuantiles de periodo de retorno inferiores.

Se concluye que los modelos que presentan gráficamente un mejor ajuste a la cdf empírica son las distribuciones SQRT y GEV. Se escoge el modelo SQRT por varios motivos: el comportamiento en la cola izquierda de la distribución es un poco mejor que el del modelo GEV y emplea dos parámetros, frente a tres la GEV.



Alcora:

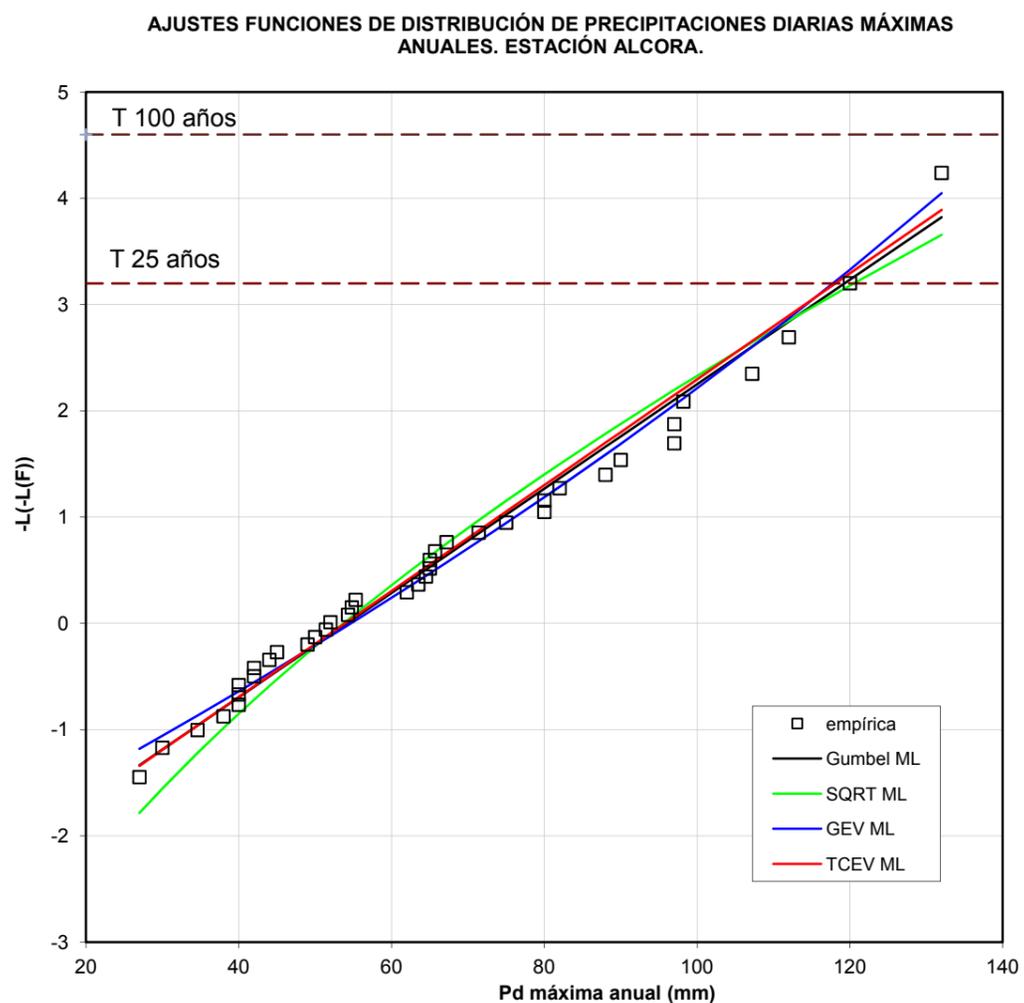


Fig. 3.3 Comparación de los diversos modelos con la cdf empírica para la estación de Alcora.

En general, todos los modelos presentan un buen ajuste a la cdf empírica. La distribución empírica se distribuye claramente como una recta, por lo que se escoge el modelo Gumbel ML al emplear 2 parámetros.

Lucena del CID:

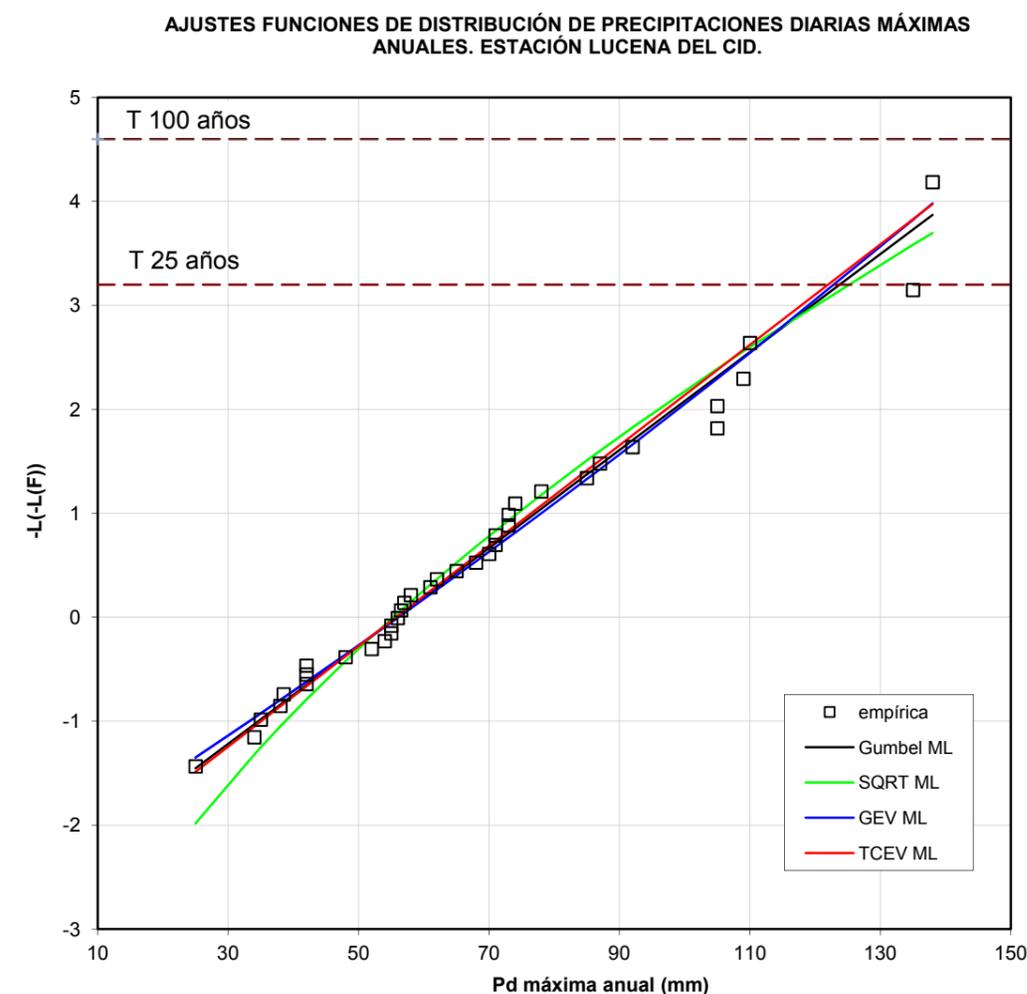


Fig. 3.4 Comparación de los diversos modelos con la cdf empírica para la estación del Lucena del Cid.

Se aplican las observaciones realizadas para la estación de Alcora dada la similitud de las representaciones de ambas estaciones. Así pues se escoge de entre el resto de posibilidades el modelo Gumbel ML.



Zucaina:

AJUSTES FUNCIONES DE DISTRIBUCIÓN DE PRECIPITACIONES DIARIAS MÁXIMAS ANUALES. ESTACIÓN ZUCAINA.

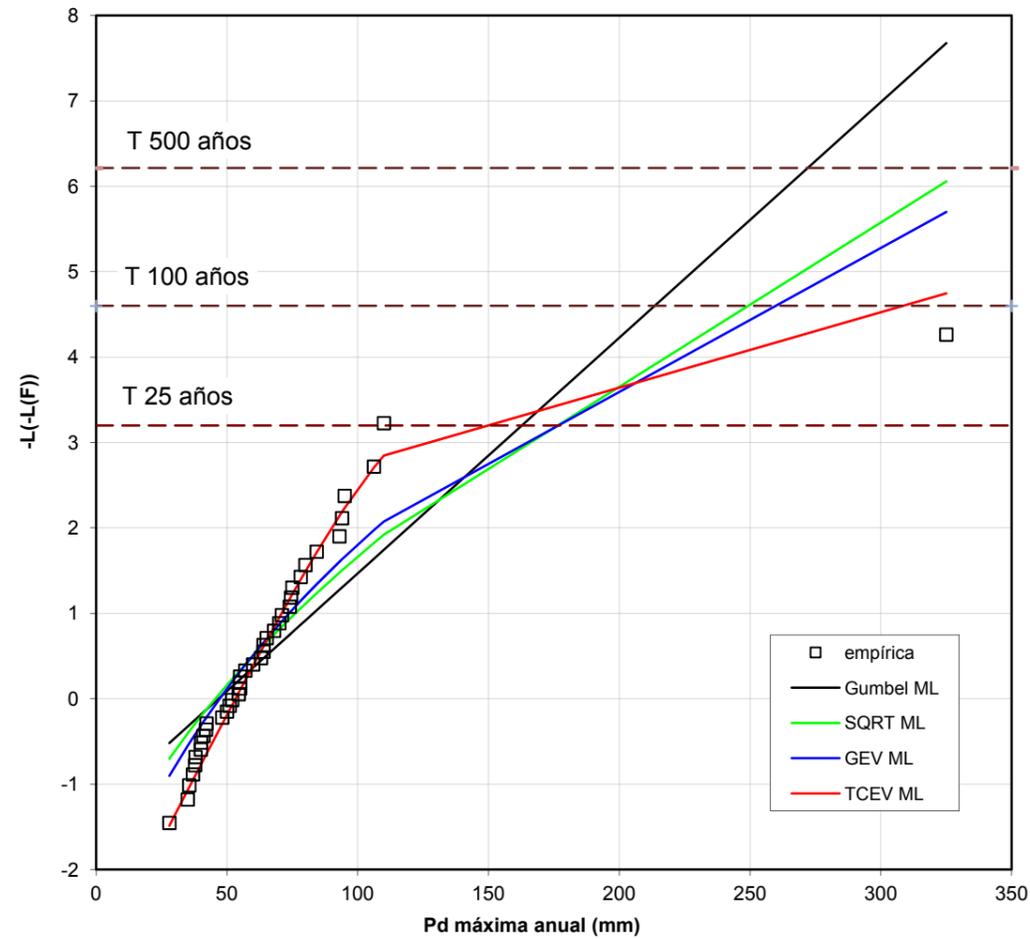


Fig. 3.5 Comparación de los diversos modelos con la cdf empírica para la estación de Zucaina.

A la vista de los ajustes representados se observa claramente que el mejor ajuste a la cdf empírica lo proporciona el modelo TCEV.

La siguiente tabla recoge los cuantiles de precipitación máxima anual asociados a distintos periodos de retorno para cada uno de los modelos escogidos. Dichos cuantiles se emplearán para la obtención de las tormentas de diseño en el capítulo 4.

Estación	Longitud de datos	Modelo	X <sub>10</sub>	X <sub>25</sub>	X <sub>50</sub>	X <sub>100</sub>	X <sub>200</sub>	X <sub>500</sub>
Adzaneta	53	SQRT ML	129.3	164.4	192.9	223.2	255.4	300.9
Alcora	39	Gumbel ML	99.5	118.6	132.8	147.0	161.0	179.5
Lucena del cid	37	Gumbel ML	102.8	122.6	137.3	151.8	166.4	185.5
Zucaina	40	TCEV ML	95.4	121.1	166.7	295.8	435.6	620.2

Tabla 3.7 Cuantiles de Pd máxima anual adoptados para la cuenca.



**4. MODELO LLUVIA-ESCORRENTÍA**

Todas las cuencas del sistema hidrológico, a excepción de la del Lucena, tienen unas características que hacen recomendable la modelación agregada (que se realizaría por el método de Témez Modificado al estar éstas dentro del rango de aplicación del mismo). Sin embargo la cuenca del Lucena exige un análisis previo para evaluar cuál es el tipo de modelación más adecuado; es decir, un análisis para determinar la idoneidad de desagregar la cuenca.

**4.1. Análisis de la tipología de modelación de la cuenca del Lucena**

A continuación se definen y analizan los parámetros y características que permiten evaluar la conveniencia de desagregar la cuenca:

- I. Extensión de la cuenca
- II. Variación del comportamiento hidrológico
- III. Efectos de la propagación
- IV. Otros criterios
  - Extensión de la cuenca

La superficie de las cuencas afecta a la estructura del espacio temporal de la lluvia en relación al tratamiento de la precipitación. Así pues se distinguen 3 tipos de cuencas en relación a su escala: pequeñas (<50 km<sup>2</sup>), medianas (entre 50 y 500 km<sup>2</sup>) y grandes (>500 km<sup>2</sup>). En las cuencas pequeñas se emplea el modelo agregado y es a partir de las cuencas medianas donde empieza a ser conveniente desagregar el sistema hidrológico.

La cuenca del Lucena tiene una superficie de aproximadamente 106 km<sup>2</sup>, como se ha introducido en el capítulo 2; es decir, está dentro de la categoría de cuencas medianas y podría convenir una desegregación del sistema, aunque no es una extensión que justifique, o haga necesario, por sí sola, desagregar el sistema.

- Variación del comportamiento hidrológico

Se distinguen dos indicadores: la variabilidad en la precipitación y en el umbral de escorrentía (parámetro del modelo de producción de escorrentía).

En primer lugar, se aprecia una clara variabilidad en la precipitación en los cuantiles de retorno mostrados en la tabla 3.7 del apartado 3.5. En esta misma tabla se observa que los cuantiles para la estación de Zucaina son mayores que el resto de las estaciones para periodos de retorno superiores a 100 años (siendo éstos aproximadamente el doble que los del resto como se muestran en la tabla 3.7 del capítulo anterior).

La evaluación de la lluvia sobre un área determinada se puede realizar mediante el uso de la posición relativa de los pluviómetros respecto del área, es decir, respecto a la superficie de la cuenca. Determinar qué área de la cuenca pertenece a cada pluviómetro se puede realizar empleando los polígonos de Thiessen (representados en la figura 3.1 del apartado

3.2). Se puede establecer una correspondencia de cada parte de la cuenca con una estación concreta si se define el alcance de cada estación como la mitad de la distancia entre dos estaciones consecutivas. En la tabla 4.1 se muestran los resultados de los pesos de Thiessen para la cuenca del Lucena. A pesar de tener un peso de tan sólo 0.20, la precipitación de la cuenca se concentra al oeste de la misma debido al elevado valor de los cuantiles de la estación de Zucaina.

Estación	Área (km <sup>2</sup> )	Peso Thiessen
Alcora	34.78	0.34
Adzaneta	14.11	0.14
Zucaina	19.87	0.20
Lucena del cid	32.86	0.32

Tabla 4.1 Pesos Thiessen para las estaciones.

Respecto a la variabilidad del umbral de escorrentía, en la tabla 2.14 y en la figura 2.16 del apartado 2.5.4, se observa que no hay una gran variabilidad en el Po encontrándose casi la totalidad de la cuenca con valores de Po ente 5 y 10 mm y 20 y 25 mm. Por lo que, atendiendo a este indicador, no sería necesario desagregar el sistema hidrológico.

- Efectos de la propagación

Son aquellos indicadores relacionados con el cauce principal de la cuenca, es decir, con el tamaño de la sección y el perfil longitudinal del mismo.

El río Lucena tiene un tamaño de sección variable en todo su recorrido, llegando a superar los 50 metros de ancho en diferentes tramos, lo que significa que no tiene el tamaño de sección suficiente para laminar significativamente las crecidas. Por otro lado, el perfil longitudinal mostrado en la figura 4.1 muestra una pendiente homogénea en toda la longitud del cauce representado a excepción del tramo de cabecera, donde obviamente la pendiente se incrementa significativamente.



Fig. 4.1 Pendiente longitudinal del cauce principal de la cuenca del Lucena.

Todo ello indica innecesaria la desagregación de la cuenca del sistema.

- Otros criterios

Se adoptan como otros criterios, la existencia de puntos internos de control y otros condicionantes tales como las exigencias normativas y las necesidades de modelación hidráulica.

En primer lugar, se observa en la tabla 2.2 del apartado 2.4 que los factores de forma establecen una forma alargada de la cuenca; en la figura 3.1 del apartado 3.2 se muestra la localización de las estaciones respecto a la cuenca de estudio. No hay aforos ni elementos laminadores fijos tipo embalse o endorreísmo dentro de la cuenca, por lo que no hay presencia de puntos internos de control; por último, como se ha indicado en el capítulo 1, Figueroles se encuentra en la provincia de Castellón, en la Comunidad Valenciana, territorio que queda fuera del ámbito de aplicación de normativa al respecto (ACA para Cataluña y IIAMA para Murcia). Por lo que estos tres criterios no arrojan luz a la decisión de qué modelo emplear.

El análisis de los indicadores no es condicionante en cuanto a la necesidad de desagregar la cuenca, aunque la variabilidad observada en la pluviometría extrema parece claramente apuntar a ello. Por tanto, parece necesario comparar los efectos del volumen de respuesta del sistema y del caudal pico para cada uno de los modelos, es decir, con la cuenca agregada y desagregada. Estos efectos se han analizado por convolución de hidrograma unitario con tormenta de diseño haciendo uso del software HEC-HMS, versión 2.2.2, desarrollado por el U.S. Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center.

A continuación se presentan las características principales del programa, el esquema conceptual del sistema hidrológico, los fundamentos teóricos de los modelos empleados para simular las distintas fases del proceso, los criterios de diseño adoptados para la generación de los hidrogramas de crecida máximos esperables, el procedimiento de calibración de la condición de humedad inicial de diseño, y finalmente, de forma sintética, los resultados obtenidos.

#### Características del software HEC-HMS

Para realizar la modelación pseudo-distribuida de la transformación lluvia-escorrentía, se ha empleado el software HEC-HMS como se ha mencionado con anterioridad.

El programa provee un completo entorno de trabajo dividido en tres partes: introducción de datos, simulación del modelo y resultados. La introducción de datos se realiza en tres fases y ventanas diferenciadas dentro de la interfaz del programa: el modelo de la cuenca, el modelo de precipitación y el sistema de control de la simulación. Las características de estos modelos se definen a continuación:

- I. Modelo de la cuenca, en el que se conceptualiza el sistema hidrológico. Los elementos disponibles son: subcuencas, tramos de propagación, embalses, confluencias de flujo, divergencias de flujo, fuentes de flujo y sumideros, todos ellos interconectados entre sí para simular los procesos hidrológicos.

Las componentes básicas de esta modelación son:

- a) Submodelo de producción en donde se puede modelar mediante initial and constant, deficit and constant, Green and Amp, Soil Conservation Service (SCS a partir de ahora), gridded SCS, y soil moisture accounting.
- b) Submodelo de transformación de precipitación en escorrentía. Se incluye los siguientes métodos: hidrogramas unitarios de Clark (y el de ModClark), Snyder y SCS, onda cinemática e hidrograma unitario introducido por el usuario.
- c) Submodelo de flujo base. Se incluye los siguientes métodos: embalse lineal o con curva de recesión.
- d) Submodelo de propagación de cauces. Métodos: onda cinemática, lag, Pulse modificado, Straddle Stagger, Muskingum y Muskingum-Cunge.

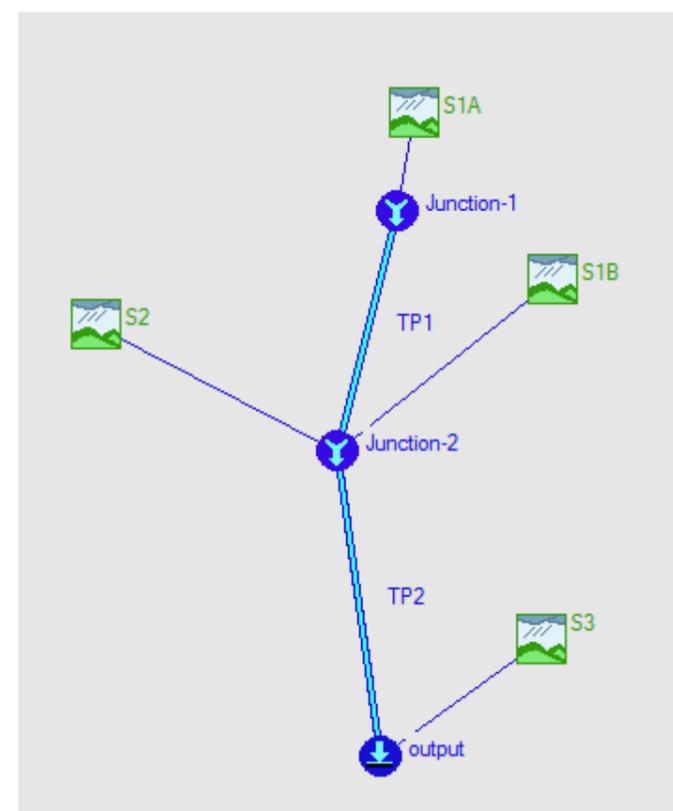


Fig. 4.2 Conceptualización pseudo-distribuida en HEC-HMS de la cuenca.

- II. Modelo meteorológico, que implementa el análisis de datos meteorológicos, incluyendo precipitación y evapotranspiración.

Los componentes básicos son:

- a) Submodelo de precipitación. Se dispone de una gran variedad de métodos para introducir al sistema de precipitación: hietogramas y datos totales



introducidos por el usuario, ponderados en la cuenca por inverso de la distancia al cuadrado o por polígonos de Thiessen, valores de precipitación distribuida espacialmente en celdas elementales, etc.

b) Submodelo de evapotranspiración.

III. Parámetros de control de la simulación, donde se especifican los parámetros de la simulación: fecha y hora de inicio y final de la simulación y lapso de tiempo computacional.

La simulación se realiza combinando el modelo de la cuenca, el meteorológico y los parámetros de control.

#### 4.1.1. Modelos de simulación empleados

Como se ha visto en el apartado anterior, la simulación se realiza combinando los tres modelos citados. En este estudio, se han empleado los siguientes modelos para las distintas fases del proceso lluvia-escorrentía en la cuenca:

- Producción de escorrentía: SCS.
- Propagación en cuencas. Transformación lluvia neta-escorrentía: hidrograma unitario adimensional del SCS.
- Propagación de cauces: Muskingum-Cunge.

##### Modelo de producción SCS

El modelo de producción de escorrentía superficial empleado ha sido el del SCS (desarrollado en 1972), cuyos fundamentos se presentan a continuación. Presenta varias ventajas: es capaz de proporcionar una modelación a partir de las características del terreno: los datos edafológicos y de vegetación o usos del suelo; es fácil y simple de aplicar; es un método conceptual para estimar la escorrentía directa a partir de la precipitación.

El modelo se basa en varias hipótesis:

- El modelo asume que existe un umbral para el cual no se produce escorrentía superficial. Una vez superado dicho umbral, da comienzo el encharcamiento y la escorrentía superficial. La relación entre la precipitación superficial y la precipitación infiltrada en el terreno viene definida por la siguiente ecuación:

$$\frac{F}{S} = \frac{E}{P - P_0} \quad (10)$$

Donde:

F = infiltración acumulada desde el inicio del encharcamiento en superficie

E = escorrentía acumulada

S = máxima infiltración acumulada posible

P = precipitación acumulada

P<sub>0</sub> = umbral de escorrentía en mm

- Existe una relación entre P<sub>0</sub> y S fruto de numerosas experimentaciones. El SCS propone la siguiente relación:

$$P_0 = 0.2S \quad (11)$$

- Se basa en la ecuación del balance hídrico. Por continuidad:

$$P = P_0 + E + F \quad (12)$$

Relacionando y sustituyendo las ecuaciones anteriores se obtiene:

$$E = \frac{(P - P_0)^2}{P + 4P_0} = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S} \quad (13)$$

Es decir, la función de escorrentía acumulada en superficie resulta:

$$E = 0 \quad \text{si } P \leq P_0 \quad (14)$$

$$E = \frac{(P - P_0)^2}{P + 4P_0} \quad \text{si } P > P_0 \quad (15)$$

Se observa que si se asume la relación entre P<sub>0</sub> y S como propone el SCS, la estimación de la escorrentía acumulada tan sólo depende de un único parámetro, el umbral de escorrentía (P<sub>0</sub>). Originalmente el SCS fue desarrollado mediante un parámetro distinto, el número de curva (CN a partir de ahora) que se expresa como un número entero de valor entre 0 y 100. Este parámetro tiene la ventaja frente al P<sub>0</sub> de que es adimensional, sin embargo el P<sub>0</sub> es más intuitivo. Ambos parámetros están relacionados mediante la siguiente expresión siempre y cuando el P<sub>0</sub> se exprese en mm:

$$CN = \frac{5080}{P_0 + 50.8} \quad (16)$$

Al emplear el modelo SCS, los parámetros a introducir en el HEC-HMS son el P<sub>0</sub> y el CN.



Modelo de propagación en cuencas

El proceso de transformación lluvia neta-escorrentía superficial en todas las cuencas ha sido modelado en términos de la teoría lineal de los sistemas hidrológicos, empleando hidrogramas unitarios para la representación de la respuesta hidrológica a una lluvia neta de volumen unitario y duración 5 minutos. Esta duración está condicionada por el paso temporal de la simulación, que es de 5 minutos, por los motivos que se detallan más adelante.

Así, la cuenca es considerada como un sistema lineal transformador de inputs de lluvia neta (hietogramas) en outputs de caudales (hidrogramas), de manera que el hidrograma Q(t) producido por transformación de lluvia neta  $i_e(t)$  es calculado por medio de la convolución matemática:

$$Q(t) = A \cdot \int_0^t i_e(t) \cdot \delta(t - x) \cdot dx \tag{17}$$

El hidrograma unitario propuesto por Sherman en 1932 es el comúnmente utilizado para calcular los hidrogramas de avenidas, sin embargo en cuencas no aforadas, como es el caso, se pueden recurrir a hidrogramas sintéticos, que son un conjunto de hidrogramas obtenidos a partir de datos hidromorfométricos.

El programa HEC-HMS permite seleccionar distintos hidrogramas unitarios tal y como se ha indicado en el apartado 4.1.1. En este estudio se decide emplear el hidrograma unitario del SCS, especialmente recomendable cuando el modelo no puede calibrarse con registros históricos.

El hidrograma unitario empleado fue desarrollado por el SCS a partir de valores medios de numerosos hidrogramas unitarios de cuencas rurales de reducido tamaño. Este hidrograma con forma predefinida y escala adimensional está basado en dos parámetros: el tiempo pico y el caudal pico. En el HU adimensional, el caudal y el tiempo pico se expresan como cociente de dichos parámetros, es decir, se representa gráficamente en ordenadas la relación  $\delta_{\Delta t}(t)/Q_p$  y en abscisas la relación  $t/t_p$ .

Según las recomendaciones del SCS, el caudal pico se define como:

$$Q_p = \frac{A \cdot P}{4.8 \cdot \left[\left(\frac{\Delta t}{2}\right) + t_{dp}\right]} \tag{18}$$

Donde:

P = precipitación, en mm

A = superficie de la cuenca, en  $km^2$

$\Delta t$  = intervalo de duración de la precipitación para la que se desea obtener el HU, en horas.

$t_{dp}$  = tiempo de desfase al pico, en horas, descrito a continuación

En un principio, el tiempo de desfase al pico se definió por el SCS mediante la expresión:

$$t_{dp} = \frac{1}{31.4} \cdot L^{0.8} \cdot \frac{\left[\left(\frac{1000}{CN} - 9\right)\right]^{0.7}}{J^{1/4}} \tag{19}$$

Donde:

L = longitud del cauce principal de la cuenca, en km

J = pendiente media del cauce principal de la cuenca, adimensional

CN = número de curva del SCS

Posteriormente el DIHMA-UPV recomendó estimar el tiempo de desfase en función del tiempo de concentración en las cuencas en las que no predomine el land-flow (que es el caso que nos ocupa), como  $0.35 \cdot t_c \leq t_{dp} \leq 0.6 \cdot t_c$ . Con todo, el tiempo al pico puede expresarse en términos del desfase al pico y de la duración de la lluvia neta ( $\Delta t$ ):

$$t_p = \frac{\Delta t}{2} + t_{dp} \tag{20}$$

La elección del intervalo de tiempo se basa en la recomendación del SCS que propone que para una correcta simulación se emplee un valor inferior al 29% del  $t_{dp}$ .

Relacionando la expresión (18) y (20) se obtiene:

$$Q_p = \frac{A \cdot P}{4.8 \cdot t_p} \tag{21}$$

Modelo de propagación en cauces

Para la modelación de la propagación del hidrograma de crecida a través del curso principal de la red de drenaje (es decir, el cauce con más área de afección) se ha empleado el modelo de Muskingum-Cunge.

El modelo se basa en los fundamentos propuestos para el río Muskingum en 1939 por McCarthy. Se basa en la solución de la ecuación de la continuidad que para un tramo de cauce establece que:



$$Q \text{ entrada} - Q \text{ salida} = \text{Variación del almacenamiento} / \Delta t \quad (22)$$

De una forma esquemática:

$$I - O = \Delta S / \Delta t \quad (23)$$

Donde:

I = caudal de entrada

O = caudal de salida

$\Delta S$  = variación del almacenamiento

El almacenamiento en un tramo del cauce puede descomponerse en dos partes: un almacenamiento en prisma, que es proporcional al caudal de salida y un almacenamiento en cuña que depende de la relación entre el caudal de entrada y el de salida, pudiendo ser positivo en caso de que el caudal de entrada sea mayor que el de salida o negativo en caso contrario. Así pues se obtienen las siguientes expresiones:

$$S_{prisma} = K \cdot O \quad (24)$$

$$S_{cuña} = K \cdot X \cdot (I - O) \quad (25)$$

Sumando las dos expresiones anteriores se obtiene:

$$S = K[X \cdot I + (1 - X) \cdot O] \quad (26)$$

Donde:

K : tiempo de viaje de la onda de un extremo a otro del tramo estudiado, expresados en las mismas unidades que  $\Delta t$ .

X : constante que varía de 0 (para un almacenamiento tipo embalse) a 0.5 (para una cuña completamente desarrollada), pero que normalmente vale entre 0.2 y 0.3

La ecuación de continuidad (expresión 23) puede expresarse como:

$$I - O = \frac{dS}{dt} \rightarrow \frac{I_{t+1} + I_t}{2} - \frac{O_{t+1} + O_t}{2} = \frac{S_{t+1} + S_t}{\Delta t} \quad (27)$$

Sustituyendo la ecuación de almacenamiento (expresión 26) en la de continuidad (expresión 27), la ecuación de tránsito para el método de Muskingum se define como:

$$O_{t+1} = C_0 I_{t+1} + C_1 I_t + C_2 O_t \quad (28)$$

Donde:

$I_t, I_{t+1}$  = caudales de entrada en dos incrementos de tiempo sucesivos

$O_t, O_{t+1}$  = caudales de salida en los mismos incrementos de tiempo

$$C_0 = \frac{\left(\frac{\Delta t}{K}\right) - 2X}{2(1-X)\left(\frac{\Delta t}{K}\right)}$$

$$C_1 = \frac{\left(\frac{\Delta t}{K}\right) + 2X}{2(1-X)\left(\frac{\Delta t}{K}\right)}$$

$$C_2 = 1 - C_0 - C_1$$

La principal problemática del método de Muskingum es hallar los parámetros X y K descritos con anterioridad, por lo que en 1969 Cunge determinó dichos valores empleando parámetros del cauce. Las expresiones son las siguientes:

$$K = \frac{\Delta x}{C} \quad (29)$$

$$X = \frac{1}{2} \left( 1 - \frac{Q}{B \cdot c \cdot S_0 \cdot \Delta x} \right) \quad (30)$$

Donde:

$\Delta x$  = longitud del tramo de cauce considerado

c = celeridad de la onda de avenida

$S_0$  = pendiente del lecho del cauce

Q = caudal circulante por el tramo

B = ancho del cauce

Por lo tanto los parámetros necesarios para aplicar el método de Muskingum-Cunge son:

- I. Longitud del tramo
- II. Pendiente media del tramo
- III. Coeficiente de rugosidad del tramo
- IV. Forma y dimensiones de la sección



**4.1.2. Criterios de diseño**

Tormentas de diseño

Para la comparación de ambos modelos es indispensable la elaboración de las tormentas de diseño que se introducen al programa HEC-HMS en el modelo meteorológico. La estructura temporal de la tormenta es de bloques alternos. Para su elaboración se ha considerado:

- Simultaneidad temporal en todas las subcuencas.
- Curvas intensidad-duración-frecuencia (IDF a partir de ahora) basadas en el método propuesto por Témez, desarrollado en este apartado.
- Duración de la tormenta de 8 horas debido a que el tiempo de concentración de la cuenca agregada es superior a las 7 horas.
- Discretización temporal 20 minutil. Valor mínimo entre un 20% del tiempo de concentración y 20 minutos. El tiempo de concentración se puede consultar en la tabla 4.5 del apartado 4.1.4.
- Pd de retorno 100 años.
- Se ha aplicado una reducción areal en toda la cuenca dada por la ecuación:

$$K_A = 1 - \frac{\log(A)}{15} \tag{31}$$

Donde:

A = Superficie de la totalidad de la cuenca de estudio dada la simultaneidad temporal, en km<sup>2</sup>

La curva IDF empleada se ha basado en el método propuesto por Témez, cuya expresión es:

$$\frac{i_T(t)}{i_T(d)} = \alpha \frac{28^{0.1-t^{0.1}}}{28^{0.1}-1} \tag{32}$$

Donde:

$i_T(t)$  = intensidad media de precipitación para una duración de tiempo t y un determinado periodo de retorno, en mm/h

$i_T(d)$  = intensidad media diaria para el periodo de retorno considerado, que puede obtenerse como Pd/24, siendo Pd la precipitación diaria máxima anual correspondiente a dicho periodo de retorno, en mm/h

$\alpha$  = relación entre la intensidad horaria y la intensidad diaria,  $i_T(1h)/i_T(d)$ . Denominado factor de torrencialidad, puede obtenerse del mapa de isóneas de MOPU (1990)

T = duración para la cual se pretende obtener la intensidad, en horas

En el sistema hidrológico de estudio, el valor adoptado para los factores de la expresión de Témez han sido: Pd promedio mostrados en la tabla 4.2 obtenidos al aplicar el método Thiessen en un procedimiento análogo al descrito en el apartado 4.1 y un factor de torrencialidad de 11.2.

		S1A		S1B		S2		S3	
		Peso Thyssen	P(d) 100						
Estaciones	Alcora	0	147.0	0.222	147.0	0.198	147.0	0.916	147.0
	Adzaneta	0.069	223.2	0.431	223.2	0	223.2	0.047	223.2
	Zucaina	0	295.8	0.155	295.8	0.802	295.8	0.037	295.8
	Lucena del Cid	0.931	151.8	0.192	151.8	0	151.8	0	151.8
Pd promedio			156.75		203.81		266.36		156.11

Tabla 4.2 Pd promedio para cada estación y subcuenca.

El proceso de cálculo de la tormenta por bloques alternos, para un periodo de retorno determinado se describe a continuación:

Se fijan 'n' intervalos de tiempo de duración 'Δt', por lo que la duración total de la tormenta es el producto de 'n·Δt'. A partir de la curva IDF empleada, se obtienen las intensidades de precipitación para cada uno de los intervalos,  $i(k\Delta t)$ .

El valor de intensidad correspondiente a cada uno de los 'n' bloques que conforman la tormenta se define como:

$$b_k = k \cdot i(k\Delta t) - \sum_{j=1}^{k-1} b_j \tag{33}$$

Finalmente se ordenan los bloques en una secuencia temporal de manera que la intensidad máxima ocurra en el centro de la tormenta y que los demás bloques queden en orden de intensidad decreciente alternativamente a la derecha e izquierda del bloque central.

Los valores IDF empleadas para cada una de las cuencas se muestran a continuación en la tabla 4.3. Dado que el tiempo de duración de la tormenta es de 8 horas con una discretización temporal 20 minutil, la tormenta por bloques alternos cuenta con 24 bloques.

	S1A	S1B	S2	S3	Agregada
n	$i_T(t)$	$i_T(t)$	$i_T(t)$	$i_T(t)$	$i_T(t)$
1	119.64	155.56	203.30	119.15	143.67
2	80.77	105.02	137.25	80.44	96.99



	S1A	S1B	S2	S3	Agregada
n	$i_r(t)$	$i_r(t)$	$i_r(t)$	$i_r(t)$	$i_r(t)$
3	63.36	82.39	107.67	63.10	76.09
4	53.02	68.93	90.09	52.80	63.66
5	46.00	59.81	78.17	45.81	55.24
6	40.87	53.14	69.45	40.70	49.08
7	36.92	48.00	62.73	36.77	44.33
8	33.76	43.90	57.37	33.62	40.54
9	31.17	40.53	52.97	31.04	37.43
10	29.00	37.70	49.28	28.88	34.82
11	27.15	35.30	46.13	27.04	32.60
12	25.55	33.21	43.41	25.44	30.68
13	24.15	31.39	41.03	24.05	28.99
14	22.91	29.78	38.92	22.81	27.51
15	21.80	28.35	37.05	21.71	26.18
16	20.81	27.06	35.37	20.73	24.99
17	19.92	25.90	33.85	19.84	23.92
18	19.11	24.84	32.47	19.03	22.94
19	18.37	23.88	31.21	18.29	22.05
20	17.68	22.99	30.05	17.61	21.24
21	17.06	22.18	28.98	16.99	20.48
22	16.48	21.42	28.00	16.41	19.79
23	15.94	20.72	27.08	15.87	19.14
24	15.44	20.07	26.23	15.37	18.54

Tabla 4.3 Valores IDF con discretización 20 minutal empleadas

Con estas premisas se ha construido las tormentas de diseño asociadas al periodo de retorno 100 años mostradas a continuación para cada subcuenca y la cuenca agregada.

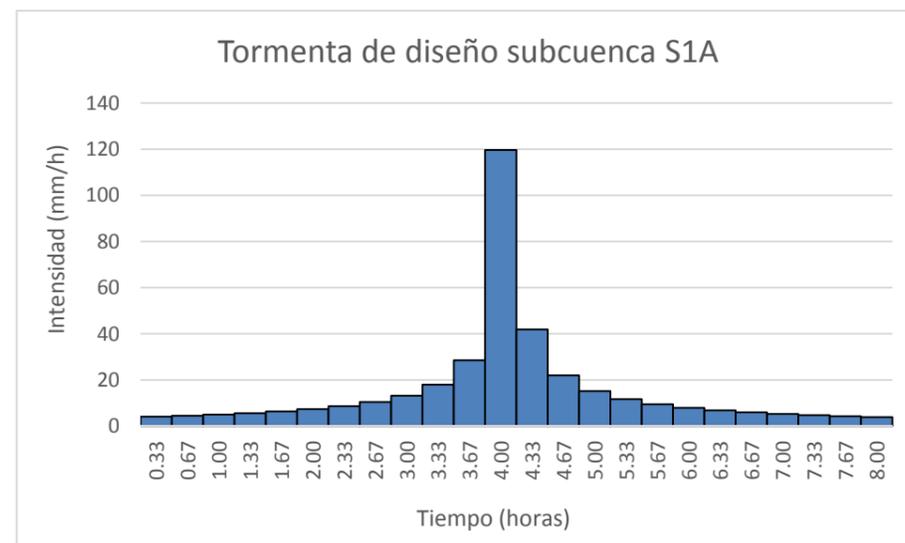


Fig. 4.3 Tormenta asociada a la subcuenca S1A.

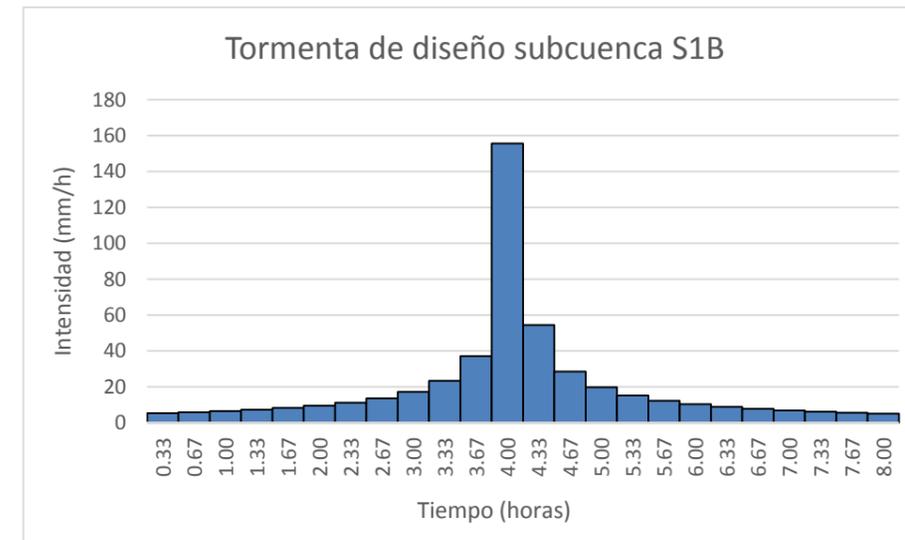


Fig. 4.4 Tormenta asociada a la subcuenca S1B.

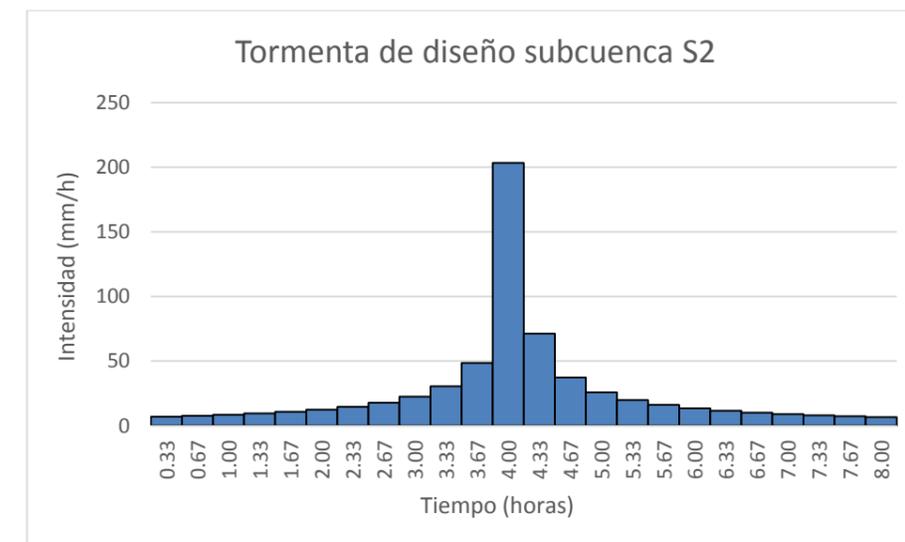


Fig. 4.5 Tormenta asociada a la subcuenca S2.

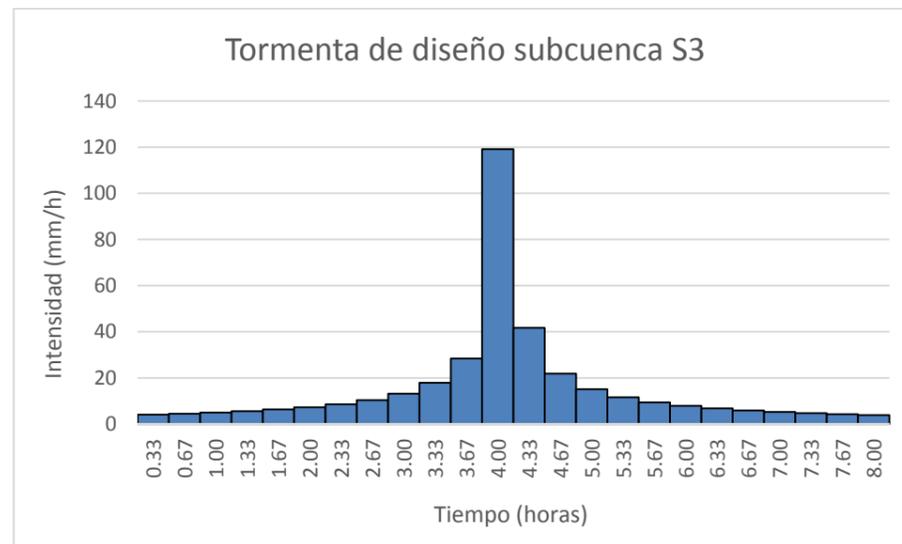


Fig. 4.6 Tormenta asociada a la subcuenca S3.

