

UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Trabajo Fin de Grado

ESTUDIO DE RIESGO DE LA ZONA DE SALIDA DEL EMBALSE DE MARMOLEJO EN EL RÍO GUADALQUIVIR

Alumno: ALEJANDRO LARA DE LA TORRE

Tutor: MANUEL ANTONIO UREÑA CÁMARA
TOMÁS MANUEL FERNÁNDEZ DEL CASTILLO

Dpto: INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA

NOVIEMBRE, 2016



Universidad de Jaén

Escuela Politécnica Superior de Jaén

Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría

Don MANUEL ANTONIO UREÑA CÁMARA Y TOMÁS MANUEL FERNÁNDEZ DEL CASTILLO, tutores del Proyecto Fin de Grado titulado: ESTUDIO DE RIESGO DE LA ZONA DE SALIDA DEL EMBALSE DE MARMOLEJO EN EL RÍO GUADALQUIVIR, que presenta ALEJANDRO LARA DE LA TORRE, autoriza su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, NOVIEMBRE de 2016

El alumno:

Los tutores:

ALEJANDRO LARA DE LA TORRE

MANUEL ANTONIO UREÑA CÁMARA

TOMÁS MANUEL FERNÁNDEZ DEL CASTILLO

CONTENIDO

RESUMEN	3
1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN	6
3. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR.....	9
4. ANTECEDENTES	13
5. MATERIAL Y MÉTODO	27
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
7. CONCLUSIÓN	91
BIBLIOGRAFÍA	93
ANEXO I.....	94
ANEXO II.....	130

RESUMEN

En el río Guadalquivir a su paso por la localidad de Marmolejo se producen de manera periódica crecidas y desbordamientos que causan daños tanto en la agricultura como en la infraestructura cercana a la rivera del río. En este proyecto estudiaremos las causas, los efectos y la periodicidad de estos eventos para poder desarrollar alguna herramienta que nos ayude a predecir éstos eventos y prevenir los daños que causan.

Para ello seleccionaremos una serie de eventos significativos de los últimos años con consecuencias de inundación y daños diversos en dicho término de estudio, de los cuales se seleccionaran aquellos de los que tengamos suficiente información.

Una vez seleccionados aquellos eventos más significativos, procederemos a seleccionar una herramienta de simulación hidrológica e hidráulica suficientemente evaluada como es el modelo Hydrologic Modeling System (HMS), software desarrollado en el Centro de Ingeniería Hidrológica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (USACE), acotando la cuenca del río Guadalquivir por su paso por el término municipal de Marmolejo.

Con todos estos datos se procederá a la evaluación del modelo que consistirá en una aplicación y un análisis de sensibilidad del mismo, realizándose finalmente, unas conclusiones.

1. INTRODUCCIÓN

Al oeste de la ciudad de Andújar, una extensa franja de tierra de apariencia llana se extiende entre las oscuras rocas paleozoicas de Sierra Morena al norte y las blanquecinas lomas margosas de la Campiña al sur.

El río Guadalquivir, que circula ya por debajo de los 200 metros de altitud, dibuja con dos meandros encajados en aquellos materiales un amplio zig-zag a cuyos costados se desarrollan tres superficies alomadas, muy planas, que superan los 200 metros de altitud en el propio núcleo de Marmolejo (a la izquierda del río) o en la Loma de La Marquesa (en el margen derecha), la mayor parte de ellas cubiertas de olivares.

La hondonada descrita se prolonga aguas arriba por el Guadalquivir y por el tramo inferior del Salado Arjona registraron cambios de importancia en la actividad económica del municipio en los años setenta, en desarrollo de las previsiones del plan Jaén y de las políticas agrarias subsiguientes.