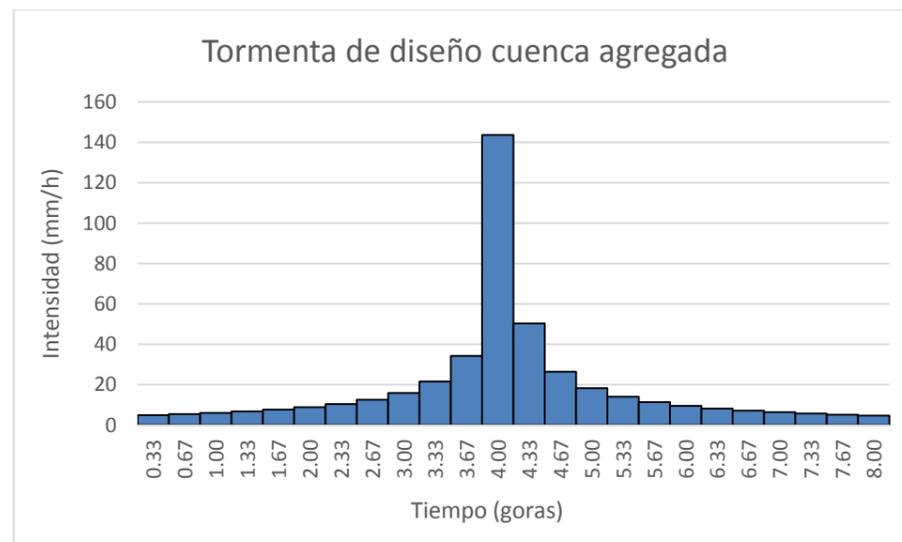


Fig. 4.7 Tormenta asociada a la cuenca agregada.

Las tormentas de diseño se caracterizan por su duración, intensidad pico y altura de precipitación acumulada. La duración de todas las tormentas de diseño obtenidas es de 8 horas como se ha justificado anteriormente, el resto de características se muestran en la tabla 4.4.

Subcuencas y cuenca	Intensidad pico 20 minutil máxima (mm/h)	Altura de precipitación acumulada (mm)
S1A	119.64	123.50
S1B	155.56	160.57
S2	203.30	209.85

S3	119.15	122.99
Agregada	143.67	148.30

Tabla 4.4 Características de la tormenta de diseño de la subcuenca S1A, S1B, S2 y S3 y la cuenca agregada para el periodo de retorno 100 años.

**Otros criterios de diseño**

- Al ser una comparación para la elección del modelo finalmente adoptado, se asumen condiciones de humedad medias para la simulación en el HEC-HMS, por lo que el  $P_0$  es el establecido en la tabla 2.14 del apartado 2.5.4. (también mostrada a continuación).
- El número de curva del SCS (NC) de la expresión (16).
- Tiempo de desfase a la punta. Como se ha descrito en el apartado 4.1.1, se puede estimar según diversos criterios. En este estudio se ha optado por considerar el tiempo de desfase a la punta como  $0.45 \cdot T_c$ .
- Se adopta un parámetro de rugosidad para el Muskingum-Cunge de 0.035, valor equivalente para cauces naturales. Se ha verificado en la simulación que los resultados son insignificantes al número de Manning.
- Parámetros temporales de la simulación. La duración de la simulación se establece en 2 días con una distribución temporal de la simulación de 5 minutos.

A continuación se muestra una tabla con los parámetros empleados para la simulación:

Subcuencas	$T_c$ (h)	$T_{dp}$ (min)	NC	$P_0$ (mm)
S1A	2.42	65.46	73.06	18.73
S1B	3.69	99.51	79.61	13.02
S2	3.25	87.81	77.15	15.04
S3	3.92	105.88	79.09	13.43
Agregada	7.30	198.02	76.97	15.20

Tabla 4.5 Parámetros empleados para el modelo lluvia-escorrentía.

**4.1.3. Resultados**

Una vez introducidos todos los parámetros necesarios en los diferentes modelos del programa HEC-HMS descritos con anterioridad, se obtienen los hidrogramas de crecida de los modelos analizados (agregado y pseudo-distribuida). Los efectos del volumen de respuesta del sistema y del caudal pico para cada uno de los modelos se muestran a continuación:

	Pseudo-distribuida	Agregada
Q punta ( $m^3/s$ )	766.83	442.54
Volumen ( $hm^3$ )	8.744	8.607

Tabla 4.6 Efectos del volumen de respuesta y caudal pico.



Se observa que la diferencia en el volumen entre un modelo y otro es casi nulo, pero en el caso del caudal punta, la diferencia es suficientemente significativa (el caudal de la modelación pseudo-distribuida es un 75% superior respecto al del modelo agregado). Por ello se opta por emplear el modelo pseudo-distribuido y por tanto, para que haya homogeneidad en el sistema hidrológico, emplear la misma metodología en el resto de las cuencas del sistema.

**4.2. Modelo lluvia-escorrentía: Criterios de diseño**

Por los motivos anteriormente expuestos se va a realiza una modelación pseudo-distribuida de la cuenca del Lucena así como para el resto de cuencas del sistema hidrológico, por convolución de tormenta de diseño con hidrograma unitario. Los modelos de simulación empleados son los ya indicados en el apartado anterior, a saber: para la producción a nivel de subcuenca, el SCS; para la propagación en cauces, el Muskingum-Cunge; y para el modelo de producción de escorrentía, el SCS (apartado 4.1.1). Seguidamente se exponen los criterios de diseño adoptados.

**4.2.1. Tormentas de diseño**

Mediante un proceso análogo al del apartado 4.1.3 se realizan las tormentas de diseño para un modelo pseudo-distribuido de la cuenca para los periodos de retorno de 10, 25, 50, 100, 200 y 500 años, considerando previamente:

- Simultaneidad temporal en todas las cuencas.
- Curvas IDF con un procedimiento análogo al anteriormente citado para su elaboración.
- Duración de la tormenta de 8 horas debido a que el tiempo de concentración de la cuenca del Lucena es superior a 7 horas.
- Discretización temporal como el valor mínimo entre un 20% del tiempo de concentración y 20 minutos. Debido a que el tiempo de concentración de las cuencas que desaguan a la variante es muy reducido, se ha de realizar una discretización temporal 5 minutal.
- Reducción areal análoga como la mostrada en la expresión (31).

En el sistema hidrológico de estudio, el valor adoptado para los factores de la expresión de Témez han sido: Pd promedio mostrados en las tablas siguientes obtenidos al aplicar el método Thiessen en un procedimiento análogo al descrito en el apartado 4.1 y un factor de torrencialidad de 11.2.

S1A	Superficie de afección (km2)	Peso Thyssen	P(d) 10	P(d) 25	P(d) 50	P(d) 100	P(d) 200	P(d) 500
Alcora	0	0	99.48	118.6	132.84	147	161	179.5
Adzaneta	2.095	0.069	129.28	164.4	192.88	223.2	255.38	300.9
Zucaina	0	0	95.39	121.1	166.68	295.8	435.24	620.2
Lucena del cid	28.095	0.931	102.82	122.6	137.27	151.8	166.4	185.5
Total	30.19	Pd promedio	104.66	125.50	141.13	156.75	172.57	193.51

Tabla 4.7 Pd promedios realizados por Thiessen de la subcuenca S1A.

S1B	Superficie de afección (km2)	Peso Thyssen	P(d) 10	P(d) 25	P(d) 50	P(d) 100	P(d) 200	P(d) 500
Alcora	5.515	0.222	99.48	118.6	132.84	147	161	179.5
Adzaneta	10.69	0.431	129.28	164.4	192.88	223.2	255.38	300.9
Zucaina	3.844	0.155	95.39	121.1	166.68	295.8	435.64	620.2
Lucena del cid	4.761	0.192	102.82	122.6	137.27	151.8	166.4	185.5
Total	24.81	Pd promedio	112.33	139.49	164.80	203.81	245.25	301.24

Tabla 4.8 Pd promedios realizados por Thiessen de la subcuenca S1B.

S2	Superficie de afección (km2)	Peso Thyssen	P(d) 10	P(d) 25	P(d) 50	P(d) 100	P(d) 200	P(d) 500
Alcora	3.7	0.198	99.48	118.6	132.84	147	161	179.5
Adzaneta	0	0	129.28	164.4	192.88	223.2	255.38	300.9
Zucaina	15	0.802	95.39	121.1	166.68	295.8	435.64	620.2
Lucena del cid	0	0	102.82	122.6	137.27	151.8	166.4	185.5
Total	18.7	Pd promedio	96.20	120.61	159.98	266.36	381.30	533.00

Tabla 4.9 Pd promedios realizados por Thiessen de la subcuenca S2.

S3	Superficie de afección (km2)	Peso Thyssen	P(d) 10	P(d) 25	P(d) 50	P(d) 100	P(d) 200	P(d) 500
Alcora	25.56	0.916	99.48	118.6	132.84	147	161	179.5
Adzaneta	1.326	0.047	129.28	164.4	192.88	223.2	255.38	300.9
Zucaina	1.03	0.037	95.39	121.1	166.68	295.8	435.64	620.2
Lucena del cid	0	0	102.82	122.6	137.27	151.8	166.4	185.5
Total	27.916	Pd promedio	100.74	120.87	136.94	156.11	175.62	201.53

Tabla 4.10 Pd promedios realizados por Thiessen de la subcuenca S3.

Resto de cuencas del sistema	Superficie de afección (km2)	Peso Thyssen	P(d) 10	P(d) 25	P(d) 50	P(d) 100	P(d) 200	P(d) 500
Alcora	101.621233	1.000	99.48	118.6	132.84	147	161	179.5
Adzaneta	0	0	129.28	164.4	192.88	223.2	255.38	300.9
Zucaina	0	0	95.39	121.1	166.68	295.8	435.64	620.2



Resto de cuencas del sistema	Superficie de afección (km <sup>2</sup> )	Peso Thyszen	P(d) 10	P(d) 25	P(d) 50	P(d) 100	P(d) 200	P(d) 500
Lucena del cid	0	0	102.82	122.6	137.27	151.8	166.4	185.5
Total	101.621233	Pd promedio	99.48	118.60	132.84	147.00	161.00	179.50

Tabla 4.11 Pd promedios realizados por Thiessen del resto de cuencas del sistema.

Con estas premisas, y empleando los procedimientos mencionados en el apartado 4.1.2 se han elaborado las tormentas de diseño requeridas para el análisis. Una tormenta de duración 8 horas con discretización 5 minutal da como resultado una tormenta de diseño de bloques alternos de 96 bloques. Los listados completos de las tormentas de diseño, así como su representación gráfica quedan recogidos en el apéndice 2.

A modo de ejemplo se muestra a continuación la tormenta de diseño de la subcuenca S2 para un periodo de retorno de 100 años.

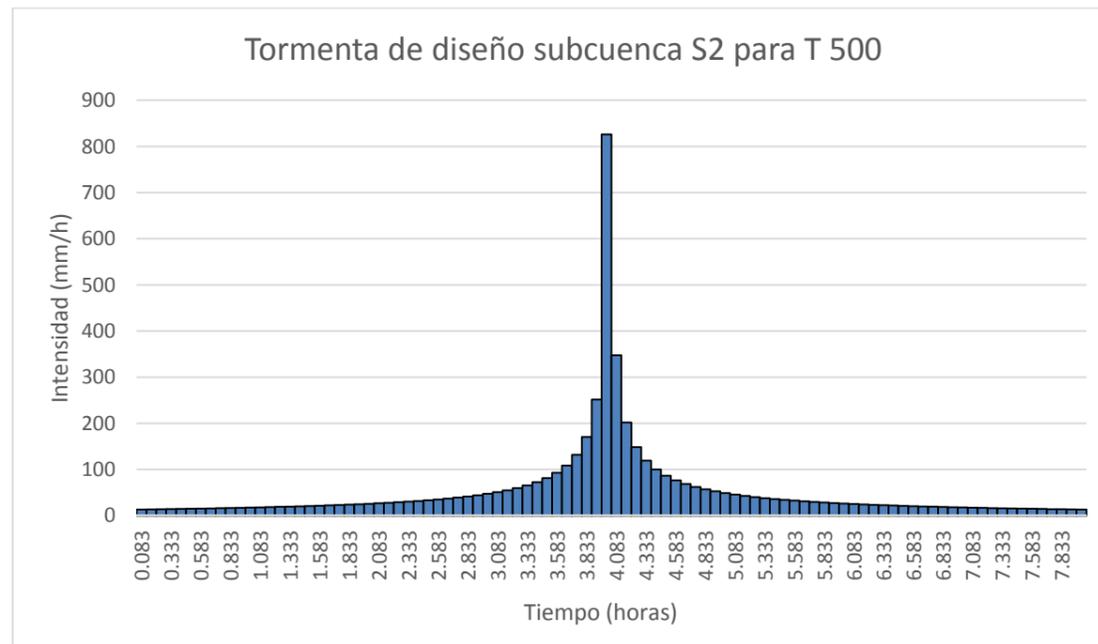


Fig. 4.8 Tormenta de diseño de la subcuenca S2 para un periodo de retorno de 100 años. Fuente: Propia.

Las tormentas de diseño se caracterizan por su duración, intensidad pico y altura de precipitación acumulada. La duración de todas las tormentas de diseño obtenidas es de 8 horas como se ha justificado anteriormente, el resto de características para cada tormenta de diseño se muestran en las tablas siguientes:

Periodos de retorno	S1A	
	Intensidad pico 5 minutal máxima (mm/h)	Altura de precipitación acumulada (mm)
10	162.24	82.45
25	194.55	98.88
50	218.78	111.19
100	243.00	123.50
200	267.53	135.96
500	299.98	152.46

Tabla 4.12 Características de la tormenta de diseño de la subcuenca S1A para cada periodo de retorno.

Periodos de retorno	S1B	
	Intensidad pico 5 minutal máxima (mm/h)	Altura de precipitación acumulada (mm)
10	174.13	88.50
25	216.24	109.90
50	255.48	129.84
100	315.95	160.57
200	380.20	193.23
500	466.99	237.33

Tabla 4.13 Características de la tormenta de diseño de la subcuenca S1B para cada periodo de retorno.

Periodos de retorno	S2	
	Intensidad pico 5 minutal máxima (mm/h)	Altura de precipitación acumulada (mm)
10	149.13	75.80
25	186.96	95.02
50	248.01	126.04
100	412.91	209.85
200	591.10	300.41
500	826.27	419.93

Tabla 4.14 Características de la tormenta de diseño de la subcuenca S2 para cada periodo de retorno.



Periodos de retorno	S3	
	Intensidad pico 5 minutil máxima (mm/h)	Altura de precipitación acumulada (mm)
10	156.18	79.37
25	187.37	95.23
50	212.29	107.89
100	242.00	122.99
200	272.24	138.36
500	312.41	158.77

Tabla 4.15 Características de la tormenta de diseño de la subcuenca S3 para cada periodo de retorno.

Periodos de retorno	Resto de cuencas del sistema	
	Intensidad pico 5 minutil máxima (mm/h)	Altura de precipitación acumulada (mm)
10	154.88	78.38
25	183.86	93.44
50	205.63	104.66
100	227.88	115.82
200	249.58	126.85
500	278.26	141.42

Tabla 4.16 Características de la tormenta de diseño del resto de cuencas del sistema para cada periodo de retorno.

**4.2.2. Condición de humedad antecedente del complejo suelo-vegetación.**

Como ya se ha mencionado con anterioridad en el capítulo 4.1.1, el método del SCS depende de la capacidad de abstracción hidrológica del sistema al inicio de la tormenta. Además, el umbral de escorrentía depende de los cuatro factores determinados en el capítulo 2.5 a saber: tipo de suelo, cubierta del suelo, pendiente del terreno y condiciones previas de humedad antecedente del complejo suelo-vegetación.

La relación entre  $P_0$  y las tres primeras variables es tabular obteniendo los valores de  $P_0$  para unas condiciones de humedad antecedentes medias (o tipo II). Dichos valores pueden ser modificados posteriormente dependiendo de las condiciones reales de humedad del complejo suelo-vegetación, ya sea mayorándolos si las condiciones son secas (o tipo I) o bien minorándolos si se encuentra en condiciones húmedas (o tipo III). Estas condiciones quedan definidas por el SCS según el rango de precipitación acumulada registrado en los 5 días previos al del evento, según se muestra en la tabla 4.17, donde las estaciones de latencia son aquellas comprendidas entre los meses de noviembre y febrero y las de crecimiento los meses restantes:

Condición	P total (mm) de los 5 días anteriores	
	Estación de latencia	Estación de crecimiento
I seco	$PT \leq 13$	$PT \leq 36$
II medio	$13 \leq PT \leq 28$	$36 \leq PT \leq 53$
III húmedo	$PT \geq 28$	$PT \geq 53$

Tabla 4.17 Condiciones de humedad antecedentes establecidas por el SCS. Fuente: SCS.

La ponderación del  $P_0$  se realiza por la tabla ofrecida por el SCS mostrada a continuación:

Po (mm)	Po (mm) correspondiente	
	Condición II	Condición III
3	7	0,5
6	14	1
9	21	2
13	29	3
17	38	5
21	48	7
27	61	10
33	75	13
41	93	17
50	112	21
61	135	27
75	167	33
93	213	41
117	283	50

Tabla 4.18 Equivalencia  $P_0$  según las condiciones del complejo suelo-vegetación. Fuente: SCS.

La falta de datos con alta resolución temporal de las estaciones analizadas y otras cercanas a la cuenca de estudio, provoca que para la determinación de la humedad antecedente del complejo suelo-vegetación se deban analizar otras estaciones. Para ello se ha podido disponer del estudio “Análisis de la estructura estocástica fina de los eventos de precipitación en el entorno del pico” (D.E.A. presentado por Eduardo Albentosa Hernández en 2013). En él se dispone de los eventos de precipitación registrados con resolución 5 minutil en 8 estaciones de la red SAI de la Cuenca Hidrográfica del Júcar en el periodo comprendido entre 1996 y 2009. Por proximidad al área de estudio, se han analizado los registros de tres estaciones que además cubren un amplio espectro espacial: la estación de Valencia (estación próxima a la costa), la Cuevarruz (situada en un ámbito montañoso a una distancia media de la costa) y la de Teruel (estación situada en pleno sistema ibérico).



Los eventos fueron determinados por la separación crítica de cada estación. Analizando cada evento por separado, se realizan las comprobaciones mostradas en la tabla 4.17. En caso en que la condición de humedad del evento no quede determinada directamente por dichas comprobaciones, se realiza un análisis más intensivo comprobando el hietograma de cada evento para recomprobar con más exactitud las condiciones mencionadas con anterioridad. El análisis para cada una de las estaciones se muestra a continuación, así como la condición de humedad antecedente finalmente adoptada:

i. Valencia

La estación cuenta con 567 eventos distribuidos desde el mes de julio de 1996 hasta octubre de 2009. Los estadísticos básicos de las variables globales de evento muestran una separación media interevento de 185.83 horas (más de 7 días), por lo que se encuentra por encima del intervalo temporal considerado por el SCS de 5 días. Es más, el número de eventos con una separación interevento superior a 5 días es de 272, es decir, un 47.97% de los eventos analizados.

Analizando los registros de precipitación previos a cada evento se obtuvieron los siguientes resultados:

-El número de eventos registrados en estación de crecimiento es de 368 (64.90% de los eventos totales), mientras que en estación de latencia es de 199 (35.10% de los eventos totales).

-De los eventos registrados en estación de crecimiento, 352 (95.65%) presentan una separación con el evento precedente superior a 5 días o bien una precipitación acumulada registrada en dicho periodo inferior a 36 mm. Sin embargo, tras un análisis de los eventos que no cumplían dichas condiciones, se determina que 353 se encuentran en condiciones de humedad antecedentes secas.

-De los eventos registrados en estación de latencia, 169 (84.92%) presentan una separación con el evento precedente superior a 5 días o bien una precipitación acumulada registrada en dicho periodo inferior a 13 mm. Sin embargo tras un análisis de los eventos que no cumplían dichas condiciones, se determina que 174 se encuentran en condiciones de humedad antecedentes secas.

Así pues, en el periodo de 13 años analizado, el 92.95% de los eventos registrados se produjeron en condiciones tipo I del SCS, por lo que se adopta unas condiciones de humedad antecedentes suelo-vegetación secas para la estación de Valencia.

ii. Cuevarruz

La estación cuenta con 630 eventos distribuidos desde el mes de julio de 1996 hasta octubre de 2009. Los estadísticos básicos de las variables globales de evento muestran una separación media interevento de 161.47 horas (más de 6 días), por lo que se encuentra por encima del intervalo temporal considerado por el

SCS de 5 días. Es más, el número de eventos con una separación interevento superior a 5 días es de 263, es decir, un 41.75% de los eventos analizados.

Analizando los registros de precipitación previos a cada evento se obtuvieron los siguientes resultados:

-El número de eventos registrados en estación de crecimiento es de 432 (68.57% de los eventos totales), mientras que en estación de latencia es de 198 (31.43% de los eventos totales).

-De los eventos registrados en estación de crecimiento, 418 (96.76%) presentan una separación con el evento precedente superior a 5 días o bien una precipitación acumulada registrada en dicho periodo inferior a 36 mm. Sin embargo, tras un análisis de los eventos que no cumplían dichas condiciones, se determina que 419 se encuentran en condiciones de humedad antecedentes secas.

-De los eventos registrados en estación de latencia, 164 (82.83%) presentan una separación con el evento precedente superior a 5 días o bien una precipitación acumulada registrada en dicho periodo inferior a 13 mm. Sin embargo tras un análisis de los eventos que no cumplían dichas condiciones, se determina que 170 se encuentran en condiciones de humedad antecedentes secas.

Así pues, en el periodo de 13 años analizado, el 93.49% de los eventos registrados se produjeron en condiciones tipo I del SCS, por lo que se adopta unas condiciones de humedad antecedentes sueño-vegetación secas para la estación de Cuevarruz.

iii. Teruel

La estación cuenta con 665 eventos distribuidos desde el mes de julio de 1996 hasta octubre de 2009. Los estadísticos básicos de las variables globales de evento muestran una separación media interevento de 150.78 horas (más de 6 días), por lo que se encuentra por encima del intervalo temporal considerado por el SCS de 5 días. Es más, el número de eventos con una separación interevento superior a 5 días es de 280, es decir, un 42.11% de los eventos analizados.

Analizando los registros de precipitación previos a cada evento se obtuvieron los siguientes resultados:

-El número de eventos registrados en estación de crecimiento es de 465 (69.92 % de los eventos totales), mientras que en estación de latencia es de 200 (30.08% de los eventos totales).

-De los eventos registrados en estación de crecimiento, 456 (98.06%) presentan una separación con el evento precedente superior a 5 días o bien una precipitación acumulada registrada en dicho periodo inferior a 36 mm. Sin embargo, tras un análisis de los eventos que no cumplían dichas



condiciones, se determina que 457 se encuentran en condiciones de humedad antecedentes secas.

-De los eventos registrados en estación de latencia, 186 (93.00%) presentan una separación con el evento precedente superior a 5 días o bien una precipitación acumulada registrada en dicho periodo inferior a 13 mm. Sin embargo tras un análisis de los eventos que no cumplían dichas condiciones, se determina que 188 se encuentran en condiciones de humedad antecedentes secas.

Así pues, en el periodo de 13 años analizado, el 94.00% de los eventos registrados se produjeron en condiciones tipo I del SCS, por lo que se adopta unas condiciones de humedad antecedentes sueño-vegetación secas para la estación de Teruel.

A la vista de los resultados presentados, la condición de humedad antecedentes esperable en la cuenca de estudio es seca (o tipo I) como hipótesis de diseño para el modelo lluvia-escorrentía. Esto implica que se deberá mayorar el  $P_0$  mediante la tabla 4.18 como se ha explicado con anterioridad.

**4.2.3. Otros criterios de diseño**

- El número de curva del SCS (NC) de la expresión 16.
- Tiempo de desfase a la punta. Como se ha descrito en el apartado 4.1.1, se puede estimar según diversos criterios. En este estudio se ha optado por considerar el tiempo de desfase a la punta como  $0.45 \cdot T_c$ .
- Se adopta un parámetro de rugosidad para el Muskingum-Cunge de 0.035, valor característico para cauces naturales. Se ha verificado en la simulación que los resultados son insignificantes al número de Manning.
- Parámetros temporales de la simulación. La duración de la simulación se establece en 2 días con una distribución temporal de la simulación de 5 minutos.

A continuación, en la tabla 4.19 se muestran los parámetros empleados para el modelo lluvia-escorrentía:

Cuencas y subcuencas	Tc (h)	Tdp (min)	NC	P <sub>0</sub> (mm)
S1A	2.42	65.46	54.27	42.81
S1B	3.69	99.51	63.14	29.65
S2	3.25	87.81	59.68	34.32
S3	3.92	105.88	62.53	30.44
1	0.14	3.67	62.5	30.48
2	0.15	3.99	60.81	32.74
3	0.19	5.10	57.41	37.68
4	0.12	3.33	53.42	44.3
5	0.52	14.05	63.21	29.57

6	0.05	1.44	54.16	43
7	0.21	5.61	56.67	38.85
8	0.06	1.69	50.88	49.04
10	0.12	3.35	77.68	14.60

Tabla 4.19 Parámetros empleados para el modelo lluvia-escorrentía.

**4.3. Hidrogramas de crecida en las cuencas del sistema**

El apéndice 3 de este documento recoge los hidrogramas de crecida en las cuencas del sistema. No obstante y a modo de ejemplo se muestra el hidrograma de crecida para un periodo de retorno 25 años de la cuenca 5 en la figura 4.9.

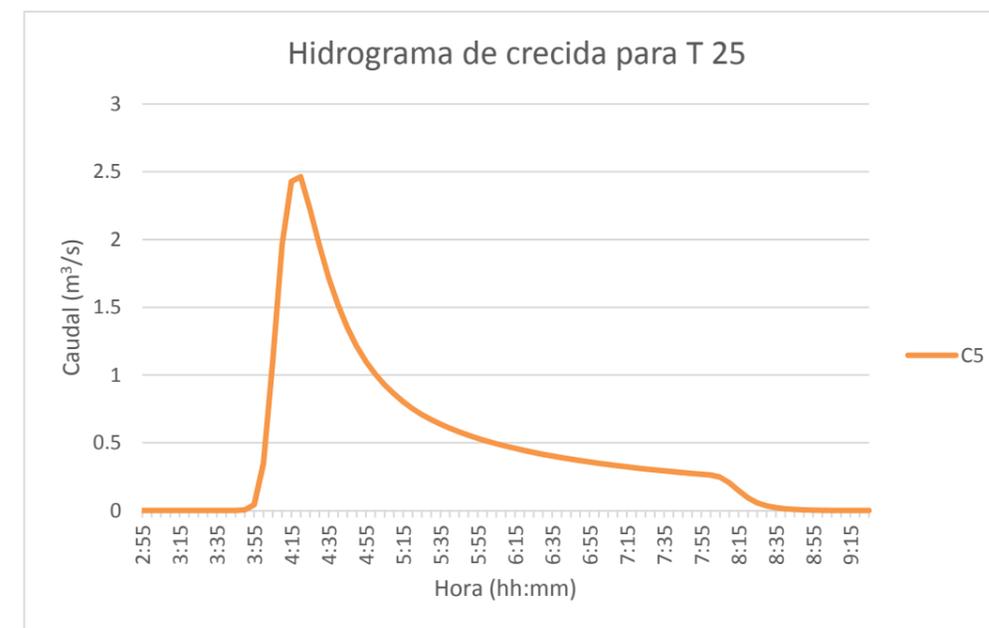


Fig 4.9 Hidrograma de crecida para un periodo de retorno 25 años de la cuenca 5. Fuente: HEC-HMS.

A continuación, en la tabla 4.20, se exponen las características principales de todos los hidrogramas de crecida obtenidos, es decir, para cada cuenca y periodo de retorno analizado:

- Tiempo base: Es el intervalo comprendido entre el comienzo y el fin del escurrimiento directo.
- Tiempo de pico: Tiempo que transcurre desde que se inicia el escurrimiento directo hasta el pico del hidrograma.
- Caudal: Caudal en el desagüe de la cuenca, en  $m^3/s$ .
- Volumen: Volumen en el desagüe de la cuenca, en  $km^3$ .



	Periodo de retorno	Tiempo base (hh:mm)	tiempo al pico (hh:mm)	caudal (m <sup>3</sup> /s)	Volumen (x10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )
Cuenca 1	10	4:30	0:10	0.25	0.94
	25	4:35	0:15	0.49	1.51
	50	4:40	0:20	0.69	1.99
	100	4:50	0:30	0.90	2.51
	200	4:50	0:35	1.13	3.06
	500	5:00	0:40	1.45	3.83
Cuenca 2	10	4:25	0:05	0.04	0.16
	25	4:30	0:10	0.08	0.26
	50	4:35	0:15	0.12	0.35
	100	4:45	0:25	0.16	0.45
	200	4:50	0:30	0.20	0.55
	500	4:55	0:35	0.26	0.69
Cuenca 3	10	4:30	0:10	0.05	0.27
	25	4:30	0:10	0.11	0.47
	50	4:35	0:10	0.18	0.65
	100	4:40	0:15	0.26	0.85
	200	4:45	0:20	0.35	1.06
	500	4:50	0:25	0.48	1.36
Cuenca 4	10	4:15	0:15	0.01	0.05
	25	4:20	0:10	0.02	0.11
	50	4:20	0:05	0.04	0.16
	100	4:25	0:10	0.06	0.21
	200	4:25	0:10	0.08	0.27
	500	4:30	0:15	0.12	0.36
Cuenca 5	10	5:20	0:25	1.36	7.16
	25	5:25	0:30	2.46	11.39
	50	5:35	0:35	3.44	14.95
	100	5:40	0:40	4.54	18.78
	200	5:45	0:45	5.69	22.82
	500	5:55	0:55	7.31	28.47
Cuenca 6	10	4:15	0:15	0.00	0.01
	25	4:15	0:05	0.00	0.02
	50	4:15	0:05	0.01	0.03
	100	4:20	0:10	0.01	0.04
	200	4:25	0:10	0.02	0.05
	500	4:30	0:15	0.02	0.06
Cuenca 7	10	4:35	0:15	0.05	0.29
	25	4:30	0:10	0.12	0.53
	50	4:40	0:15	0.18	0.73
	100	4:45	0:15	0.27	0.96
	200	4:50	0:20	0.38	1.21
	500	4:55	0:25	0.52	1.56

	Periodo de retorno	Tiempo base (hh:mm)	tiempo al pico (hh:mm)	caudal (m <sup>3</sup> /s)	Volumen (x10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )
Cuenca 8	10	4:10	0:25	0.00	0.01
	25	4:15	0:10	0.00	0.02
	50	4:15	0:05	0.01	0.03
	100	4:15	0:05	0.01	0.04
	200	4:20	0:10	0.02	0.06
	500	4:20	0:05	0.02	0.08
Cuenca 9	10	13:30	3:25	75.59	1087.30
	25	13:10	2:55	146.50	1890.10
	50	13:05	2:45	232.13	2832.80
	100	13:10	2:45	414.47	4832.00
	200	13:45	3:10	638.59	7262.40
	500	14:15	3:40	962.33	10764.00
Cuenca 10	10	5:10	0:50	0.32	0.77
	25	5:25	1:05	0.46	1.06
	50	5:35	1:15	0.57	1.29
	100	5:45	1:25	0.68	1.53
	200	5:55	1:35	0.79	1.77
	500	6:00	1:40	0.94	2.09

Tabla 4.20 Parámetros característicos de los hidrogramas de crecida en los desagües de las cuencas. Fuente: HEC-HMS.

## 5. CÁLCULO HIDRÁULICO DEL DRENAJE TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL DE LA VARIANTE

El drenaje es vital para el correcto funcionamiento de la variante. Permite la restitución de la continuidad de cauces de agua atravesados por el trazado de la vía y la evacuación de caudales recogidos por los dispositivos de drenaje longitudinal. En los apartados siguientes se recoge la metodología y cálculos hidráulicos necesarios para la definición del drenaje transversal y longitudinal de la variante.

Para la realización de los cálculos se emplea el programa informático Microsoft Excel versión 2013 y la Instrucción 5.2-IC “Drenaje superficial” (1990).

### Información empleada

- Planta y perfil de la variante de estudio.
- Caudal proporcionado por el estudio hidrológico (tabla 4.20 del capítulo 4.3).
- Orografía del terreno.
- Instrucción 5.2-IC de drenaje superficial.

### Metodología hidráulica

El cálculo hidráulico se ha realizado en régimen estacionario unidimensional para los caudales de crecida de retornos 10 (drenaje longitudinal) y 100 años (drenaje transversal), estimando las dimensiones de los conductos en régimen uniforme y verificando el régimen variado desarrollado por las condiciones de contorno existentes aguas arriba y aguas abajo de los mismos.

Se ha tenido en consideración los condicionantes determinados por la instrucción 5.2-IC tales como la velocidad máxima permitida y la recomendación de la colocación del drenaje longitudinal en la dirección de las pendientes longitudinales de la carretera, evitando así ir a contrapendiente.

### 5.1. Esquema

Las características de la variante de estudio se pueden consultar en el Anejo 5 “Diseño geométrico”. Sin embargo, para poder hallar una solución satisfactoria del drenaje transversal y longitudinal, en la figura 5.1 se muestra el perfil longitudinal de la variante.

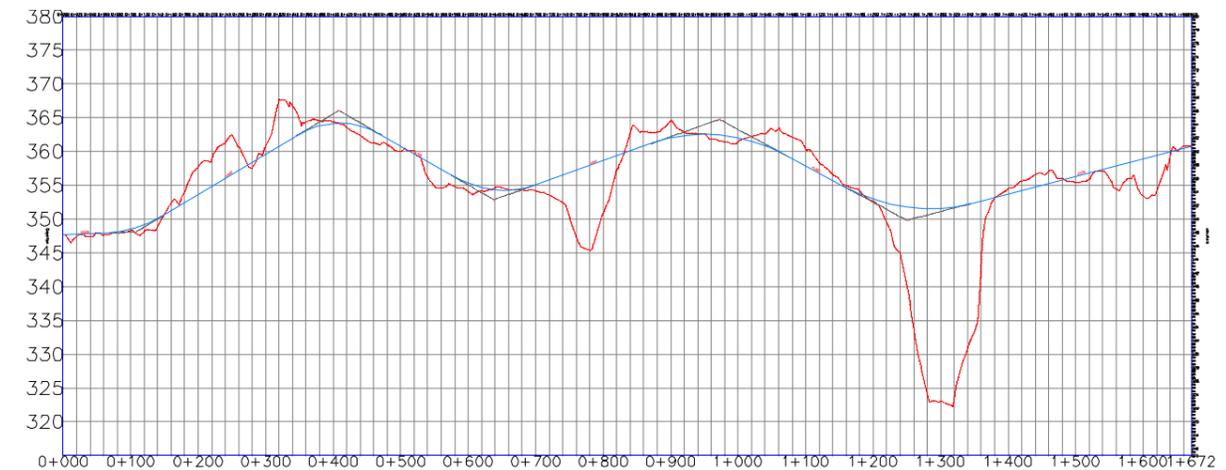


Fig. 5.1 Perfil longitudinal de la variante y del terreno. Fuente: Anejo 5 “Diseño geométrico”.

La obtención del drenaje transversal se plantea mediante una serie de criterios:

- Se define un drenaje transversal en la posición donde hay un cauce definido (señalizados en azul oscuro en la figura 5.2). Haciendo uso del perfil longitudinal de la figura 5.1, se observa que dichas posiciones, en su mayoría, coinciden con los puntos bajos del terreno. En el desagüe de la cuenca 5 y 9 (barranco Tossal de la Negra afluente al río Lucena por margen derecha a la altura de Figueroles y desagüe de la cuenca del Lucena respectivamente) se desalojará el agua directamente por debajo de los puentes, cuyo estudio hidráulico de las obras de ingeniería fluvial para la protección del puente se puede consultar en el Anejo 14.
- El caudal a desalojar en cada drenaje transversal se obtiene mediante la suma de los caudales de la cuenca que desagüen en él, así como el caudal proveniente del drenaje longitudinal de la carretera. Así pues se adoptan los caudales para cada obra de drenaje transversal según el siguiente criterio:
  - El caudal proveniente de las cuencas se redirige a la obra de drenaje transversal (ODT a partir de ahora) correspondiente según la pendiente del terreno.
  - El caudal de las intercuenas (cuencas sin presencia de cauce definido. Sin embargo dado que es necesario conocer la longitud del cauce principal de cada cuenca para realizar el cálculo pertinente, se ha señalado en azul claro en la figura 5.2 el recorrido con más área efectiva) se redirige mediante cunetas según la proximidad al drenaje transversal, la pendiente del terreno y la holgura disponible en las ODT.
  - El caudal proveniente de la variante se redirige según la pendiente de la misma, evitando ir en contra de la pendiente a no ser que la longitud a recorrer sea corta y de muy baja pendiente.

- En esta fase de prediseño se asume la simultaneidad en toda la cuenca del Lucena, es decir, se emplean los caudales pico proporcionados por el programa HEC-HMS obtenidos en el capítulo 4 a pesar de que dichos caudales no coinciden entre sí debido al tiempo de concentración de cada cuenca como se muestra en este mismo apartado.

Mediante el uso del perfil longitudinal de la figura 5.1 y los criterios planteados anteriormente, se obtiene el esquema inicial y no satisfactorio para resolver el drenaje de la carretera mostrado en la figura 5.2.

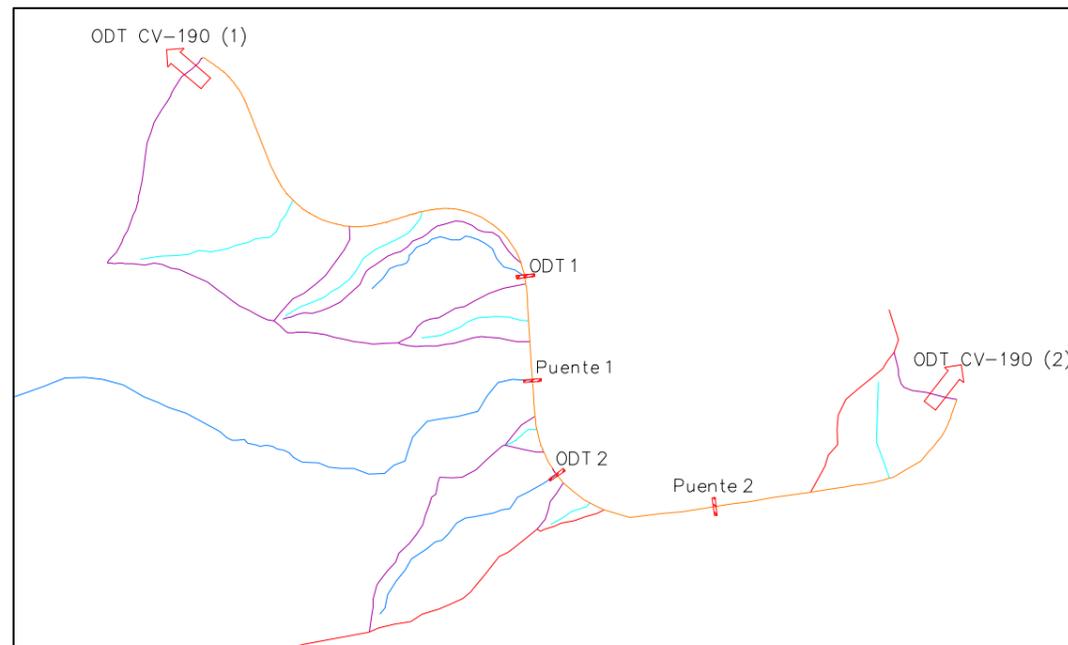


Fig. 5.2 Posición de las ODTs en relación a la variante.

Como puede observarse, el esquema inicial se compone de:

- ODT CV-190 (1): Caudal proveniente de la cuenca 1 y parte de la 2 canalizado a la obra de drenaje transversal de la carretera CV-190 ya existente. Más adelante en este capítulo se calculará la sección de cuneta necesaria para la conducción del caudal, y a su vez se deberá comprobar que la ODT de la carretera ya existente disponga de la holgura necesaria para acoger dicho caudal.
- ODT 1: Caudal proveniente de la cuenca 3 y parte de la 2 y 4. La ODT se situará en el P.K. 0+605.
- Puente 1: Caudal proveniente de la cuenca 5 y parte de la 4 y 6. Requerirá un estudio hidráulico de las obras de ingeniería fluvial para la protección del puente.

- ODT 2: Caudal proveniente de la cuenca 7 y 8. La ODT se situará en el P.K. 0+932.
- Puente 2: Caudal proveniente de la cuenca del Lucena (9) y parte de la 10. Requerirá un estudio hidráulico de las obras de ingeniería fluvial para la protección del puente (desarrollado en el Anejo 14).
- ODT CV-190 (2): Caudal proveniente de parte de la cuenca 10 y canalizado a la obra de drenaje transversal de la carretera CV-190 ya existente. Más adelante en este capítulo se calculará la sección de cuneta necesaria para la conducción del caudal, y a su vez se deberá comprobar que la ODT de la carretera ya existente disponga de la holgura necesaria para acoger dicho caudal.

La Instrucción 5.2-IC establece el uso de los caudales pico para un periodo de retorno de 100 años para el cálculo de la ODT. A continuación, en la tabla 5.1, se muestran los caudales pico para T 100 de las cuencas del sistema:

Cuenca	Caudal Pico (m <sup>3</sup> /s)
1	0.903
2	0.157
3	0.260
4	0.058
5	4.536
6	0.011
7	0.274
8	0.011
Lucena (9)	414.470
10	0.676

Tabla 5.1 Caudales pico en m<sup>3</sup>/s para cada cuenca del sistema. Fuente: HEC-HMS.

Sin embargo, la diferencia en tamaño de las diferentes cuencas del sistema hace que cada una de ellas tenga un tiempo al pico diferente, por lo que para un instante dado, el caudal pico de las cuencas no coincidirá. Para solventar este desfase en el valor del caudal, se debería escoger el máximo caudal de las combinaciones de cuencas pertinentes ateniendo a dicho tiempo al pico. Sin embargo, debido a los valores de caudal de las cuencas del sistema hidrológico de estudio, no es pertinente realizar este cálculo, quedándose así, además, del lado de la seguridad.

Dentro de la zona de estudio no se encuentra ninguna otra carretera de importancia relevante, lo que hace aún más importante la realización de la variante, como única opción para la solución de los problemas planteados con anterioridad.

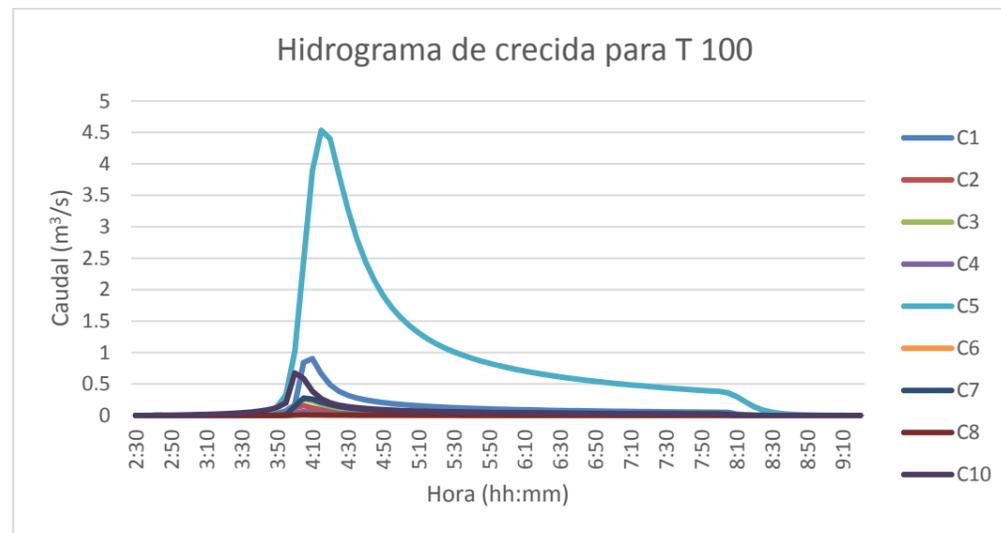


Fig. 5.3 Hidrograma de crecida para un retorno de 100 años de las cuencas del sistema (a excepción de la del Lucena).

Haciendo uso de dichos caudales pico, se realiza una primera aproximación al realizar los cálculos estipulados en la instrucción con el caudal proveniente de las cuencas vertientes a la variante. Una segunda fase requerirá añadir el caudal proveniente del drenaje longitudinal.

La tabla 5.2 muestra la combinación de los caudales de las diferentes cuencas para las diferentes ODTs así como el caudal de diseño finalmente adoptado para el cálculo (caudal con un pequeño nivel de seguridad respecto a los reales).

ODT	P.K. inicio	P.K. final	Q (m³/s)	Qd (m³/s)
ODT CV-190 (1)	0+000	0+410	0.982	1.1
ODT 1	0+410	0+645	0.357	0.4
Puente 1	0+645	0+890	4.585	5.0
ODT 2	0+890	1+030	0.284	0.3
Puente 2	1+030	1+464	414.695	420
ODT CV-190 (2)	1+464	1+672	0.450	0.5

Tabla 5.2 Caudal proveniente de las cuencas y distribuido a las diferentes ODTs.

El prediseño de las ODTs se realiza mediante iteraciones empleando la expresión formulada a continuación:

$$Q = S \cdot v \tag{34}$$

Donde:

Q = caudal en m³/s

S = sección de la ODT

v = velocidad obtenida por la fórmula de Manning

La fórmula de Manning permite el cálculo de la velocidad del agua en canales abiertos y tuberías. Su expresión es:

$$v = \frac{1}{n} R_h^{2/3} \cdot J^{1/2} \tag{35}$$

Donde:

v = velocidad, en m/s

n = número de Manning

R<sub>h</sub> = radio hidráulico, en m. Determinado por la expresión:

$$R_h = \frac{\text{Sección mojada}}{\text{Perímetro mojado}} = \frac{Sm}{Pm} \tag{36}$$

J = Pendiente del terreno en el desagüe, en m/m

A continuación se realiza un análisis, por separado, de las dos ODTs mencionadas con anterioridad.