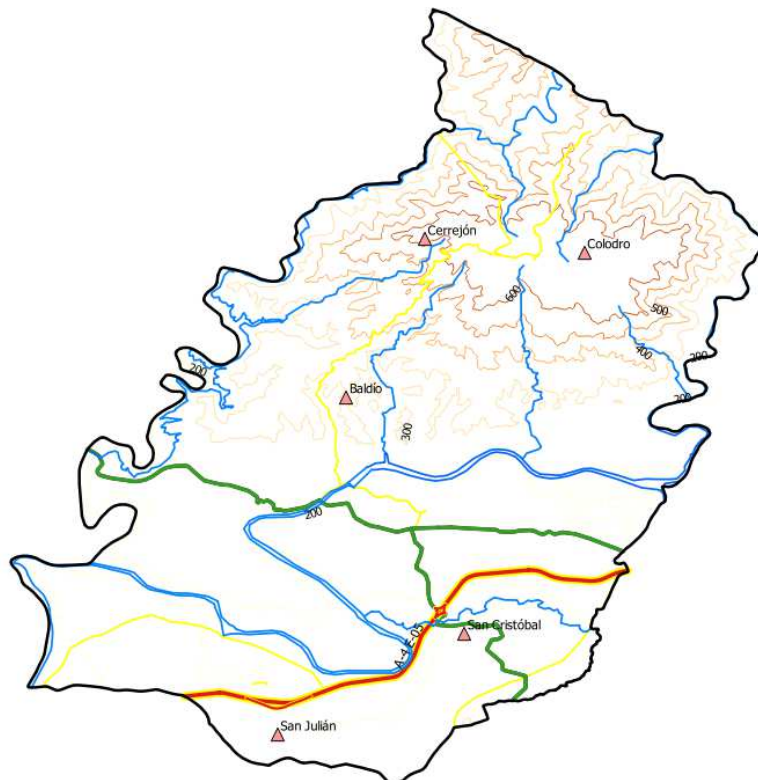


Ilustración 1. Mapa topográfico de Marmolejo

Como se puede apreciar en la imagen superior (Ilustración 1), justo antes de la zona de estudio, tenemos situado el embalse de Marmolejo, que cuando se producen lluvias fuertes y muy intensas, este alcanza su máximo de manera muy rápida y es necesario el desembalse de agua sobrante, lo que provoca que el cauce del río a partir de este crezca de manera descontrolada arrasando la infraestructura que se pretende salvar en este estudio como es el balneario de aguas medicinales de Marmolejo situado en la orilla del río Guadalquivir.

Las crecidas y las inundaciones¹ son fenómenos naturales y recurrentes de los ríos, ramblas y barrancos, y que desempeñan un papel en el funcionamiento del ecosistema (Costas, 2000). Por una parte son un medio básico de transporte de sedimentos, de modelación geomorfológico, y por lo tanto, de renovación del sustrato físico del ecosistema.

Ante esta situación y como paso previo a la simulación hidráulica que permita simular los niveles de la lámina de agua en las secciones transversales del río y, por lo tanto, las zonas inundables a partir de los datos de los distintos pluviómetros que se encuentran en la cuenca o próxima a la misma. Con esta finalidad se ha realizado el modelo *HEC-HMS* para avenidas de cierta importancia de las que se disponen datos de caudal y de lluvia.

El modelo hidrológico *HEC-HMS*, desarrollado en el Hydrologic Engineering Center, está diseñado para simular procesos hidrológicos de sistemas de cuencas hidrográficas dendríticas. El software incluye muchos procedimientos tradicionales de análisis hidrológico, tales como la filtración, hidrogramas unitarios y el enrutamiento hidrológico. También incluye procedimientos necesarios para la simulación como la evapotranspiración, la fusión de la nieve, y la humedad del suelo. Como no, este software posee capacidades para la simulación de la escorrentía usando el modelo de transformación lineal (ModClark). Las herramientas de análisis ofrecen una excelente optimización del modelo, la predicción del caudal, la reducción de la profundidad del área y de la evaluación de la incertidumbre del modelo, el transporte de sedimentos y erosión, así como la calidad del agua.

¹ Se puede definir inundación como la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de esta por desbordamiento de ríos. Este desbordamiento del agua es debido a las precipitaciones fuertes o continuas que exceden la capacidad de absorción del suelo, así como de ríos, corrientes o zonas costeras.

2. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

Con este trabajo fin de grado se pretende realizar un estudio de los diferentes riesgos de avenidas que se pueden dar en el Balneario de Marmolejo. Para ello contaremos con una gran diversidad de datos, como datos de precipitaciones a lo largo de un periodo de tiempo estimado, el caudal del río Guadalquivir en el tramo de estudio, incluso en época de inundaciones.

Todos estos datos serán necesarios para poder realizar una simulación con el programa HEC-HMS, con el que analizaremos en detalle los principales riesgos de inundación en la zona debido al crecimiento del caudal en el río.

El período de tiempo estimado con el que obtendremos los datos será variable en función del estudio a realizar, ya que se desarrollarán diferentes comparativas por épocas para poder determinar una variable que sea repetitiva y determine las causas de las inundaciones.

Este estudio se lleva a cabo debido al interés personal para poder proponer una solución en la medida de lo posible en la que se pueda salvar un pequeño balneario de aguas curativas edificado en la orilla del río, que ha sido de interés cultural en épocas pasadas, dando a su municipio, Marmolejo, una gran afluencia de turistas de todo el mundo, incluyendo personajes ilustres de dicha época, cómo fué el fundador y propietario del Balneario, cómo se muestra en la Ilustración 2.



Ilustración 2. León y Llerena propietario del Balneario en 1.882 (Anónimo, s.f.)



Ilustración 3. Balneario de Marmolejo en el año 1.888 (Anónimo, s.f.)

Hoy en día el balneario está prácticamente destrozado debido a las numerosas inundaciones que ha sufrido en los últimos 20 años, donde en diferentes intervalos de tiempo se ha procedido a su arreglo, pero sin éxito, lo cual produjo que los diferentes equipos de gobierno que han sido elegidos durante este tiempo lo han dejado como imposible e incluso han destruido en mayor medida lo poco que quedaba. Razón por la que parece muy interesante la realización de este estudio para la posible recuperación de la zona.



Ilustración 4. Balneario (1890-1921) (Anónimo, s.f.)



Ilustración 5. Balneario (1984-2000) (Anónimo, s.f.)



Ilustración 4. Balneario (2003-2011) (Anónimo, s.f.)



Ilustración 5. Balneario (2012) (Ideal, 2016)



Ilustración 6. Balneario (2015) (Ideal, 2016)

Debido al interés cultural de dicha edificación como de la importancia histórica de la zona, es mi obligación, a través del análisis de riesgos de inundación que se va a realizar, proponer una posible solución o un primer paso para una futura solución, que ayude no solo a conservar el espacio cultural del que dispone Marmolejo, sino que lo dote de un aire nuevo y fresco para el uso y disfrute de sus vecinos y visitantes y volver a ser algo muy parecido a lo que anteriormente fué el Balneario de Marmolejo.

3. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR

3.1 Usos del Suelo

Existe un contraste entre la capacidad de usos del suelo y el uso que se hace del mismo en el municipio de estudio.

- Existe una gran partición de hábitats naturales, que repercute en la repartición de muchas especies animales y vegetales que están afectada la viabilidad de sus poblaciones. Esto sigue creciendo como consecuencia de una mala aplicación de las Normativas y Directivas europeas que protegen los hábitats naturales.
- La masiva dedicación de estas tierras a la agricultura hace que se produzca un deterioro del paisaje. La supresión de la vegetación de ribera provoca desigualdades en el funcionamiento del sistema agrícola.
- Al hacer uso de tierras marginales, con elevadas pendientes y tratamientos agrícolas severos se provoca un considerable agravamiento de las pérdidas de suelo.

Lo que mas resalta es que la gran parte de los terrenos con capacidad de uso marginal o no útil para la agricultura están dedicadas a tal fin.

En el término municipal de Marmolejo existen 2 zonas totalmente diferentes desde el punto de vista geológico: Sierra Morena y el valle del Guadalquivir en la parte sur (Ilustración 9). Sierra Morena está definida por un relieve ondulado típico, llegando a alcanzar cotas de más de 300 metros, entre éstas destacan vértices como Cerrejón (659 metros) y Colodro (705 metros). En esta zona septentrional del término, se encuentran materiales paleozoicos del Macizo Ibérico compuestos por pizarras, areniscas y cuarcitas del Carbonífero (con una edad que oscila entre 320 y 350 millones de años aproximadamente) y en las proximidades de la ermita de San José y en el cerro Benitas se pueden observar también granitos.