#### ODT 1

Empleando las expresiones mostradas con anterioridad, se realizarán diversas iteraciones para diferentes secciones hasta que se obtenga como resultado un caudal superior al de diseño, disponible en la tabla 5.2.

En primer lugar y debido al poco caudal para el que se calcula (0.4 m³/s), se realizan las primeras iteraciones empleando secciones circulares para la colocación de un tubo. La pendiente del terreno se obtiene a partir de las líneas de nivel alrededor de la posición de la ODT 1 y se obtiene como resultado 0.143 m/m de pendiente.

Tras varias iteraciones, se decide escoger como solución óptima al problema planteado la colocación de un tubo de PVC de 0.3m de diámetro, cuyos resultados más significativos son:

- Calado normal (y<sub>o</sub>) = 0.211 m
- Resguardo = 0.089 m
- Número de Froude = 5.48 (se encuentra en régimen rápido)
- Velocidad = 7.5 m/s

Para verificar la solución se comprueba la altura útil disponible en el P.K. establecido para la ODT 1 a partir del perfil longitudinal de la carretera y sabiendo que el firme de la variante tiene un espesor de 45 cm, se comprueba que en la margen izquierda de la variante se dispone de una altura útil de aproximadamente 2 m, pero en la margen derecha no se dispone de altura suficiente. En la figura 5.4 se muestra la sección del P.K. 0+605:



Fig. 5.4 Sección P.K. 0+605. Fuente: Anejo 5 "Diseño geométrico".

Así pues la única solución posible, si finalmente se realiza el drenaje transversal, sería la realización de un pozo en la margen derecha de la variante para la colocación de la ODT 1.

#### ODT 2

Por las mismas razones comentadas en el cálculo de la ODT 1, se realizan las iteraciones para una sección circular. La pendiente del terreno obtenida alrededor del P.K. es 0.073 m/m. Empleando un procedimiento análogo al anterior para un caudal de 0.3 m<sup>3</sup>/s, se escoge emplear un tubo de PVC de 0.3 m de diámetro cuyos resultados más significativos son:

- Calado normal ( $y_0$ ) = 0.219 m
- Resguardo = 0.081 m
- Número de Froude = 3.8 (se encuentra en régimen rápido)
- Velocidad = 5.4 m/s

Para verificar la solución se comprueba la altura útil disponible en el P.K. 0+932 mediante un procedimiento análogo al anterior. Se comprueba en la figura 5.5 que ni por la margen izquierda ni derecha se dispone de una altura útil necesaria para la colocación de la ODT 2.



Fig. 5.5 Sección P.K. 0+932. Fuente: Anejo 5 "Diseño geométrico".

Debido a que ninguna de las dos obras de drenaje transversal se puede ejecutar, se decide desechar el primer esquema planteado y realizar un segundo esquema, esta vez definitivo, del drenaje de la variante. Por ello, el esquema final que resuelve satisfactoriamente el drenaje de la variante es el siguiente:

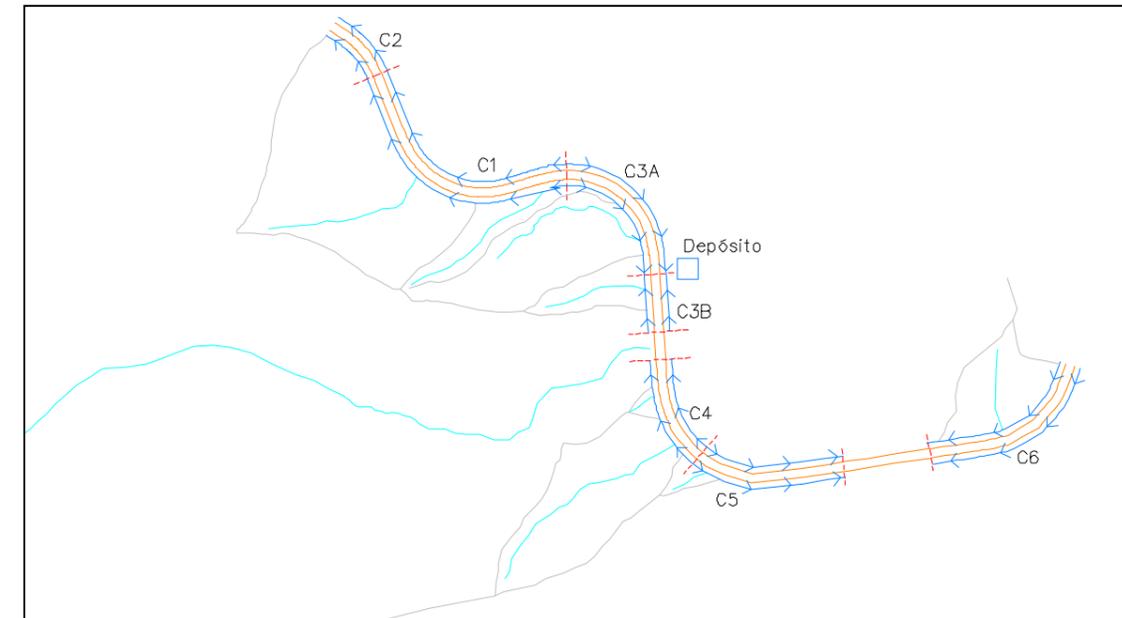


Fig. 5.6 Esquema final de la localización y dirección del flujo de las cunetas.

Debido a los problemas planteados por el esquema inicial, se decide conducir el agua de los drenajes transversales 1 y 2 hasta el barranco Tossal de la Negra (puente 1) y el río del Lucena (puente 2) respectivamente por medio de cunetas. Así pues, tanto el drenaje transversal como el longitudinal quedarán resueltos mediante el uso de cunetas a ambos márgenes de la carretera.

El planteamiento del drenaje se ha llevado a cabo dividiendo la variante en diferentes tramos. El caudal a desalojar en cada tramo se obtiene mediante la suma de los caudales provenientes de la cuenca que desagüe dentro de dicho tramo y del drenaje longitudinal de la carretera para dicho tramo. Así pues se adoptan una serie de criterios para la realización de los tramos y subtramos:

- Se diferenciarán los tramos que se definan por la pendiente de la carretera. A su vez, se considerarán subtramos a estos últimos las zonas de la variante que queden definidas mediante el trazado de la carretera, es decir, según el peralte de la carretera, ya que condiciona la dirección de desagüe del drenaje longitudinal.
- El caudal proveniente de las cuencas se canalizarán según la pendiente del terreno.

Con estas premisas se pueden definir los tramos definidos a continuación. Las cunetas están definidas en la dirección del flujo de agua en cada tramo, independientemente de la orientación de los P.K. crecientes de la carretera:



- i) Tramo 1: Del P.K. 0+000 al 0+410. Se diferencian dos cunetas: C1 y C2 de pendiente 6% y 0.34% respectivamente. La C2 desagua el caudal circulante en ella aguas abajo, en la cuneta existente de la CV-190. Por ello, la dispuesta en la CV-190 deberá tener unas dimensiones tales que garanticen que no se produzca ningún control hidráulico cuyos efectos afecten al tramo 1 o cualquier elemento de drenaje aguas arriba de éste y en ningún caso inferiores a las dimensiones de la C2.
- ii) Tramo 2: Del P.K. 0+410 hasta el 0+743. Las dos cunetas de este tramo: C3A y C3B tienen pendiente del 5.75% y 3.56% respectivamente. Debido al acuerdo cóncavo de la carretera en el P.K. 0+650 es necesario la construcción de un pequeño depósito para almacenar el agua proveniente de ambas cunetas y poder evacuarla en conjunto al barranco del puente 1.
- iii) Tramo 3: La cuneta C4 de este tramo se inicia en el acuerdo convexo de la carretera en el P.K. 0+972 y finaliza antes de llegar al puente 1 en el P.K. 0+743.
- iv) Tramo 4: La cuneta C5 se inicia en el acuerdo convexo del P.K. 0+972 y finaliza antes del puente 2 del río Lucena en el P.K. 1+221.
- v) Tramo 5: La cuneta C6 se inicia en el P.K. final de la variante (1+672) y finaliza antes de llegar al puente 2 en el P.K. 1+365.

Tramo 4	0+972	1+221	0.054	0.006
Tramo 5	1+365	1+672	0.026	0.676

Tabla 5.3 Caudales provenientes de las diferentes cuencas del sistema definidos para los tramos de la carretera.

**5.2.2. Caudales de diseño sobre la plataforma de la carretera**

Los caudales provenientes del drenaje longitudinal se han de obtener según lo establecido en la Instrucción 5.2-IC, es decir, empleando el método de Témez. Dichos caudales se redirigen a las cunetas correspondientes mediante bajantes cada 50 metros aproximadamente. El método y la obtención de los caudales longitudinales se han explicado a continuación.

El Método de Témez

La metodología de Témez se basa en el Método Racional. La expresión se define como:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3.6} \cdot K \tag{37}$$

Donde:

C = coeficiente medio de escorrentía de la superficie drenada.

A = Superficie drenada, en km<sup>2</sup>

I = intensidad de la tormenta de diseño, en mm/h

K = coeficiente de uniformidad temporal

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

Las fases propuestas por el profesor Témez para la obtención de los diferentes parámetros requeridos son las siguientes:

- i) Obtención del tiempo de concentración:

La expresión empleada es la recomendada por el US Army Corps of Engineers, es decir:

$$t_c = 0.3 \cdot \left(\frac{L}{J}\right)^{0.76} \tag{38}$$

Donde:

Tc = tiempo de concentración de la cuenca, en horas

L = longitud del recorrido principal en km. En este caso al ser una carretera, se tomará la longitud de cada tramo considerado.

J = pendiente del tramo de carretera considerado, en m/m

- ii) Coeficiente de reducción areal de la precipitación:

**5.2. Caudales de diseño para la solución finalmente adoptada**

Debido a las diferentes procedencias del caudal, se emplean los caudales con periodo de retorno 100 años para el caudal proveniente de las cuencas y el de retorno 10 años para el caudal proveniente del drenaje longitudinal de la carretera tal y como se estipula en la Instrucción 5.2-IC para una Intensidad Media Diaria (IMD) media. Una vez se obtienen ambos caudales, se suman entre sí para obtener el caudal de diseño determinando así la sección necesaria de las cunetas. Así pues los caudales empleados se definen en los apartados siguientes.

**5.2.1. Caudales de diseño del sistema vertiente a la carretera**

Empleando la tabla 5.1 del apartado 5.1, y realizando un procedimiento similar, se obtienen los caudales provenientes de las cuencas vertientes a la carretera para cada tramo mostrado en la tabla 5.3. Por las mismas razones comentadas en el apartado 5.1, no se tienen en consideración los desfases de los caudales causados por los diferentes tiempos de concentración:

Tramo	P.K. inicio	P.K. final	Pendiente (m/m)	Q (m <sup>3</sup> /s)
Tramo 1	0+000	0+410	0.060	0.982
Tramo 2	0+410	0+743	0.058	0.396
Tramo 3	0+743	0+972	0.036	0.289



Para tener en cuenta la no uniformidad espacial de la lluvia, es necesario aplicar un coeficiente de reducción areal si la superficie de estudio es superior a 1 km<sup>2</sup> (en caso de que no se supere dicho valor, se tomará el valor unidad para K<sub>A</sub>) Su expresión se muestra en la expresión 31, sin embargo se recuerda a continuación:

$$K_A = 1 - \frac{\log A}{15} \quad (31)$$

Donde:

A = superficie de estudio, en km<sup>2</sup>

iii) Tormenta de diseño:

Expresión 32 vista en el apartado 4.1.2 y recordada a continuación:

$$\frac{i_T(t)}{i_T(d)} = \alpha \frac{28^{0.1-t^{0.1}}}{28^{0.1-1}} \quad (32)$$

iv) Coeficiente de escorrentía:

Se obtiene empleando el modelo de producción de escorrentía del SCS. Su expresión se muestra a continuación:

$$C = \frac{(\frac{P_d}{P_o} - 1)(\frac{P_d}{P_o} + 23)}{(\frac{P_d}{P_o} + 11)^2} \quad (39)$$

Donde:

P<sub>d</sub> = precipitación diaria (afectada por el coeficiente de reducción areal), en mm. Como se ha visto en capítulos anteriores, la totalidad de la variante se encuentra únicamente bajo el área de influencia de la estación de Alcora. Por lo que el valor se corresponderá con el cuantil de periodo de retorno de 10 años de dicha estación (99.5mm).

P<sub>o</sub> = umbral de escorrentía, en mm. Al tratarse de una carretera, se toma el valor de la instrucción 5.2-IC de 1 mm.

v) Coeficiente de uniformidad temporal. Viene expresado por la ecuación:

$$K = 1 + \frac{t_c^{1.25}}{t_c^{1.25} + 14} \quad (40)$$

Donde:

T<sub>c</sub> = tiempo de concentración, en horas.

Empleando esta metodología, suponiendo un funcionamiento en régimen uniforme (cuya verificación se muestra en el apartado 5.3.3) y teniendo en cuenta que el ancho de la

variante es de 11 metros en toda su longitud, a excepción de los tramos del puente cuyo ancho disminuye a los 9 metros, se obtienen los diferentes caudales a desaguar en la variante:

Subtramo	P.K. inicial	P.K. final	Área (km <sup>2</sup> )	Pendiente (m/m)	Q (m <sup>3</sup> /s)
1	0+000	0+075	8.25E-04	0.060	0.039
2	0+075	0+350	3.03E-03	0.060	0.144
3	350	0+410	6.60E-04	0.060	0.031
4	0+410	0+650	2.64E-03	0.058	0.125
5	0+650	0+743	1.02E-03	0.058	0.049
6-puente	0+743	0+815	Véase tabla 5.5		
7	0+815	0+972	1.73E-03	0.036	0.082
8	0+972	1+146	1.91E-03	0.054	0.091
9	1+146	1+221	8.25E-04	0.054	0.039
10-puente	1+221	1+365	Véase Tabla 5.6		
11	1+365	1+442	8.47E-04	0.026	0.040
12	1+442	1+672	2.53E-03	0.026	0.120

Tabla 5.4 Caudales para el drenaje longitudinal de la variante.

El drenaje longitudinal de los puentes se ha resuelto realizando un pequeño orificio a la altura de cada pila de los puentes, en los puntos bajos de los mismos, y así como al inicio del puente 1 debido a la pendiente que presenta. Al no haber paso de peatones o vehículos bajo el tablero de los puentes, se realiza un vertido directo. A continuación se muestran las tablas correspondientes al caudal a desaguar en cada subtramo de puente:

P.K. inicio	P.K. final	Área (km <sup>2</sup> )	Q (m <sup>3</sup> /s)	Pendiente (m/m)
0+743	0+780	3.33E-04	0.0158	0.036
0+780	0+815	3.15E-04	0.0150	0.036

Tabla 5.5 Caudal para cada subtramo del puente 1.

P.K. inicio	P.K. final	Área (km <sup>2</sup> )	Q (m <sup>3</sup> /s)	Pendiente (m/m)
1+221	1+257.4	3.28E-04	0.016	0.054
1+257.4	1+293	3.20E-04	0.015	0.026
1+293	1+330	3.33E-04	0.016	0.026
1+330	1+365	3.15E-04	0.015	0.026

Tabla 5.6 Caudal para cada subtramo del puente 2.

### 5.2.3. Caudal de diseño total

Como se ha mencionado con anterioridad, se procede a la suma de los caudales según los tramos y subtramos de la variante. Para los subtramos mostrados en la tabla 5.4, se realiza una división del caudal según el peralte de la carretera y se obtienen así los



diferentes caudales para las cunetas a colocar. Para dar consistencia a las mismas, se emplea el mismo caudal de diseño para aquellas que se encuentren en el mismo tramo, definidos en la tabla 5.3. En las tablas 5.7, 5.8, 5.9 y 5.10 se muestran los resultados obtenidos tanto para la margen derecha como para la izquierda.

Cuneta	P.K. inicial	P.K. final	Pendiente (m/m)	Q (m³/s)	Qd (m³/s)
C2	0+000	0+075	0.006	1.013	1.1
C1	0+075	0+410	0.06	1.013	1.1
C3A	0+410	0+650	0.058	0.521	0.6
C3B	0+650	0+743	0.036	0.063	0.07
puente 1	0+743	0+815	Véase tabla 5.9		
C4	0+815	0+972	0.036	0.289	0.3
C5	0+972	1+221	0.054	0.026	0.03
Puente 2	1+221	1+365	Véase tabla 5.10		
C6	1+365	1+672	0.026	0.020	0.03

Tabla 5.7 Caudal de diseño para las cunetas de margen derecha.

Cuneta	P.K. inicial	P.K. final	Pendiente (m/m)	Q (m³/s)	Qd (m³/s)
C2	0	75	0.006	0.144	0.2
C1	0	410	0.06	0.144	0.2
C3A	410	650	0.058	0.024	0.03
C3B	650	743	0.036	0.024	0.03
puente 1	743	815	Véase tabla 5.9		
C4	815	972	0.036	0.082	0.1
C5	972	1221	0.054	0.091	0.1
Puente 2	1221	1365	Véase tabla 5.10		
C6	1365	1672	0.026	0.796	0.9

Tabla 5.8 Caudal de diseño para las cunetas de margen izquierda.

Orificio	P.K. inicio	P.K. final	Área (km²)	Q (m³/s)	Pendiente (m/m)
1	743	780	3.33E-04	0.008	0.036
2	780	815	3.15E-04	0.008	0.036

Tabla 5.9 Caudal de diseño de los orificios del puente 1 para ambas márgenes.

Orificio	P.K. inicio	P.K. final	Área (km²)	Q (m³/s)	Pendiente (m/m)
1	1221	1257.4	3.28E-04	0.008	0.054
	1257.4	1293	3.20E-04	0.008	0.026
2	1293	1330	3.33E-04	0.008	0.026
3	1330	1365	3.15E-04	0.008	0.026

Tabla 5.10 Caudal de diseño de los orificios del puente 2 para ambas márgenes.

### 5.3. Dimensionamiento de las obras de drenaje

#### 5.3.1. Dimensionamiento de las cunetas en régimen uniforme

Mediante un proceso análogo al del apartado 5.1, se calcula la sección necesaria para cumplir con el caudal de diseño (a excepción de los puentes, que presenten una problemática singular que se tratará en este mismo apartado más adelante). Sin embargo, debido a que se tratan de cunetas, se realizan iteraciones empleando secciones transversales de hormigón con un número de Manning de 0.013. Así pues, empleando los criterios siguientes e iterando, se obtienen las secciones mostradas en las tablas 5.11 y 5.12. Los criterios empelados son:

- Respetar la velocidad máxima estipulada por la Instrucción 5.2-IC, es decir, velocidades ente 4.5 y 6.5 m/s.
- Emplear el mínimo número de secciones diferentes para evitar errores durante el proceso constructivo de las mismas.
- Evitar emplear profundidades elevadas para incrementar la seguridad en el tránsito de los vehículos de la carretera.

Cuneta	P.K. Inicial	P.K. Final	Pendiente (m/m)	Sección transversal					Resultados			
				b	Mi	Md	H <sub>c</sub>	Material	y <sub>o</sub>	R	F	v
C2	0+000	0+075	0.006	0.5	1	1	0.5	Hormigón	0.475	0.025	1.341	2.373
C1	0+075	0+410	0.060	0.3	1	1	0.4	Hormigón	0.317	0.083	3.932	5.631
C3A	0+410	0+650	0.058	0.3	1	1	0.3	Hormigón	0.236	0.064	3.749	1.387
C3B	0+650	0+743	0.036	0.3	1	1	0.15	Hormigón	0.082	0.068	2.717	2.216
C4	0+815	0+972	0.036	0.3	1	1	0.3	Hormigón	0.185	0.115	2.907	0.752
C5	0+972	1+221	0.054	0.3	1	1	0.15	Hormigón	0.043	0.107	3.174	1.856
C6	1+365	1+672	0.026	0.3	1	1	0.15	Hormigón	0.056	0.094	2.227	1.531

Tabla 5.11 Secciones transversales para la margen derecha., así como las características más importantes.

Cuneta	P.K. inicial	P.K. final	Pendiente (m/m)	Sección transversal					Resultados			
				b	Mi	Md	H <sub>c</sub>	Material	y <sub>o</sub>	R	F	v
C2	0+000	0+075	0.006	0.3	1	1	0.3	Hormigón	0.240	0.060	1.213	1.547
C1	0+075	0+410	0.060	0.3	1	1	0.15	Hormigón	0.129	0.021	3.645	3.598
C3A	0+410	0+650	0.058	0.3	1	1	0.15	Hormigón	0.044	0.106	3.246	2.007
C3B	0+650	0+743	0.036	0.3	1	1	0.15	Hormigón	0.050	0.100	2.594	1.704
C4	0+815	0+972	0.036	0.3	1	1	0.15	Hormigón	0.101	0.049	2.766	2.460
C5	0+972	1+221	0.054	0.3	1	1	0.15	Hormigón	0.091	0.059	3.356	2.849
C6	1+365	1+672	0.026	0.5	1	1	0.3	Hormigón	0.293	0.007	2.679	3.878

Tabla 5.12 Secciones transversales para la margen izquierda, así como las características más importantes.



Donde:

- B = Ancho de base, en metros
- M<sub>i</sub> = factor talud izquierdo
- M<sub>d</sub> = factor talud derecho
- H<sub>c</sub> = altura de coronación, en metros
- Y<sub>o</sub> = calado normal, en metros
- R = Resguardo, en metros
- F = Número de Froude
- V = velocidad, en m/s

Se observa que todas las cunetas se encuentran en régimen rápido (Nº de Froude mayor a 1) y que la velocidad no supera la velocidad máxima permitida por la Instrucción.

Como se ha mencionado anteriormente, ambos puentes se desaguan por varios orificios situados a lo largo de los puentes. Sin embargo, la conducción del agua hasta dichos puntos no se puede realizar mediante tubo insertado en la capa de rodadura del firme debido al poco espesor de ésta (5 cm). Por ello, se canalizará el agua aprovechando el bombeo de la carretera y el bordillo de la superestructura. Así pues, se obtiene el diámetro necesario para cada orificio mostrado en la tabla 5.13:

	Orificio	P.K. aproximado	Q (m³/s)	Diámetro (cm)
Puente 1	1	743	0.008	5
	2	780	0.008	5
Puente 2	1	1257	0.016	10
	2	1293	0.008	5
	3	1330	0.008	5

Tabla 5.13 Diámetro orificios desagüe puentes 1 y 2 para ambos márgenes de la carretera.

Dicha solución provoca que en el punto más bajo de la carretera del puente 1 y la mayoría del puente 2 (a excepción de en los alrededores del orificio 1), se obtenga una altura máxima de la lámina de agua de 4 cm, y un recorrido hacia el interior de la carretera de aproximadamente 2 m para cada margen. Sin embargo, dada la poca altura de la lámina de agua, no supone ningún riesgo para la circulación de los vehículos.

### 5.3.2. Dimensionamiento del depósito

Como se ha dicho anteriormente, las cunetas C3A y C3B se canalizan a un depósito común a ambas cunetas para su posterior desagüe en conjunto. El régimen rápido de ambas cunetas indica que el caudal de salida para el depósito también será en régimen rápido. Así pues, el calado crítico se encuentra a una cota superior al calado normal, por

lo que el control hidráulico se sitúa a la salida del depósito y el agua realiza una curva de remanso F2, es decir, el calado máximo será el calado crítico. Si se diseña el depósito con una altura tal que verifique la siguiente expresión de la energía en una cuneta de sección rectangular, se puede iterar valores para el valor del ancho de la sección rectangular (B) y obtener la altura del depósito necesaria:

$$H = H_{0,crit 1} = 1.5 \cdot \sqrt[3]{\frac{Q}{B}} \quad (41)$$

Donde:

- Q = caudal de salida, en m³/s
- B = ancho de la sección rectangular
- H = altura del agua a la salida del depósito
- H<sub>0,crit 1</sub> = energía específica en el control hidráulico a la salida del depósito

Se emplea un caudal de salida superior al de entrada, así pues, si el caudal de entrada correspondiente a las cunetas C3A y C3B es 0.6 y 0.07 m³/s respectivamente, el caudal de salida para el cual se emplea la expresión (41) es aproximadamente 0.7 m³/s. Se supone a su vez, que la cuneta a la salida del depósito tiene la pendiente del terreno hasta el barranco Tossal de la Negra del puente 1. Con todo esto se obtiene que para un ancho de cuneta de 0.5m, la altura de agua necesaria en el depósito es de 0.8 m.

Así pues, el depósito se construirá con dimensiones 1x1 metro de base, y 1 metro de altura (0.2 m excavados en el terreno y 0.8 m por encima de la solera del canal). El depósito deberá estar protegido superiormente mediante una rejilla que impida la caída de personas y animales en el interior del mismo.

En la tabla 5.14 se muestra un resumen del diseño del depósito:

Q <sub>d</sub> (m³/s)	Pendiente cuneta a la salida del depósito (m/m)	Depósito		
		Base (m²)	Altura (m)	Material
0.7	0.058	1x1	1	Hormigón

Tabla 5.14 Dimensiones del depósito.

### 5.3.3. Análisis de las condiciones de contorno de los elementos del drenaje

Como se ha mencionado anteriormente, en este apartado se verificará la hipótesis de régimen uniforme empleada para el dimensionamiento del drenaje de la variante.

#### Tramo cunetas C1 y C2

El análisis de la verificación del uso del régimen uniforme para la realización de los cálculos requiere una serie de explicaciones previas:

- Debido al funcionamiento en régimen rápido, el calado crítico de ambas cunetas se encuentra a una cota superior al del calado normal.
- La hipótesis de que todo el caudal es transportado por la cuneta al mismo tiempo desde el inicio de la misma es falsa, ya que el caudal se va incorporando a ella a lo largo de todo su recorrido, por lo que el calado máximo de C1 será igual o inferior al calado normal de C1. Se realiza una curva de remanso F3, es decir, no tiene condición de contorno en la cabecera de la cuneta.
- El ensanchamiento de la sección al pasar de la cuneta C1 a la C2 provoca una variación del caudal específico en la curva de energía específica mostrada en la figura 5.7.

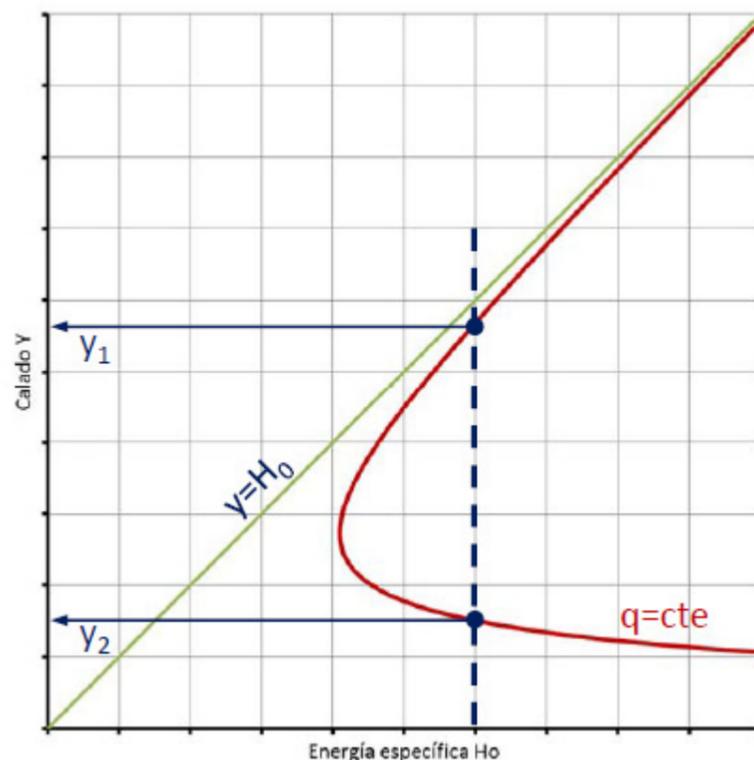


Fig. 5.7 Curva de energía específica.

- Al tratarse de un funcionamiento en régimen rápido y de un ensanchamiento de la sección, el calado de la cuneta C1 disminuye en el control hidráulico hacia la C2, lo que provoca que el agua realice una curva de remanso F3 y, como en la C1, el calado máximo sea igual o inferior al calado normal.

Así pues, no hay ninguna condición de contorno geométrica aguas arriba, ni aguas abajo de las cunetas (ya que como se ha mencionado anteriormente, el caudal desaguado por este tramo se incorpora al drenaje longitudinal de la carretera CV-190 sin que se cree ningún control hidráulico hacia el tramo de la cuneta ni cualquier otro elemento de drenaje) que invalide el diseño en régimen uniforme.

#### Tramo cunetas C4, C5, C6

El análisis de la verificación del uso del régimen uniforme para la realización de los cálculos requiere una serie de explicaciones previas:

- Al igual que en el caso anterior, la hipótesis de que todo el caudal es transportado por la cuneta al mismo tiempo desde el inicio de la misma es falsa, ya que el caudal se va incorporando a ella a lo largo de todo su recorrido. Por ello el calado al inicio de cada una de las cunetas es inferior al calado normal (F3), por lo que no se tiene condición de contorno en la cabecera de las mismas.
- El funcionamiento de las cunetas es en régimen rápido, esto provoca que el agua se entregue en lanzamiento libre a sus respectivos barrancos. Por lo tanto, se ha de verificar si esto supone una condición de contorno:

Para dicha verificación se debe conocer el calado normal del río Lucena, así como del barranco Tossal de la Negra donde se sitúa el puente 1 para un periodo de retorno de 100 años. El cálculo aproximado del calado normal para ambos es: 0.4 m para el barranco Tossal de la Negra y 6 m para el río Lucena. Dado que ambos lugares disponen de 13 y 27 metros de altura libre respectivamente, el caudal del barranco como el del río Lucena nunca superarán la cota del calado al final de las cunetas. Así pues, no se producirá ninguna condición de contorno aguas abajo de las mismas.

Así pues, no hay ninguna condición de contorno geométrica aguas arriba ni aguas abajo de las cunetas que invalide el diseño en régimen uniforme.



## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBENTOSA HERNÁNDEZ, E. (2013). *Análisis de la estructura estocástica fina de los eventos de precipitación en el entorno del pico*. Diploma de Estudios Avanzados. Valencia: Universitat Politècnica de València.

DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUCTURAS HIDRÁULICAS Y MEDIO AMBIENTE. (1998). *Tabla de adaptación al grupo del suelo Soil Conservation Service para PATRICOVA*. Valencia: Universitat Politècnica de València. [Consulta: 4/05/2015].

*El suelo como recurso natural en la Comunidad Valenciana*. (1998). Coordinado por Carmen Antolín Tomás. Comunidad Valenciana: Consellería d'Obres Públiques, Urbanisme i Transports.

España. Decreto 259/2007, de 13 de julio, por el que se establece el contenido y procedimiento de los estudios de inundabilidad en el ámbito del Plan de Ordenación Territorial del Litoral de la Región de Murcia. *BORM*, 28 de julio de 2007, núm. 173, p. 23155.

España. Instrucción de carreteras 5.2-IC <<Drenaje superficial>>. *BOE*, de 23 de mayo de 1990, núm. 123, p. 389-396.

MARTÍNEZ GALLEGO, J. Y BALANGUER CARMONA, J. (1998). "Litología, aprovechamiento de rocas industriales y riesgo de deslizamiento en la Comunidad Valenciana". Publicaciones de Divulgación técnica. *Colección Cartográfica Temática*. Comunidad Valenciana: Consellería d'Obres Públiques, Urbanisme i Transports. Número 5.

*Máximas lluvias diarias en la España Peninsular* (1999). Ministerio de Fomento. Secretaria de Estado de Infraestructuras y Transporte. Dirección General de Carreteras.



## APÉNDICE I: Series de pluviometrías máximas mensuales de las estaciones de la AEMET.

Estación Zucaina (cód. 8479):

AÑO	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
1940-41	36	0	0	12	15	30	7	16	5	32	11	70
1941-42	10	16	12	7	14	13	43	0	45	8	37	64
1942-43	13	64	15	0	7	29	13	10	8	11	10	44
1943-44	24	8	37	0	8	4	5	16	28	0	3	27
1944-45	13	10	7	28	5	14	12	25	41	18	35	3
1945-46	5	325	11	56	0	17	51	31	9	1	10	6
1946-47	32	24	5	10	26	14	8	35	8	38	11	17
1947-48	21	0	22	6	55	18	22	13	15	18	0	17
1948-49	26	0	64	9	42	28	5	21	19	3	21	95
1949-50	24	3	23	8	0	8	17	28	12	0	17	11
1950-51	74	0	32	21	4	5	17	12	12	7	56	65
1951-52	39	17	57	8	10	10	33	14	24	28	28	6
1952-53	34	3	2	5	12	18	8	10	14	42	14	26
1953-54	13	11	37	1	23	49	-1	23	63	30	0	3
1954-55	7	18	3	11	4	9	6	7	24	10	14	93
1955-56	9	9	60	3	40	36	16	58	16	24	45	42
1956-57	68	12	1	27	13	3	28	18	24	8	10	19
1957-58	55	3	-1	22	3	14	37	23	22	0	3	13
1958-59	24	36	46	9	22	17	11	24	12	13	50	75
1959-60	12	110	10	27	37	33	9	41	23	11	0	32
1960-61	35	3	34	5	20	9	8	40	15	25	15	22
1961-62	10	71	0	26	11	16	14	49	39	5	6	27
1962-63	80	10	5	12	12	3	30	14	26	20	30	26
1963-64	0	22	25	0	12	10	13	12	31	25	22	35
1964-65	27	16	94	0	25	18	8	21	42	11	30	22
1965-66	52	15	18	12	9	5	12	13	19	9	18	30
1966-67	55	47	0	10	33	21	13	6	11	0	0	11
1982-83	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	47.5	0
1983-84	1.7	48.2	10.3	1.4	11	6.6	11.5	28	3.8	2.2	5	12.6
1984-85	14	48.2	51	5.3	8	4	12.5	14.1	7.7	2.4	3.5	27.2
1985-86	20.3	13.4	5.1	5.8	7.6	3.5	26.6	-1	19.5	35.6	1.6	35.2
1986-87	54.5	13.9	2.5	21.6	16.8	5.2	8.1	15.8	2.8	28	23.7	4.7
1987-88	30.2	52.4	14.6	106.2	7.6	0	50.3	54.4	32.1	1.4	0.9	13.8
1988-89	32.5	74.5	0	2.6	28.9	25.7	28.8	36.7	29.8	5.2	25	38.1
1989-90	7.6	70.6	84.3	17.6	0	22.6	19.7	17.2	21.2	0.6	17.3	20.2
1990-91	65.2	14.2	10	17.5	31.8	24.3	26.6	8.3	12.5	40.3	23.7	25.5
1991-92	15.6	34.1	32.4	7.1	17.4	9.2	2.7	14.8	39.6	10.8	20.8	40.1
1992-93	16.4	0	41.8	0	44.8	36.2	9.2	19.2	8.9	50	12.3	10.8
1993-94	78.2	30	2.1	0	14.2	0.3	19.8	15.8	0.2	1.2	17.1	41.1
1994-95	37.8	16.1	4	2.3	4.6	5.6	12.5	6.2	6.8	5.4	12.4	36.1
1995-96	22.1	6.2	23.9	42.2	5.4	15.2	12.6	28.2	9.5	19.8	37.5	15.9

Tabla 1.1 Serie de pluviometrías máximas mensuales de la estación de Zucaina. Fuente: AEMET

Estación de Adzaneta del Maestrat (cód. 8492):

AÑO	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
1942-43	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	26	-1	58
1943-44	53	14	50	0	0	2	6	14	34	0	16	73
1944-45	27	17	8	39	12	8	12	19	53	57	37	0
1945-46	0	60	9	6	0	30	65	50	16	0	0	0
1946-47	44	18	0	16	42	17	12	34	0	34	31	16
1947-48	35	0	32	4	31	0	35	0	23	16	0	27
1948-49	29	0	114	19	65	83	17	45	11	0	21	70
1949-50	18	12	39	12	0	7	17	83	16	17	29	15
1950-51	65	0	42	37	4	5	59	16	8	18	42	122
1951-52	94	33	106	0	17	13	32	14	13	36	34	14
1952-53	42	8	6	0	6	32	12	0	55	19	7	37
1953-54	68	15	23	0	15	77	25	52	42	9	6	4
1954-55	31	6	0	13	15	7	8	11	28	13	17	46
1955-56	20	10	84	23	67	42	18	82	17	15	95	49
1956-57	96	18	0	35	17	3	30	27	20	33	7	21
1957-58	128	28	26	25	3	17	33	28	59	0	7	17
1958-59	76	31	53	13	33	32	22	55	0	4	9	70
1959-60	37	112	11	29	13	33	17	49	30	9	0	18
1960-61	31	5	62	9	0	10	17	14	3	7	14	73
1961-62	16	85	9	22	40	25	24	52	10	9	42	54
1962-63	215	18	10	38	19	2	10	12	12	12	18	74
1963-64	0	12	32	2	26	7	0	12	7	5	18	41
1964-65	11	34	68	7	28	13	0	38	30	6	6	16
1965-66	65	24	14	10	17	0	13	14	16	6	18	40
1966-67	86	25	0	20	13	15	35	5	6	0	9	38
1967-68	23	49	0	0	13	48	15	15	18	2	20	16
1968-69	0	44	60	43.6	24.5	15.5	40.1	25.4	20.8	6.1	9.4	60.6
1969-70	215	17.2	2.5	9	1.2	5.2	22	8	17.4	9.5	24.5	9.3
1970-71	105	21.5	39.5	8.6	15.7	26.2	37.7	-1	10.1	16	7.5	24.1
1971-72	100.4	35.9	81.3	30.5	11.5	26.9	3.9	17.4	12.1	16.1	45.6	38.2
1972-73	74.2	75.6	6.7	1.2	4.2	3.7	17	18.5	43.5	25.4	22.6	115
1973-74	19	4.1	12.2	0	0	52.3	33.6	38.8	4	34.5	69.2	1.8
1974-75	8.1	1	0	8.5	33.6	33	4.6	27	34.1	11.3	10	36.5
1975-76	5	12.9	38.3	0	25	2.8	30	25.6	8	38.6	33.1	26.8
1976-77	22.2	0	40.3	40.2	2.2	5.7	21.1	67.9	25.2	20.6	20.4	68.3
1977-78	10	25.2	22.3	-1	-1	10.3	14.8	32.2	6.2	6.3	-1	16.2
1978-79	4.5	12	11.5	44.3	2.7	7.4	7.1	16.1	7.3	14.7	9.2	18
1979-80	13.3	2.7	0	14.5	49.6	11.6	32.2	29.4	8.1	10.1	19.7	4.9
1980-81	9.4	28.4	1	0	38.9	7.5	41.1	4.3	63.6	0	54.7	18
1981-82	24.2	0	4.6	33.5	82.5	31.2	49.2	16.4	3.1	7.4	35.5	4.5
1982-83	108.1	26.7	1.6	0	21.5	1.7	10	5.4	44.5	2.4	19.4	2.3
1983-84	2.2	180	8.7	0	36	12.3	25.5	52.6	5.2	2.6	31	12.8
1984-85	12.8	58.6	2.6	9	10.2	5	5.5	24.5	2.5	2	3.2	58.7
1985-86	16.2	16.2	7.2	1.2	4	6.5	21.7	5.3	5.7	26.5	6.2	32.2
1986-87	53.1	12.8	3.8	20.6	8.4	17	1	9.2	8.9	17.3	20	13.5
1987-88	27	78.6	18.2	40.3	15	1.7	79	22.4	23	0	2.4	34.1
1988-89	54.4	120.5	0	4.1	74	30	24.3	102	11	2.5	13.2	89.3
1989-90	14	90.2	84.3	12.1	0	15.3	17.2	15.3	20.3	4.1	5	31.6
1990-91	45.4	8.3	9.8	14.9	34.6	49.4	17.5	3.3	14.1	22.7	13.9	75.8
1991-92	19.3	51.8	34.1	11	21.6	5.6	5	13.2	63.5	17	51	35.3
1992-93	24.4	0	62.3	6.3	58.2	27.1	16.5	12	4	4.6	5	13
1993-94	39.1	30	1	1.7	9.2	1.3	20	19.4	3.8	1	11.4	34.2
1994-95	94.1	16	0	2.1	8.3	6	14.6	4.7	6	7	11.7	25.5
1995-96	20	11.7	45	35	14	-1	22	22.5	4.7	17.2	18.6	9

Tabla 1.2 Serie de pluviometrías máximas mensuales de la estación de Adzaneta del Maestrat. Fuente: AEMET



Estación de Useras (cód. 8495):

AÑO	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
1942-43	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	7	21	25	1	64
1943-44	41	21	30	0	16	3	15	14	32	6	7	87
1944-45	14	22	13	24	6	14	14	17	42	10	17	0
1945-46	7	42	18	117	3	34	54	45	7	3	15	11
1946-47	35	14	5	20	40	13	7	26	0	12	10	19
1947-48	43	7	22	6	42	8	23	5	19	16	7	36
1948-49	23	-1	123	5	39	54	21	30	9	1	13	95
1949-50	22	12	47	10	1	5	13	111	13	6	21	12
1950-51	10	0	28	19	9	18	67	18	9	11	38	-1
1951-52	90	19	56	4	0	11	24	27	7	20	24	8
1952-53	31	7	3	2	8	20	17	2	40	19	11	29
1953-54	35	14	38	0	28	53	31	30	26	11	12	8
1954-55	5	4	2	13	9	4	4	11	22	23	12	43
1955-56	11	11	67	2	50	36	17	33	11	10	56	30
1956-57	75	-1	2	30	11	1	11	31	12	7	15	9
1957-58	59	21	15	22	1	14	27	21	37	0	3	10
1958-59	32	24	28	9	20	28	12	45	0	10	7	52
1959-60	21	72	5	21	42	18	12	27	34	8	0	10
1960-61	30	3	39	7	0	9	6	6	4	7	41	26
1961-62	33	74	3	16	41	21	20	53	17	9	0	26
1962-63	151	51	4	40	12	0	8	7	7	0	0	54
1963-64	2	6	41	1	13	12	3	6	7	4	11	44
1964-65	13	24	96	7	13	10	3	13	23	0	5	5
1965-66	48	11	6	11	16	4	8	13	13	0	63	38
1966-67	76	21	0	7	11	13	34	5	4	0	44	8
1967-68	11	35	1	0	12	66	15	16	8	21	14	30
1968-69	0	24	54	21.6	4.2	21.2	30.1	36.4	16.7	3.1	8.6	48.2
1969-70	211	14.1	0.5	-1	1.3	4.6	22.2	14.3	26.1	7.5	4.5	7.8
1970-71	63.8	19.5	31.3	6	12.1	22.2	33	18.3	13	21.3	2	14.3
1971-72	90.3	36.2	85.5	24.3	10.5	25.2	1.3	10.6	7.4	5.5	24	51.4
1972-73	86.2	68.3	18.7	1.3	4.1	6	26.3	24.5	23.1	31.1	24.5	13.3
1973-74	19.2	2.9	12.3	0	2.6	27.2	28.2	7.2	3	23	27.8	1.5
1974-75	6.5	0	0	4.6	20.3	30.1	7.2	32.2	66	2	9.1	49.3
1975-76	19.3	12.1	39.4	0	12.4	3	20.2	15.3	9.6	17.3	28.3	28.1
1976-77	24.1	0	36.2	43.2	1.1	5.3	21.4	33.2	33.4	19.3	12.4	58.3
1977-78	10.1	22.1	33	-1	8.2	10.3	10.1	30.6	16.4	-1	-1	14
1978-79	5.5	11.1	9.8	40.1	4.1	5.3	5.2	2.4	12.3	6.1	14.1	37.1
1979-80	17.5	0.4	1.3	3.4	52.8	10.3	32.4	35.4	7.5	5.7	30.2	2.5
1980-81	14.3	30.2	0.2	0.2	18	4	50.1	5.5	66.3	0.4	35.2	16.4
1981-82	20.4	0	3.6	42.1	66.4	22.4	78.6	14.8	2.1	5.2	28.1	6.3
1982-83	93.2	22.4	0.2	0	17.1	3.2	5.4	2.2	28.5	2.1	54.2	14.2
1983-84	5.4	143.2	7.8	0.4	33.3	28.6	36	55.1	4.1	0	11.2	8.8
1984-85	14.3	63.1	5.3	10.2	7.6	0.5	7.2	14.3	2.3	1.7	4.2	72.4
1985-86	5.6	14.4	6.2	1.3	3.6	4.6	17.1	13.2	9.1	27.1	4.5	54.2
1986-87	62.3	16	5.3	57.1	17.5	5.9	6.8	12.4	9.8	36.4	14.5	13.5
1987-88	27.1	80.3	20.1	57.3	9.4	0	53.4	29.8	8.5	0	4.5	28.4
1988-89	50.3	107.4	0	6.1	54.5	35.1	19.4	64.8	21.3	1.3	13.6	102.1
1989-90	3.8	102.8	145.1	34.3	0.4	9.2	18.2	13.8	35.4	5.9	4.4	33.4
1990-91	43.5	6.1	6.8	14.1	38.1	21.4	31.4	12.3	9.4	21.6	12.7	24.1
1991-92	23.7	49.2	34.3	16.3	20.5	8.3	4.2	10.4	54.1	8.1	38.1	28.2
1992-93	20.3	0.7	80.6	0	64.8	25.3	16.3	7	1.1	9.2	3.4	12.4
1993-94	51.7	39.4	0	0.6	11.6	2.5	24.1	18.3	0	0.2	14.3	19.1
1994-95	94.8	19.3	3.8	1.3	9.1	5.4	24.5	4.1	-1	7.2	17.1	40.3
1995-96	33.4	8.7	55.5	28.6	19.8	15.4	22.4	39.2	6.9	22	10.5	14.1