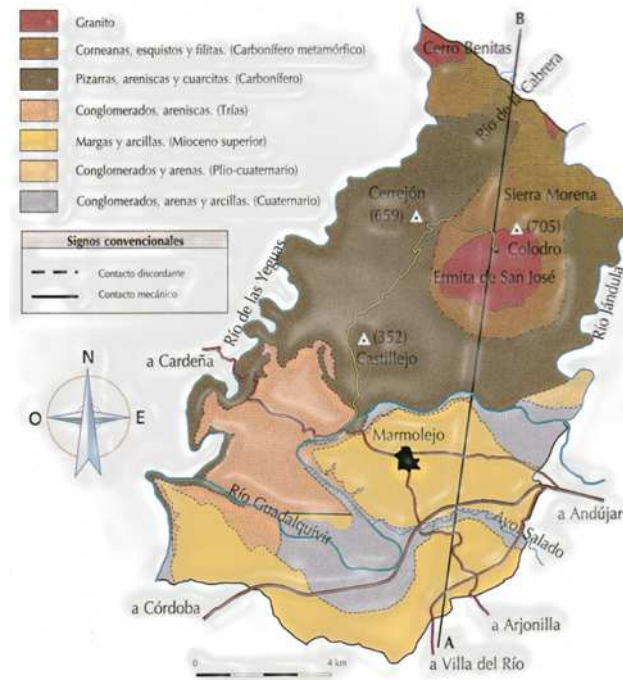


Ilustración 7. Mapa Geológico del Término Municipal de Marmolejo (Anónimo, s.f.)

La zona meridional del término, corresponde al Valle del Guadalquivir, en el cual se halla un relieve llano con materiales triásicos, principalmente se encuentran conglomerados y areniscas de un color rojo característico (con una edad que oscila de entre 210 a 240 millones de años). En este lugar, en cuanto a rocas se refiere, destacan las margas arcillosas de un color amarillento (Mioceno Superior) y los conglomerados y arenas (Cuaternario), los cuales han sido depositados sobre este terreno en los 10 últimos millones de años.

Debido a la dinámica fluvial, en los márgenes de los ríos, aparecen unas superficies planas denominadas terrazas. En este caso, en este sector del Valle del Guadalquivir se pueden diferenciar 4 terrazas a distintos niveles. Podemos encontrar que Marmolejo se asienta sobre la tercera terraza, que está situada a unos 45 ó 50 metros por encima del cauce del río, formando una amplia planicie que se construye sobre margas arcillosas del Mioceno Superior.

Al oeste de Marmolejo, en la carretera que se dirige hacia Cardena, muy próxima al puente que pasa por encima del río Guadalquivir, destaca la existencia de algunas canteras, en las cuales se extraen áridos; además, en los valles del río de las Yeguas y Jándula también se puede destacar la existencia de algunas graveras explotadas. También, al sur de la ermita de San José, hay indicios de pequeña importancia de que exista mineral de plomo (galena) y de cobre (calcopirita y malaquita) en relación con filoncillos encajados en el granito.

3.2 Vegetación (Anónimo, s.f.)

La vegetación del río Guadalquivir está constituida, en algunos de sus tramos, por el típico bosque en galería. En estos bosques la vegetación se distribuye en función de la mayor o menor proximidad al agua, encontramos en primer lugar *Sauces* (*Salix alba*), *Tary* (*Tamarix gallica*) y *Chopos* (*Populus alba*), a estos árboles acompañan arbustos como *Adelfas* (*Nerium oleander*) y *Zarzas* (*Rubus ulmifolius*), entre otros.



Ilustración 8. *Salix Alba*



Ilustración 9. *Populus Alba*



Ilustración 10. *Tamarix Gallica*

El embalse de Marmolejo es un paraje muy conocido por los habitantes del municipio, la vegetación de este paraje está formada principalmente por especies que viven en zonas que están permanentemente encharcadas; *Carrizos* (*Phragmites australis*), *Aneas* (*Thypa domingensis*), *Cañas* (*Arundo donax*) y *Juncos* (*Scirpus sp*) son muy abundantes en el embalse, donde forman extensas masas a lo largo de la orilla y márgenes.



Ilustración 11. Arundo Donax



Ilustración 12. Scirpus Holoschoenus



Ilustración 13. Phragmites Australis

4. ANTECEDENTES

En este apartado vamos a ver diferentes modelos de software hidrológicos con los cuales se puede realizar este mismo estudio, pero que por la complejidad de algunos o por la falta de información de otros no han sido elegidos para realizar la simulación.

Entre dichos softwares podemos encontrar el HEC RAS 4.1.0, el cual utiliza un modelo hidrológico muy parecido al que se ha elegido para realizar dicho estudio, el EPA SWMM, un software algo complejo en el que hay que introducir datos que serían muy difícil de obtener, el GRASS GIS, es un software en el la mayoría de los elementos son muy gráficos, pero los datos necesarios para poder realizar el estudio, no son útiles para este software.