Tabla 1.3 Serie de pluviometrías máximas mensuales de la estación de Useras. Fuente: AEMET

Estación de Lucena del Cid (cód. 8496):

AÑO	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
1942-43	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	40	0	28
1943-44	20	-1	34	0	6	3	8	13	17	0	23	74
1944-45	16	7	25	36	9	15	15	17	42	7	33	2
1945-46	7	32	16	21	0	18	78	33	9	0	18	3
1946-47	29	19	3	12	30	16	8	54	6	35	9	18
1947-48	32	2	22	6	92	11	18	13	3	14	3	21
1948-49	25	4	87	8	92	57	11	30	19	0	10	138
1949-50	20	7	19	14	0	6	14	25	5	8	21	11
1950-51	18	15	30	35	4	6	110	14	3	20	35	49
1951-52	65	8	71	5	-1	13	20	3	5	21	13	6
1952-53	28	9	15	1	12	19	12	4	25	18	42	24
1953-54	25	12	35	0	16	51	18	57	105	31	2	14
1954-55	4	10	2	11	6	11	5	10	7	13	12	109
1955-56	27	15	73	5	66	30	18	53	9	16	70	33
1956-57	105	28	0	93	14	4	16	37	21	5	6	19
1957-58	56	20	31	24	2	14	39	18	19	0	18	9
1958-59	38	55	34	10	33	18	14	50	6	15	14	57
1959-60	18	71	5	21	39	26	4	23	29	2	0	23
1960-61	24	1	42	4	0	7	3	8	6	8	18	18
1961-62	10	52	4	15	21	2	13	42	8	2	17	40
1962-63	87	17	4	25	12	0	8	9	13	35	19	44
1963-64	2	7	34	7	11	2	3	12	19	11	19	17
1964-65	15	20	61	7	31	11	5	14	26	0	7	9
1965-66	70	17	13	13	13	0	17	10	20	3	15	37
1966-67	64	36	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
1967-68	44	28	0	0	13	55	9	20	9	0	26	2
1968-69	2	29	65	19	14.5	7.5	32.5	31	14.5	1.5	24.5	23.2
1969-70	85	16	2	14.5	0	3	28	14	10.5	2	3	14
1970-71	55	9	-1	3	17	39	10	20	-1	22.5	6	15
1971-72	135	34	85	28	3	23	3	22	8	3	26	33
1972-73	61	32	16	2	2	6	27	28.5	20	61	62	34
1973-74	16	1	16	2	7	48	28	17	4	18	22	5
1974-75	9	0	0	2	30.5	58	7.5	15	34	0	20	55
1975-76	14	7	68	0	21	2	24	17	25	24	15	17
1976-77	25	0	56.5	44	0	8	17	53	36	16.5	10	46
1977-78	15	21	38	-1	10.5	9	5	18	11	8	4	4
1978-79	2.9	10	10	38.5	2	11	5.4	6	8.5	10	4.5	38
1979-80	31.5	2	5	33	35	10	23.5	24.5	10	11.5	19.5	6
1980-81	30	34	0	0	19.5	5.5	59	3.5	73	8.5	24	10.5
1981-82	22	0	2	84	66.5	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

Tabla 1.4 Serie de pluviometrías máximas mensuales de la estación de Lucena del Cid. Fuente: AEMET



Estación del embalse de Alcora (cód. 8497):

AÑO	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
1948-49	-1	-1	-1	-1	-1	30	10	9	11	2	0	41
1949-50	3	6	13	9	2	6	13	27	3	0	15	12
1950-51	6	5	20	19	4	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
1953-54	16	12	19	0	24	58	31	27	-1	-1	-1	-1
1954-55	-1	3	0	7	9	13	3	2	20	20	32	75
1955-56	5	3	90	1	30	40	10	15	0	4	60	46
1956-57	132	5	0	29	3	0	24	34	50	0	10	29
1957-58	80	5	0	42	-1	13	55	18	3	-1	25	2
1958-59	31	32	30	6	20	19	8	65	2	0	5	34
1959-60	13	40	0	10	8	14	0	5	25	0	0	12
1960-61	14	0	21	9	0	4	2	20	4	25	52	19
1961-62	15	39	2	21	20	14	8	45	10	0	2	45
1962-63	112	6	0	7	5	0	3	3	36	25	10	65
1963-64	0	2	30	3	0	0	3	0	7	0	5	25
1964-65	15	2	50	0	3	3	2	7	29	1	2	5
1965-66	65	0	0	0	0	0	5	3	14	0	14	5
1966-67	82	28	0	1	27	10	10	1	0	0	59	2
1967-68	3	35	0	0	7	42	10	2	0	0	20	5
1968-69	0	25	40	2	12	11	18	5	2	0.5	15	25
1969-70	120	16	0.5	4	0	0.5	0	4	7	3	1.5	0
1970-71	62	1.5	59	8	7	30	4	11	4	25	2	20
1971-72	80	30	50	5	3	10	3	5	5	0	20	25
1972-73	88	10	2	0	0.5	2	5	7	8	30	82	5
1973-74	5	2	10	0	2	38	25	2	8	0	30	0
1974-75	5	0	0	0	35	25	2	10	97	5	7	25
1975-76	3	0	30	0	10	2	5	10	20	42	30	15
1976-77	15	1	10	30	0	2	10	44	-1	10	20	15
1977-78	10	20	40	-1	1	0.5	5	30	0	0	-1	0
1978-79	0	5	5	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
1982-83	107.2	19.4	0	0	20.2	3.5	4.7	1	-1	2.5	72.5	15.1
1983-84	2.6	71.4	8	1.3	30	6	27.7	48.2	5	0	19.5	4.7
1984-85	20.5	55.3	6.8	5.1	7.5	6.1	5.4	14.2	0.4	2.3	2.9	-1
1985-86	7.4	11.8	11.4	5.6	4.3	8.4	22.1	3.3	5.9	24.1	0.6	65.7
1986-87	47.5	49	1.9	38	16.9	7.6	7	5.1	14.5	13	-1	4.8
1987-88	17.6	51.4	14.8	32.2	6.4	0.9	40.3	30.3	15	0.2	6.7	32.4
1988-89	63.5	57.2	0	12.6	45.9	22.4	14.2	52.7	22.6	2.1	12.8	44.9
1989-90	7.1	54.2	97	23.4	0.2	24.7	20.8	48.8	7.1	6.7	6.2	40.4
1990-91	98.2	8.5	4.8	20.4	36.3	17.6	43.1	9.5	6.8	12.3	0.6	11.7
1991-92	28.1	34.6	28.9	7.9	16	10.3	12.2	14.7	34	10.8	15.1	54.8
1992-93	24.1	0	67.2	1.4	30.4	25.6	9.1	7.2	4.3	8.8	6.8	14.7
1993-94	54.3	25.5	1.3	0.4	8.2	0.7	-1	16.9	7.4	0	3.4	-1
1994-95	64.5	13.1	0.5	0.3	9.2	2.1	11.8	5.8	5	11.1	13.7	36.2
1995-96	12.4	3.3	23.2	34.6	10.2	11.4	19.1	24.1	8.4	19	19.8	21.3

Tabla 1.5 Serie de pluviometrías máximas mensuales de la estación del embalse de Alcora. Fuente: AEMET

Estación del pantano de Mª Cristina (cód. 8498):

AÑO	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
1949-50	-1	-1	-1	6	0	5	11	38	0	4	10	18
1950-51	25	0	27	38	0	8	68	15	2	11	38	-1
1951-52	85	19	37	3	8	8	17	8	5	6	20	5
1952-53	31	6	37	2	6	15	2	3	22	4	12	32
1953-54	37	15	21	0	7	49	27	27	20	27	4	11
1954-55	4	4	1	7	6	6	5	2	7	10	16	6
1955-56	15	15	82	0	19	14	11	39	12	5	28	30
1956-57	142	22	1	50	10	6	11	17	14	8	7	27
1957-58	96	25	39	30	2	11	50	14	4	0	0	8
1958-59	41	48	30	9	17	19	13	43	18	5	9	42
1959-60	15	81	2	28	18	20	4	25	52	4	3	17
1960-61	20	0	42	6	0	1	0	22	3	0	5	18
1961-62	24	44	2	20	32	14	26	39	12	0	0	29
1962-63	124	26	7	13	6	0	0	6	5	18	7	37
1963-64	0	1	15	2	9	0	5	1	3	4	12	19
1964-65	25	7	42	1	8	10	0	27	18	0	4	6
1965-66	87	24	8	7	8	0	9	8	19	0	8	5
1966-67	114	5	0	10	20	9	16	6	5	0	47	10
1967-68	9	34	0	0	10	45	5	7	11	0	72	1
1968-69	5	19	50	17.8	12	20.6	48	29.7	5.5	2.5	13	38
1969-70	153	18	0	10	0	1	13.8	5.3	13	1	3.4	0
1970-71	47.2	39.2	37.4	3	4.5	26	33.2	17.4	8.3	1	16.5	50
1971-72	119	47.6	76	15.2	9.5	33.5	1	19	8	2.5	16	34.2
1972-73	96	32	5.4	1	1.2	5.3	21	23	23.4	88	85	24.9
1973-74	29.3	4.5	10	1.2	4.2	38	24.3	24.5	6.5	13.3	54	3.8
1974-75	12	0	0	1.9	45.2	35.9	8	23	52	0	15.6	39.5
1975-76	5.5	13	43.7	0	31.2	1.9	9.1	6.7	4.2	14	25	14.5
1976-77	33	2.8	19.5	27.2	2.5	5	17.5	71.8	16.5	23.4	16	43
1977-78	9.2	15.5	22.4	-1	9.5	11.7	10.1	24.8	-1	1.3	-1	56.2
1978-79	5.7	9.5	10	32.4	0.4	5	5.8	12.6	4.6	5	14.5	28.9
1979-80	31	2.8	4.4	23.4	40.8	5.9	39.5	22.5	18.3	19.3	4.8	18.6
1980-81	2.3	29.5	3.2	1.3	35.1	2.8	40.5	2	36.8	2.3	13.2	12.3
1981-82	11.5	0	3.5	27.7	42.2	52.3	62.8	20.1	9.3	0.3	58.5	21
1982-83	74.2	14	0.5	0	14.5	2	2.5	0.7	22.1	1.7	43.5	6.6
1983-84	3	43.1	6.5	2.5	32.1	7.8	21.5	71.1	6.1	0	10	8.5
1984-85	11.2	50.9	7.5	6.2	7.2	6.3	3.9	12.5	3	1.2	4.7	122.7
1985-86	4.5	12.1	6.9	5	9.4	5.5	18.5	1.6	2.7	26.5	0	83.5
1986-87	39.5	14.5	7.7	32	16.1	10	4.7	5.8	2.1	46.3	17.5	11.8
1987-88	53.6	41.2	16.6	24	5.7	0	37.2	30	23.8	0.2	3	33.5
1988-89	58	38.3	0	12.5	56.2	25.6	16.4	41.6	21.9	1.7	11.5	41.1
1989-90	5.8	71.2	93.8	22.5	0	8.9	19.8	40	8.2	6.6	4	39
1990-91	69.3	11.5	5	15.4	42.3	22.8	40.5	10.2	3.9	10	17.2	16
1991-92	13.5	45.5	30	10.8	20.3	12.1	12	16.7	44.6	4	28.6	37.4
1992-93	17.8	0	86	3.1	36.4	24.6	5.1	16.7	2	8	5.2	16.1
1993-94	35	13	1.5	0	4.8	0.5	15.8	14.3	1.5	0	5.9	33
1994-95	92.6	17.1	1.1	0	9.1	3.1	26.7	7.5	3.3	7.3	3.4	22.2
1995-96	7.2	4.8	24	34.5	14.1	2.7	4.6	17.8	10.7	8.3	14.6	22.6

Tabla 1.6 Serie de pluviometrías máximas mensuales de la estación del pantano de Mª Cristina. Fuente: AEMET



## APÉNDICE II: Listados numéricos de las tormentas de diseño empleadas en la simulación

A continuación se muestran los listados numéricos de las curvas IDF empleadas para generar las tormentas de diseño, también mostradas en este apéndice.

### Subcuenca S1A

S1A	T 10	T 25	T50	T100	T200	T500
n	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)
1	162.239	194.553	218.780	243.003	267.528	299.979
2	115.246	138.200	155.410	172.616	190.037	213.089
3	93.293	111.874	125.805	139.734	153.837	172.497
4	79.880	95.789	107.718	119.644	131.719	147.696
5	70.598	84.660	95.202	105.743	116.414	130.536
6	63.690	76.375	85.886	95.395	105.022	117.762
7	58.293	69.903	78.608	87.311	96.123	107.782
8	53.929	64.670	72.723	80.775	88.927	99.713
9	50.308	60.327	67.840	75.351	82.956	93.018
10	47.242	56.651	63.706	70.759	77.901	87.350
11	44.605	53.488	60.149	66.809	73.551	82.473
12	42.305	50.731	57.049	63.365	69.760	78.222
13	40.278	48.301	54.315	60.329	66.418	74.474
14	38.475	46.138	51.883	57.628	63.444	71.140
15	36.857	44.198	49.702	55.205	60.777	68.149
16	35.396	42.446	47.732	53.017	58.367	65.447
17	34.068	40.854	45.941	51.028	56.178	62.992
18	32.855	39.399	44.305	49.211	54.177	60.749
19	31.741	38.063	42.803	47.542	52.341	58.689
20	30.714	36.832	41.418	46.004	50.647	56.790
21	29.763	35.691	40.136	44.580	49.079	55.032
22	28.880	34.632	38.945	43.257	47.622	53.399
23	28.057	33.645	37.835	42.024	46.265	51.877
24	27.288	32.722	36.797	40.871	44.996	50.454
25	26.566	31.858	35.825	39.791	43.807	49.121
26	25.889	31.045	34.911	38.776	42.690	47.868
27	25.251	30.280	34.051	37.821	41.638	46.688
28	24.648	29.558	33.239	36.919	40.645	45.575
29	24.079	28.875	32.471	36.066	39.706	44.522
30	23.540	28.228	31.743	35.258	38.816	43.524
31	23.028	27.614	31.053	34.491	37.972	42.578
32	22.541	27.030	30.396	33.762	37.169	41.678
33	22.078	26.475	29.772	33.068	36.405	40.821
34	21.636	25.945	29.176	32.406	35.677	40.004

S1A	T 10	T 25	T50	T100	T200	T500
n	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)
35	21.214	25.439	28.607	31.775	34.982	39.225
36	20.811	24.956	28.064	31.171	34.317	38.480
37	20.425	24.494	27.544	30.593	33.681	37.766
38	20.056	24.050	27.045	30.040	33.072	37.083
39	19.701	23.625	26.567	29.509	32.487	36.428
40	19.361	23.217	26.109	28.999	31.926	35.799
41	19.034	22.825	25.668	28.509	31.387	35.194
42	18.719	22.448	25.243	28.038	30.868	34.612
43	18.417	22.085	24.835	27.585	30.368	34.052
44	18.125	21.735	24.441	27.147	29.887	33.512
45	17.843	21.397	24.062	26.726	29.423	32.992
46	17.572	21.071	23.695	26.319	28.975	32.490
47	17.309	20.757	23.342	25.926	28.542	32.005
48	17.056	20.453	23.000	25.546	28.124	31.536
49	16.810	20.159	22.669	25.179	27.720	31.082
50	16.573	19.874	22.349	24.823	27.328	30.643
51	16.343	19.598	22.039	24.479	26.949	30.218
52	16.120	19.331	21.738	24.145	26.582	29.806
53	15.904	19.072	21.447	23.822	26.226	29.407
54	15.695	18.821	21.165	23.508	25.880	29.020
55	15.492	18.577	20.890	23.203	25.545	28.644
56	15.294	18.340	20.624	22.908	25.219	28.279
57	15.102	18.110	20.365	22.620	24.903	27.924
58	14.916	17.886	20.114	22.341	24.595	27.579
59	14.734	17.669	19.869	22.069	24.296	27.244
60	14.558	17.457	19.631	21.805	24.005	26.917
61	14.386	17.251	19.400	21.547	23.722	26.600
62	14.219	17.051	19.174	21.297	23.446	26.290
63	14.056	16.855	18.954	21.053	23.177	25.989
64	13.897	16.665	18.740	20.815	22.916	25.695
65	13.742	16.479	18.531	20.583	22.660	25.409
66	13.591	16.298	18.327	20.357	22.411	25.130
67	13.444	16.121	18.129	20.136	22.168	24.857
68	13.300	15.949	17.935	19.920	21.931	24.591
69	13.159	15.780	17.745	19.710	21.699	24.331
70	13.022	15.616	17.560	19.505	21.473	24.078
71	12.888	15.455	17.380	19.304	21.252	23.830
72	12.757	15.298	17.203	19.108	21.036	23.588
73	12.629	15.144	17.030	18.916	20.825	23.351
74	12.504	14.994	16.862	18.728	20.619	23.120
75	12.381	14.847	16.696	18.545	20.417	22.893
76	12.262	14.704	16.535	18.366	20.219	22.672



S1A	T 10	T 25	T50	T100	T200	T500
n	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)
77	12.144	14.563	16.377	18.190	20.026	22.455
78	12.030	14.425	16.222	18.018	19.836	22.242
79	11.917	14.291	16.070	17.849	19.651	22.035
80	11.807	14.159	15.922	17.685	19.469	21.831
81	11.699	14.029	15.776	17.523	19.291	21.631
82	11.593	13.902	15.634	17.365	19.117	21.436
83	11.490	13.778	15.494	17.209	18.946	21.244
84	11.388	13.656	15.357	17.057	18.779	21.056
85	11.288	13.537	15.222	16.908	18.614	20.872
86	11.191	13.420	15.091	16.762	18.453	20.691
87	11.095	13.305	14.961	16.618	18.295	20.514
88	11.001	13.192	14.834	16.477	18.140	20.340
89	10.908	13.081	14.710	16.339	17.988	20.169
90	10.818	12.972	14.588	16.203	17.838	20.002
91	10.729	12.866	14.468	16.070	17.691	19.837
92	10.641	12.761	14.350	15.939	17.547	19.676
93	10.555	12.658	14.234	15.810	17.406	19.517
94	10.471	12.557	14.120	15.684	17.267	19.361
95	10.388	12.457	14.009	15.560	17.130	19.208
96	10.307	12.360	13.899	15.438	16.996	19.057

Tabla 2.1 Valores IDF para cada periodo de retorno de la subcuenca S1A.

Subcuenca S1B

S1B	T 10	T 25	T 50	T 100	T 200	T 500
n	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)
1	174.131	216.238	255.480	315.947	380.196	466.987
2	123.693	153.604	181.479	224.431	270.071	331.722
3	100.131	124.343	146.909	181.679	218.625	268.532
4	85.735	106.466	125.787	155.558	187.192	229.924
5	75.773	94.096	111.172	137.484	165.442	203.209
6	68.358	84.888	100.293	124.030	149.252	183.324
7	62.565	77.694	91.794	113.520	136.605	167.789
8	57.882	71.878	84.922	105.021	126.378	155.227
9	53.995	67.052	79.220	97.969	117.892	144.805
10	50.705	62.966	74.392	92.000	110.708	135.981
11	47.874	59.450	70.239	86.863	104.528	128.389
12	45.406	56.386	66.618	82.385	99.139	121.770
13	43.231	53.684	63.427	78.438	94.389	115.936
14	41.295	51.281	60.587	74.926	90.163	110.745
15	39.559	49.125	58.039	71.776	86.372	106.089
16	37.991	47.177	55.739	68.931	82.949	101.884
17	36.566	45.408	53.648	66.345	79.837	98.062

S1B	T 10	T 25	T 50	T 100	T 200	T 500
n	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)
18	35.264	43.791	51.737	63.983	76.994	94.570
19	34.068	42.306	49.983	61.813	74.384	91.364
20	32.966	40.937	48.366	59.813	71.977	88.407
21	31.945	39.670	46.869	57.962	69.749	85.671
22	30.997	38.492	45.478	56.242	67.679	83.128
23	30.114	37.395	44.182	54.638	65.750	80.759
24	29.288	36.370	42.970	53.140	63.946	78.544
25	28.514	35.409	41.834	51.736	62.256	76.468
26	27.786	34.505	40.767	50.416	60.669	74.518
27	27.102	33.655	39.762	49.173	59.173	72.681
28	26.455	32.852	38.814	48.001	57.762	70.948
29	25.844	32.093	37.917	46.892	56.427	69.309
30	25.265	31.374	37.068	45.841	55.163	67.756
31	24.715	30.692	36.262	44.844	53.963	66.282
32	24.193	30.043	35.495	43.896	52.823	64.881
33	23.696	29.426	34.766	42.994	51.737	63.548
34	23.222	28.837	34.070	42.134	50.702	62.276
35	22.769	28.275	33.406	41.313	49.714	61.063
36	22.337	27.738	32.771	40.528	48.769	59.902
37	21.923	27.224	32.164	39.777	47.866	58.792
38	21.526	26.731	31.582	39.057	47.000	57.729
39	21.146	26.259	31.024	38.367	46.169	56.708
40	20.780	25.805	30.488	37.704	45.371	55.729
41	20.429	25.369	29.973	37.067	44.605	54.787
42	20.092	24.950	29.478	36.455	43.868	53.882
43	19.767	24.546	29.001	35.865	43.158	53.010
44	19.453	24.157	28.541	35.296	42.474	52.170
45	19.151	23.782	28.098	34.748	41.814	51.360
46	18.860	23.420	27.670	34.219	41.178	50.578
47	18.578	23.070	27.257	33.708	40.563	49.823
48	18.306	22.732	26.858	33.214	39.969	49.093
49	18.043	22.405	26.471	32.737	39.394	48.387
50	17.788	22.089	26.098	32.274	38.838	47.703
51	17.541	21.783	25.736	31.827	38.299	47.042
52	17.302	21.486	25.385	31.393	37.777	46.401
53	17.070	21.198	25.045	30.972	37.271	45.779
54	16.845	20.919	24.715	30.564	36.780	45.176
55	16.627	20.648	24.395	30.168	36.303	44.591
56	16.415	20.384	24.084	29.784	35.841	44.022
57	16.209	20.129	23.782	29.410	35.391	43.470
58	16.009	19.880	23.488	29.047	34.954	42.933
59	15.814	19.638	23.202	28.694	34.529	42.411



S1B	T 10	T 25	T 50	T 100	T 200	T 500
n	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)
60	15.625	19.403	22.924	28.350	34.115	41.903
61	15.440	19.174	22.654	28.015	33.713	41.408
62	15.261	18.951	22.390	27.690	33.321	40.927
63	15.086	18.734	22.134	27.372	32.939	40.458
64	14.915	18.522	21.884	27.063	32.566	40.001
65	14.749	18.316	21.640	26.761	32.203	39.555
66	14.587	18.114	21.402	26.467	31.849	39.120
67	14.429	17.918	21.170	26.180	31.504	38.696
68	14.275	17.726	20.943	25.900	31.167	38.282
69	14.124	17.539	20.722	25.627	30.838	37.878
70	13.977	17.356	20.506	25.359	30.516	37.483
71	13.833	17.178	20.295	25.098	30.202	37.097
72	13.692	17.003	20.089	24.843	29.896	36.720
73	13.555	16.832	19.887	24.594	29.595	36.351
74	13.420	16.666	19.690	24.350	29.302	35.991
75	13.289	16.502	19.497	24.112	29.015	35.639
76	13.160	16.343	19.308	23.878	28.734	35.294
77	13.034	16.186	19.124	23.650	28.459	34.956
78	12.911	16.033	18.943	23.426	28.190	34.626
79	12.791	15.883	18.766	23.207	27.927	34.302
80	12.672	15.737	18.592	22.993	27.669	33.985
81	12.557	15.593	18.423	22.783	27.416	33.674
82	12.443	15.452	18.256	22.577	27.168	33.370
83	12.332	15.314	18.093	22.375	26.925	33.072
84	12.223	15.178	17.933	22.177	26.687	32.779
85	12.116	15.046	17.776	21.983	26.454	32.492
86	12.011	14.915	17.622	21.793	26.225	32.211
87	11.908	14.788	17.471	21.606	26.000	31.935
88	11.807	14.662	17.323	21.423	25.779	31.664
89	11.708	14.539	17.178	21.243	25.563	31.398
90	11.611	14.418	17.035	21.067	25.351	31.138
91	11.515	14.300	16.895	20.893	25.142	30.881
92	11.421	14.183	16.757	20.723	24.937	30.630
93	11.329	14.069	16.622	20.556	24.736	30.383
94	11.239	13.956	16.489	20.392	24.538	30.140
95	11.150	13.846	16.358	20.230	24.344	29.901
96	11.062	13.737	16.230	20.072	24.153	29.667

Tabla 2.2 Valores IDF para cada periodo de retorno de la subcuena S1B.

Subcuena S2

S2	T 10	T 25	T 50	T 100	T 200	T 500
n	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)
1	149.129	186.964	248.010	412.912	591.096	826.268
2	105.933	132.809	176.173	293.311	419.882	586.936
3	85.754	107.510	142.613	237.437	339.898	475.130
4	73.425	92.053	122.109	203.300	291.029	406.818
5	64.894	81.357	107.921	179.679	257.215	359.550
6	58.543	73.396	97.360	162.096	232.044	324.365
7	53.582	67.176	89.110	148.359	212.381	296.878
8	49.571	62.147	82.439	137.253	196.481	274.653
9	46.242	57.974	76.904	128.037	183.288	256.211
10	43.425	54.442	72.217	120.235	172.119	240.599
11	41.000	51.402	68.185	113.522	162.510	227.166
12	38.887	48.752	64.670	107.670	154.133	215.456
13	37.024	46.417	61.572	102.512	146.748	205.133
14	35.366	44.338	58.815	97.922	140.178	195.948
15	33.879	42.474	56.343	93.805	134.284	187.710
16	32.536	40.790	54.109	90.086	128.961	180.269
17	31.316	39.260	52.079	86.707	124.123	173.507
18	30.200	37.862	50.225	83.619	119.703	167.328
19	29.176	36.579	48.522	80.784	115.645	161.655
20	28.232	35.395	46.952	78.170	111.903	156.424
21	27.358	34.299	45.498	75.750	108.439	151.582
22	26.546	33.281	44.148	73.502	105.221	147.084
23	25.790	32.333	42.890	71.407	102.222	142.891
24	25.083	31.446	41.714	69.449	99.418	138.973
25	24.420	30.615	40.611	67.614	96.791	135.300
26	23.797	29.834	39.575	65.889	94.322	131.849
27	23.210	29.099	38.600	64.265	91.997	128.599
28	22.657	28.405	37.679	62.732	89.803	125.532
29	22.133	27.749	36.809	61.283	87.728	122.632
30	21.637	27.127	35.984	59.910	85.763	119.884
31	21.167	26.537	35.201	58.607	83.897	117.277
32	20.719	25.976	34.457	57.368	82.124	114.798
33	20.294	25.442	33.749	56.189	80.436	112.439
34	19.888	24.933	33.074	55.065	78.827	110.189
35	19.500	24.447	32.429	53.992	77.291	108.042
36	19.129	23.983	31.813	52.966	75.822	105.989
37	18.775	23.538	31.224	51.984	74.417	104.025
38	18.435	23.112	30.659	51.044	73.071	102.143
39	18.109	22.704	30.117	50.142	71.779	100.337
40	17.797	22.312	29.597	49.276	70.539	98.604
41	17.496	21.935	29.097	48.443	69.348	96.939



S2	T 10	T 25	T 50	T 100	T 200	T 500
n	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)
42	17.207	21.572	28.616	47.643	68.202	95.336
43	16.928	21.223	28.153	46.872	67.098	93.794
44	16.660	20.887	27.707	46.129	66.035	92.307
45	16.401	20.562	27.276	45.413	65.009	90.874
46	16.152	20.249	26.861	44.721	64.020	89.490
47	15.911	19.947	26.460	44.053	63.064	88.154
48	15.677	19.655	26.072	43.408	62.140	86.863
49	15.452	19.372	25.697	42.784	61.246	85.613
50	15.234	19.099	25.335	42.180	60.381	84.405
51	15.022	18.834	24.983	41.595	59.544	83.234
52	14.818	18.577	24.643	41.028	58.732	82.099
53	14.619	18.328	24.313	40.478	57.945	80.999
54	14.427	18.087	23.992	39.945	57.182	79.932
55	14.240	17.852	23.681	39.427	56.441	78.897
56	14.058	17.625	23.380	38.925	55.722	77.891
57	13.882	17.404	23.086	38.436	55.023	76.914
58	13.710	17.189	22.801	37.962	54.343	75.964
59	13.544	16.980	22.524	37.500	53.682	75.040
60	13.381	16.776	22.254	37.051	53.039	74.141
61	13.224	16.578	21.991	36.614	52.413	73.266
62	13.070	16.386	21.736	36.188	51.804	72.414
63	12.920	16.198	21.487	35.773	51.210	71.584
64	12.774	16.015	21.244	35.369	50.631	70.775
65	12.632	15.836	21.007	34.975	50.067	69.987
66	12.493	15.662	20.776	34.590	49.517	69.217
67	12.357	15.492	20.551	34.215	48.980	68.467
68	12.225	15.327	20.331	33.849	48.456	67.734
69	12.096	15.165	20.116	33.491	47.944	67.019
70	11.970	15.007	19.907	33.142	47.444	66.320
71	11.847	14.852	19.702	32.801	46.956	65.638
72	11.726	14.701	19.501	32.468	46.479	64.971
73	11.609	14.554	19.306	32.142	46.012	64.319
74	11.494	14.409	19.114	31.823	45.556	63.681
75	11.381	14.268	18.927	31.512	45.110	63.057
76	11.271	14.130	18.744	31.207	44.673	62.447
77	11.163	13.995	18.565	30.908	44.246	61.850
78	11.057	13.863	18.389	30.616	43.828	61.265
79	10.954	13.733	18.217	30.330	43.418	60.692
80	10.853	13.606	18.049	30.050	43.017	60.132
81	10.754	13.482	17.884	29.775	42.624	59.582
82	10.657	13.360	17.722	29.506	42.239	59.044
83	10.561	13.241	17.564	29.242	41.861	58.516

S2	T 10	T 25	T 50	T 100	T 200	T 500
n	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)
84	10.468	13.124	17.409	28.984	41.491	57.998
85	10.376	13.009	17.256	28.730	41.128	57.491
86	10.286	12.896	17.107	28.481	40.772	56.993
87	10.198	12.786	16.960	28.237	40.422	56.505
88	10.112	12.677	16.816	27.998	40.080	56.026
89	10.027	12.571	16.675	27.763	39.743	55.555
90	9.944	12.466	16.537	27.532	39.413	55.094
91	9.862	12.364	16.401	27.305	39.089	54.640
92	9.781	12.263	16.267	27.083	38.770	54.195
93	9.703	12.164	16.136	26.864	38.457	53.758
94	9.625	12.067	16.007	26.650	38.150	53.328
95	9.549	11.971	15.880	26.439	37.848	52.906
96	9.474	11.877	15.756	26.232	37.551	52.491

Tabla 2.3 Valores IDF para cada periodo de retorno de la subcuena S2.

Subcuena S3

S3	T 10	T 25	T 50	T 100	T 200	T 500
n	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)
1	156.176	187.371	212.287	242.003	272.243	312.409
2	110.939	133.098	150.797	171.906	193.386	221.919
3	89.806	107.744	122.072	139.159	156.548	179.645
4	76.894	92.253	104.521	119.152	134.040	153.817
5	67.960	81.534	92.377	105.308	118.466	135.945
6	61.309	73.556	83.337	95.002	106.873	122.642
7	56.114	67.322	76.275	86.952	97.817	112.249
8	51.913	62.282	70.564	80.442	90.494	103.845
9	48.427	58.100	65.826	75.041	84.418	96.873
10	45.476	54.560	61.815	70.468	79.274	90.970
11	42.937	51.514	58.364	66.534	74.848	85.891
12	40.724	48.858	55.355	63.104	70.989	81.463
13	38.773	46.518	52.703	60.081	67.588	77.560
14	37.037	44.435	50.344	57.391	64.562	74.088
15	35.480	42.567	48.227	54.978	61.848	70.973
16	34.073	40.879	46.315	52.799	59.396	68.159
17	32.795	39.346	44.578	50.818	57.168	65.602
18	31.627	37.945	42.990	49.008	55.132	63.266
19	30.555	36.658	41.533	47.347	53.263	61.121
20	29.566	35.472	40.189	45.815	51.539	59.144
21	28.651	34.374	38.945	44.396	49.944	57.313
22	27.801	33.354	37.789	43.079	48.462	55.612
23	27.008	32.403	36.712	41.851	47.080	54.027
24	26.268	31.514	35.705	40.703	45.789	52.545



S3	T 10	T 25	T 50	T 100	T 200	T 500
n	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)
25	25.573	30.682	34.762	39.628	44.579	51.156
26	24.921	29.899	33.875	38.617	43.442	49.852
27	24.307	29.162	33.040	37.665	42.371	48.623
28	23.727	28.467	32.252	36.767	41.361	47.463
29	23.179	27.809	31.507	35.917	40.405	46.367
30	22.660	27.186	30.801	35.113	39.500	45.328
31	22.167	26.595	30.131	34.349	38.641	44.342
32	21.698	26.033	29.494	33.623	37.824	43.405
33	21.252	25.497	28.888	32.932	37.047	42.513
34	20.827	24.987	28.310	32.273	36.306	41.662
35	20.421	24.500	27.758	31.644	35.598	40.850
36	20.033	24.035	27.231	31.043	34.922	40.074
37	19.662	23.589	26.726	30.467	34.275	39.331
38	19.306	23.163	26.243	29.916	33.654	38.620
39	18.965	22.753	25.779	29.388	33.060	37.937
40	18.638	22.360	25.334	28.880	32.489	37.282
41	18.323	21.983	24.906	28.392	31.940	36.652
42	18.020	21.619	24.494	27.923	31.412	36.046
43	17.728	21.269	24.098	27.471	30.904	35.463
44	17.447	20.932	23.716	27.036	30.414	34.901
45	17.176	20.607	23.348	26.616	29.942	34.359
46	16.915	20.293	22.992	26.211	29.486	33.836
47	16.662	19.990	22.649	25.819	29.045	33.331
48	16.418	19.698	22.317	25.441	28.620	32.842
49	16.182	19.414	21.996	25.075	28.208	32.370
50	15.954	19.140	21.685	24.721	27.810	31.913
51	15.732	18.875	21.385	24.378	27.424	31.470
52	15.518	18.617	21.093	24.046	27.050	31.042
53	15.310	18.368	20.811	23.724	26.688	30.626
54	15.108	18.126	20.536	23.411	26.337	30.222
55	14.913	17.891	20.270	23.108	25.995	29.831
56	14.722	17.663	20.012	22.813	25.664	29.450
57	14.538	17.442	19.761	22.527	25.342	29.081
58	14.358	17.226	19.517	22.249	25.029	28.722
59	14.184	17.017	19.280	21.978	24.725	28.372
60	14.014	16.813	19.049	21.715	24.428	28.033
61	13.848	16.614	18.824	21.459	24.140	27.702
62	13.687	16.421	18.605	21.209	23.859	27.380
63	13.530	16.233	18.392	20.966	23.586	27.066
64	13.377	16.050	18.184	20.729	23.319	26.760
65	13.228	15.871	17.981	20.498	23.060	26.462
66	13.083	15.696	17.784	20.273	22.806	26.171

S3	T 10	T 25	T 50	T 100	T 200	T 500
n	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)
67	12.941	15.526	17.591	20.053	22.559	25.887
68	12.803	15.360	17.402	19.838	22.317	25.610
69	12.667	15.198	17.219	19.629	22.082	25.340
70	12.535	15.039	17.039	19.424	21.852	25.076
71	12.406	14.885	16.864	19.224	21.627	24.817
72	12.280	14.733	16.692	19.029	21.407	24.565
73	12.157	14.585	16.525	18.838	21.192	24.319
74	12.037	14.441	16.361	18.651	20.982	24.078
75	11.919	14.299	16.201	18.469	20.776	23.842
76	11.803	14.161	16.044	18.290	20.575	23.611
77	11.690	14.026	15.891	18.115	20.379	23.385
78	11.580	13.893	15.740	17.944	20.186	23.164
79	11.472	13.763	15.593	17.776	19.997	22.948
80	11.366	13.636	15.449	17.612	19.812	22.736
81	11.262	13.511	15.308	17.451	19.631	22.528
82	11.160	13.389	15.170	17.293	19.454	22.324
83	11.060	13.269	15.034	17.139	19.280	22.125
84	10.962	13.152	14.901	16.987	19.110	21.929
85	10.867	13.037	14.771	16.838	18.942	21.737
86	10.772	12.924	14.643	16.693	18.778	21.549
87	10.680	12.813	14.517	16.550	18.617	21.364
88	10.590	12.705	14.394	16.409	18.460	21.183
89	10.501	12.598	14.273	16.271	18.305	21.005
90	10.413	12.493	14.155	16.136	18.152	20.831
91	10.328	12.391	14.038	16.003	18.003	20.659
92	10.244	12.290	13.924	15.873	17.856	20.491
93	10.161	12.191	13.812	15.745	17.712	20.326
94	10.080	12.093	13.701	15.619	17.571	20.163
95	10	11.997	13.593	15.496	17.432	20.004
96	9.922	11.903	13.486	15.374	17.295	19.847

Tabla 2.4 Valores IDF para cada periodo de retorno de la subcuenca S3.

Resto de cuencas del sistema

Resto de cuencas	T 10	T 25	T 50	T 100	T 200	T 500
n	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)
1	154.215	183.855	205.930	227.881	249.584	278.263
2	109.546	130.601	146.282	161.875	177.291	197.663
3	88.679	105.723	118.416	131.039	143.519	160.010
4	75.929	90.522	101.391	112.199	122.884	137.005
5	67.107	80.005	89.610	99.162	108.606	121.086
6	60.540	72.175	80.841	89.459	97.978	109.237



ALTERNATIVA SUR.

Resto de cuencas	T 10	T 25	T 50	T 100	T 200	T 500
n	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)
7	55.410	66.059	73.991	81.878	89.676	99.980
8	51.261	61.114	68.452	75.748	82.962	92.495
9	47.819	57.010	63.855	70.662	77.392	86.285
10	44.905	53.536	59.964	66.356	72.676	81.027
11	42.398	50.547	56.617	62.652	68.618	76.503
12	40.213	47.942	53.698	59.422	65.081	72.559
13	38.286	45.645	51.125	56.575	61.963	69.083
14	36.572	43.601	48.836	54.042	59.189	65.990
15	35.034	41.768	46.783	51.770	56.700	63.215
16	33.646	40.112	44.928	49.718	54.453	60.710
17	32.383	38.608	43.243	47.853	52.410	58.432
18	31.230	37.233	41.703	46.148	50.544	56.351
19	30.171	35.970	40.289	44.584	48.830	54.441
20	29.195	34.806	38.986	43.141	47.250	52.679
21	28.291	33.729	37.779	41.806	45.787	51.049
22	27.452	32.728	36.658	40.565	44.428	49.534
23	26.669	31.795	35.613	39.409	43.162	48.122
24	25.938	30.923	34.636	38.328	41.978	46.802
25	25.252	30.106	33.721	37.315	40.869	45.565
26	24.608	29.338	32.861	36.363	39.827	44.403
27	24.002	28.615	32.051	35.467	38.845	43.308
28	23.429	27.933	31.286	34.621	37.919	42.276
29	22.888	27.287	30.563	33.821	37.042	41.299
30	22.375	26.676	29.879	33.064	36.213	40.374
31	21.889	26.096	29.229	32.344	35.425	39.495
32	21.426	25.544	28.611	31.661	34.676	38.661
33	20.986	25.019	28.023	31.010	33.963	37.866
34	20.566	24.519	27.462	30.390	33.284	37.109
35	20.165	24.041	26.927	29.797	32.635	36.385
36	19.782	23.584	26.416	29.231	32.015	35.694
37	19.415	23.147	25.926	28.690	31.422	35.032
38	19.064	22.728	25.457	28.170	30.853	34.399
39	18.727	22.326	25.007	27.673	30.308	33.791
40	18.404	21.941	24.575	27.195	29.785	33.207
41	18.093	21.570	24.160	26.735	29.281	32.646
42	17.794	21.214	23.761	26.293	28.798	32.107
43	17.506	20.870	23.376	25.868	28.332	31.587
44	17.228	20.540	23.006	25.458	27.883	31.086
45	16.961	20.221	22.648	25.063	27.450	30.604
46	16.703	19.913	22.304	24.681	27.032	30.138
47	16.453	19.615	21.971	24.313	26.628	29.688

Resto de cuencas	T 10	T 25	T 50	T 100	T 200	T 500
n	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)
48	16.212	19.328	21.649	23.956	26.238	29.253
49	15.979	19.050	21.337	23.612	25.861	28.832
50	15.753	18.781	21.036	23.278	25.495	28.425
51	15.535	18.521	20.744	22.956	25.142	28.031
52	15.323	18.268	20.462	22.643	24.799	27.649
53	15.118	18.023	20.187	22.339	24.467	27.278
54	14.919	17.786	19.922	22.045	24.145	26.919
55	14.725	17.556	19.663	21.759	23.832	26.570
56	14.538	17.332	19.413	21.482	23.528	26.231
57	14.355	17.114	19.169	21.213	23.233	25.902
58	14.178	16.903	18.932	20.951	22.946	25.582
59	14.006	16.697	18.702	20.696	22.667	25.271
60	13.838	16.497	18.478	20.448	22.395	24.969
61	13.674	16.303	18.260	20.207	22.131	24.674
62	13.515	16.113	18.048	19.972	21.874	24.387
63	13.361	15.928	17.841	19.743	21.623	24.108
64	13.210	15.748	17.639	19.520	21.379	23.835
65	13.062	15.573	17.443	19.302	21.140	23.569
66	12.919	15.402	17.251	19.090	20.908	23.310
67	12.779	15.235	17.064	18.883	20.681	23.058
68	12.642	15.072	16.881	18.681	20.460	22.811
69	12.508	14.913	16.703	18.484	20.244	22.570
70	12.378	14.757	16.529	18.291	20.033	22.335
71	12.251	14.605	16.359	18.103	19.827	22.105
72	12.126	14.457	16.193	17.919	19.625	21.880
73	12.005	14.312	16.030	17.739	19.428	21.661
74	11.885	14.170	15.871	17.563	19.236	21.446
75	11.769	14.031	15.716	17.391	19.047	21.236
76	11.655	13.895	15.564	17.223	18.863	21.030
77	11.544	13.762	15.415	17.058	18.682	20.829
78	11.435	13.632	15.269	16.897	18.506	20.632
79	11.328	13.505	15.126	16.739	18.333	20.439
80	11.223	13.380	14.987	16.584	18.163	20.251
81	11.120	13.258	14.850	16.432	17.997	20.066
82	11.020	13.138	14.715	16.284	17.835	19.884
83	10.921	13.021	14.584	16.138	17.675	19.706
84	10.825	12.905	14.455	15.996	17.519	19.532
85	10.730	12.792	14.328	15.856	17.366	19.361
86	10.637	12.682	14.204	15.718	17.215	19.194
87	10.546	12.573	14.083	15.584	17.068	19.029
88	10.457	12.466	13.963	15.452	16.923	18.868



Resto de cuencas	T 10	T 25	T 50	T 100	T 200	T 500
n	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)	iT(t)
89	10.369	12.362	13.846	15.322	16.781	18.709
90	10.283	12.259	13.731	15.195	16.642	18.554
91	10.198	12.158	13.618	15.070	16.505	18.401
92	10.115	12.059	13.507	14.947	16.370	18.251
93	10.033	11.962	13.398	14.826	16.238	18.104
94	9.953	11.866	13.291	14.708	16.108	17.959
95	9.874	11.772	13.186	14.591	15.981	17.817
96	9.797	11.680	13.082	14.477	15.856	17.678

Tabla 2.5 Valores IDF para cada periodo de retorno del resto de cuencas del sistema.