También está el SAGA GIS, otro software gráfico, que se basa en MDT para definir los modelos y en el que sólo podríamos utilizar datos precisos de elementos concretos, no basta para hacer un estudio detallado como es este, y por último, esta el software HEC-HMS, que es en el que utilizaremos para hacer dicho estudio y en el que obtendremos los datos que busquemos.

4.1 Softwares Hidrológicos

En este punto analizaremos en detalle cada uno de los software con los que podríamos realizar dicho estudio.

4.1.1 Modelo Hidrológico con HEC RAS 4.1.0 (Engineers, 2016)

HEC RAS es un software gratuito de origen Estadounidense desarrollado por parte del cuerpo de Ingenieros de la Armada (US Army Corps of Engineering), el cual posee varios programas de computación para la administración de recursos de agua.

Este software nos permitirá realizar unidimensionalmente un flujo permanente, un flujo no permanente, y cálculos del transporte de sedimentos.

El sistema HEC-RAS fue desarrollado por una parte del Centro de Ingeniería Hidrológica y es denominado este software como de la “Nueva Generación” del software de Ingeniería Hidrológica.

El HEC-RAS ha sido diseñado para realizar cálculos hidráulicos unidimensionales para un sistema de canales naturales y/o construidos.

El usuario interactúa con el Hec-Ras a través de una interface gráfica del usuario (Graphical User Interface, GUI). El objeto principal en el diseño de la interface fue hacer más fácil el uso del software con lo cual se obtiene un alto nivel de eficiencia por parte del usuario. La interface está provista de las siguientes funciones:

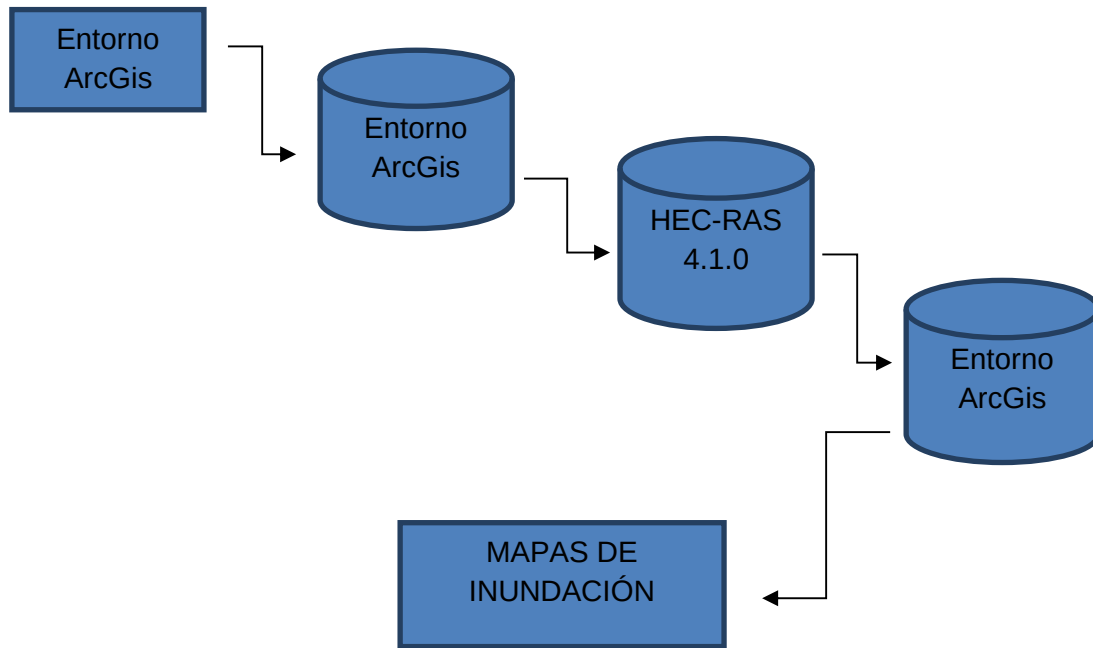
- Administración de archivos
- Entrada y edición de datos
- Análisis hidráulicos
- Dsplegado de tablas y gráficas de datos de entrada y de salida
- Facilidad de reportes
- Ayuda en línea

Para más información: www.hec.usace.army.mil

Para efectos de este proyecto, se constituyen tres pasos fundamentales:

- Paso 1: Crear por medio de una herramienta SIG como ArcGis –ArcView y la extensión HEC-GeoRAS, los modelos digitales de elevación (DEM) con un archivo de importación para HEC-RAS, que contenga información geométrica de las secciones transversales, del cauce y las llanuras de inundación del sistema hídrico de estudio.
- Paso 2: Aplicar la modelización del flujo permanente con el modelo HEC-RAS 4.1.0, el cual genera un archivo de exportación para ArcGis – ArcView.
- Paso 3: Generar los resultados de la mancha de agua; superficies de inundación y grids de profundidad.