A continuación se muestran las tormentas de diseño para cada cuenca y periodo de retorno:

Subcuenca S1A

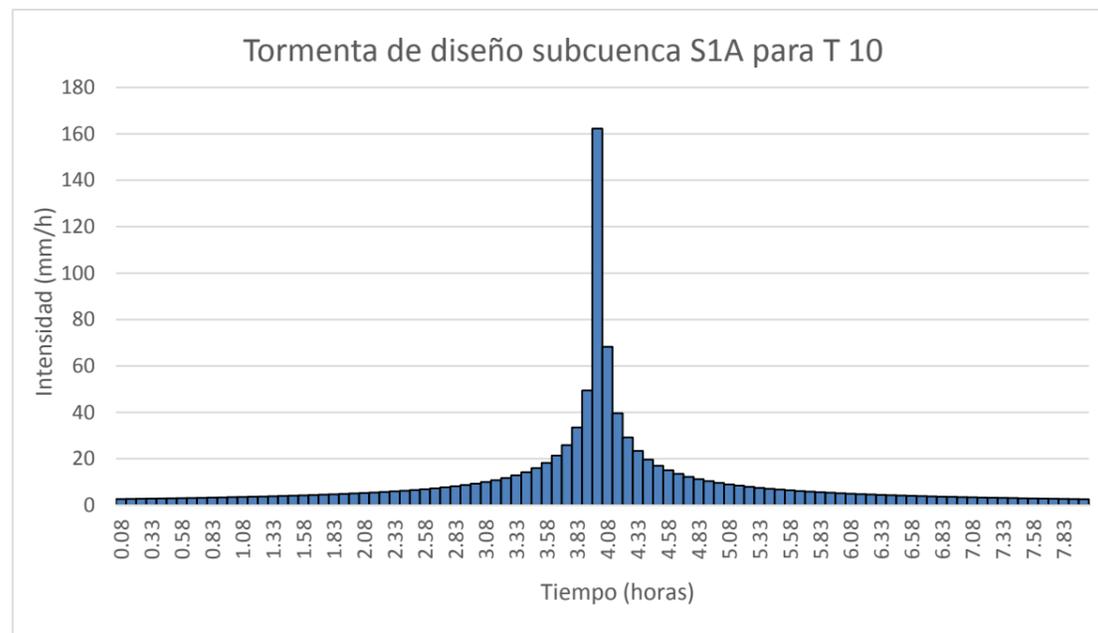


Fig. 2.1 Tormenta de diseño de la subcuenca S1A para un periodo de retorno de 10 años.

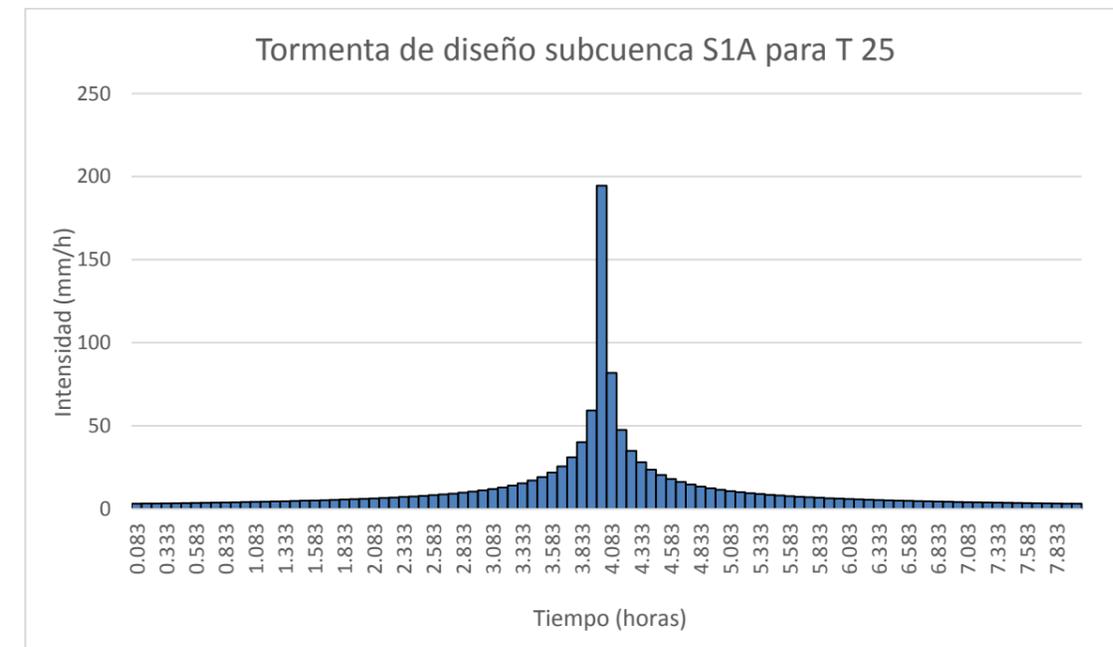


Fig. 2.2 Tormenta de diseño de la subcuenca S1A para un periodo de retorno de 25 años.

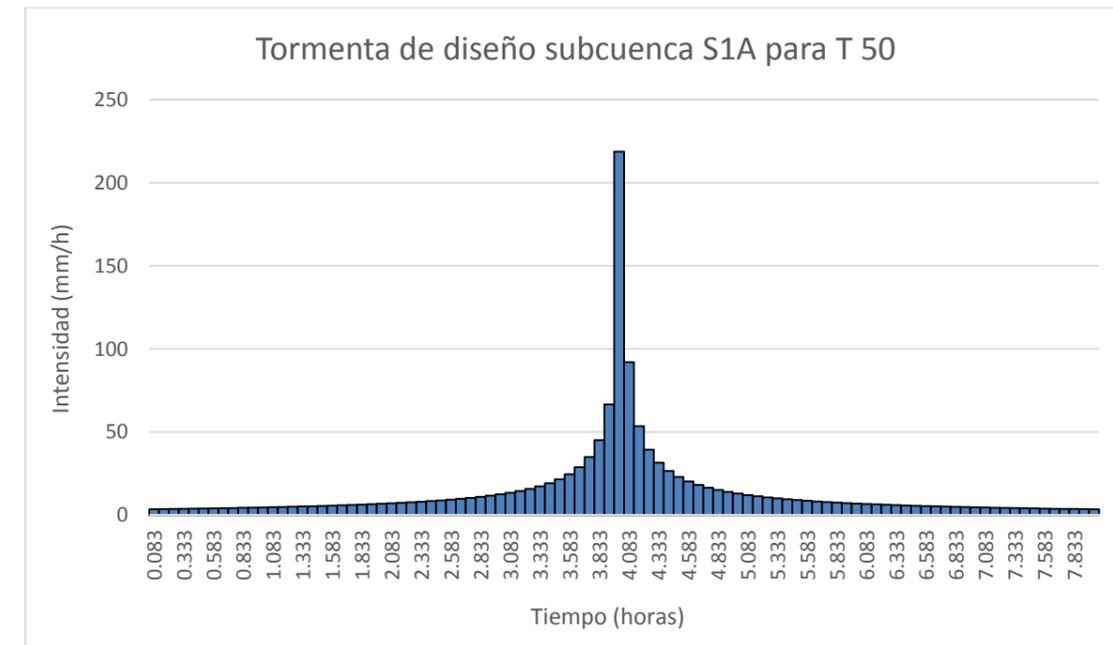


Fig. 2.3 Tormenta de diseño de la subcuenca S1A para un periodo de retorno de 50 años.

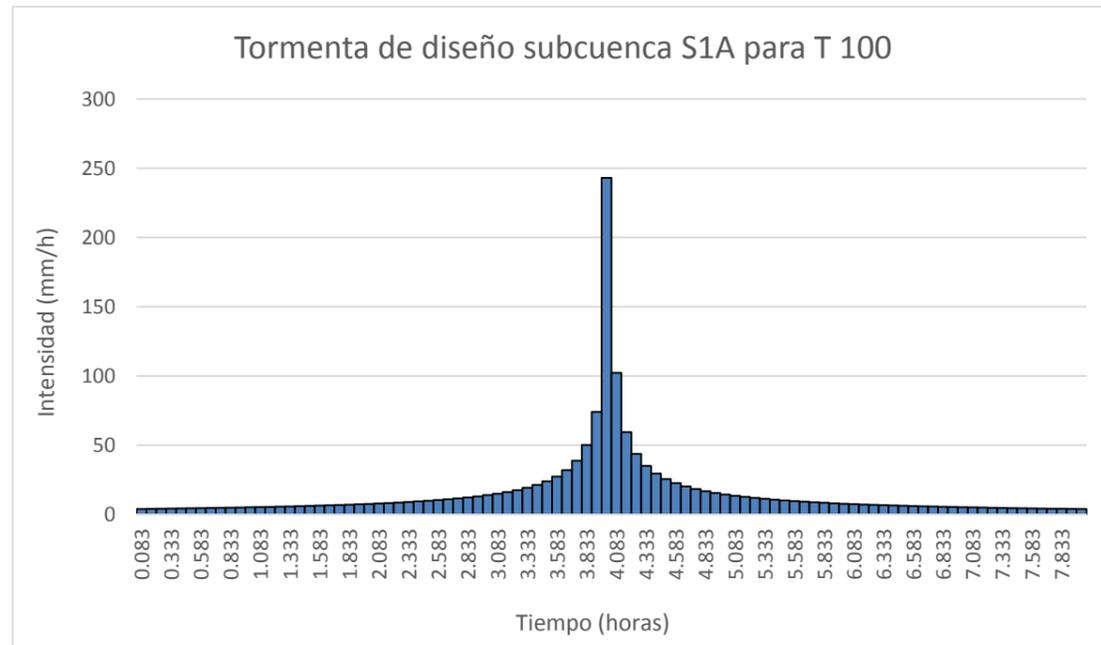


Fig. 2.4 Tormenta de diseño de la subcuena S1A para un periodo de retorno de 100 años.

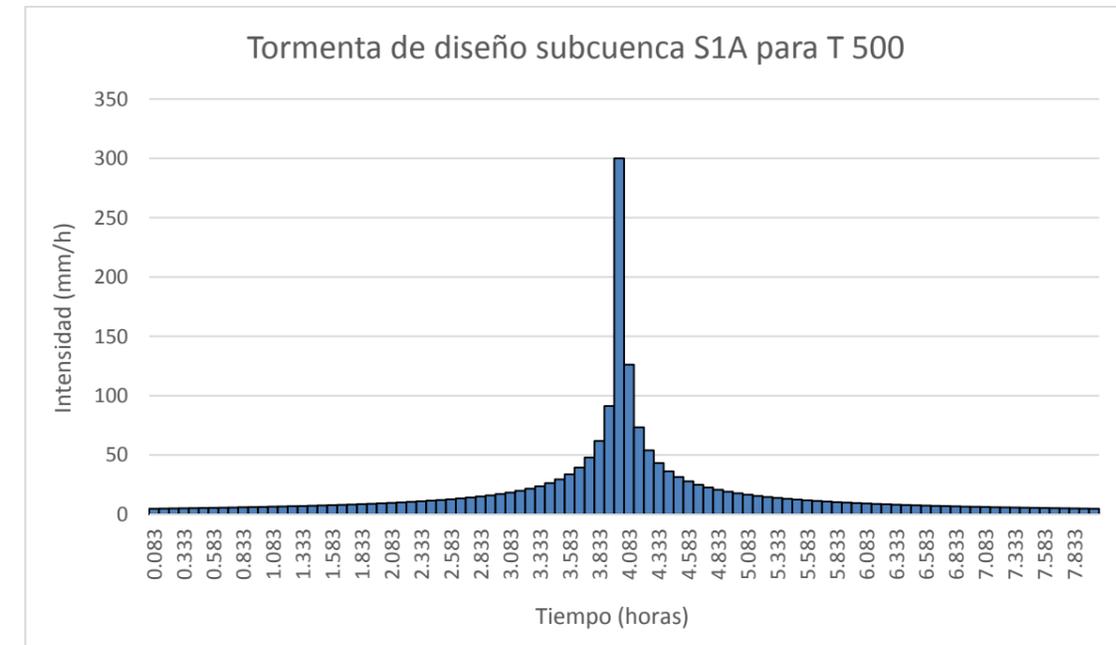


Fig. 2.6 Tormenta de diseño de la subcuena S1A para un periodo de retorno de 500 años.

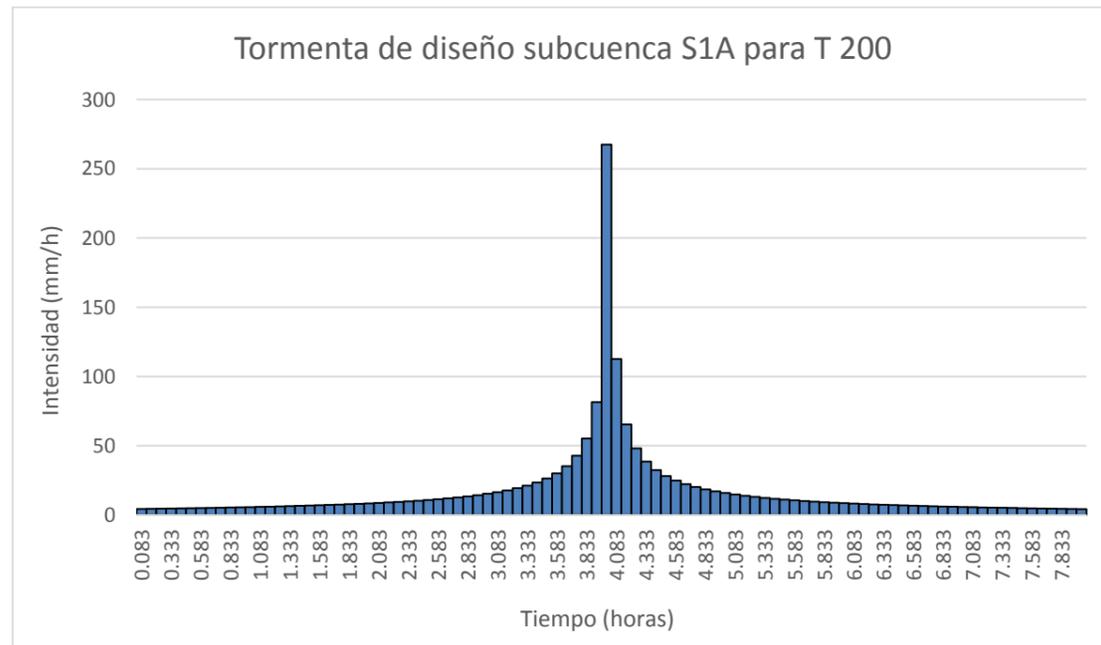


Fig. 2.5 Tormenta de diseño de la subcuena S1A para un periodo de retorno de 200 años.

Subcuena S1B

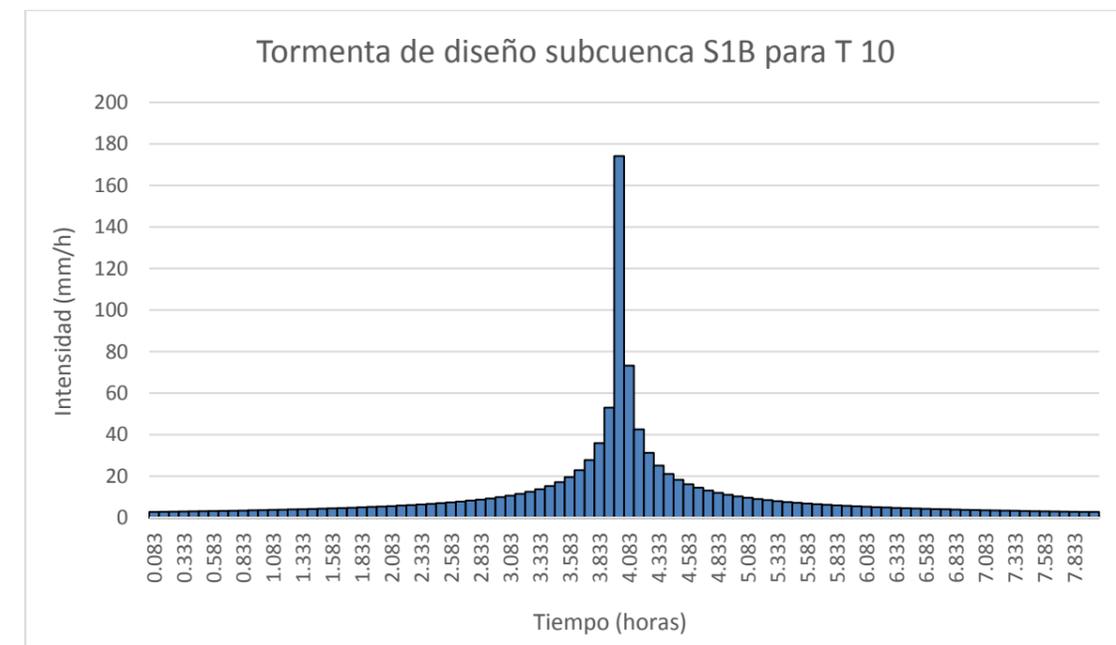


Fig. 2.7 Tormenta de diseño de la subcuena S1B para un periodo de retorno de 10 años.

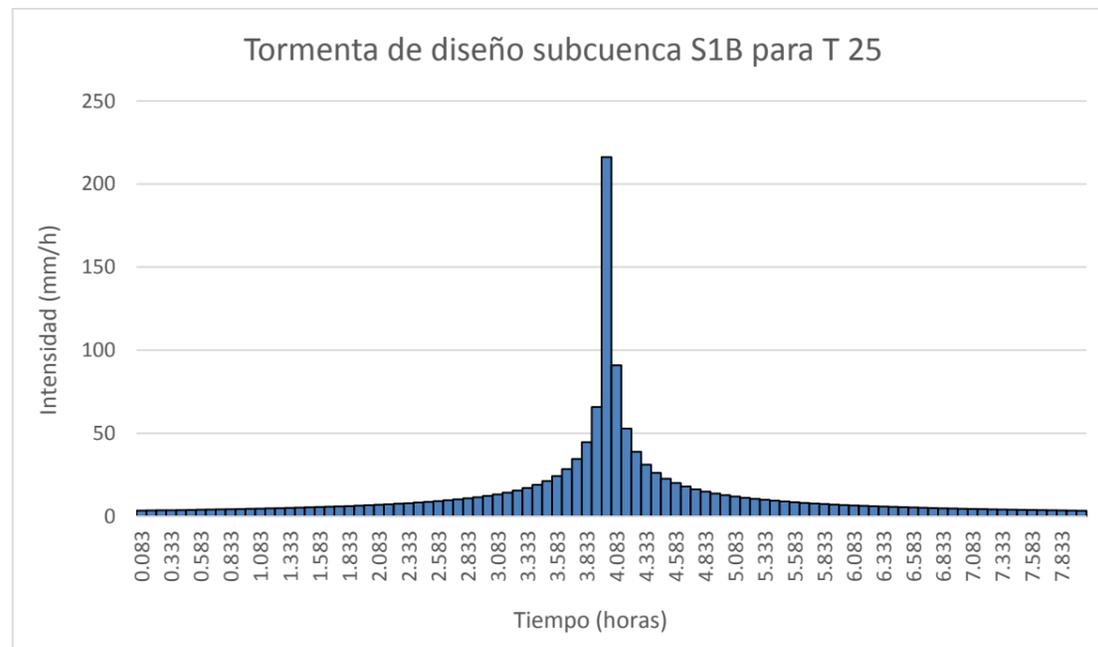


Fig. 2.8 Tormenta de diseño de la subcuena S1B para un periodo de retorno de 25 años.

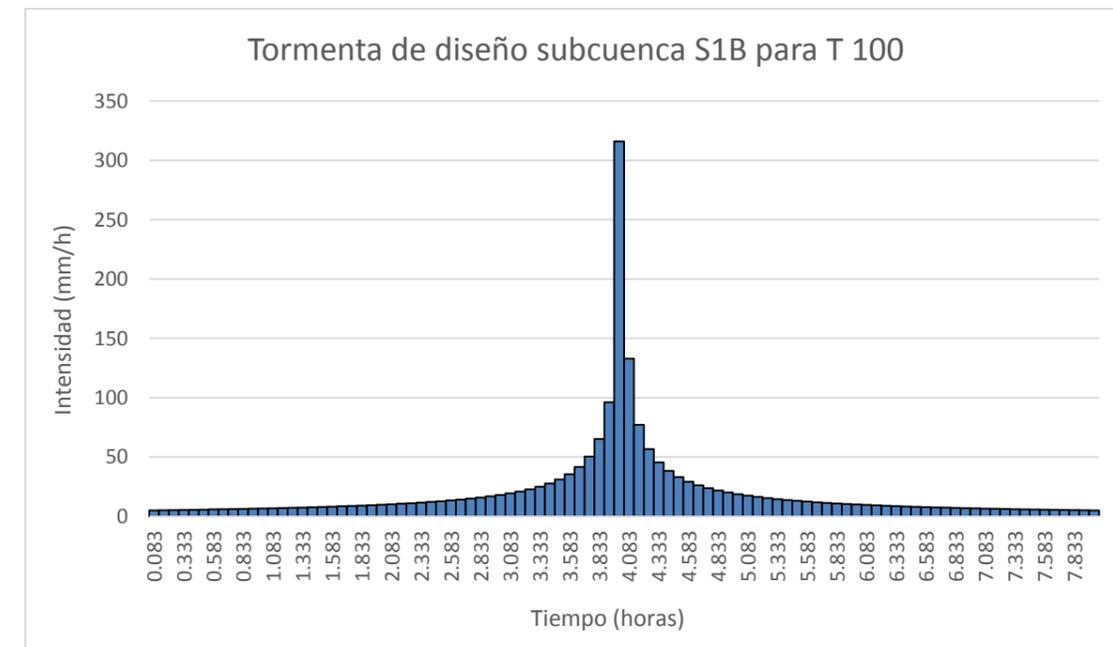


Fig. 2.10 Tormenta de diseño de la subcuena S1B para un periodo de retorno de 100 años.

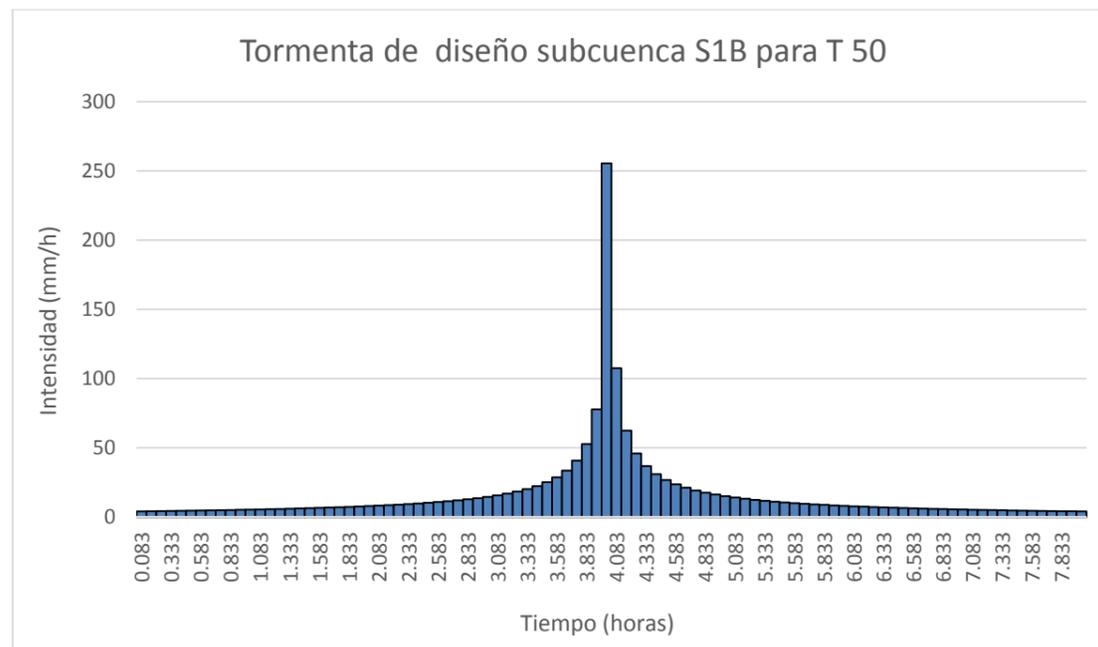


Fig. 2.9 Tormenta de diseño de la subcuena S1B para un periodo de retorno de 50 años.

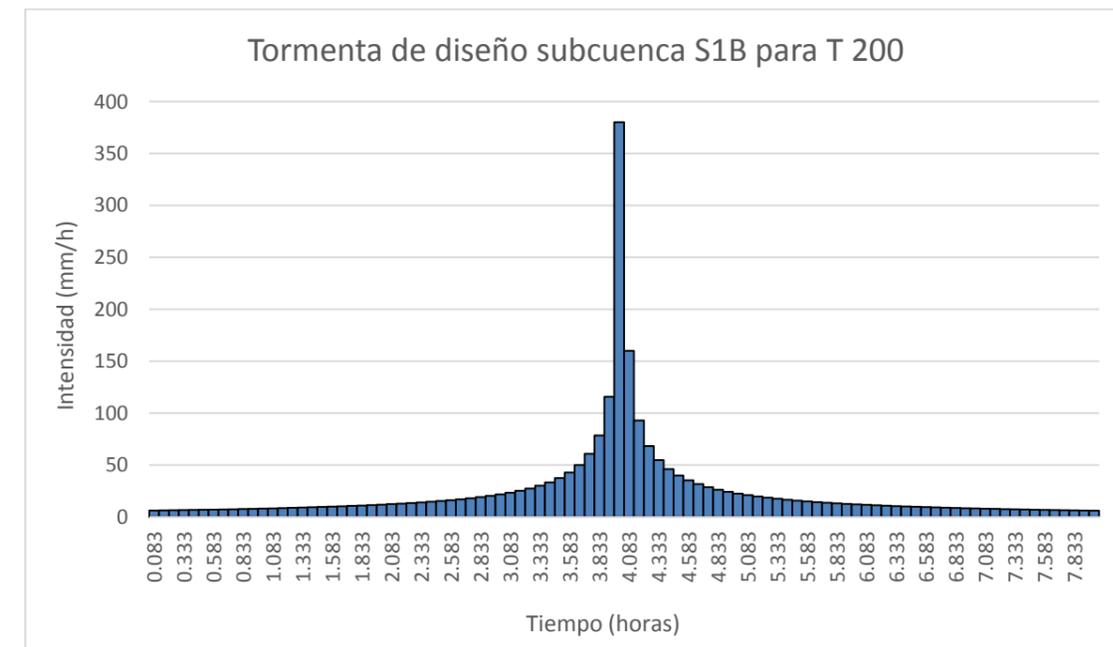


Fig. 2.11 Tormenta de diseño de la subcuena S1B para un periodo de retorno de 200 años.

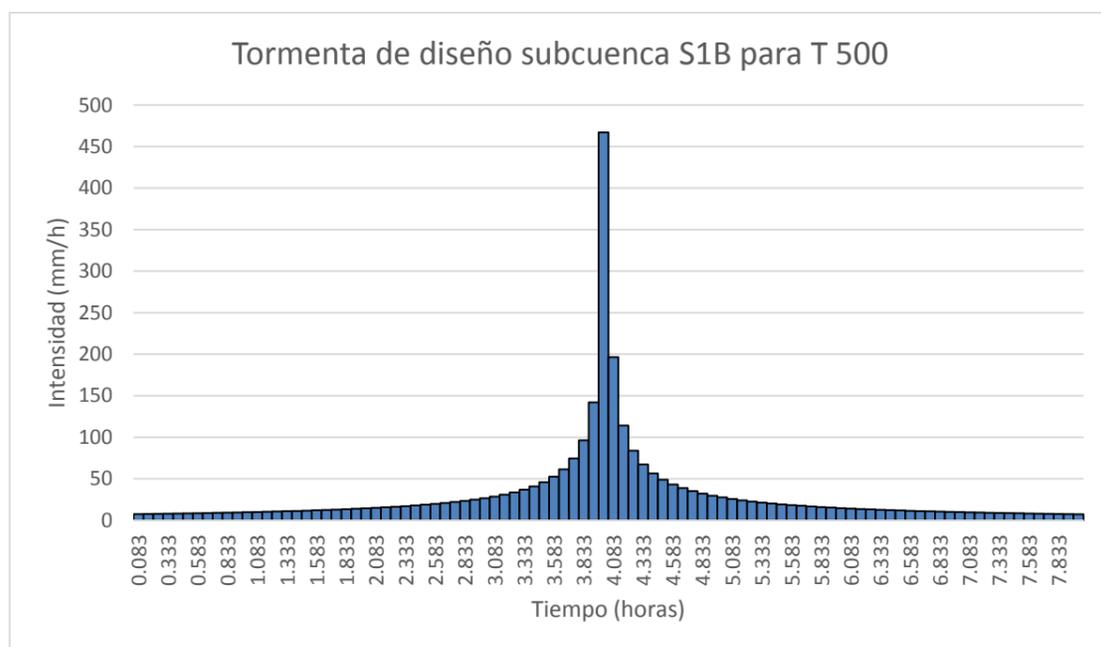


Fig. 2.12 Tormenta de diseño de la subcuenca S1B para un periodo de retorno de 500 años.

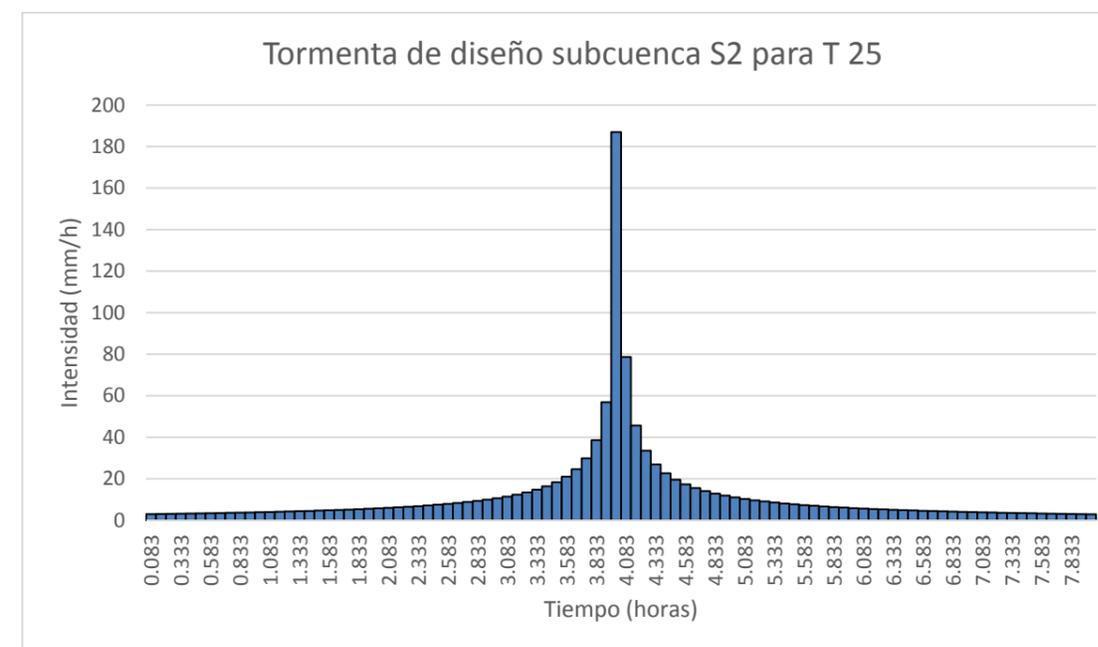


Fig. 2.14 Tormenta de diseño de la subcuenca S2 para un periodo de retorno de 25 años.

Subcuenca S2

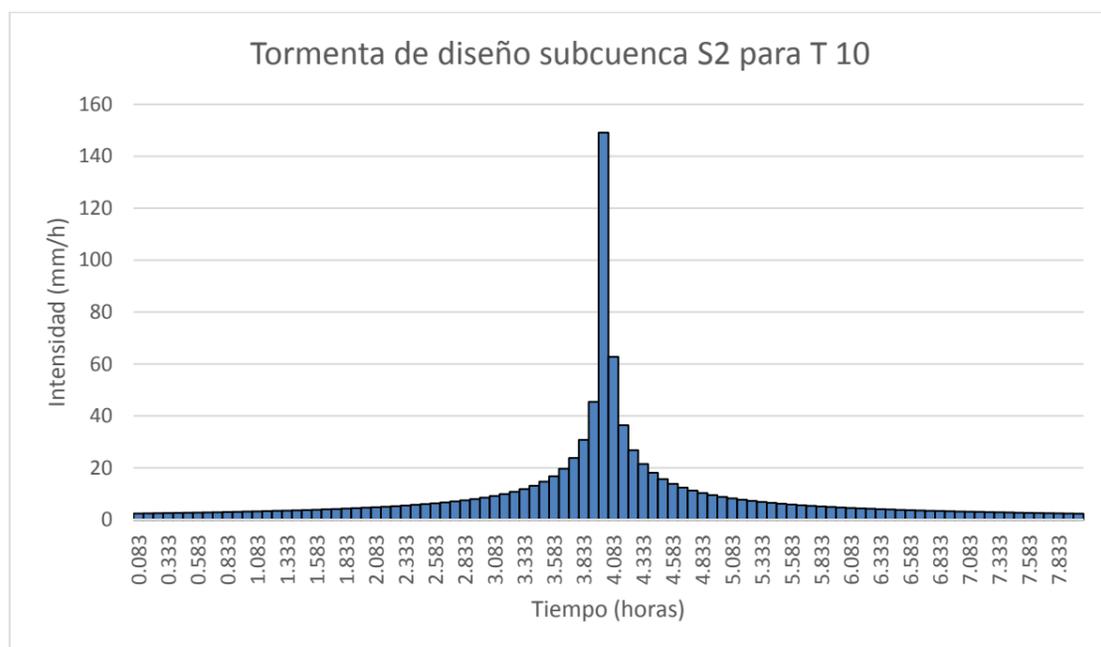


Fig. 2.13 Tormenta de diseño de la subcuenca S2 para un periodo de retorno de 10 años.

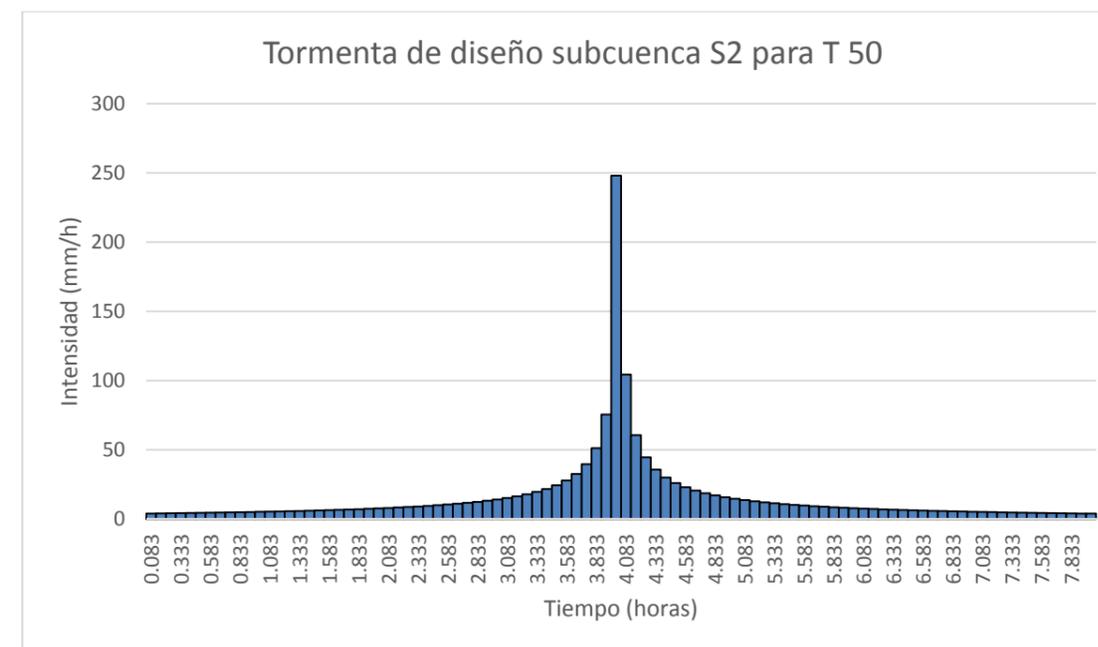


Fig. 2.15 Tormenta de diseño de la subcuenca S2 para un periodo de retorno de 50 años.

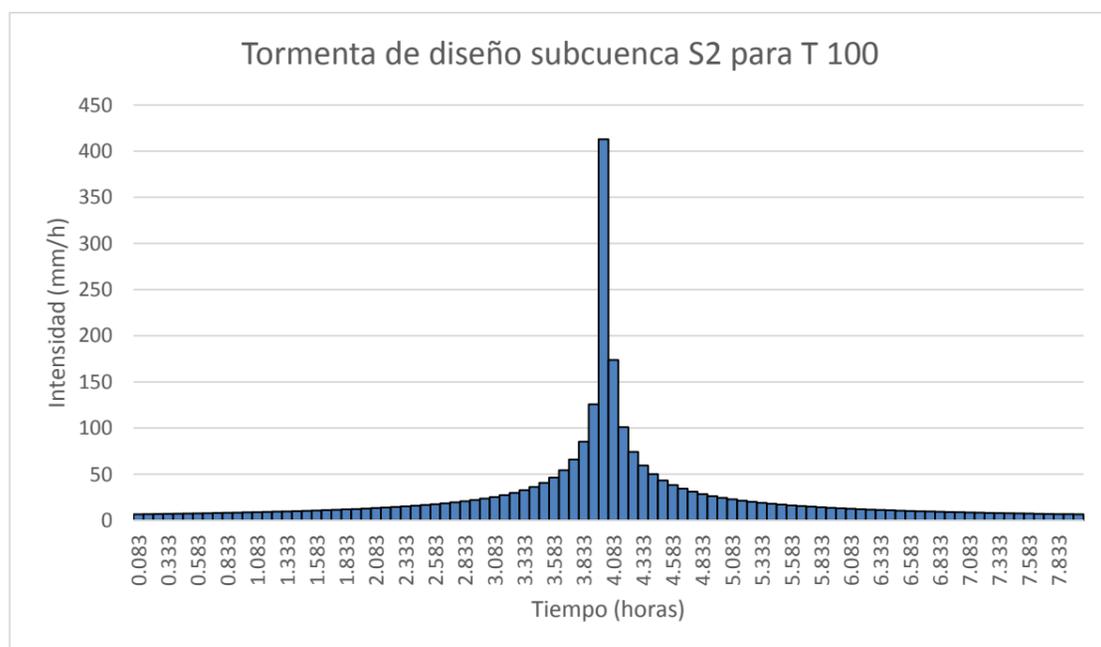


Fig. 2.16 Tormenta de diseño de la subcuenca S2 para un periodo de retorno de 100 años.

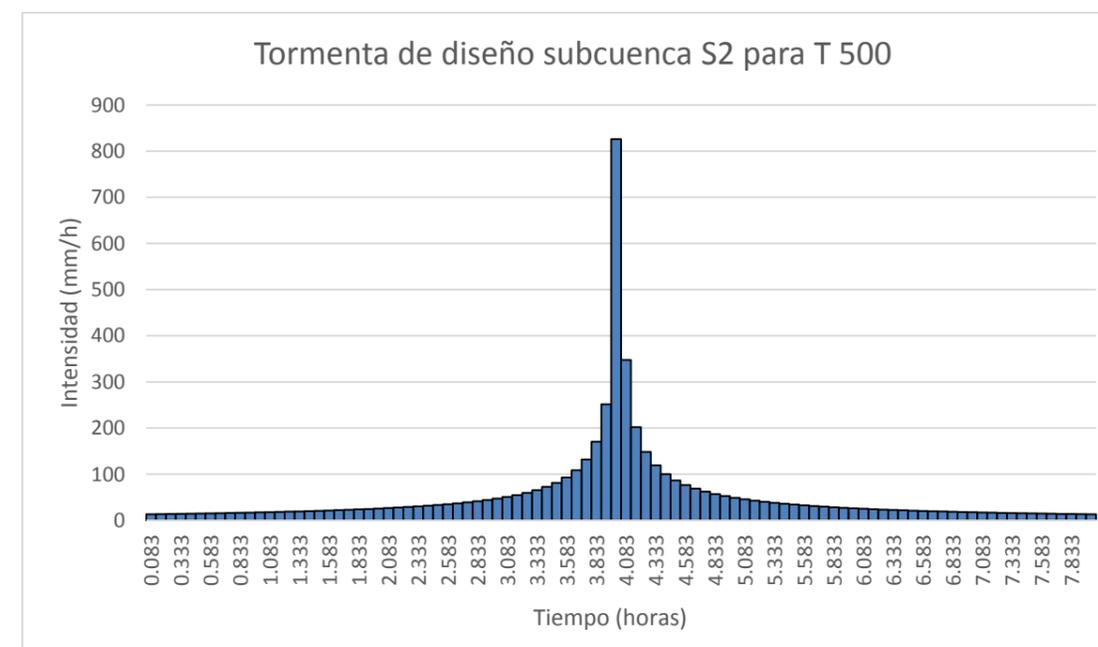


Fig. 2.18 Tormenta de diseño de la subcuenca S2 para un periodo de retorno de 500 años.

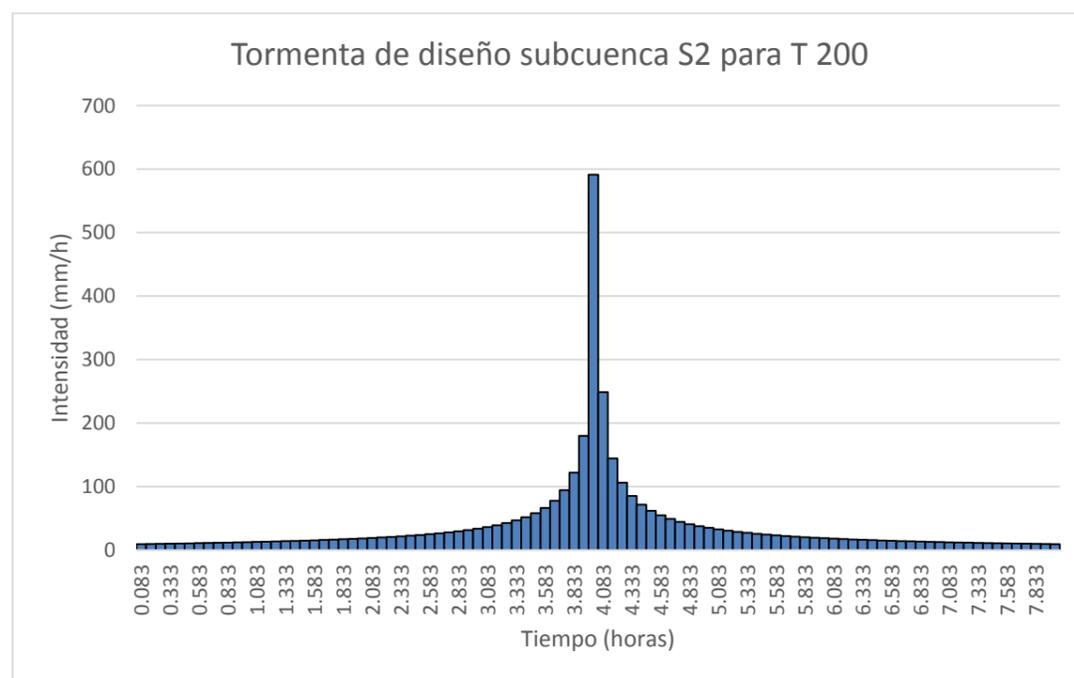


Fig. 2.17 Tormenta de diseño de la subcuenca S2 para un periodo de retorno de 200 años.

Subcuenca S3

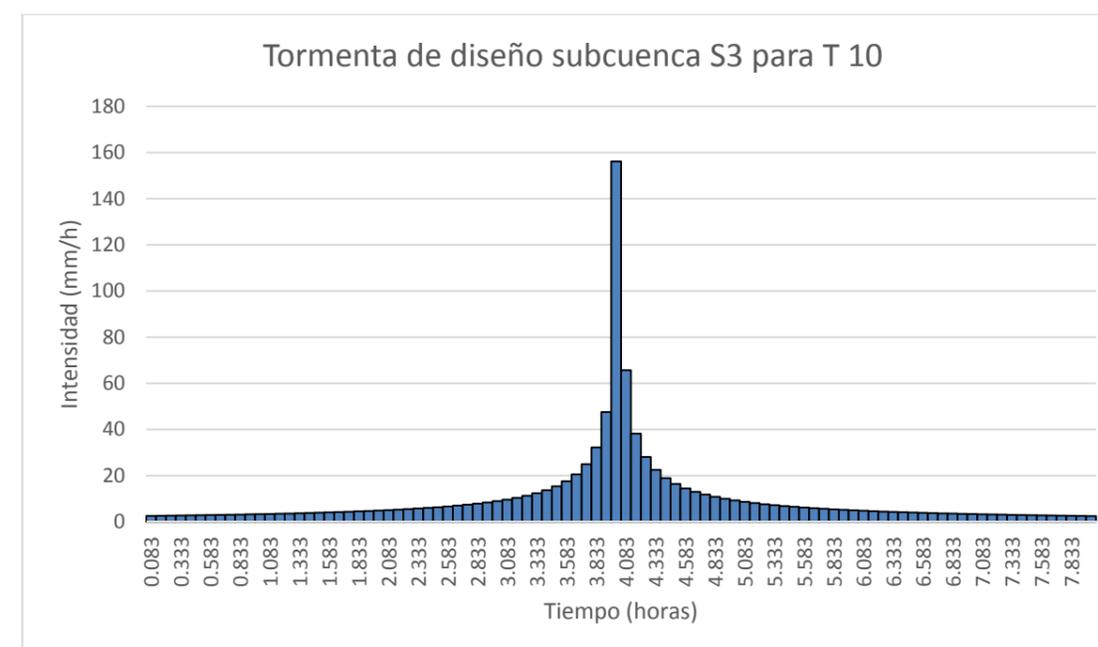


Fig. 2.19 Tormenta de diseño de la subcuenca S3 para un periodo de retorno de 10 años.