Esquema conceptual de la modelización con HEC-RAS 4.1.0:



4.1.2 EPA SWMM (Fluidos, 2005)



Ilustración 14. Logo EPA SWMM

El Stormwater Management Model (modelo de gestión de aguas pluviales) de la EPA (SWMM) es un modelo dinámico de simulación de precipitaciones, que se puede utilizar para un único acontecimiento o para realizar una simulación continua en periodo extendido. El programa permite simular tanto la cantidad como la calidad del agua evacuada, especialmente en alcantarillados urbanos. El módulo de escorrentía o hidrológico de SWMM funciona con una serie de cuencas en las cuales cae el agua de lluvia y se genera la escorrentía. El módulo de transporte o hidráulico de SWMM analiza el recorrido de estas aguas a través de un sistema compuesto por tuberías, canales, dispositivos, de almacenamiento y tratamiento, bombas y elementos reguladores. Asimismo, SWMM es capaz de seguir la evolución de la cantidad y la calidad del agua de escorrentía de cada cuenca, así como el caudal, el nivel de agua en los pozos o la calidad del agua en cada tubería y canal durante una simulación compuesta por múltiples intervalos de tiempo.

SWMM se desarrolló por primera vez en 1971, habiendo experimentando desde entonces diversas mejoras. La edición actual, que corresponde a la 5ª versión del programa, es un código reescrito completamente a partir de ediciones anteriores. Funcionando bajo Windows, EPA SWMM 5 proporciona un entorno integrado que permite introducir datos de entrada para el área de drenaje, simular el comportamiento hidráulico, estimar la calidad del agua y ver todos estos resultados en una gran variedad de formatos. Entre estos, se pueden incluir mapas de contorno o isolíneas para el área de drenaje, gráficos y tablas de evolución a lo largo del tiempo, diagramas de perfil y análisis estadísticos de frecuencia.

La última revisión de SWMM ha sido realizada por la National Risk Management Research Laboratory de Estados Unidos, perteneciente a la agencia para la protección del medio ambiente, contándose con la colaboración de la consultoría CDM, Inc (Camp & Dresser McKee, Inc).

- Características del modelo hidrológico

SWMM considera distintos procesos hidrológicos que se producen en la salida de las aguas urbanas. Entre éstos se encuentran:

- Precipitaciones variables en el tiempo.
- Evaporación de las aguas superficiales estancadas.
- Acumulación y deshielo de nieve.
- Intercepción de precipitaciones por almacenamiento en capas del suelo no saturadas.
- Entrada de agua de la infiltración en acuíferos.
- Intercambio de flujo entre los acuíferos y el sistema de transporte.
- Modelo de depósitos no lineales para el flujo superficial.

La variabilidad espacial en todos estos procesos se alcanza dividiendo una determinada área de estudio en áreas de captación de agua más pequeñas y homogéneas. Cada una de éstas contiene su propia fracción de subáreas permeables e impermeables. El flujo superficial puede producirse entre las distintas subáreas, entre las distintas cuencas o entre los puntos de entrada al sistema de drenaje.

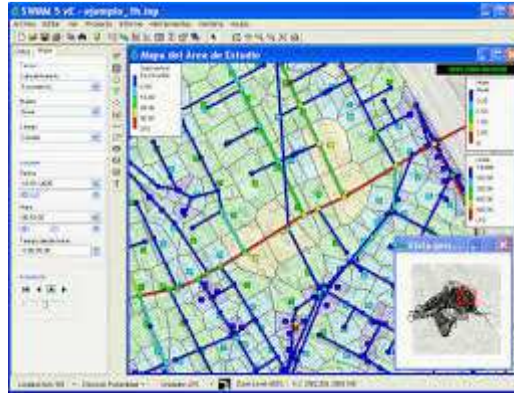


Ilustración 15. Ejemplo de red de drenaje SWMM (Fluidos, 2005)