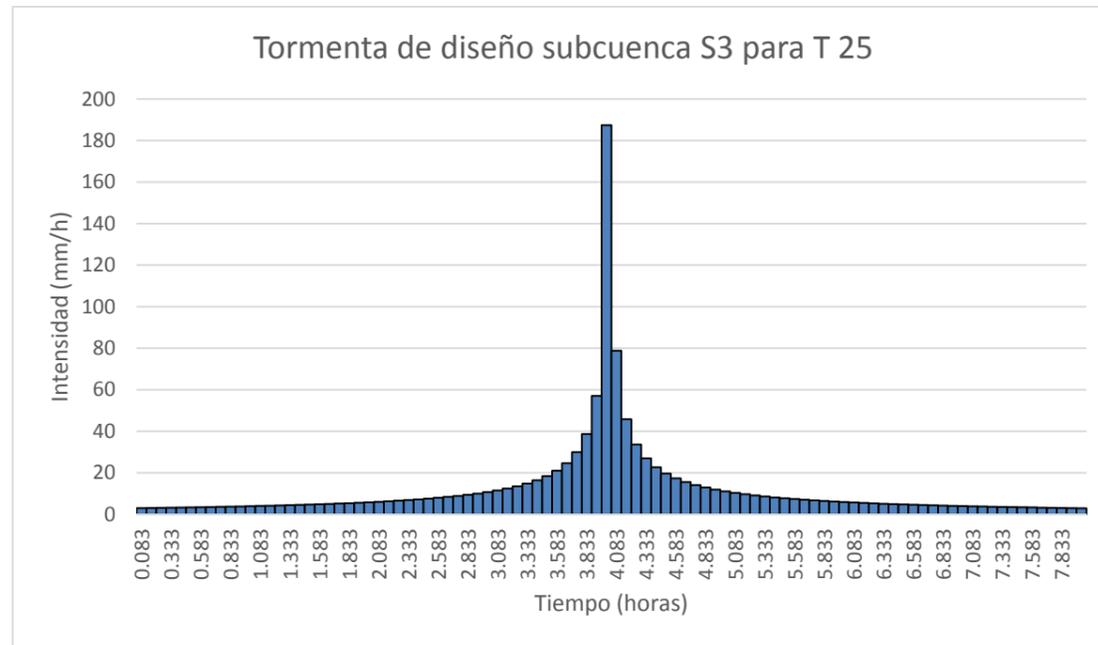


Fig. 2.20 Tormenta de diseño de la subcuena S3 para un periodo de retorno de 25 años.

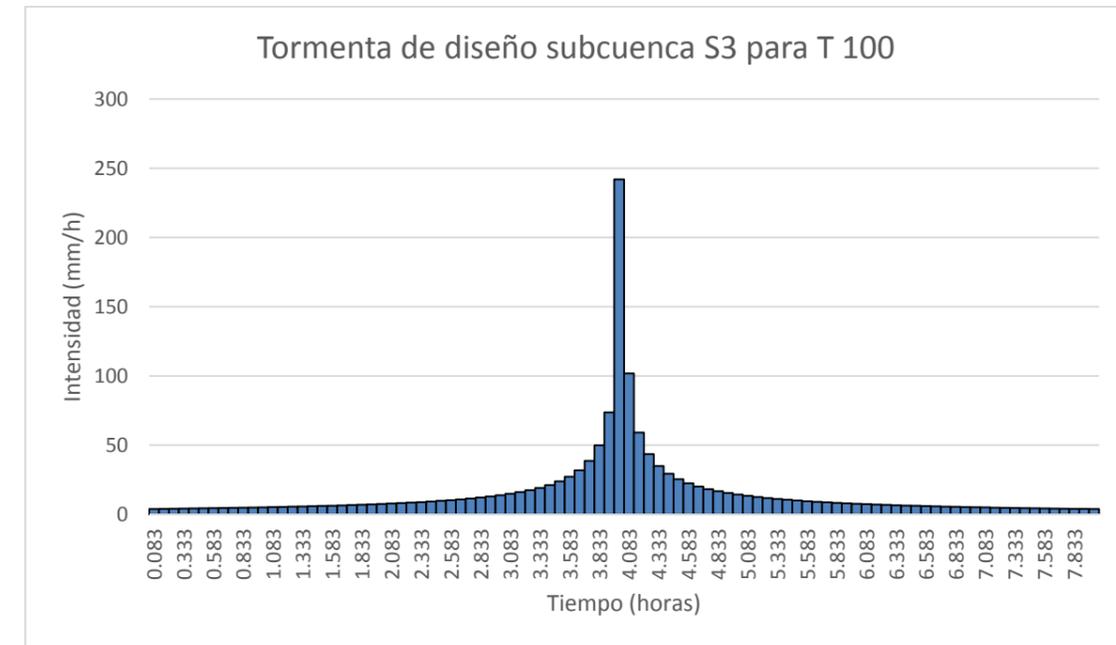


Fig. 2.22 Tormenta de diseño de la subcuena S3 para un periodo de retorno de 100 años.

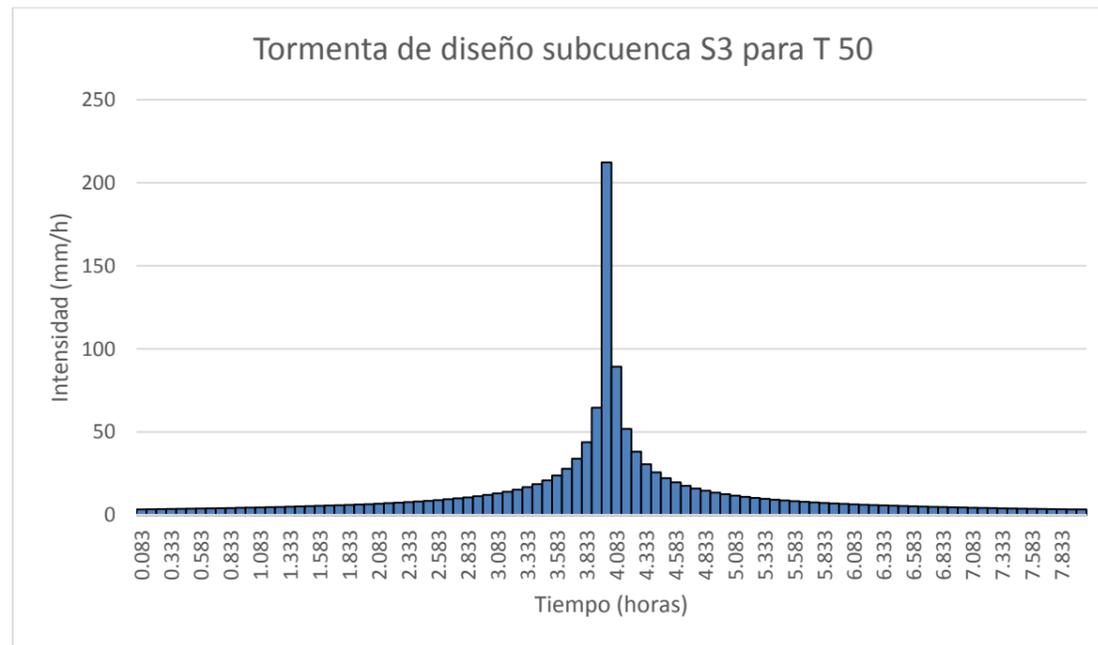


Fig. 2.21 Tormenta de diseño de la subcuena S3 para un periodo de retorno de 50 años.

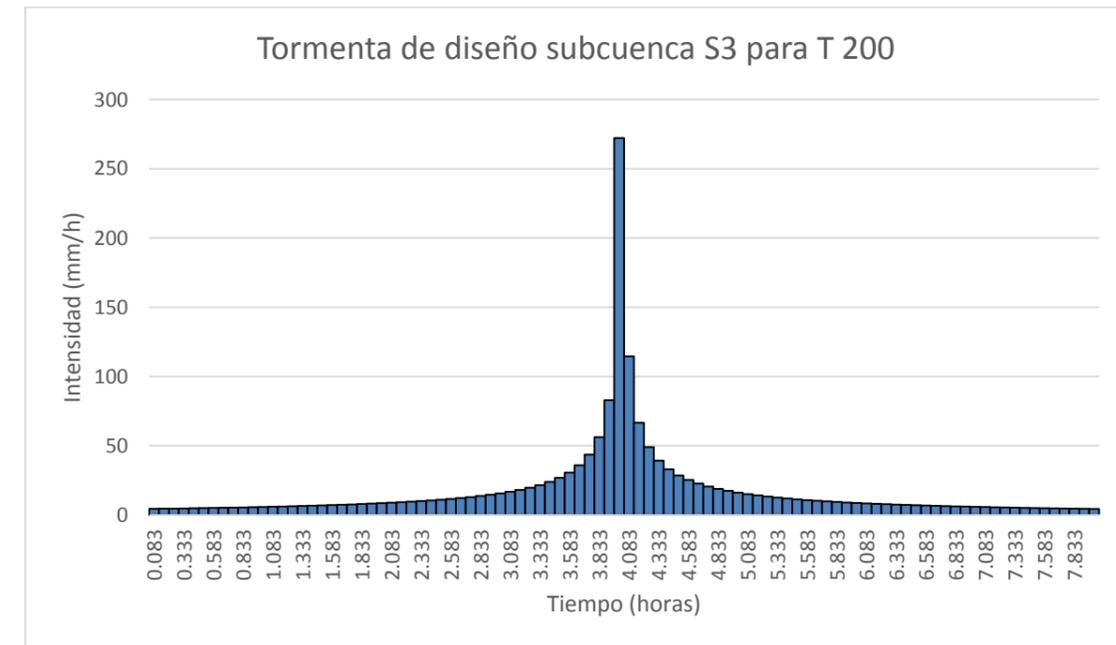


Fig. 2.23 Tormenta de diseño de la subcuena S3 para un periodo de retorno de 200 años.

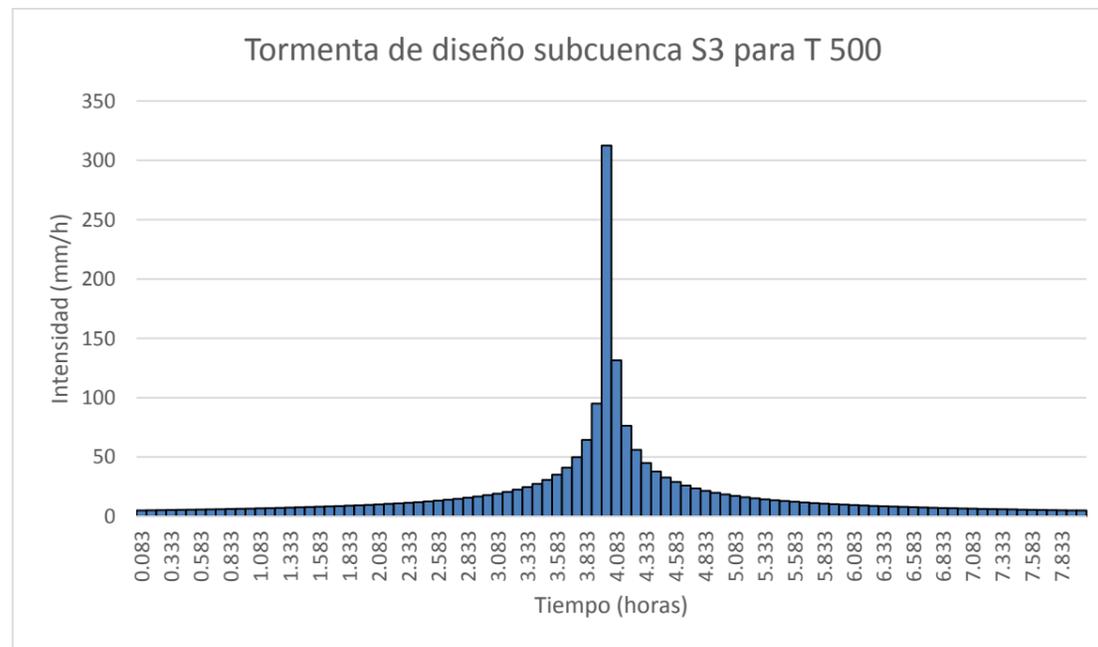


Fig. 2.24 Tormenta de diseño de la subcuenca S3 para un periodo de retorno de 500 años.

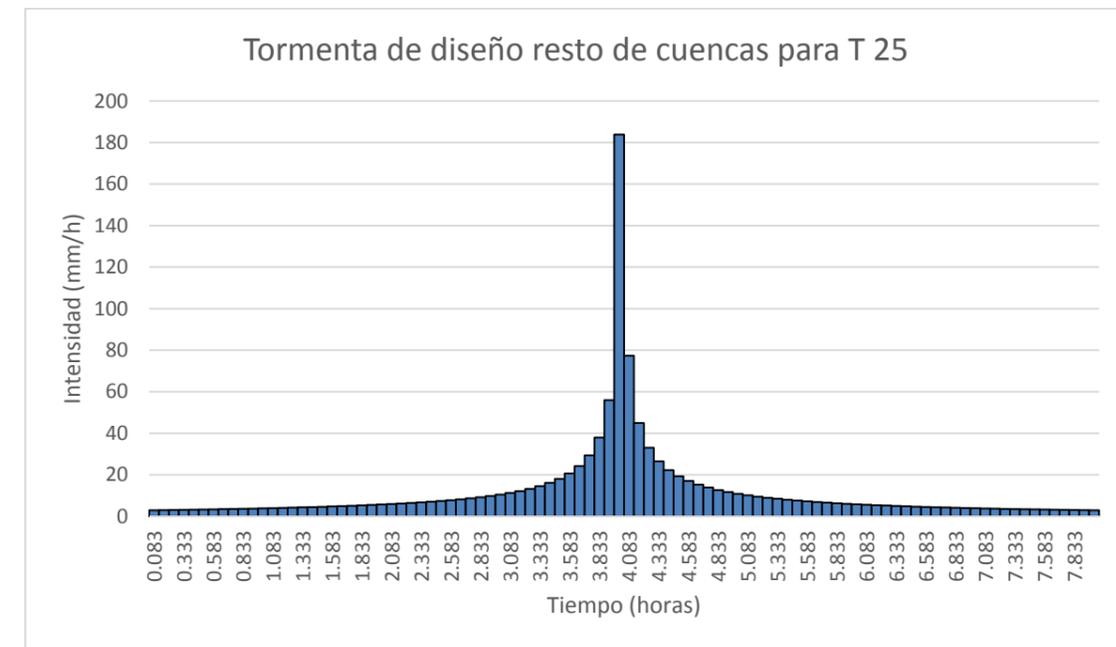


Fig. 2.26 Tormenta de diseño del resto de cuencas del sistema para un periodo de retorno de 25 años.

Resto de cuencas del sistema

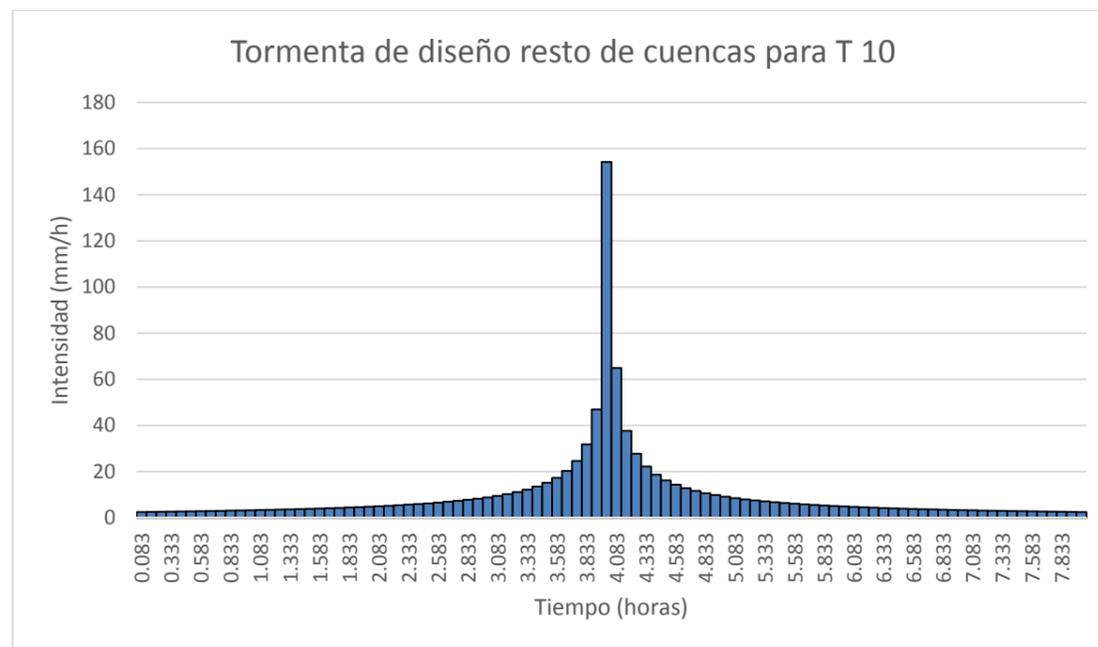


Fig. 2.25 Tormenta de diseño del resto de cuencas del sistema para un periodo de retorno de 10 años.

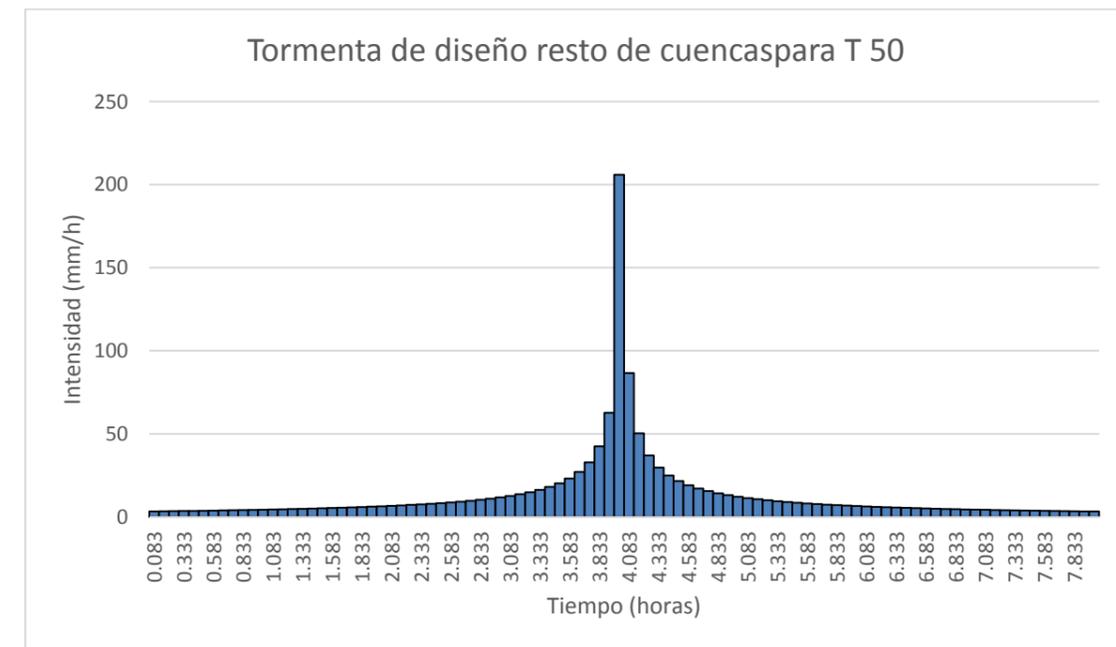


Fig. 2.27 Tormenta de diseño del resto de cuencas del sistema para un periodo de retorno de 50 años.

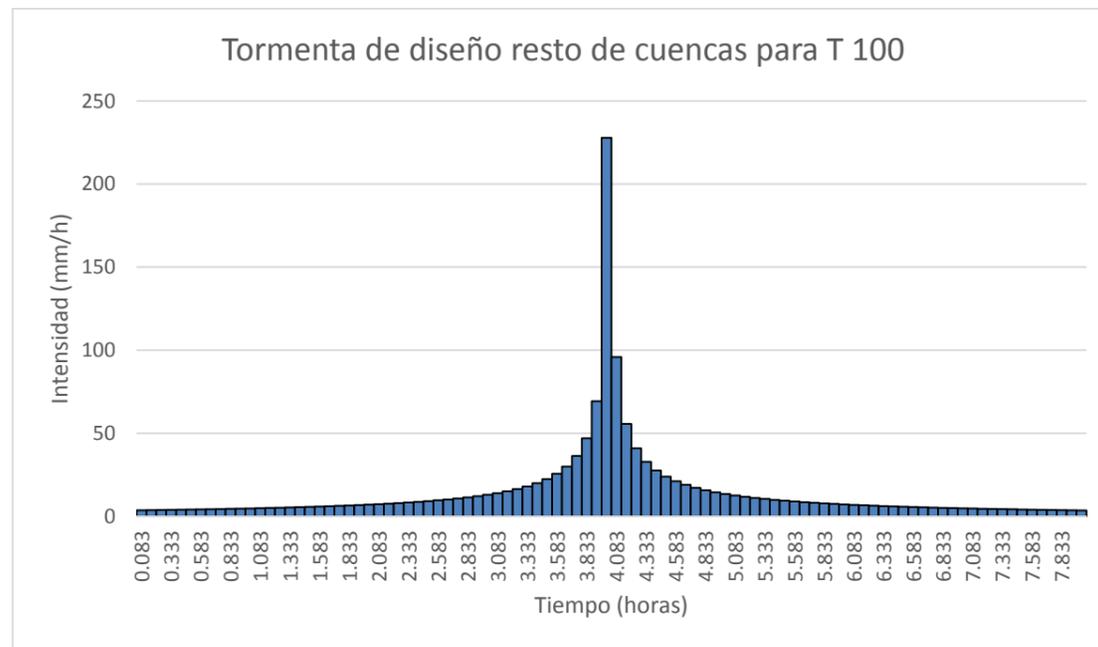


Fig. 2.28 Tormenta de diseño del resto de cuencas del sistema para un periodo de retorno de 100 años.

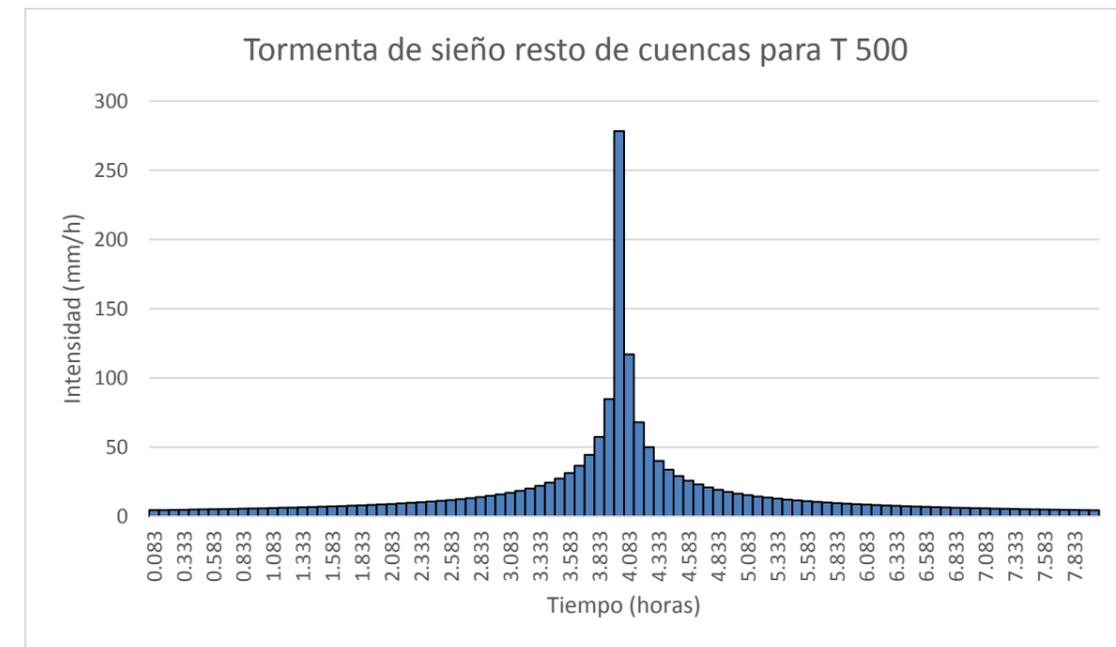


Fig. 2.30 Tormenta de diseño del resto de cuencas del sistema para un periodo de retorno de 500 años.

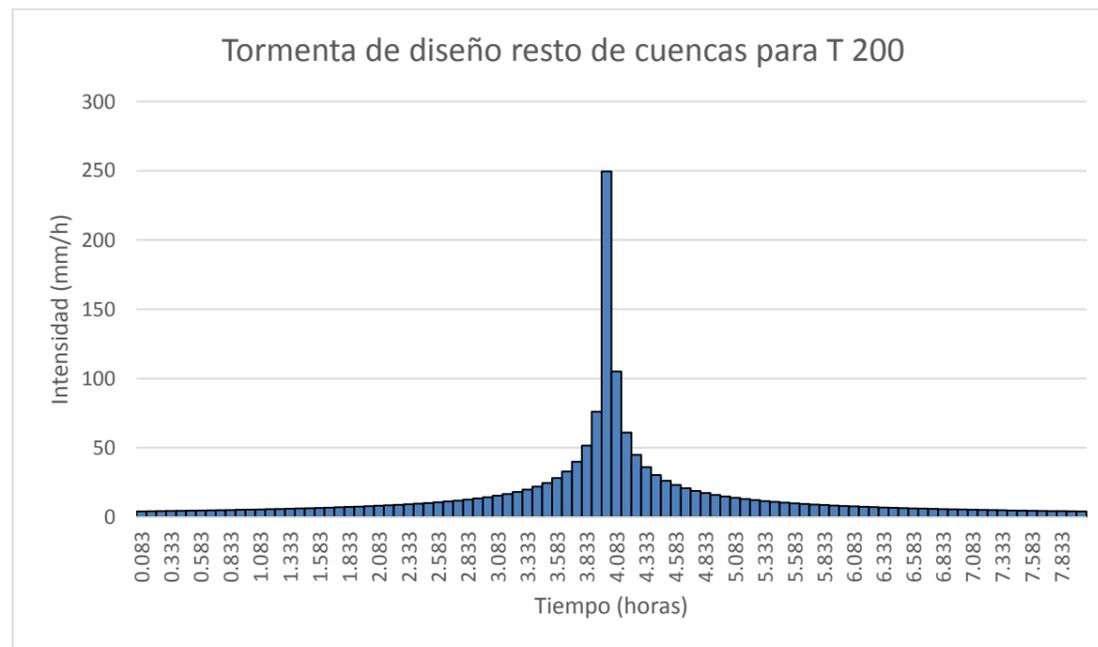


Fig. 2.29 Tormenta de diseño del resto de cuencas del sistema para un periodo de retorno de 200 años.



### APÉNDICE III: Listados numéricos de los hidrogramas de crecida de las cuencas del sistema

A continuación se muestran los listados numéricos de los hidrogramas de crecida obtenidos para cada cuenca y periodo de retorno analizado:

Para un periodo de retorno 10 años

Fecha	Hora	Caudal (m <sup>3</sup> /s) para las cuencas del sistema para T 10 años									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16-may-15	0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fecha	Hora	Caudal (m <sup>3</sup> /s) para las cuencas del sistema para T 10 años									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17-may-15	2:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	3:05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	3:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	3:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.001
17-may-15	3:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.003
17-may-15	3:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.006
17-may-15	3:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.009
17-may-15	3:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.014
17-may-15	3:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.021
17-may-15	3:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.031
17-may-15	3:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.048
17-may-15	3:55	0	0	0	0	0.001	0	0	0	0	0.083
17-may-15	4:00	0.168	0.019	0.009	0	0.113	0	0.006	0	0.053	0.321
17-may-15	4:05	0.248	0.036	0.032	0.003	0.472	0.001	0.027	0	0.153	0.293
17-may-15	4:10	0.220	0.035	0.046	0.006	0.940	0.001	0.045	0	0.343	0.199
17-may-15	4:15	0.179	0.030	0.046	0.007	1.262	0.001	0.048	0.001	0.622	0.141
17-may-15	4:20	0.150	0.026	0.042	0.007	1.363	0.001	0.046	0.001	0.994	0.109
17-may-15	4:25	0.129	0.022	0.038	0.007	1.293	0.001	0.042	0.001	1.455	0.090
17-may-15	4:30	0.114	0.020	0.035	0.007	1.180	0.001	0.039	0.001	2.015	0.077
17-may-15	4:35	0.103	0.018	0.032	0.006	1.064	0.001	0.036	0.001	2.688	0.068
17-may-15	4:40	0.095	0.017	0.030	0.006	0.960	0.001	0.033	0.001	3.479	0.061
17-may-15	4:45	0.088	0.015	0.028	0.006	0.868	0.001	0.031	0.001	4.417	0.056
17-may-15	4:50	0.082	0.014	0.026	0.005	0.791	0.001	0.029	0.001	5.490	0.051
17-may-15	4:55	0.076	0.013	0.025	0.005	0.725	0.001	0.028	0.001	6.720	0.048
17-may-15	5:00	0.072	0.013	0.023	0.005	0.669	0.001	0.026	0.001	8.085	0.044
17-may-15	5:05	0.068	0.012	0.022	0.005	0.622	0.001	0.025	0.001	9.512	0.042
17-may-15	5:10	0.065	0.011	0.021	0.005	0.581	0.001	0.024	0.001	10.995	0.039
17-may-15	5:15	0.061	0.011	0.020	0.005	0.544	0.001	0.023	0.001	12.466	0.037
17-may-15	5:20	0.059	0.010	0.019	0.004	0.512	0.001	0.022	0.001	13.917	0.035
17-may-15	5:25	0.056	0.010	0.019	0.004	0.484	0.001	0.021	0.001	15.313	0.033
17-may-15	5:30	0.054	0.010	0.018	0.004	0.460	0.001	0.020	0.001	16.662	0.032
17-may-15	5:35	0.052	0.009	0.017	0.004	0.438	0.001	0.019	0.001	18.070	0.030
17-may-15	5:40	0.050	0.009	0.017	0.004	0.419	0.001	0.019	0.001	19.882	0.029
17-may-15	5:45	0.048	0.009	0.016	0.004	0.401	0.001	0.018	0.001	22.477	0.028
17-may-15	5:50	0.046	0.008	0.015	0.004	0.384	0.001	0.018	0.001	25.764	0.027
17-may-15	5:55	0.044	0.008	0.015	0.004	0.369	0.001	0.017	0.001	29.509	0.026
17-may-15	6:00	0.043	0.008	0.015	0.003	0.356	0.001	0.016	0.001	33.566	0.025
17-may-15	6:05	0.042	0.007	0.014	0.003	0.343	0.001	0.016	0.001	37.814	0.024



Fecha	Hora	Caudal (m <sup>3</sup> /s) para las cuencas del sistema para T 10 años									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17-may-15	6:10	0.040	0.007	0.014	0.003	0.331	0.001	0.016	0.001	42.020	0.023
17-may-15	6:15	0.039	0.007	0.013	0.003	0.320	0.001	0.015	0.001	46.014	0.022
17-may-15	6:20	0.038	0.007	0.013	0.003	0.309	0.001	0.015	0.001	49.686	0.021
17-may-15	6:25	0.037	0.007	0.013	0.003	0.300	0.001	0.014	0.001	53.865	0.021
17-may-15	6:30	0.036	0.006	0.012	0.003	0.291	0.001	0.014	0.001	57.783	0.020
17-may-15	6:35	0.035	0.006	0.012	0.003	0.282	0.001	0.014	0.001	60.568	0.019
17-may-15	6:40	0.034	0.006	0.012	0.003	0.274	0	0.013	0.001	62.607	0.019
17-may-15	6:45	0.033	0.006	0.011	0.003	0.266	0	0.013	0.001	64.037	0.018
17-may-15	6:50	0.032	0.006	0.011	0.003	0.259	0	0.013	0.001	64.925	0.018
17-may-15	6:55	0.031	0.006	0.011	0.003	0.252	0	0.012	0.001	65.427	0.017
17-may-15	7:00	0.031	0.006	0.011	0.003	0.245	0	0.012	0.001	65.872	0.017
17-may-15	7:05	0.030	0.005	0.010	0.003	0.239	0	0.012	0.001	67.009	0.016
17-may-15	7:10	0.029	0.005	0.010	0.002	0.233	0	0.012	0	69.245	0.016
17-may-15	7:15	0.029	0.005	0.010	0.002	0.228	0	0.011	0	71.795	0.016
17-may-15	7:20	0.028	0.005	0.010	0.002	0.222	0	0.011	0	74.522	0.015
17-may-15	7:25	0.027	0.005	0.009	0.002	0.217	0	0.011	0	75.590	0.015
17-may-15	7:30	0.027	0.005	0.009	0.002	0.212	0	0.011	0	74.946	0.015
17-may-15	7:35	0.026	0.005	0.009	0.002	0.207	0	0.010	0	74.226	0.014
17-may-15	7:40	0.026	0.005	0.009	0.002	0.203	0	0.010	0	73.140	0.014
17-may-15	7:45	0.025	0.005	0.009	0.002	0.198	0	0.010	0	72.018	0.014
17-may-15	7:50	0.025	0.004	0.009	0.002	0.194	0	0.010	0	70.737	0.013
17-may-15	7:55	0.024	0.004	0.008	0.002	0.190	0	0.010	0	69.366	0.013
17-may-15	8:00	0.024	0.004	0.008	0.002	0.186	0	0.009	0	67.976	0.013
17-may-15	8:05	0.010	0.002	0.005	0.001	0.175	0	0.006	0	66.569	0.005
17-may-15	8:10	0.003	0.001	0.002	0	0.146	0	0.002	0	65.151	0.001
17-may-15	8:15	0.001	0	0.001	0	0.105	0	0.001	0	63.726	0
17-may-15	8:20	0	0	0	0	0.067	0	0	0	62.323	0
17-may-15	8:25	0	0	0	0	0.040	0	0	0	60.935	0
17-may-15	8:30	0	0	0	0	0.025	0	0	0	59.548	0
17-may-15	8:35	0	0	0	0	0.015	0	0	0	58.163	0
17-may-15	8:40	0	0	0	0	0.009	0	0	0	56.788	0
17-may-15	8:45	0	0	0	0	0.005	0	0	0	55.424	0
17-may-15	8:50	0	0	0	0	0.003	0	0	0	54.059	0
17-may-15	8:55	0	0	0	0	0.002	0	0	0	52.693	0
17-may-15	9:00	0	0	0	0	0.001	0	0	0	51.331	0
17-may-15	9:05	0	0	0	0	0.001	0	0	0	49.984	0
17-may-15	9:10	0	0	0	0	0	0	0	0	48.642	0
17-may-15	9:15	0	0	0	0	0	0	0	0	47.297	0
17-may-15	9:20	0	0	0	0	0	0	0	0	45.951	0
17-may-15	9:25	0	0	0	0	0	0	0	0	44.615	0
17-may-15	9:30	0	0	0	0	0	0	0	0	43.288	0
17-may-15	9:35	0	0	0	0	0	0	0	0	41.968	0

Fecha	Hora	Caudal (m <sup>3</sup> /s) para las cuencas del sistema para T 10 años									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17-may-15	9:40	0	0	0	0	0	0	0	0	40.650	0
17-may-15	9:45	0	0	0	0	0	0	0	0	39.340	0
17-may-15	9:50	0	0	0	0	0	0	0	0	38.039	0
17-may-15	9:55	0	0	0	0	0	0	0	0	36.745	0
17-may-15	10:00	0	0	0	0	0	0	0	0	35.454	0
17-may-15	10:05	0	0	0	0	0	0	0	0	34.174	0
17-may-15	10:10	0	0	0	0	0	0	0	0	32.902	0
17-may-15	10:15	0	0	0	0	0	0	0	0	31.545	0
17-may-15	10:20	0	0	0	0	0	0	0	0	30.193	0
17-may-15	10:25	0	0	0	0	0	0	0	0	28.861	0
17-may-15	10:30	0	0	0	0	0	0	0	0	27.558	0
17-may-15	10:35	0	0	0	0	0	0	0	0	26.287	0
17-may-15	10:40	0	0	0	0	0	0	0	0	25.048	0
17-may-15	10:45	0	0	0	0	0	0	0	0	23.842	0
17-may-15	10:50	0	0	0	0	0	0	0	0	22.674	0
17-may-15	10:55	0	0	0	0	0	0	0	0	21.545	0
17-may-15	11:00	0	0	0	0	0	0	0	0	20.452	0
17-may-15	11:05	0	0	0	0	0	0	0	0	19.386	0
17-may-15	11:10	0	0	0	0	0	0	0	0	18.333	0
17-may-15	11:15	0	0	0	0	0	0	0	0	17.297	0
17-may-15	11:20	0	0	0	0	0	0	0	0	16.283	0
17-may-15	11:25	0	0	0	0	0	0	0	0	15.297	0
17-may-15	11:30	0	0	0	0	0	0	0	0	14.341	0
17-may-15	11:35	0	0	0	0	0	0	0	0	13.421	0
17-may-15	11:40	0	0	0	0	0	0	0	0	12.539	0
17-may-15	11:45	0	0	0	0	0	0	0	0	11.698	0
17-may-15	11:50	0	0	0	0	0	0	0	0	10.900	0
17-may-15	11:55	0	0	0	0	0	0	0	0	10.145	0
17-may-15	12:00	0	0	0	0	0	0	0	0	9.434	0
17-may-15	12:05	0	0	0	0	0	0	0	0	8.767	0
17-may-15	12:10	0	0	0	0	0	0	0	0	8.140	0
17-may-15	12:15	0	0	0	0	0	0	0	0	7.554	0
17-may-15	12:20	0	0	0	0	0	0	0	0	7.005	0
17-may-15	12:25	0	0	0	0	0	0	0	0	6.491	0
17-may-15	12:30	0	0	0	0	0	0	0	0	6.011	0
17-may-15	12:35	0	0	0	0	0	0	0	0	5.564	0
17-may-15	12:40	0	0	0	0	0	0	0	0	5.147	0
17-may-15	12:45	0	0	0	0	0	0	0	0	4.760	0
17-may-15	12:50	0	0	0	0	0	0	0	0	4.401	0
17-may-15	12:55	0	0	0	0	0	0	0	0	4.068	0
17-may-15	13:00	0	0	0	0	0	0	0	0	3.760	0
17-may-15	13:05	0	0	0	0	0	0	0	0	3.477	0



Fecha	Hora	Caudal (m <sup>3</sup> /s) para las cuencas del sistema para T 10 años									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17-may-15	13:10	0	0	0	0	0	0	0	0	3.215	0
17-may-15	13:15	0	0	0	0	0	0	0	0	2.973	0
17-may-15	13:20	0	0	0	0	0	0	0	0	2.749	0
17-may-15	13:25	0	0	0	0	0	0	0	0	2.542	0
17-may-15	13:30	0	0	0	0	0	0	0	0	2.350	0
17-may-15	13:35	0	0	0	0	0	0	0	0	2.171	0
17-may-15	13:40	0	0	0	0	0	0	0	0	2.005	0
17-may-15	13:45	0	0	0	0	0	0	0	0	1.851	0
17-may-15	13:50	0	0	0	0	0	0	0	0	1.708	0
17-may-15	13:55	0	0	0	0	0	0	0	0	1.575	0
17-may-15	14:00	0	0	0	0	0	0	0	0	1.453	0
17-may-15	14:05	0	0	0	0	0	0	0	0	1.340	0
17-may-15	14:10	0	0	0	0	0	0	0	0	1.236	0
17-may-15	14:15	0	0	0	0	0	0	0	0	1.139	0
17-may-15	14:20	0	0	0	0	0	0	0	0	1.051	0
17-may-15	14:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0.969	0
17-may-15	14:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0.893	0
17-may-15	14:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0.823	0
17-may-15	14:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0.759	0
17-may-15	14:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0.699	0
17-may-15	14:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0.644	0
17-may-15	14:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0.593	0
17-may-15	15:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0.545	0
17-may-15	15:05	0	0	0	0	0	0	0	0	0.502	0
17-may-15	15:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0.461	0
17-may-15	15:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0.424	0
17-may-15	15:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0.389	0
17-may-15	15:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0.357	0
17-may-15	15:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0.327	0
17-may-15	15:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0.299	0
17-may-15	15:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0.274	0
17-may-15	15:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0.250	0
17-may-15	15:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0.228	0
17-may-15	15:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0.208	0
17-may-15	16:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0.189	0
17-may-15	16:05	0	0	0	0	0	0	0	0	0.172	0
17-may-15	16:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0.156	0
17-may-15	16:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0.141	0
17-may-15	16:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0.128	0
17-may-15	16:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0.115	0
17-may-15	16:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0.104	0
17-may-15	16:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0.093	0

Fecha	Hora	Caudal (m <sup>3</sup> /s) para las cuencas del sistema para T 10 años									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17-may-15	16:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0.083	0
17-may-15	16:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0.073	0
17-may-15	16:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0.063	0
17-may-15	16:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0.054	0
17-may-15	17:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0.046	0
17-may-15	17:05	0	0	0	0	0	0	0	0	0.039	0
17-may-15	17:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0.032	0
17-may-15	17:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0.023	0
17-may-15	17:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0.010	0
17-may-15	17:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0.003	0
17-may-15	17:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0.001	0
17-may-15	17:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 3.1 Listados numéricos de los hidrogramas de crecida de todas las cuencas del sistema para un periodo de retorno de 10 años.



Para un periodo de retorno 25 años

Fecha	Hora	Caudal (m <sup>3</sup> /s) para las cuencas del sistema para T 25 años									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16-may-15	0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.001
17-may-15	3:05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.003
17-may-15	3:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.005
17-may-15	3:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.008
17-may-15	3:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.011

Fecha	Hora	Caudal (m <sup>3</sup> /s) para las cuencas del sistema para T 25 años									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17-may-15	3:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.016
17-may-15	3:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.021
17-may-15	3:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.028
17-may-15	3:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.038
17-may-15	3:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.053
17-may-15	3:50	0.004	0	0	0	0.005	0	0	0	0	0.077
17-may-15	3:55	0.041	0.003	0	0	0.043	0	0	0	0.020	0.127
17-may-15	4:00	0.404	0.056	0.048	0.007	0.346	0.002	0.041	0	0.150	0.458
17-may-15	4:05	0.486	0.079	0.103	0.018	1.110	0.004	0.100	0.003	0.380	0.407
17-may-15	4:10	0.384	0.066	0.109	0.020	1.961	0.004	0.116	0.003	0.800	0.271
17-may-15	4:15	0.294	0.052	0.094	0.018	2.428	0.003	0.104	0.003	1.390	0.190
17-may-15	4:20	0.238	0.042	0.080	0.016	2.463	0.003	0.090	0.003	2.140	0.146
17-may-15	4:25	0.201	0.036	0.069	0.015	2.223	0.003	0.078	0.003	3.050	0.119
17-may-15	4:30	0.176	0.032	0.061	0.013	1.959	0.002	0.070	0.003	4.150	0.102
17-may-15	4:35	0.158	0.028	0.055	0.012	1.719	0.002	0.063	0.002	5.450	0.090
17-may-15	4:40	0.143	0.026	0.050	0.011	1.518	0.002	0.057	0.002	6.970	0.081
17-may-15	4:45	0.132	0.024	0.046	0.011	1.350	0.002	0.053	0.002	8.750	0.073
17-may-15	4:50	0.122	0.022	0.043	0.010	1.213	0.002	0.049	0.002	10.770	0.067
17-may-15	4:55	0.114	0.021	0.040	0.010	1.100	0.002	0.046	0.002	13.070	0.062
17-may-15	5:00	0.107	0.019	0.038	0.009	1.006	0.002	0.043	0.002	15.570	0.058
17-may-15	5:05	0.101	0.018	0.036	0.009	0.928	0.001	0.041	0.002	18.180	0.054
17-may-15	5:10	0.095	0.017	0.034	0.008	0.861	0.001	0.039	0.002	21.040	0.051
17-may-15	5:15	0.090	0.016	0.032	0.008	0.803	0.001	0.037	0.002	24.480	0.048
17-may-15	5:20	0.086	0.016	0.031	0.008	0.752	0.001	0.035	0.002	29.020	0.045
17-may-15	5:25	0.082	0.015	0.029	0.007	0.709	0.001	0.033	0.001	34.620	0.043
17-may-15	5:30	0.078	0.014	0.028	0.007	0.671	0.001	0.032	0.001	41.020	0.041
17-may-15	5:35	0.075	0.014	0.027	0.007	0.638	0.001	0.031	0.001	48.060	0.039
17-may-15	5:40	0.072	0.013	0.026	0.006	0.607	0.001	0.030	0.001	55.690	0.037
17-may-15	5:45	0.069	0.013	0.025	0.006	0.580	0.001	0.029	0.001	63.790	0.036
17-may-15	5:50	0.067	0.012	0.024	0.006	0.556	0.001	0.028	0.001	71.970	0.034
17-may-15	5:55	0.064	0.012	0.023	0.006	0.533	0.001	0.027	0.001	79.880	0.033
17-may-15	6:00	0.062	0.011	0.022	0.006	0.512	0.001	0.026	0.001	87.110	0.032
17-may-15	6:05	0.060	0.011	0.022	0.005	0.493	0.001	0.025	0.001	93.910	0.031
17-may-15	6:10	0.058	0.011	0.021	0.005	0.475	0.001	0.024	0.001	101.030	0.030
17-may-15	6:15	0.056	0.010	0.020	0.005	0.458	0.001	0.023	0.001	106.880	0.029
17-may-15	6:20	0.055	0.010	0.020	0.005	0.443	0.001	0.023	0.001	112.390	0.028
17-may-15	6:25	0.053	0.010	0.019	0.005	0.429	0.001	0.022	0.001	119.290	0.027
17-may-15	6:30	0.051	0.009	0.019	0.005	0.415	0.001	0.021	0.001	127.100	0.026
17-may-15	6:35	0.050	0.009	0.018	0.005	0.402	0.001	0.021	0.001	134.520	0.025
17-may-15	6:40	0.049	0.009	0.018	0.005	0.390	0.001	0.020	0.001	141.950	0.024
17-may-15	6:45	0.047	0.009	0.017	0.004	0.379	0.001	0.020	0.001	146.020	0.024
17-may-15	6:50	0.046	0.008	0.017	0.004	0.368	0.001	0.019	0.001	146.500	0.023



Fecha	Hora	Caudal (m <sup>3</sup> /s) para las cuencas del sistema para T 25 años									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17-may-15	6:55	0.045	0.008	0.016	0.004	0.358	0.001	0.019	0.001	146.400	0.022
17-may-15	7:00	0.044	0.008	0.016	0.004	0.348	0.001	0.018	0.001	145.170	0.022
17-may-15	7:05	0.043	0.008	0.016	0.004	0.339	0.001	0.018	0.001	143.250	0.021
17-may-15	7:10	0.042	0.008	0.015	0.004	0.331	0.001	0.018	0.001	140.780	0.021
17-may-15	7:15	0.041	0.007	0.015	0.004	0.322	0.001	0.017	0.001	137.890	0.020
17-may-15	7:20	0.040	0.007	0.015	0.004	0.314	0.001	0.017	0.001	134.700	0.020
17-may-15	7:25	0.039	0.007	0.014	0.004	0.307	0.001	0.016	0.001	131.390	0.019
17-may-15	7:30	0.038	0.007	0.014	0.004	0.300	0.001	0.016	0.001	128.060	0.019
17-may-15	7:35	0.037	0.007	0.014	0.004	0.293	0.001	0.016	0.001	124.780	0.018
17-may-15	7:40	0.036	0.007	0.013	0.003	0.286	0.001	0.015	0.001	121.580	0.018
17-may-15	7:45	0.036	0.007	0.013	0.003	0.280	0.001	0.015	0.001	118.430	0.017
17-may-15	7:50	0.035	0.006	0.013	0.003	0.274	0.001	0.015	0.001	115.340	0.017
17-may-15	7:55	0.034	0.006	0.013	0.003	0.268	0.001	0.014	0.001	112.310	0.017
17-may-15	8:00	0.033	0.006	0.012	0.003	0.262	0.001	0.014	0.001	109.350	0.016
17-may-15	8:05	0.015	0.003	0.008	0.001	0.246	0	0.010	0	106.460	0.006
17-may-15	8:10	0.004	0.001	0.003	0	0.205	0	0.004	0	103.640	0.002
17-may-15	8:15	0.001	0	0.001	0	0.147	0	0.001	0	100.860	0
17-may-15	8:20	0	0	0	0	0.094	0	0	0	98.150	0
17-may-15	8:25	0	0	0	0	0.056	0	0	0	95.510	0
17-may-15	8:30	0	0	0	0	0.035	0	0	0	92.920	0
17-may-15	8:35	0	0	0	0	0.021	0	0	0	90.390	0
17-may-15	8:40	0	0	0	0	0.013	0	0	0	87.900	0
17-may-15	8:45	0	0	0	0	0.008	0	0	0	85.450	0
17-may-15	8:50	0	0	0	0	0.005	0	0	0	83.050	0
17-may-15	8:55	0	0	0	0	0.003	0	0	0	80.700	0
17-may-15	9:00	0	0	0	0	0.002	0	0	0	78.380	0
17-may-15	9:05	0	0	0	0	0.001	0	0	0	76.070	0
17-may-15	9:10	0	0	0	0	0	0	0	0	73.780	0
17-may-15	9:15	0	0	0	0	0	0	0	0	71.510	0
17-may-15	9:20	0	0	0	0	0	0	0	0	69.260	0
17-may-15	9:25	0	0	0	0	0	0	0	0	66.930	0
17-may-15	9:30	0	0	0	0	0	0	0	0	64.580	0
17-may-15	9:35	0	0	0	0	0	0	0	0	62.240	0
17-may-15	9:40	0	0	0	0	0	0	0	0	59.910	0
17-may-15	9:45	0	0	0	0	0	0	0	0	57.580	0
17-may-15	9:50	0	0	0	0	0	0	0	0	55.240	0
17-may-15	9:55	0	0	0	0	0	0	0	0	52.900	0
17-may-15	10:00	0	0	0	0	0	0	0	0	50.580	0
17-may-15	10:05	0	0	0	0	0	0	0	0	48.290	0
17-may-15	10:10	0	0	0	0	0	0	0	0	46.030	0
17-may-15	10:15	0	0	0	0	0	0	0	0	43.790	0
17-may-15	10:20	0	0	0	0	0	0	0	0	41.600	0

Fecha	Hora	Caudal (m <sup>3</sup> /s) para las cuencas del sistema para T 25 años									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17-may-15	10:25	0	0	0	0	0	0	0	0	39.430	0
17-may-15	10:30	0	0	0	0	0	0	0	0	37.310	0
17-may-15	10:35	0	0	0	0	0	0	0	0	35.210	0
17-may-15	10:40	0	0	0	0	0	0	0	0	33.160	0
17-may-15	10:45	0	0	0	0	0	0	0	0	31.160	0
17-may-15	10:50	0	0	0	0	0	0	0	0	29.200	0
17-may-15	10:55	0	0	0	0	0	0	0	0	27.320	0
17-may-15	11:00	0	0	0	0	0	0	0	0	25.500	0
17-may-15	11:05	0	0	0	0	0	0	0	0	23.760	0
17-may-15	11:10	0	0	0	0	0	0	0	0	22.100	0
17-may-15	11:15	0	0	0	0	0	0	0	0	20.530	0
17-may-15	11:20	0	0	0	0	0	0	0	0	19.040	0
17-may-15	11:25	0	0	0	0	0	0	0	0	17.640	0
17-may-15	11:30	0	0	0	0	0	0	0	0	16.330	0
17-may-15	11:35	0	0	0	0	0	0	0	0	15.100	0
17-may-15	11:40	0	0	0	0	0	0	0	0	13.960	0
17-may-15	11:45	0	0	0	0	0	0	0	0	12.900	0
17-may-15	11:50	0	0	0	0	0	0	0	0	11.920	0
17-may-15	11:55	0	0	0	0	0	0	0	0	11.010	0
17-may-15	12:00	0	0	0	0	0	0	0	0	10.170	0
17-may-15	12:05	0	0	0	0	0	0	0	0	9.390	0
17-may-15	12:10	0	0	0	0	0	0	0	0	8.670	0
17-may-15	12:15	0	0	0	0	0	0	0	0	8.010	0
17-may-15	12:20	0	0	0	0	0	0	0	0	7.390	0
17-may-15	12:25	0	0	0	0	0	0	0	0	6.830	0
17-may-15	12:30	0	0	0	0	0	0	0	0	6.300	0
17-may-15	12:35	0	0	0	0	0	0	0	0	5.820	0
17-may-15	12:40	0	0	0	0	0	0	0	0	5.360	0
17-may-15	12:45	0	0	0	0	0	0	0	0	4.950	0
17-may-15	12:50	0	0	0	0	0	0	0	0	4.560	0
17-may-15	12:55	0	0	0	0	0	0	0	0	4.200	0
17-may-15	13:00	0	0	0	0	0	0	0	0	3.860	0
17-may-15	13:05	0	0	0	0	0	0	0	0	3.560	0
17-may-15	13:10	0	0	0	0	0	0	0	0	3.270	0
17-may-15	13:15	0	0	0	0	0	0	0	0	3.010	0
17-may-15	13:20	0	0	0	0	0	0	0	0	2.770	0
17-may-15	13:25	0	0	0	0	0	0	0	0	2.540	0
17-may-15	13:30	0	0	0	0	0	0	0	0	2.340	0
17-may-15	13:35	0	0	0	0	0	0	0	0	2.140	0
17-may-15	13:40	0	0	0	0	0	0	0	0	1.970	0
17-may-15	13:45	0	0	0	0	0	0	0	0	1.810	0
17-may-15	13:50	0	0	0	0	0	0	0	0	1.660	0



Fecha	Hora	Caudal (m <sup>3</sup> /s) para las cuencas del sistema para T 25 años									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17-may-15	13:55	0	0	0	0	0	0	0	0	1.520	0
17-may-15	14:00	0	0	0	0	0	0	0	0	1.400	0
17-may-15	14:05	0	0	0	0	0	0	0	0	1.280	0
17-may-15	14:10	0	0	0	0	0	0	0	0	1.180	0
17-may-15	14:15	0	0	0	0	0	0	0	0	1.080	0
17-may-15	14:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0.990	0
17-may-15	14:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0.910	0
17-may-15	14:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0.830	0
17-may-15	14:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0.760	0
17-may-15	14:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0.700	0
17-may-15	14:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0.640	0
17-may-15	14:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0.580	0
17-may-15	14:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0.530	0
17-may-15	15:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0.490	0
17-may-15	15:05	0	0	0	0	0	0	0	0	0.440	0
17-may-15	15:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0.400	0
17-may-15	15:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0.370	0
17-may-15	15:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0.330	0
17-may-15	15:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0.300	0
17-may-15	15:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0.270	0
17-may-15	15:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0.250	0
17-may-15	15:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0.220	0
17-may-15	15:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0.200	0
17-may-15	15:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0.180	0
17-may-15	15:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0.160	0
17-may-15	16:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0.140	0
17-may-15	16:05	0	0	0	0	0	0	0	0	0.120	0
17-may-15	16:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0.110	0
17-may-15	16:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0.090	0
17-may-15	16:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0.080	0
17-may-15	16:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0.070	0
17-may-15	16:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0.060	0
17-may-15	16:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0.050	0
17-may-15	16:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0.040	0
17-may-15	16:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0.040	0
17-may-15	16:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0.030	0
17-may-15	16:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0.020	0
17-may-15	17:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0.020	0
17-may-15	17:05	0	0	0	0	0	0	0	0	0.010	0
17-may-15	17:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 3.2 Listados numéricos de los hidrogramas de crecida de todas las cuencas del sistema para un periodo de retorno de 25 años.



Para un periodo de retorno 50 años

Fecha	Hora	Caudal (m <sup>3</sup> /s) para las cuencas del sistema para T 50 años									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16-may-15	0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.001
17-may-15	2:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.003
17-may-15	3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.005
17-may-15	3:05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.008
17-may-15	3:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.010
17-may-15	3:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.014
17-may-15	3:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.018

Fecha	Hora	Caudal (m <sup>3</sup> /s) para las cuencas del sistema para T 50 años									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17-may-15	3:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.024
17-may-15	3:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.031
17-may-15	3:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.040
17-may-15	3:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.052
17-may-15	3:45	0.005	0	0	0	0.006	0	0	0	0	0.071
17-may-15	3:50	0.031	0.002	0	0	0.040	0	0	0	0.020	0.101
17-may-15	3:55	0.099	0.012	0.004	0	0.149	0	0.002	0	0.060	0.163
17-may-15	4:00	0.614	0.092	0.096	0.022	0.640	0.005	0.086	0.003	0.300	0.566
17-may-15	4:05	0.687	0.116	0.176	0.036	1.738	0.007	0.180	0.006	0.680	0.495
17-may-15	4:10	0.519	0.092	0.166	0.034	2.883	0.006	0.183	0.006	1.350	0.327
17-may-15	4:15	0.388	0.070	0.135	0.028	3.439	0.005	0.154	0.005	2.240	0.227
17-may-15	4:20	0.310	0.056	0.111	0.024	3.397	0.004	0.128	0.005	3.380	0.174
17-may-15	4:25	0.259	0.047	0.094	0.021	3.001	0.004	0.109	0.004	4.750	0.141
17-may-15	4:30	0.226	0.041	0.082	0.019	2.604	0.003	0.095	0.004	6.380	0.121
17-may-15	4:35	0.201	0.037	0.073	0.017	2.257	0.003	0.085	0.003	8.310	0.106
17-may-15	4:40	0.182	0.033	0.066	0.016	1.973	0.003	0.077	0.003	10.550	0.095
17-may-15	4:45	0.167	0.030	0.061	0.015	1.740	0.003	0.070	0.003	13.200	0.087
17-may-15	4:50	0.154	0.028	0.056	0.014	1.553	0.002	0.065	0.003	16.240	0.079
17-may-15	4:55	0.144	0.026	0.052	0.013	1.400	0.002	0.061	0.003	19.990	0.073
17-may-15	5:00	0.134	0.025	0.049	0.012	1.276	0.002	0.057	0.003	24.940	0.068
17-may-15	5:05	0.126	0.023	0.046	0.012	1.173	0.002	0.053	0.002	31.640	0.064
17-may-15	5:10	0.119	0.022	0.044	0.011	1.085	0.002	0.051	0.002	40.200	0.060
17-may-15	5:15	0.113	0.021	0.042	0.011	1.008	0.002	0.048	0.002	50.100	0.056
17-may-15	5:20	0.107	0.020	0.040	0.010	0.942	0.002	0.046	0.002	61.160	0.053
17-may-15	5:25	0.102	0.019	0.038	0.010	0.886	0.002	0.044	0.002	73.300	0.051
17-may-15	5:30	0.098	0.018	0.036	0.009	0.838	0.002	0.042	0.002	86.420	0.048
17-may-15	5:35	0.094	0.017	0.035	0.009	0.795	0.002	0.040	0.002	100.090	0.046
17-may-15	5:40	0.090	0.016	0.033	0.009	0.756	0.001	0.038	0.002	113.640	0.044
17-may-15	5:45	0.086	0.016	0.032	0.008	0.722	0.001	0.037	0.002	126.580	0.042
17-may-15	5:50	0.083	0.015	0.031	0.008	0.690	0.001	0.036	0.002	138.550	0.040
17-may-15	5:55	0.080	0.015	0.030	0.008	0.662	0.001	0.034	0.002	151.950	0.039
17-may-15	6:00	0.077	0.014	0.029	0.008	0.635	0.001	0.033	0.002	164.650	0.037
17-may-15	6:05	0.075	0.014	0.028	0.007	0.611	0.001	0.032	0.002	178.630	0.036
17-may-15	6:10	0.072	0.013	0.027	0.007	0.588	0.001	0.031	0.002	192.710	0.035
17-may-15	6:15	0.070	0.013	0.026	0.007	0.567	0.001	0.030	0.001	205.840	0.033
17-may-15	6:20	0.068	0.012	0.025	0.007	0.548	0.001	0.029	0.001	219.390	0.032
17-may-15	6:25	0.066	0.012	0.024	0.006	0.530	0.001	0.028	0.001	227.120	0.031
17-may-15	6:30	0.064	0.012	0.024	0.006	0.513	0.001	0.027	0.001	230.940	0.030
17-may-15	6:35	0.062	0.011	0.023	0.006	0.497	0.001	0.027	0.001	232.130	0.029
17-may-15	6:40	0.060	0.011	0.023	0.006	0.482	0.001	0.026	0.001	231.500	0.028
17-may-15	6:45	0.058	0.011	0.022	0.006	0.467	0.001	0.025	0.001	229.510	0.028
17-may-15	6:50	0.057	0.010	0.021	0.006	0.454	0.001	0.025	0.001	226.210	0.027



Fecha	Hora	Caudal (m³/s) para las cuencas del sistema para T 50 años									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17-may-15	6:55	0.055	0.010	0.021	0.006	0.441	0.001	0.024	0.001	221.920	0.026
17-may-15	7:00	0.054	0.010	0.020	0.005	0.429	0.001	0.023	0.001	216.850	0.025
17-may-15	7:05	0.053	0.010	0.020	0.005	0.418	0.001	0.023	0.001	211.330	0.025
17-may-15	7:10	0.051	0.009	0.019	0.005	0.407	0.001	0.022	0.001	205.530	0.024
17-may-15	7:15	0.050	0.009	0.019	0.005	0.396	0.001	0.022	0.001	199.660	0.023
17-may-15	7:20	0.049	0.009	0.018	0.005	0.387	0.001	0.021	0.001	193.810	0.023
17-may-15	7:25	0.048	0.009	0.018	0.005	0.377	0.001	0.021	0.001	188.080	0.022
17-may-15	7:30	0.047	0.009	0.018	0.005	0.368	0.001	0.020	0.001	182.520	0.022
17-may-15	7:35	0.046	0.008	0.017	0.005	0.359	0.001	0.020	0.001	177.170	0.021
17-may-15	7:40	0.045	0.008	0.017	0.005	0.351	0.001	0.020	0.001	172.010	0.021
17-may-15	7:45	0.044	0.008	0.017	0.004	0.343	0.001	0.019	0.001	166.980	0.020
17-may-15	7:50	0.043	0.008	0.016	0.004	0.336	0.001	0.019	0.001	162.070	0.020
17-may-15	7:55	0.042	0.008	0.016	0.004	0.328	0.001	0.018	0.001	157.300	0.019
17-may-15	8:00	0.041	0.008	0.016	0.004	0.321	0.001	0.018	0.001	152.700	0.019
17-may-15	8:05	0.018	0.004	0.010	0.002	0.302	0	0.012	0	148.230	0.007
17-may-15	8:10	0.005	0.001	0.003	0	0.251	0	0.005	0	143.880	0.002
17-may-15	8:15	0.001	0	0.001	0	0.181	0	0.002	0	139.630	0
17-may-15	8:20	0	0	0	0	0.116	0	0.001	0	135.540	0
17-may-15	8:25	0	0	0	0	0.069	0	0	0	131.580	0
17-may-15	8:30	0	0	0	0	0.042	0	0	0	127.720	0
17-may-15	8:35	0	0	0	0	0.026	0	0	0	123.950	0
17-may-15	8:40	0	0	0	0	0.016	0	0	0	120.270	0
17-may-15	8:45	0	0	0	0	0.009	0	0	0	116.710	0
17-may-15	8:50	0	0	0	0	0.006	0	0	0	113.230	0
17-may-15	8:55	0	0	0	0	0.003	0	0	0	109.680	0
17-may-15	9:00	0	0	0	0	0.002	0	0	0	106.100	0
17-may-15	9:05	0	0	0	0	0.001	0	0	0	102.590	0
17-may-15	9:10	0	0	0	0	0	0	0	0	99.100	0
17-may-15	9:15	0	0	0	0	0	0	0	0	95.610	0
17-may-15	9:20	0	0	0	0	0	0	0	0	92.130	0
17-may-15	9:25	0	0	0	0	0	0	0	0	88.690	0
17-may-15	9:30	0	0	0	0	0	0	0	0	85.270	0
17-may-15	9:35	0	0	0	0	0	0	0	0	81.870	0
17-may-15	9:40	0	0	0	0	0	0	0	0	78.460	0
17-may-15	9:45	0	0	0	0	0	0	0	0	75.070	0
17-may-15	9:50	0	0	0	0	0	0	0	0	71.700	0
17-may-15	9:55	0	0	0	0	0	0	0	0	68.360	0
17-may-15	10:00	0	0	0	0	0	0	0	0	65.030	0
17-may-15	10:05	0	0	0	0	0	0	0	0	61.730	0
17-may-15	10:10	0	0	0	0	0	0	0	0	58.480	0
17-may-15	10:15	0	0	0	0	0	0	0	0	55.280	0
17-may-15	10:20	0	0	0	0	0	0	0	0	52.120	0

Fecha	Hora	Caudal (m³/s) para las cuencas del sistema para T 50 años									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17-may-15	10:25	0	0	0	0	0	0	0	0	49.000	0
17-may-15	10:30	0	0	0	0	0	0	0	0	45.950	0
17-may-15	10:35	0	0	0	0	0	0	0	0	42.990	0
17-may-15	10:40	0	0	0	0	0	0	0	0	40.120	0
17-may-15	10:45	0	0	0	0	0	0	0	0	37.360	0
17-may-15	10:50	0	0	0	0	0	0	0	0	34.730	0
17-may-15	10:55	0	0	0	0	0	0	0	0	32.230	0
17-may-15	11:00	0	0	0	0	0	0	0	0	29.870	0
17-may-15	11:05	0	0	0	0	0	0	0	0	27.640	0
17-may-15	11:10	0	0	0	0	0	0	0	0	25.550	0
17-may-15	11:15	0	0	0	0	0	0	0	0	23.600	0
17-may-15	11:20	0	0	0	0	0	0	0	0	21.780	0
17-may-15	11:25	0	0	0	0	0	0	0	0	20.090	0
17-may-15	11:30	0	0	0	0	0	0	0	0	18.530	0
17-may-15	11:35	0	0	0	0	0	0	0	0	17.090	0
17-may-15	11:40	0	0	0	0	0	0	0	0	15.770	0
17-may-15	11:45	0	0	0	0	0	0	0	0	14.550	0
17-may-15	11:50	0	0	0	0	0	0	0	0	13.420	0
17-may-15	11:55	0	0	0	0	0	0	0	0	12.380	0
17-may-15	12:00	0	0	0	0	0	0	0	0	11.430	0
17-may-15	12:05	0	0	0	0	0	0	0	0	10.540	0
17-may-15	12:10	0	0	0	0	0	0	0	0	9.720	0
17-may-15	12:15	0	0	0	0	0	0	0	0	8.970	0
17-may-15	12:20	0	0	0	0	0	0	0	0	8.270	0
17-may-15	12:25	0	0	0	0	0	0	0	0	7.620	0
17-may-15	12:30	0	0	0	0	0	0	0	0	7.020	0
17-may-15	12:35	0	0	0	0	0	0	0	0	6.460	0
17-may-15	12:40	0	0	0	0	0	0	0	0	5.940	0
17-may-15	12:45	0	0	0	0	0	0	0	0	5.460	0
17-may-15	12:50	0	0	0	0	0	0	0	0	5.020	0
17-may-15	12:55	0	0	0	0	0	0	0	0	4.600	0
17-may-15	13:00	0	0	0	0	0	0	0	0	4.220	0
17-may-15	13:05	0	0	0	0	0	0	0	0	3.870	0
17-may-15	13:10	0	0	0	0	0	0	0	0	3.550	0
17-may-15	13:15	0	0	0	0	0	0	0	0	3.250	0
17-may-15	13:20	0	0	0	0	0	0	0	0	2.980	0
17-may-15	13:25	0	0	0	0	0	0	0	0	2.730	0
17-may-15	13:30	0	0	0	0	0	0	0	0	2.500	0
17-may-15	13:35	0	0	0	0	0	0	0	0	2.290	0
17-may-15	13:40	0	0	0	0	0	0	0	0	2.090	0
17-may-15	13:45	0	0	0	0	0	0	0	0	1.920	0
17-may-15	13:50	0	0	0	0	0	0	0	0	1.760	0



Fecha	Hora	Caudal (m <sup>3</sup> /s) para las cuencas del sistema para T 50 años									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17-may-15	13:55	0	0	0	0	0	0	0	0	1.610	0
17-may-15	14:00	0	0	0	0	0	0	0	0	1.470	0
17-may-15	14:05	0	0	0	0	0	0	0	0	1.350	0
17-may-15	14:10	0	0	0	0	0	0	0	0	1.230	0
17-may-15	14:15	0	0	0	0	0	0	0	0	1.130	0
17-may-15	14:20	0	0	0	0	0	0	0	0	1.030	0
17-may-15	14:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0.940	0
17-may-15	14:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0.860	0
17-may-15	14:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0.790	0
17-may-15	14:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0.720	0
17-may-15	14:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0.650	0
17-may-15	14:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0.590	0
17-may-15	14:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0.540	0
17-may-15	15:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0.490	0
17-may-15	15:05	0	0	0	0	0	0	0	0	0.440	0
17-may-15	15:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0.400	0
17-may-15	15:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0.360	0
17-may-15	15:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0.330	0
17-may-15	15:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0.290	0
17-may-15	15:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0.260	0
17-may-15	15:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0.230	0
17-may-15	15:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0.210	0
17-may-15	15:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0.180	0
17-may-15	15:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0.160	0
17-may-15	15:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0.140	0
17-may-15	16:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0.120	0
17-may-15	16:05	0	0	0	0	0	0	0	0	0.100	0
17-may-15	16:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0.090	0
17-may-15	16:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0.080	0
17-may-15	16:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0.070	0
17-may-15	16:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0.060	0
17-may-15	16:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0.050	0
17-may-15	16:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0.040	0
17-may-15	16:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0.030	0
17-may-15	16:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0.030	0
17-may-15	16:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0.020	0
17-may-15	16:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0.010	0
17-may-15	17:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 3.3 Listados numéricos de los hidrogramas de crecida de todas las cuencas del sistema para un periodo de retorno de 50 años.



Para un periodo de retorno 100 años

Fecha	Hora	Caudal (m <sup>3</sup> /s) para las cuencas del sistema para T 100 años									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16-may-15	0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.001
17-may-15	2:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.003
17-may-15	2:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.005
17-may-15	2:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
17-may-15	3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.010
17-may-15	3:05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.013
17-may-15	3:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.016
17-may-15	3:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.021
17-may-15	3:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.026

Fecha	Hora	Caudal (m <sup>3</sup> /s) para las cuencas del sistema para T 100 años									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17-may-15	3:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.033
17-may-15	3:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.041
17-may-15	3:35	0	0	0	0	0.001	0	0	0	0.010	0.052
17-may-15	3:40	0.007	0	0	0	0.010	0	0	0	0.020	0.067
17-may-15	3:45	0.029	0.002	0	0	0.045	0	0	0	0.040	0.089
17-may-15	3:50	0.072	0.008	0.001	0	0.135	0	0	0	0.090	0.126
17-may-15	3:55	0.167	0.023	0.016	0	0.328	0	0.012	0	0.200	0.200
17-may-15	4:00	0.842	0.131	0.157	0.043	1.013	0.010	0.147	0.007	0.600	0.676
17-may-15	4:05	0.903	0.157	0.260	0.058	2.454	0.011	0.274	0.011	1.220	0.586
17-may-15	4:10	0.663	0.120	0.229	0.049	3.896	0.008	0.257	0.009	2.280	0.383
17-may-15	4:15	0.488	0.089	0.180	0.039	4.536	0.007	0.208	0.008	3.700	0.265
17-may-15	4:20	0.385	0.071	0.145	0.033	4.400	0.006	0.169	0.006	5.540	0.202
17-may-15	4:25	0.320	0.059	0.121	0.028	3.831	0.005	0.142	0.006	7.840	0.164
17-may-15	4:30	0.277	0.051	0.105	0.025	3.288	0.004	0.123	0.005	10.780	0.140
17-may-15	4:35	0.246	0.045	0.093	0.023	2.824	0.004	0.108	0.005	14.680	0.123
17-may-15	4:40	0.222	0.041	0.084	0.021	2.451	0.004	0.097	0.004	20.240	0.110
17-may-15	4:45	0.203	0.037	0.076	0.019	2.148	0.003	0.089	0.004	28.600	0.100
17-may-15	4:50	0.188	0.035	0.071	0.018	1.908	0.003	0.082	0.004	40.500	0.091
17-may-15	4:55	0.174	0.032	0.066	0.017	1.713	0.003	0.076	0.004	55.920	0.084
17-may-15	5:00	0.163	0.030	0.061	0.016	1.555	0.003	0.071	0.003	74.180	0.078
17-may-15	5:05	0.153	0.028	0.058	0.015	1.426	0.003	0.067	0.003	94.790	0.073
17-may-15	5:10	0.144	0.027	0.055	0.014	1.316	0.002	0.063	0.003	117.850	0.069
17-may-15	5:15	0.137	0.025	0.052	0.014	1.220	0.002	0.060	0.003	142.940	0.065
17-may-15	5:20	0.130	0.024	0.049	0.013	1.138	0.002	0.057	0.003	169.720	0.061
17-may-15	5:25	0.124	0.023	0.047	0.012	1.069	0.002	0.054	0.003	197.010	0.058
17-may-15	5:30	0.118	0.022	0.045	0.012	1.010	0.002	0.052	0.003	223.650	0.055
17-may-15	5:35	0.113	0.021	0.043	0.011	0.957	0.002	0.050	0.002	253.220	0.053
17-may-15	5:40	0.108	0.020	0.041	0.011	0.910	0.002	0.048	0.002	280.930	0.050
17-may-15	5:45	0.104	0.019	0.039	0.011	0.868	0.002	0.046	0.002	307.600	0.048
17-may-15	5:50	0.100	0.018	0.038	0.010	0.829	0.002	0.044	0.002	332.840	0.046
17-may-15	5:55	0.096	0.018	0.037	0.010	0.794	0.002	0.042	0.002	355.930	0.044
17-may-15	6:00	0.093	0.017	0.035	0.009	0.762	0.002	0.041	0.002	377.250	0.043
17-may-15	6:05	0.089	0.017	0.034	0.009	0.732	0.002	0.040	0.002	395.610	0.041
17-may-15	6:10	0.086	0.016	0.033	0.009	0.705	0.002	0.038	0.002	406.710	0.040
17-may-15	6:15	0.084	0.015	0.032	0.009	0.679	0.001	0.037	0.002	412.380	0.038
17-may-15	6:20	0.081	0.015	0.031	0.008	0.656	0.001	0.036	0.002	414.470	0.037
17-may-15	6:25	0.078	0.015	0.030	0.008	0.633	0.001	0.035	0.002	413.490	0.036
17-may-15	6:30	0.076	0.014	0.029	0.008	0.613	0.001	0.034	0.002	409.910	0.035
17-may-15	6:35	0.074	0.014	0.028	0.008	0.593	0.001	0.033	0.002	404.050	0.034
17-may-15	6:40	0.072	0.013	0.028	0.007	0.575	0.001	0.032	0.002	396.020	0.033
17-may-15	6:45	0.070	0.013	0.027	0.007	0.558	0.001	0.031	0.002	386.170	0.032
17-may-15	6:50	0.068	0.013	0.026	0.007	0.542	0.001	0.030	0.002	375.200	0.031



Fecha	Hora	Caudal (m <sup>3</sup> /s) para las cuencas del sistema para T 100 años									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17-may-15	6:55	0.066	0.012	0.025	0.007	0.526	0.001	0.029	0.002	363.650	0.030
17-may-15	7:00	0.064	0.012	0.025	0.007	0.512	0.001	0.029	0.001	351.830	0.029
17-may-15	7:05	0.063	0.012	0.024	0.007	0.498	0.001	0.028	0.001	340.150	0.028
17-may-15	7:10	0.061	0.011	0.024	0.006	0.485	0.001	0.027	0.001	328.630	0.028
17-may-15	7:15	0.060	0.011	0.023	0.006	0.472	0.001	0.027	0.001	317.420	0.027
17-may-15	7:20	0.058	0.011	0.022	0.006	0.460	0.001	0.026	0.001	306.600	0.026
17-may-15	7:25	0.057	0.011	0.022	0.006	0.449	0.001	0.025	0.001	296.290	0.026
17-may-15	7:30	0.056	0.010	0.021	0.006	0.438	0.001	0.025	0.001	286.430	0.025
17-may-15	7:35	0.055	0.010	0.021	0.006	0.428	0.001	0.024	0.001	276.960	0.024
17-may-15	7:40	0.053	0.010	0.021	0.006	0.418	0.001	0.024	0.001	267.800	0.024
17-may-15	7:45	0.052	0.010	0.020	0.006	0.408	0.001	0.023	0.001	258.960	0.023
17-may-15	7:50	0.051	0.009	0.020	0.005	0.399	0.001	0.023	0.001	250.420	0.023
17-may-15	7:55	0.050	0.009	0.019	0.005	0.390	0.001	0.022	0.001	242.220	0.022
17-may-15	8:00	0.049	0.009	0.019	0.005	0.382	0.001	0.022	0.001	234.320	0.022
17-may-15	8:05	0.021	0.004	0.012	0.002	0.359	0	0.015	0	226.700	0.008
17-may-15	8:10	0.006	0.001	0.004	0	0.299	0	0.006	0	219.360	0.002
17-may-15	8:15	0.001	0	0.001	0	0.215	0	0.002	0	212.270	0.001
17-may-15	8:20	0	0	0	0	0.137	0	0.001	0	205.410	0
17-may-15	8:25	0	0	0	0	0.082	0	0	0	198.520	0
17-may-15	8:30	0	0	0	0	0.050	0	0	0	191.840	0
17-may-15	8:35	0	0	0	0	0.030	0	0	0	185.390	0
17-may-15	8:40	0	0	0	0	0.019	0	0	0	179.160	0
17-may-15	8:45	0	0	0	0	0.011	0	0	0	173.080	0
17-may-15	8:50	0	0	0	0	0.007	0	0	0	167.130	0
17-may-15	8:55	0	0	0	0	0.004	0	0	0	161.270	0
17-may-15	9:00	0	0	0	0	0.002	0	0	0	155.540	0
17-may-15	9:05	0	0	0	0	0.001	0	0	0	149.910	0
17-may-15	9:10	0	0	0	0	0.001	0	0	0	144.340	0
17-may-15	9:15	0	0	0	0	0	0	0	0	138.790	0
17-may-15	9:20	0	0	0	0	0	0	0	0	133.280	0
17-may-15	9:25	0	0	0	0	0	0	0	0	127.800	0
17-may-15	9:30	0	0	0	0	0	0	0	0	122.310	0
17-may-15	9:35	0	0	0	0	0	0	0	0	116.810	0
17-may-15	9:40	0	0	0	0	0	0	0	0	111.330	0
17-may-15	9:45	0	0	0	0	0	0	0	0	105.880	0
17-may-15	9:50	0	0	0	0	0	0	0	0	100.470	0
17-may-15	9:55	0	0	0	0	0	0	0	0	95.100	0
17-may-15	10:00	0	0	0	0	0	0	0	0	89.800	0
17-may-15	10:05	0	0	0	0	0	0	0	0	84.580	0
17-may-15	10:10	0	0	0	0	0	0	0	0	79.450	0
17-may-15	10:15	0	0	0	0	0	0	0	0	74.430	0
17-may-15	10:20	0	0	0	0	0	0	0	0	69.550	0

Fecha	Hora	Caudal (m <sup>3</sup> /s) para las cuencas del sistema para T 100 años									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17-may-15	10:25	0	0	0	0	0	0	0	0	64.830	0
17-may-15	10:30	0	0	0	0	0	0	0	0	60.300	0
17-may-15	10:35	0	0	0	0	0	0	0	0	55.970	0
17-may-15	10:40	0	0	0	0	0	0	0	0	51.850	0
17-may-15	10:45	0	0	0	0	0	0	0	0	47.960	0
17-may-15	10:50	0	0	0	0	0	0	0	0	44.290	0
17-may-15	10:55	0	0	0	0	0	0	0	0	40.870	0
17-may-15	11:00	0	0	0	0	0	0	0	0	37.680	0
17-may-15	11:05	0	0	0	0	0	0	0	0	34.720	0
17-may-15	11:10	0	0	0	0	0	0	0	0	31.970	0
17-may-15	11:15	0	0	0	0	0	0	0	0	29.440	0
17-may-15	11:20	0	0	0	0	0	0	0	0	27.120	0
17-may-15	11:25	0	0	0	0	0	0	0	0	24.980	0
17-may-15	11:30	0	0	0	0	0	0	0	0	23.020	0
17-may-15	11:35	0	0	0	0	0	0	0	0	21.220	0
17-may-15	11:40	0	0	0	0	0	0	0	0	19.560	0
17-may-15	11:45	0	0	0	0	0	0	0	0	18.030	0
17-may-15	11:50	0	0	0	0	0	0	0	0	16.610	0
17-may-15	11:55	0	0	0	0	0	0	0	0	15.290	0
17-may-15	12:00	0	0	0	0	0	0	0	0	14.080	0
17-may-15	12:05	0	0	0	0	0	0	0	0	12.950	0
17-may-15	12:10	0	0	0	0	0	0	0	0	11.900	0
17-may-15	12:15	0	0	0	0	0	0	0	0	10.940	0
17-may-15	12:20	0	0	0	0	0	0	0	0	10.060	0
17-may-15	12:25	0	0	0	0	0	0	0	0	9.240	0
17-may-15	12:30	0	0	0	0	0	0	0	0	8.490	0
17-may-15	12:35	0	0	0	0	0	0	0	0	7.790	0
17-may-15	12:40	0	0	0	0	0	0	0	0	7.150	0
17-may-15	12:45	0	0	0	0	0	0	0	0	6.550	0
17-may-15	12:50	0	0	0	0	0	0	0	0	5.990	0
17-may-15	12:55	0	0	0	0	0	0	0	0	5.470	0
17-may-15	13:00	0	0	0	0	0	0	0	0	5.000	0
17-may-15	13:05	0	0	0	0	0	0	0	0	4.560	0
17-may-15	13:10	0	0	0	0	0	0	0	0	4.160	0
17-may-15	13:15	0	0	0	0	0	0	0	0	3.800	0
17-may-15	13:20	0	0	0	0	0	0	0	0	3.470	0
17-may-15	13:25	0	0	0	0	0	0	0	0	3.170	0
17-may-15	13:30	0	0	0	0	0	0	0	0	2.900	0
17-may-15	13:35	0	0	0	0	0	0	0	0	2.650	0
17-may-15	13:40	0	0	0	0	0	0	0	0	2.420	0
17-may-15	13:45	0	0	0	0	0	0	0	0	2.210	0
17-may-15	13:50	0	0	0	0	0	0	0	0	2.020	0



Fecha	Hora	Caudal (m <sup>3</sup> /s) para las cuencas del sistema para T 100 años									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17-may-15	13:55	0	0	0	0	0	0	0	0	1.850	0
17-may-15	14:00	0	0	0	0	0	0	0	0	1.690	0
17-may-15	14:05	0	0	0	0	0	0	0	0	1.540	0
17-may-15	14:10	0	0	0	0	0	0	0	0	1.400	0
17-may-15	14:15	0	0	0	0	0	0	0	0	1.280	0
17-may-15	14:20	0	0	0	0	0	0	0	0	1.170	0
17-may-15	14:25	0	0	0	0	0	0	0	0	1.060	0
17-may-15	14:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0.960	0
17-may-15	14:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0.880	0
17-may-15	14:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0.790	0
17-may-15	14:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0.720	0
17-may-15	14:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0.650	0
17-may-15	14:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0.590	0
17-may-15	15:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0.530	0
17-may-15	15:05	0	0	0	0	0	0	0	0	0.480	0
17-may-15	15:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0.430	0
17-may-15	15:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0.380	0
17-may-15	15:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0.340	0
17-may-15	15:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0.300	0
17-may-15	15:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0.260	0
17-may-15	15:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0.230	0
17-may-15	15:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0.200	0
17-may-15	15:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0.180	0
17-may-15	15:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0.150	0
17-may-15	15:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0.130	0
17-may-15	16:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0.110	0
17-may-15	16:05	0	0	0	0	0	0	0	0	0.100	0
17-may-15	16:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0.080	0
17-may-15	16:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0.070	0
17-may-15	16:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0.060	0
17-may-15	16:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0.050	0
17-may-15	16:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0.040	0
17-may-15	16:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0.030	0
17-may-15	16:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0.030	0
17-may-15	16:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0.010	0
17-may-15	16:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	16:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	17:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 3.4 Listados numéricos de los hidrogramas de crecida de todas las cuencas del sistema para un periodo de retorno de 100 años.



Para un periodo de retorno 200 años

Fecha	Hora	Caudal (m <sup>3</sup> /s) para las cuencas del sistema para T 200 años									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16-may-15	0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.001
17-may-15	2:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.002
17-may-15	2:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.004
17-may-15	2:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.006
17-may-15	2:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.008
17-may-15	2:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.011
17-may-15	3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0.010	0.014
17-may-15	3:05	0	0	0	0	0	0	0	0	0.010	0.018
17-may-15	3:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0.010	0.023
17-may-15	3:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0.010	0.028
17-may-15	3:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0.010	0.034

Fecha	Hora	Caudal (m <sup>3</sup> /s) para las cuencas del sistema para T 200 años									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17-may-15	3:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0.030	0.042
17-may-15	3:30	0.001	0	0	0	0.002	0	0	0	0.050	0.052
17-may-15	3:35	0.010	0	0	0	0.014	0	0	0	0.110	0.065
17-may-15	3:40	0.030	0.002	0	0	0.052	0	0	0	0.230	0.083
17-may-15	3:45	0.062	0.007	0.001	0	0.135	0	0	0	0.430	0.109
17-may-15	3:50	0.120	0.016	0.009	0	0.286	0	0.006	0	0.770	0.151
17-may-15	3:55	0.241	0.036	0.037	0.004	0.560	0.001	0.032	0	1.340	0.237
17-may-15	4:00	1.084	0.173	0.226	0.070	1.438	0.015	0.219	0.014	2.500	0.787
17-may-15	4:05	1.130	0.200	0.350	0.082	3.230	0.015	0.376	0.016	4.210	0.677
17-may-15	4:10	0.813	0.149	0.296	0.065	4.974	0.011	0.338	0.013	6.820	0.440
17-may-15	4:15	0.590	0.109	0.228	0.051	5.692	0.009	0.266	0.010	10.340	0.302
17-may-15	4:20	0.462	0.086	0.181	0.042	5.452	0.007	0.213	0.008	14.960	0.230
17-may-15	4:25	0.382	0.071	0.150	0.036	4.696	0.006	0.176	0.007	20.990	0.186
17-may-15	4:30	0.330	0.061	0.129	0.032	3.999	0.005	0.151	0.007	29.360	0.159
17-may-15	4:35	0.292	0.054	0.113	0.028	3.411	0.005	0.132	0.006	41.360	0.139
17-may-15	4:40	0.264	0.049	0.102	0.026	2.943	0.004	0.119	0.006	58.100	0.125
17-may-15	4:45	0.241	0.045	0.093	0.024	2.568	0.004	0.108	0.005	79.850	0.113
17-may-15	4:50	0.222	0.041	0.085	0.022	2.272	0.004	0.099	0.005	105.900	0.103
17-may-15	4:55	0.206	0.038	0.079	0.021	2.034	0.004	0.092	0.004	136.000	0.095
17-may-15	5:00	0.192	0.036	0.074	0.019	1.841	0.003	0.086	0.004	169.970	0.089
17-may-15	5:05	0.180	0.033	0.069	0.018	1.684	0.003	0.081	0.004	207.420	0.083
17-may-15	5:10	0.170	0.032	0.066	0.017	1.551	0.003	0.076	0.004	248.120	0.078
17-may-15	5:15	0.161	0.030	0.062	0.017	1.436	0.003	0.072	0.004	290.810	0.073
17-may-15	5:20	0.153	0.028	0.059	0.016	1.338	0.003	0.068	0.003	334.660	0.069
17-may-15	5:25	0.145	0.027	0.056	0.015	1.256	0.003	0.065	0.003	383.100	0.066
17-may-15	5:30	0.138	0.026	0.053	0.014	1.184	0.002	0.062	0.003	429.750	0.062
17-may-15	5:35	0.132	0.025	0.051	0.014	1.122	0.002	0.060	0.003	473.570	0.059
17-may-15	5:40	0.127	0.024	0.049	0.013	1.066	0.002	0.057	0.003	513.580	0.057
17-may-15	5:45	0.122	0.023	0.047	0.013	1.016	0.002	0.055	0.003	548.950	0.054
17-may-15	5:50	0.117	0.022	0.045	0.012	0.970	0.002	0.053	0.003	581.740	0.052
17-may-15	5:55	0.112	0.021	0.044	0.012	0.928	0.002	0.051	0.003	609.330	0.050
17-may-15	6:00	0.108	0.020	0.042	0.011	0.890	0.002	0.049	0.003	625.630	0.048
17-may-15	6:05	0.105	0.019	0.041	0.011	0.855	0.002	0.047	0.002	634.810	0.046
17-may-15	6:10	0.101	0.019	0.039	0.011	0.823	0.002	0.046	0.002	638.590	0.045
17-may-15	6:15	0.098	0.018	0.038	0.010	0.793	0.002	0.044	0.002	637.490	0.043
17-may-15	6:20	0.095	0.018	0.037	0.010	0.765	0.002	0.043	0.002	632.450	0.042
17-may-15	6:25	0.092	0.017	0.036	0.010	0.739	0.002	0.041	0.002	624.020	0.040
17-may-15	6:30	0.089	0.017	0.035	0.010	0.714	0.002	0.040	0.002	612.270	0.039
17-may-15	6:35	0.086	0.016	0.034	0.009	0.691	0.002	0.039	0.002	597.510	0.038
17-may-15	6:40	0.084	0.016	0.033	0.009	0.670	0.002	0.038	0.002	580.240	0.037
17-may-15	6:45	0.081	0.015	0.032	0.009	0.649	0.001	0.037	0.002	561.490	0.036
17-may-15	6:50	0.079	0.015	0.031	0.009	0.630	0.001	0.036	0.002	542.160	0.034



Fecha	Hora	Caudal (m <sup>3</sup> /s) para las cuencas del sistema para T 200 años									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17-may-15	6:55	0.077	0.014	0.030	0.008	0.612	0.001	0.035	0.002	522.740	0.034
17-may-15	7:00	0.075	0.014	0.029	0.008	0.595	0.001	0.034	0.002	503.580	0.033
17-may-15	7:05	0.073	0.014	0.029	0.008	0.579	0.001	0.033	0.002	484.910	0.032
17-may-15	7:10	0.071	0.013	0.028	0.008	0.563	0.001	0.032	0.002	466.860	0.031
17-may-15	7:15	0.070	0.013	0.027	0.008	0.549	0.001	0.032	0.002	449.600	0.030
17-may-15	7:20	0.068	0.013	0.027	0.007	0.535	0.001	0.031	0.002	433.180	0.029
17-may-15	7:25	0.066	0.012	0.026	0.007	0.522	0.001	0.030	0.002	417.610	0.029
17-may-15	7:30	0.065	0.012	0.025	0.007	0.509	0.001	0.030	0.002	402.650	0.028
17-may-15	7:35	0.063	0.012	0.025	0.007	0.497	0.001	0.029	0.002	388.250	0.027
17-may-15	7:40	0.062	0.012	0.024	0.007	0.485	0.001	0.028	0.002	374.440	0.027
17-may-15	7:45	0.061	0.011	0.024	0.007	0.474	0.001	0.028	0.001	361.190	0.026
17-may-15	7:50	0.059	0.011	0.023	0.006	0.463	0.001	0.027	0.001	348.490	0.025
17-may-15	7:55	0.058	0.011	0.023	0.006	0.453	0.001	0.027	0.001	336.280	0.025
17-may-15	8:00	0.057	0.011	0.022	0.006	0.443	0.001	0.026	0.001	324.580	0.024
17-may-15	8:05	0.025	0.005	0.014	0.002	0.416	0	0.018	0	313.070	0.009
17-may-15	8:10	0.007	0.001	0.005	0.001	0.346	0	0.007	0	301.800	0.002
17-may-15	8:15	0.002	0	0.002	0	0.249	0	0.002	0	290.930	0.001
17-may-15	8:20	0	0	0.001	0	0.159	0	0.001	0	280.530	0
17-may-15	8:25	0	0	0	0	0.095	0	0	0	270.510	0
17-may-15	8:30	0	0	0	0	0.058	0	0	0	260.850	0
17-may-15	8:35	0	0	0	0	0.035	0	0	0	251.590	0
17-may-15	8:40	0	0	0	0	0.021	0	0	0	242.670	0
17-may-15	8:45	0	0	0	0	0.013	0	0	0	234.000	0
17-may-15	8:50	0	0	0	0	0.008	0	0	0	225.530	0
17-may-15	8:55	0	0	0	0	0.005	0	0	0	217.260	0
17-may-15	9:00	0	0	0	0	0.003	0	0	0	209.160	0
17-may-15	9:05	0	0	0	0	0.001	0	0	0	201.170	0
17-may-15	9:10	0	0	0	0	0.001	0	0	0	193.240	0
17-may-15	9:15	0	0	0	0	0	0	0	0	185.360	0
17-may-15	9:20	0	0	0	0	0	0	0	0	177.480	0
17-may-15	9:25	0	0	0	0	0	0	0	0	169.600	0
17-may-15	9:30	0	0	0	0	0	0	0	0	161.710	0
17-may-15	9:35	0	0	0	0	0	0	0	0	153.850	0
17-may-15	9:40	0	0	0	0	0	0	0	0	146.040	0
17-may-15	9:45	0	0	0	0	0	0	0	0	138.280	0
17-may-15	9:50	0	0	0	0	0	0	0	0	130.590	0
17-may-15	9:55	0	0	0	0	0	0	0	0	123.010	0
17-may-15	10:00	0	0	0	0	0	0	0	0	115.550	0
17-may-15	10:05	0	0	0	0	0	0	0	0	108.250	0
17-may-15	10:10	0	0	0	0	0	0	0	0	101.140	0
17-may-15	10:15	0	0	0	0	0	0	0	0	94.280	0
17-may-15	10:20	0	0	0	0	0	0	0	0	87.690	0

Fecha	Hora	Caudal (m <sup>3</sup> /s) para las cuencas del sistema para T 200 años									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17-may-15	10:25	0	0	0	0	0	0	0	0	81.370	0
17-may-15	10:30	0	0	0	0	0	0	0	0	75.360	0
17-may-15	10:35	0	0	0	0	0	0	0	0	69.680	0
17-may-15	10:40	0	0	0	0	0	0	0	0	64.320	0
17-may-15	10:45	0	0	0	0	0	0	0	0	59.290	0
17-may-15	10:50	0	0	0	0	0	0	0	0	54.600	0
17-may-15	10:55	0	0	0	0	0	0	0	0	50.250	0
17-may-15	11:00	0	0	0	0	0	0	0	0	46.230	0
17-may-15	11:05	0	0	0	0	0	0	0	0	42.530	0
17-may-15	11:10	0	0	0	0	0	0	0	0	39.130	0
17-may-15	11:15	0	0	0	0	0	0	0	0	36.010	0
17-may-15	11:20	0	0	0	0	0	0	0	0	33.160	0
17-may-15	11:25	0	0	0	0	0	0	0	0	30.540	0
17-may-15	11:30	0	0	0	0	0	0	0	0	28.130	0
17-may-15	11:35	0	0	0	0	0	0	0	0	25.910	0
17-may-15	11:40	0	0	0	0	0	0	0	0	23.850	0
17-may-15	11:45	0	0	0	0	0	0	0	0	21.950	0
17-may-15	11:50	0	0	0	0	0	0	0	0	20.170	0
17-may-15	11:55	0	0	0	0	0	0	0	0	18.530	0
17-may-15	12:00	0	0	0	0	0	0	0	0	17.010	0
17-may-15	12:05	0	0	0	0	0	0	0	0	15.610	0
17-may-15	12:10	0	0	0	0	0	0	0	0	14.330	0
17-may-15	12:15	0	0	0	0	0	0	0	0	13.160	0
17-may-15	12:20	0	0	0	0	0	0	0	0	12.080	0
17-may-15	12:25	0	0	0	0	0	0	0	0	11.080	0
17-may-15	12:30	0	0	0	0	0	0	0	0	10.160	0
17-may-15	12:35	0	0	0	0	0	0	0	0	9.300	0
17-may-15	12:40	0	0	0	0	0	0	0	0	8.510	0
17-may-15	12:45	0	0	0	0	0	0	0	0	7.770	0
17-may-15	12:50	0	0	0	0	0	0	0	0	7.090	0
17-may-15	12:55	0	0	0	0	0	0	0	0	6.460	0
17-may-15	13:00	0	0	0	0	0	0	0	0	5.880	0
17-may-15	13:05	0	0	0	0	0	0	0	0	5.360	0
17-may-15	13:10	0	0	0	0	0	0	0	0	4.880	0
17-may-15	13:15	0	0	0	0	0	0	0	0	4.450	0
17-may-15	13:20	0	0	0	0	0	0	0	0	4.060	0
17-may-15	13:25	0	0	0	0	0	0	0	0	3.710	0
17-may-15	13:30	0	0	0	0	0	0	0	0	3.390	0
17-may-15	13:35	0	0	0	0	0	0	0	0	3.090	0
17-may-15	13:40	0	0	0	0	0	0	0	0	2.820	0
17-may-15	13:45	0	0	0	0	0	0	0	0	2.580	0
17-may-15	13:50	0	0	0	0	0	0	0	0	2.350	0



Fecha	Hora	Caudal (m <sup>3</sup> /s) para las cuencas del sistema para T 200 años									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17-may-15	13:55	0	0	0	0	0	0	0	0	2.140	0
17-may-15	14:00	0	0	0	0	0	0	0	0	1.950	0
17-may-15	14:05	0	0	0	0	0	0	0	0	1.780	0
17-may-15	14:10	0	0	0	0	0	0	0	0	1.620	0
17-may-15	14:15	0	0	0	0	0	0	0	0	1.470	0
17-may-15	14:20	0	0	0	0	0	0	0	0	1.340	0
17-may-15	14:25	0	0	0	0	0	0	0	0	1.210	0
17-may-15	14:30	0	0	0	0	0	0	0	0	1.100	0
17-may-15	14:35	0	0	0	0	0	0	0	0	1.000	0
17-may-15	14:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0.900	0
17-may-15	14:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0.810	0
17-may-15	14:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0.730	0
17-may-15	14:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0.660	0
17-may-15	15:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0.590	0
17-may-15	15:05	0	0	0	0	0	0	0	0	0.520	0
17-may-15	15:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0.460	0
17-may-15	15:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0.410	0
17-may-15	15:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0.360	0
17-may-15	15:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0.320	0
17-may-15	15:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0.280	0
17-may-15	15:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0.250	0
17-may-15	15:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0.210	0
17-may-15	15:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0.190	0
17-may-15	15:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0.160	0
17-may-15	15:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0.140	0
17-may-15	16:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0.120	0
17-may-15	16:05	0	0	0	0	0	0	0	0	0.100	0
17-may-15	16:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0.080	0
17-may-15	16:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0.070	0
17-may-15	16:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0.060	0
17-may-15	16:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0.050	0
17-may-15	16:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0.040	0
17-may-15	16:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0.030	0
17-may-15	16:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0.020	0
17-may-15	16:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0.010	0
17-may-15	16:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 3.5 Listados numéricos de los hidrogramas de crecida de todas las cuencas del sistema para un periodo de retorno de 200 años.



Para un periodo de retorno 500 años

Fecha	Hora	Caudal (m <sup>3</sup> /s) para las cuencas del sistema para T 500 años									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16-may-15	0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	0:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	1:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-may-15	2:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.001
17-may-15	2:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0.010	0.002
17-may-15	2:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0.010	0.004
17-may-15	2:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0.010	0.006
17-may-15	2:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0.010	0.008
17-may-15	2:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0.020	0.011
17-may-15	2:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0.030	0.014
17-may-15	2:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0.060	0.017
17-may-15	3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0.120	0.021
17-may-15	3:05	0	0	0	0	0	0	0	0	0.210	0.026
17-may-15	3:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0.370	0.032
17-may-15	3:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0.600	0.038
17-may-15	3:20	0	0	0	0	0.001	0	0	0	0.940	0.046

Fecha	Hora	Caudal (m <sup>3</sup> /s) para las cuencas del sistema para T 500 años									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17-may-15	3:25	0.005	0	0	0	0.007	0	0	0	1.440	0.055
17-may-15	3:30	0.017	0.001	0	0	0.030	0	0	0	2.140	0.067
17-may-15	3:35	0.038	0.003	0	0	0.083	0	0	0	3.110	0.083
17-may-15	3:40	0.067	0.008	0.002	0	0.176	0	0.001	0	4.410	0.104
17-may-15	3:45	0.113	0.016	0.010	0	0.320	0	0.007	0	6.120	0.136
17-may-15	3:50	0.189	0.028	0.029	0.002	0.544	0.001	0.025	0	8.360	0.186
17-may-15	3:55	0.349	0.055	0.070	0.013	0.921	0.003	0.068	0.001	11.280	0.289
17-may-15	4:00	1.425	0.232	0.326	0.109	2.060	0.023	0.325	0.024	15.370	0.937
17-may-15	4:05	1.446	0.261	0.479	0.118	4.336	0.021	0.524	0.024	20.630	0.798
17-may-15	4:10	1.020	0.190	0.391	0.089	6.495	0.015	0.452	0.018	27.570	0.515
17-may-15	4:15	0.732	0.137	0.295	0.068	7.310	0.011	0.348	0.014	36.320	0.353
17-may-15	4:20	0.568	0.107	0.230	0.055	6.916	0.009	0.273	0.011	47.490	0.267
17-may-15	4:25	0.468	0.088	0.189	0.046	5.895	0.008	0.224	0.010	62.550	0.216
17-may-15	4:30	0.402	0.075	0.161	0.041	4.979	0.007	0.191	0.009	83.090	0.184
17-may-15	4:35	0.355	0.066	0.141	0.036	4.219	0.006	0.166	0.008	110.300	0.161
17-may-15	4:40	0.320	0.060	0.126	0.033	3.619	0.006	0.148	0.007	144.010	0.144
17-may-15	4:45	0.292	0.054	0.115	0.030	3.142	0.005	0.135	0.007	183.700	0.130
17-may-15	4:50	0.268	0.050	0.106	0.028	2.769	0.005	0.124	0.006	228.900	0.119
17-may-15	4:55	0.249	0.046	0.098	0.026	2.470	0.004	0.114	0.006	279.830	0.110
17-may-15	5:00	0.232	0.043	0.091	0.025	2.230	0.004	0.107	0.005	336.240	0.102
17-may-15	5:05	0.217	0.041	0.086	0.023	2.035	0.004	0.100	0.005	397.100	0.095
17-may-15	5:10	0.205	0.038	0.081	0.022	1.871	0.004	0.094	0.005	461.480	0.089
17-may-15	5:15	0.193	0.036	0.076	0.021	1.729	0.004	0.089	0.005	533.080	0.084
17-may-15	5:20	0.183	0.034	0.072	0.020	1.608	0.003	0.084	0.004	609.020	0.080
17-may-15	5:25	0.174	0.033	0.069	0.019	1.508	0.003	0.080	0.004	680.810	0.075
17-may-15	5:30	0.166	0.031	0.066	0.018	1.421	0.003	0.076	0.004	746.210	0.072
17-may-15	5:35	0.159	0.030	0.063	0.017	1.345	0.003	0.073	0.004	804.640	0.068
17-may-15	5:40	0.152	0.028	0.060	0.017	1.277	0.003	0.070	0.004	856.090	0.065
17-may-15	5:45	0.146	0.027	0.058	0.016	1.215	0.003	0.067	0.004	902.210	0.062
17-may-15	5:50	0.140	0.026	0.055	0.015	1.160	0.003	0.064	0.003	931.500	0.060
17-may-15	5:55	0.134	0.025	0.053	0.015	1.110	0.003	0.062	0.003	950.850	0.057
17-may-15	6:00	0.130	0.024	0.051	0.014	1.063	0.002	0.060	0.003	960.270	0.055
17-may-15	6:05	0.125	0.023	0.049	0.014	1.021	0.002	0.058	0.003	962.330	0.053
17-may-15	6:10	0.121	0.023	0.048	0.013	0.982	0.002	0.056	0.003	957.560	0.051
17-may-15	6:15	0.117	0.022	0.046	0.013	0.945	0.002	0.054	0.003	947.420	0.049
17-may-15	6:20	0.113	0.021	0.045	0.013	0.912	0.002	0.052	0.003	932.310	0.048
17-may-15	6:25	0.109	0.020	0.043	0.012	0.880	0.002	0.051	0.003	912.500	0.046
17-may-15	6:30	0.106	0.020	0.042	0.012	0.851	0.002	0.049	0.003	888.490	0.045
17-may-15	6:35	0.103	0.019	0.041	0.011	0.823	0.002	0.048	0.003	860.890	0.043
17-may-15	6:40	0.100	0.019	0.040	0.011	0.797	0.002	0.046	0.003	831.150	0.042
17-may-15	6:45	0.097	0.018	0.039	0.011	0.773	0.002	0.045	0.002	800.550	0.041
17-may-15	6:50	0.094	0.018	0.037	0.011	0.750	0.002	0.044	0.002	769.810	0.040



Fecha	Hora	Caudal (m <sup>3</sup> /s) para las cuencas del sistema para T 500 años									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17-may-15	6:55	0.092	0.017	0.037	0.010	0.728	0.002	0.043	0.002	739.630	0.038
17-may-15	7:00	0.089	0.017	0.036	0.010	0.708	0.002	0.041	0.002	710.170	0.037
17-may-15	7:05	0.087	0.016	0.035	0.010	0.688	0.002	0.040	0.002	681.940	0.036
17-may-15	7:10	0.085	0.016	0.034	0.010	0.670	0.002	0.039	0.002	654.940	0.035
17-may-15	7:15	0.083	0.016	0.033	0.009	0.652	0.002	0.038	0.002	629.360	0.034
17-may-15	7:20	0.081	0.015	0.032	0.009	0.635	0.002	0.038	0.002	605.150	0.034
17-may-15	7:25	0.079	0.015	0.031	0.009	0.619	0.002	0.037	0.002	582.130	0.033
17-may-15	7:30	0.077	0.014	0.031	0.009	0.604	0.001	0.036	0.002	559.990	0.032
17-may-15	7:35	0.075	0.014	0.030	0.009	0.589	0.001	0.035	0.002	538.760	0.031
17-may-15	7:40	0.074	0.014	0.029	0.008	0.575	0.001	0.034	0.002	518.520	0.031
17-may-15	7:45	0.072	0.014	0.029	0.008	0.562	0.001	0.034	0.002	499.220	0.030
17-may-15	7:50	0.071	0.013	0.028	0.008	0.549	0.001	0.033	0.002	480.520	0.029
17-may-15	7:55	0.069	0.013	0.028	0.008	0.537	0.001	0.032	0.002	462.000	0.029
17-may-15	8:00	0.068	0.013	0.027	0.008	0.525	0.001	0.031	0.002	444.380	0.028
17-may-15	8:05	0.029	0.006	0.017	0.003	0.493	0	0.021	0	427.520	0.011
17-may-15	8:10	0.008	0.002	0.006	0.001	0.410	0	0.008	0	411.250	0.003
17-may-15	8:15	0.002	0	0.002	0	0.295	0	0.003	0	395.650	0.001
17-may-15	8:20	0.001	0	0.001	0	0.189	0	0.001	0	380.850	0
17-may-15	8:25	0	0	0	0	0.113	0	0	0	366.700	0
17-may-15	8:30	0	0	0	0	0.069	0	0	0	353.180	0
17-may-15	8:35	0	0	0	0	0.042	0	0	0	340.190	0
17-may-15	8:40	0	0	0	0	0.025	0	0	0	327.640	0
17-may-15	8:45	0	0	0	0	0.015	0	0	0	315.440	0
17-may-15	8:50	0	0	0	0	0.009	0	0	0	303.570	0
17-may-15	8:55	0	0	0	0	0.005	0	0	0	292.010	0
17-may-15	9:00	0	0	0	0	0.003	0	0	0	280.620	0
17-may-15	9:05	0	0	0	0	0.002	0	0	0	269.350	0
17-may-15	9:10	0	0	0	0	0.001	0	0	0	258.180	0
17-may-15	9:15	0	0	0	0	0	0	0	0	247.030	0
17-may-15	9:20	0	0	0	0	0	0	0	0	235.840	0
17-may-15	9:25	0	0	0	0	0	0	0	0	224.650	0
17-may-15	9:30	0	0	0	0	0	0	0	0	213.520	0
17-may-15	9:35	0	0	0	0	0	0	0	0	202.450	0
17-may-15	9:40	0	0	0	0	0	0	0	0	191.440	0
17-may-15	9:45	0	0	0	0	0	0	0	0	180.520	0
17-may-15	9:50	0	0	0	0	0	0	0	0	169.800	0
17-may-15	9:55	0	0	0	0	0	0	0	0	159.280	0
17-may-15	10:00	0	0	0	0	0	0	0	0	148.990	0
17-may-15	10:05	0	0	0	0	0	0	0	0	139.000	0
17-may-15	10:10	0	0	0	0	0	0	0	0	129.390	0
17-may-15	10:15	0	0	0	0	0	0	0	0	120.190	0
17-may-15	10:20	0	0	0	0	0	0	0	0	111.410	0

Fecha	Hora	Caudal (m <sup>3</sup> /s) para las cuencas del sistema para T 500 años									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17-may-15	10:25	0	0	0	0	0	0	0	0	103.060	0
17-may-15	10:30	0	0	0	0	0	0	0	0	95.170	0
17-may-15	10:35	0	0	0	0	0	0	0	0	87.760	0
17-may-15	10:40	0	0	0	0	0	0	0	0	80.810	0
17-may-15	10:45	0	0	0	0	0	0	0	0	74.330	0
17-may-15	10:50	0	0	0	0	0	0	0	0	68.340	0
17-may-15	10:55	0	0	0	0	0	0	0	0	62.820	0
17-may-15	11:00	0	0	0	0	0	0	0	0	57.750	0
17-may-15	11:05	0	0	0	0	0	0	0	0	53.100	0
17-may-15	11:10	0	0	0	0	0	0	0	0	48.840	0
17-may-15	11:15	0	0	0	0	0	0	0	0	44.950	0
17-may-15	11:20	0	0	0	0	0	0	0	0	41.370	0
17-may-15	11:25	0	0	0	0	0	0	0	0	38.090	0
17-may-15	11:30	0	0	0	0	0	0	0	0	35.050	0
17-may-15	11:35	0	0	0	0	0	0	0	0	32.240	0
17-may-15	11:40	0	0	0	0	0	0	0	0	29.630	0
17-may-15	11:45	0	0	0	0	0	0	0	0	27.200	0
17-may-15	11:50	0	0	0	0	0	0	0	0	24.950	0
17-may-15	11:55	0	0	0	0	0	0	0	0	22.870	0
17-may-15	12:00	0	0	0	0	0	0	0	0	20.970	0
17-may-15	12:05	0	0	0	0	0	0	0	0	19.230	0
17-may-15	12:10	0	0	0	0	0	0	0	0	17.630	0
17-may-15	12:15	0	0	0	0	0	0	0	0	16.170	0
17-may-15	12:20	0	0	0	0	0	0	0	0	14.820	0
17-may-15	12:25	0	0	0	0	0	0	0	0	13.570	0
17-may-15	12:30	0	0	0	0	0	0	0	0	12.410	0
17-may-15	12:35	0	0	0	0	0	0	0	0	11.340	0
17-may-15	12:40	0	0	0	0	0	0	0	0	10.350	0
17-may-15	12:45	0	0	0	0	0	0	0	0	9.430	0
17-may-15	12:50	0	0	0	0	0	0	0	0	8.580	0
17-may-15	12:55	0	0	0	0	0	0	0	0	7.790	0
17-may-15	13:00	0	0	0	0	0	0	0	0	7.080	0
17-may-15	13:05	0	0	0	0	0	0	0	0	6.450	0
17-may-15	13:10	0	0	0	0	0	0	0	0	5.880	0
17-may-15	13:15	0	0	0	0	0	0	0	0	5.360	0
17-may-15	13:20	0	0	0	0	0	0	0	0	4.890	0
17-may-15	13:25	0	0	0	0	0	0	0	0	4.460	0
17-may-15	13:30	0	0	0	0	0	0	0	0	4.070	0
17-may-15	13:35	0	0	0	0	0	0	0	0	3.710	0
17-may-15	13:40	0	0	0	0	0	0	0	0	3.380	0
17-may-15	13:45	0	0	0	0	0	0	0	0	3.080	0
17-may-15	13:50	0	0	0	0	0	0	0	0	2.810	0



Fecha	Hora	Caudal (m <sup>3</sup> /s) para las cuencas del sistema para T 500 años									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17-may-15	13:55	0	0	0	0	0	0	0	0	2.550	0
17-may-15	14:00	0	0	0	0	0	0	0	0	2.320	0
17-may-15	14:05	0	0	0	0	0	0	0	0	2.110	0
17-may-15	14:10	0	0	0	0	0	0	0	0	1.920	0
17-may-15	14:15	0	0	0	0	0	0	0	0	1.740	0
17-may-15	14:20	0	0	0	0	0	0	0	0	1.580	0
17-may-15	14:25	0	0	0	0	0	0	0	0	1.430	0
17-may-15	14:30	0	0	0	0	0	0	0	0	1.290	0
17-may-15	14:35	0	0	0	0	0	0	0	0	1.170	0
17-may-15	14:40	0	0	0	0	0	0	0	0	1.050	0
17-may-15	14:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0.940	0
17-may-15	14:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0.850	0
17-may-15	14:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0.750	0
17-may-15	15:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0.670	0
17-may-15	15:05	0	0	0	0	0	0	0	0	0.590	0
17-may-15	15:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0.530	0
17-may-15	15:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0.470	0
17-may-15	15:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0.410	0
17-may-15	15:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0.360	0
17-may-15	15:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0.320	0
17-may-15	15:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0.280	0
17-may-15	15:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0.240	0
17-may-15	15:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0.210	0
17-may-15	15:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0.180	0
17-may-15	15:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0.150	0
17-may-15	16:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0.130	0
17-may-15	16:05	0	0	0	0	0	0	0	0	0.110	0
17-may-15	16:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0.090	0
17-may-15	16:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0.070	0
17-may-15	16:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0.060	0
17-may-15	16:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0.050	0
17-may-15	16:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0.040	0
17-may-15	16:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0.030	0
17-may-15	16:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0.010	0
17-may-15	16:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 3.6 Listados numéricos de los hidrogramas de crecida de todas las cuencas del sistema para un periodo de retorno de 500 años.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



**DOCUMENTO N°3**

# VALORACIÓN ECONÓMICA

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).  
ALTERNATIVA SUR



Capítulo	Resumen	Euros	%
1	Movimiento de tierras y demoliciones	459.244,72	18,58
2	Firmes y pavimentos	491.057,27	19,87
3	Obras hidráulicas	146.747,94	5,94
4	Estructuras	1.214.801,95	49,14
5	Señalización y balizamiento	6.082,33	0,25
6	Varios	154.000	6,23

<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>2.471.934,21</b>
13% Gastos generales	321.351,45
6% Beneficio industrial	148.316,05
<b>SUMA GG y BI</b>	<b>469.667,50</b>
21% I.V.A	617.736,36
<b>PRESUPUESTO DE LIQUIDACIÓN</b>	<b>3,559.338,07</b>



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



## VALORACIÓN ECONÓMICA

# CUADRO DE PRECIOS

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).  
ALTERNATIVA SUR



# CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN)



## MEMORIA ALTERNATIVA SUR

### CUADRO DE PRECIOS 1

Nº	CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO EN LETRA	IMPORTE
0001	P001	m <sup>2</sup>	M2 Demolición de cualquier tipo de firme o pavimento existente de cualquier tipo de espesor / bajas por rendimiento por paso de vehículos, demolición de aceras, isletas, bordillos y toda clase de piezas especiales de pavimentación, descombrado, carga y transporte de material demolido a gestor autorizado hasta una distancia de 60 km.	TRES EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS	3.85
0002	P002	m <sup>2</sup>	M2 Despeje y desbroce del terreno por medios mecánicos / destocado, 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.	CERO EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS	0.58
0003	P003	m <sup>3</sup>	M3 Excavación de tierra vegetal / 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.	UN EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS	1.98
0004	P004	m <sup>3</sup>	M3 Excavación en desmonte en todo tipo de terreno, incluso en roca con empleo de medios mecánicos, explosivos, / 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. Ex cepto precorte.	CINCO EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTIMOS	5.73
0005	P005	m <sup>3</sup>	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 / canon de cantera, excavación del material, carga y transporte al lugar de empleo, hasta una distancia de 30 km, extendido, humectación, compactación, terminación y refinado de la superficie de la coronación.	SEIS EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS	6.67
0006	P006	m <sup>3</sup>	M3 Relleno, extendido y compactado de tierras, por medios mecánicos, en longadas de 15 cm de espesor, incluso aporte de las mismas.	DOCE EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS	12.40
0007	P007	m <sup>3</sup>	M3 Zahorra artificial / transporte, extensión y compactación. Medido sobre perfil teórico	DIECIOCHO EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS	18.19
0008	P008	t	Tn Mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 base G (G-20 base) extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación.	VEINTISEIS EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS	26.47
0009	P009	t	Tn Mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 bin S (S-20 intermedia), extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación	VEINTISEIS EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	26.44
0010	P010	t	Tn Mezcla bituminosa en caliente AC16 surf S (D-12 rodadura) extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación	VEINTISEIS EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS	26.52
0011	P011	t	Tn Betún asfáltico en mezclas bituminosas B 50/70	CUATROCIENTOS CUARENTA EUROS	440.00
0012	P012	t	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.	CUARENTA Y NUEVE EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS	49.27

### CUADRO DE PRECIOS 1

Nº	CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO EN LETRA	IMPORTE
0013	P013	t	Tn Emulsión C60B3-ADH en riegos de adherencia o C60B3-CUR en riegos de curado / barrido y preparación de la superficie, totalmente terminado.	TRESCIENTOS SESENTA Y NUEVE EUROS con SETENTA CÉNTIMOS	369.70
0014	P014	t	Tn Emulsión C60BF5-IMP en riegos de imprimación / barrido y preparación de la superficie, totalmente terminado.	TRESCIENTOS SETENTA Y NUEVE EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS	379.23
0015	P015	m <sup>3</sup>	M3 Material granular para filtro, con tamaño medio de 0.08 metros, incluso transporte, extendido y compactación.	VEINTIDOS EUROS	22.00
0016	P016	m <sup>3</sup>	M3 Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio, 0,36 m en protección de taludes o encauzamiento de ríos, completamente terminada, incluso el transporte.	VEINTICUATRO EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS	24.80
0017	P017	m <sup>3</sup>	M3 Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio 1.2 metros en protección local de pilas, completamente terminada, incluso el transporte	TREINTA Y DOS EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS	32.85
0018	P018	m <sup>3</sup>	M3 Hormigón en masa HM-25/P/20-IIb con tamaño máximo de arido de 20 mm, elaborado en central con cemento resistencia a sulfatos, incluso transporte, vertido, vibrado, colocación y riego posterior.	SESENTA Y NUEVE EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS	69.80
0019	P019	m <sup>3</sup>	M3 Hormigón en masa HM-20 en formación de cunetas / encofrado, fratasado, acabados y juntas.	OCHENTA Y NUEVE EUROS con DIEZ CÉNTIMOS	89.10
0020	P020	u	ud Señal rectangular de 120x180 cm de lado, retrorreflectante de clase RA3, colocada sobre postes galvanizados, fijados a tierra mediante y hormigonado / tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.	CUATROCIENTOS SESENTA Y DOS EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS	462.67
0021	P021	u	ud Señal rectangular de 60x120 cm de lado, retrorreflectante de clase RA3, colocada sobre postes galvanizados, fijados a tierra mediante y hormigonado / tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.	CIENTO SETENTA Y CINCO EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS	175.38
0022	P022	u	ud Señal rectangular de 90x135 cm de lado, retrorreflectante de clase RA3, colocada sobre postes galvanizados, fijados a tierra mediante y hormigonado / tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.	DOSCIENTOS NOVENTA Y UN EUROS con SETENTA CÉNTIMOS	291.70
0023	P023	u	ud Señal circular de 90x135 cm de diámetro, retrorreflectante de clase RA2, colocada sobre poste galvanizado, fijado a tierra mediante hormigonado / tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.	CIENTO NOVENTA Y CINCO EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS	195.61
0024	P024	m	m Marca vial de tipo II (RR), de pintura blanca reflectante, tipo termoplástica en caliente, de 10 cm de ancho / preparación de la superficie y premarcaje (Medida la longitud realmente pintada).	CERO EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS	0.53



CUADRO DE PRECIOS 1

Nº	CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO EN LETRA	IMPORTE
0025	P025	m³	M3 Hormigón en masa para capa de regularización y limpieza, tipo HL-150/P/25/I, incluso fabricación, suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.	CINCUENTA Y DOS EUROS con SEIS CÉNTIMOS	52.06
0026	P026	ml	MI Viga doble T prefabricada para tablero de puente de 2,00 metros de canto para luces de 36 metros, ancho de ala superior de 1,2 metros, ancho de ala inferior de 0,75 metros prefabricada en HP-50/B/20/II/B, armaduras activas Y-1860-S7 y armaduras pasivas B500SD, incluso transporte a pie de obra, armadura para anclaje con losa superior y elementos necesarios para su elevación y puesta en obra.	SETECIENTOS SETENTA EUROS	770.00
0027	P027	m³	M3 Hormigón para armar en estructuras, tipo HA-30/B/20/IIIa, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.	OCHENTA Y CINCO EUROS con OCHO CÉNTIMOS	85.08
0028	P028	kg	Kg Acero corrugado B-500-S en barras para armadura incluso suministro, cortado, doblado, atado, colocación, solapes, pañillas, alambre de atar, exceso de peso y p.p. de mermas, despuntes, separadores y rigidizadores.	CERO EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS	0.72
0029	P029	ml	MI 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.	DOSCIENTOS TREINTA EUROS	230.00
0030	P030	u	u Neopreno zunchado según anejo de estructuras para apoyo de vigas prefabricadas en subestructuras, incluso mortero de nivelación, totalmente acabado.	SETECIENTOS EUROS	700.00
0031	P031	ml	MI Pretti metálico resistente a impactos galvanizado en caliente por inmersión según planos, incluso galvanizado y pintado de elementos metálicos, suministro, anclaje y colocación totalmente terminado	DOSCIENTOS CINCUENTA EUROS	250.00
0032	P032	m³	M3 Muro de escollera con bloques de 300 a 1000 kg (huso HMB300/1000) conforme a UNE EN 13383-1, incluido relleno del trasdós con material filtrante, totalmente colocada	TREINTA Y SEIS EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS	36.80
0033	PA01	ud	u Partida alzada a justificar para adecuación ambiental (valor estimado por superficie de actuación)	TREINTA MIL EUROS	30,000.00
0034	PA02	ud	u Partida alzada a justificar para presupuesto de seguridad y salud (estimado 2.5% actuación)	SESENTA Y DOS MIL EUROS	62,000.00
0035	PA03	ud	u Partida alzada a justificar para presupuesto de gestión de residuos (estimado 2.5% actuación)	SESENTA Y DOS MIL EUROS	62,000.00



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



**VALORACIÓN ECONÓMICA**

# **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS PARCIALES**

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).  
ALTERNATIVA SUR



MEMORIA ALTERNATIVA SUR

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 1 MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DEMOLICIONES</b>									
P001	<b>m<sup>2</sup> Demolición de pavimento existente</b> M2 Demolición de cualquier tipo de firme o pavimento existente de cualquier tipo de espesor <i>il</i> bajas por rendimiento por paso de vehículos, demolición de aceras, isletas, bordillos y toda clase de piezas especiales de pavimentación, descombrado, carga y transporte de material demolido a gestor autorizado hasta una distancia de 60 km. Medición auxiliar	1	1,100.00			1,100.00			
							1,100.00	3.85	4,235.00
P002	<b>m<sup>2</sup> Despeje y desbroce del terreno</b> M2 Despeje y desbroce del terreno por medios mecánicos <i>il</i> destocado, 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. Medición auxiliar	1	28,617.00			28,617.00			
							28,617.00	0.58	16,597.86
P003	<b>m<sup>3</sup> Excavación tierra vegetal</b> M3 Excavación de tierra vegetal <i>il</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. Medición auxiliar	1	20,530.00			20,530.00			
							20,530.00	1.98	40,649.40
P004	<b>m<sup>3</sup> Excavación desmonte en todo tipo de terreno incluso en roca</b> M3 Excavación en desmonte en todo tipo de terreno, incluso en roca con empleo de medios mecánicos, explosivos, <i>il</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. CORREDOR Medición auxiliar PROTECCIONES Medición auxiliar	1	34,740.10			34,740.10			
		1	10,750.00			10,750.00			
							45,490.10	5.73	260,658.27
P005	<b>m<sup>3</sup> Relleno de suelo seleccionado</b> M3 Relleno de suelo seleccionado procedente de préstamo, y acimiento granular o cantera para la formación de explanada en coronación de terraplén y en el fondo de desmonte <i>il</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. CORREDOR Medición auxiliar	1	17,116.07			17,116.07			
							17,116.07	6.67	114,164.19
P006	<b>m<sup>3</sup> Rellenos localizados con material de la excavación</b> M3 Relleno, extendido y compactado de tierras, por medios mecánicos, en tongadas de 15 cm de espesor, incluso aporte de las mismas. Medición auxiliar	1	1,850.00			1,850.00			
							1,850.00	12.40	22,940.00
	<b>TOTAL CAPÍTULO 1 MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DEMOLICIONES</b>								<b>459,244.72</b>

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 2 FIRMES Y PAVIMENTOS</b>									
P007	<b>m<sup>3</sup> Zahorra artificial</b> M3 Zahorra artificial <i>il</i> transporte, extensión y compactación. Medido sobre perfil teórico Medición auxiliar	1	5,335.53			5,335.53			
							5,335.53	18.19	97,053.29
P008	<b>t M.B.C tipo AC22 base G</b> Tn Mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 base G (G-20 base) extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación Medición auxiliar	1	1,967.29			1,967.29			
							1,967.29	26.47	52,074.17
P009	<b>t M.B.C tipo AC22 bin S</b> Tn Mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 bin S (S-20 intermedia), extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación Medición auxiliar	1	1,896.72			1,896.72			
							1,896.72	26.44	50,149.28
P010	<b>t M.B.C tipo AC 16 surf S</b> Tn Mezcla bituminosa en caliente AC16 surf S (D-12 rodadura) extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación Medición auxiliar	1	4,425.70			4,425.70			
							4,425.70	26.52	117,369.56
P011	<b>t Betún asfáltico tipo B50/70</b> Tn Betún asfáltico en mezclas bituminosas B 50/70 Medición auxiliar	1	342.37			342.37			
							342.37	440.00	150,642.80
P012	<b>t Polvo mineral</b> Tn Polvo mineral o carbonato (triclase o similar) empleado como polvo mineral de aportación en mezclas bituminosas en caliente puesto a pie de obra o planta. Medición auxiliar	1	366.65			366.65			
							366.65	49.27	18,064.85
P013	<b>t Riego de adherencia C60B3-ADH</b> Tn Emulsión C60B3-ADH en riegos de adherencia o C60B3-CUR en riegos de curado <i>il</i> barrido y preparación de la superficie, totalmente terminado. Medición auxiliar	1	6.00			6.00			
							6.00	369.70	2,218.20
P014	<b>t Riego de imprimación C60BF5-IMP</b> Tn Emulsión C60BF5-IMP en riegos de imprimación <i>il</i> barrido y preparación de la superficie, totalmente terminado. Medición auxiliar	1	9.19			9.19			
							9.19	379.23	3,485.12
	<b>TOTAL CAPÍTULO 2 FIRMES Y PAVIMENTOS</b>								<b>491,057.27</b>



MEMORIA ALTERNATIVA SUR

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 3 OBRAS HIDRÁULICAS</b>									
P015	<b>m³ Material granular para filtro</b> M3 Material granular para filtro, con tamaño medio de 0.08 metros, incluso transporte, extendido y compactación.								
	Medición auxiliar	1	715.00			715.00			
							715.00	22.00	15,730.00
P016	<b>m³ Escollera para protección general</b> M3 Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio, 0,36 m en protección de taludes o encauzamiento de ríos, completamente terminada, incluso el transporte.								
	Medición auxiliar	1	2,225.00			2,225.00			
							2,225.00	24.80	55,180.00
P017	<b>m³ Escollera para protección local</b> M3 Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio 1.2 metros en protección local de pilas, completamente terminada, incluso el transporte								
	Medición auxiliar	1	370.80			370.80			
							370.80	32.85	12,180.78
P018	<b>m³ Hormigón en masa HM-20/B/20/I</b> M3 Hormigón en masa HM-25/P/20-IIb con tamaño máximo de árido de 20 mm, elaborado en central con cemento resistencia a sulfatos, incluso transporte, vertido, vibrado, colocación y riego posterior.								
	Medición auxiliar	1	49.20			49.20			
							49.20	69.80	3,434.16
P019	<b>m³ Cunetas revestidas de hormigón</b> M3 Hormigón en masa HM-20 en formación de cunetas y/encofrado, fratasado, acabados y juntas.								
	Medición auxiliar	1	330.00			330.00			
							330.00	89.10	29,403.00
P032	<b>m³ Escollera con bloques de 300 a 1000 kg</b> M3 Muro de escollera con bloques de 300 a 1000 kg (huso HMB300/1000) conforme a UNE EN 13383-1, incluido relleno del trasdós con material filtrante, totalmente colocada								
	Medición auxiliar	1	837.50			837.50			
							837.50	36.80	30,820.00
	<b>TOTAL CAPÍTULO 3 OBRAS HIDRÁULICAS.....</b>								<b>146,747.94</b>

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 4 ESTRUCTURAS</b>									
P025	<b>m³ Hormigón de limpieza HL-150/P/25</b> M3 Hormigón en masa para capa de regularización y limpieza tipo HL-150/P/25/I, incluso fabricación, suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.								
	<b>PUENTE LUCENA</b>								
	Según medición auxiliar	1	30.00			30.00			
	<b>PUENTE BARRANCO</b>								
	Según medición auxiliar	1	14.00			14.00			
							44.00	52.06	2,290.64
P026	<b>mI Viga doble T prefabricada de canto 2 m</b> MI Viga doble T prefabricada para tablero de puente de 2,00 metros de canto para luces de 36 metros, ancho de ala superior de 1.2 metros, ancho de ala inferior de 0.75 metros prefabricada en HP-50/B/20/IIb, armaduras activas Y-1860-S7 y armaduras pasivas B500SD, incluso transporte a pie de obra, armadura para anclaje con losa superior y elementos necesarios para su elevación y puesta en obra.								
	<b>PUENTE LUCENA</b>	1	576.00			576.00			
	<b>PUENTE BARRANCO</b>	2	288.00			576.00			
							1,152.00	770.00	887,040.00
P027	<b>m³ Hormigón armado tipo HA-30/B/20/IIIa</b> M3 Hormigón para armar en estructuras, tipo HA-30/B/20/IIIa, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.								
	<b>PUENTE LUCENA</b>								
	Losa	1	361.00			361.00			
	Pila	1	509.00			509.00			
	Cimentación	1				1.00			
	Estribos	1				1.00			
	<b>PUENTE BARRANCO</b>								
	Losa	1	180.50			180.50			
	Pila	1	78.54			78.54			
	Cimentación	1				1.00			
	Estribos	1				1.00			
							1,133.04	85.08	96,399.04
P028	<b>kg Acero corrugado B-500-S</b> Kg Acero corrugado B-500-S en barras para armadura incluso suministro, cortado, doblado, alado, colocación, solapes, patillas, alambre de atar, exceso de peso y p.p. de mermas, despuntes, separadores y rigidizadores.								
	<b>PUENTE LUCENA</b>								
	Pila	1	30,532.07			30,532.07			
	Losa	1	9,113.33			9,113.33			
	Cimentación	1	10,240.00			10,240.00			
	Estribo	1	11,723.94			11,723.94			
	Dintel	1	6,582.40			6,582.40			
	<b>PUENTE BARRANCO</b>								
	Pila	1	4,712.40			4,712.40			
	Losa	1	4,556.67			4,556.67			
	Cimentación	1	5,760.00			5,760.00			
	Estribos	1	12,477.26			12,477.26			
	Dintel	1	3,291.20			3,291.20			
							98,989.27	0.72	71,272.27
P030	<b>u Neopreno zunchado</b> u Neopreno zunchado según anejo de estructuras para apoyo de vigas prefabricadas en subestructuras, incluso mortero de nivelación, totalmente acabado.								
	<b>PUENTE LUCENA</b>	40				40.00			
	<b>PUENTE BARRANCO</b>	8				8.00			
							48.00	700.00	33,600.00
P031	<b>mI Pretil metálico</b> MI 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								



MEMORIA ALTERNATIVA SUR

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	PUENTE LUCENA	1	300.00			300.00			
	PUENTE BARRANCO	1	160.00			160.00			
							460.00	250.00	115.000.00
P029	<b>m l Junta de dilatación</b>								
	M l 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								
	PUENTE LUCENA	1	20.00			20.00			
	PUENTE BARRANCO	1	20.00			20.00			
							40.00	230.00	9.200.00
	<b>TOTAL CAPÍTULO 4 ESTRUCTURAS</b>								<b>1,214,801.95</b>

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	<b>CAPÍTULO 6 SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO</b>								
P020	<b>u señal rectangular de 120x180 cm</b>								
	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.								
	Medición auxiliar	2				2.00			
							2.00	462.67	925.34
P021	<b>u señal rectangular de 60x120 cm</b>								
	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.								
	Medición auxiliar								
							2.00	175.38	350.76
P022	<b>u señal rectangular de 90x135 cm</b>								
	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.								
	Medición auxiliar								
							2.00	291.70	583.40
P023	<b>u señal circular de 90 cm</b>								
	ud Señal circular de 90x135 cm de diámetro, retrorreflectante de clase RA2, colocada sobre poste galvanizado, fijado a tierra mediante hormigonado i/ tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.								
	Medición auxiliar								
							8.00	195.61	1,564.88
P024	<b>m m marca vial de 10 cm</b>								
	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 premarcaje (Medida la longitud realmente pintada).								
	Medición auxiliar	1	5,015.00			5,015.00			
							5,015.00	0.53	2,657.95
	<b>TOTAL CAPÍTULO 6 SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO</b>								<b>6,082.33</b>



PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 7 VARIOS</b>									
PA01	ud P.A a justificar para adecuación ambiental								
	u Parída alzada a justificar para adecuación ambiental (valor estimado por superficie de actuación)	1				1.00			
							1.00	30,000.00	30,000.00
PA02	ud P.A a justificar para seguridad y salud								
	u Parída alzada a justificar para presupuesto de seguridad y salud (estimado 2.5% actuación)	1				1.00			
							1.00	62,000.00	62,000.00
PA03	ud P.A a justificar para gestión residuos								
	u Parída alzada a justificar para presupuesto de gestión de residuos (estimado 2.5% actuación)	1				1.00			
							1.00	62,000.00	62,000.00
	<b>TOTAL CAPÍTULO 7 VARIOS.....</b>								<b>154,000.00</b>
	<b>TOTAL.....</b>								<b>2,471,934.21</b>