Junto a esto, SWMM contiene un conjunto flexible de herramientas de modelación de características hidráulicas utilizado para analizar el flujo debido a la escorrentía superficial y los aportes externos de caudal a través de una red de tuberías, canales, dispositivos de almacenamiento y tratamiento, y demás estructuras. Estas herramientas incluyen la capacidad de:

- Manejar redes de tamaño ilimitado.
- Utilizar una amplia variedad de geometrías para las conducciones, tanto abiertas como cerradas, así como los canales naturales.
- Modelar los elementos especiales como unidades de almacenamiento y tratamiento, divisores de flujo, bombas, vertederos y orificios.
- Aplicar caudales externos y concentraciones para determinar la calidad del agua de las aguas superficiales, intercambio de caudales con los acuíferos, caudales de infiltración en los colectores dependientes de la precipitación, caudales sanitarios en tiempo seco y aportes externos definidos por el usuario.
- Realizar el análisis hidráulico por distintos métodos como el flujo uniforme, la onda cinemática o la modelación completa por onda dinámica.
- Modelar distintos regímenes de flujo, como pueden ser remanso, entrada en carga, flujo inverso y acumulación en superficie.
- Aplicar controles dinámicos definidos por el usuario para simular el funcionamiento de las bombas, la abertura de los orificios o la posición de la cresta de un vertedero.

Además de modelar la generación y transporte de la escorrentía superficial, SWMM puede también estimar la producción y evolución de cargas contaminantes asociadas a dicha

escorrentía. Se pueden modelar los siguientes procesos para cualquier número de sustancias asociados a la calidad definidas por el usuario:

- Acumulación del contaminante durante tiempo seco para diferentes usos del suelo.
 - Arrastre del contaminante en determinados usos del suelo durante episodios de tormenta.
 - Contribución directa debida a la propia lluvia.
 - Reducción de la acumulación debida a la limpieza de calles en tiempo seco
 - Reducción en cargas de arrastre debidas a BMPs (Best Management Practices).
 - Entrada de flujos sanitarios en tiempo seco y otro aportes externos especificadas por el usuario en cualquier punto del sistema de drenaje.
 - Seguimiento de las sustancias asociadas a la calidad del agua a lo largo de todo el sistema.
 - Reducción en la concentración del contaminante por medio de tratamientos en depósitos o debido a procesos naturales en tuberías y canales.
- Aplicaciones típicas de SWMM

Desde su aparición, SWMM se ha utilizado en miles de redes de evacuación de aguas tanto residuales como pluviales. Entre las aplicaciones típicas se pueden mencionar:

- Diseño y dimensionamiento de componentes de la red de drenaje para prevenir inundaciones.
- Dimensionamiento de estructuras de retención y accesorios correspondientes para el control de inundaciones y protección de la calidad de las aguas.
- Delimitación de zonas de inundación en barrancos y acuces naturales
- Diseño de estrategias de control de la red para minimizar el número de descargas de sistemas unitarios.
- Evaluación del impacto de aportes e infiltraciones en las descargas de sistemas de evacuación de aguas residuales.
- Generar cargas de fuentes contaminantes no puntuales para estudios de acumulación de residuos.

- Evaluar la eficacia de las BMPs para reducir las cargas contaminantes durante una tormenta.

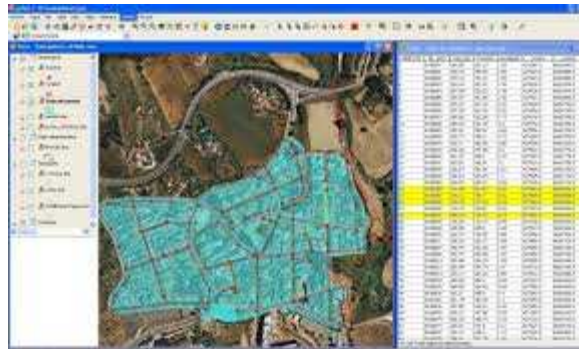


Ilustración 16. Uso de datos SWMM con GVSig (Fluidos, 2005)

- Pasos en la utilización de SWMM

Generalmente, cuando se utiliza SWMM para modelar la escorrentía sobre un área de estudio se siguen los siguientes pasos:

1. Especificar un conjunto de opciones de trabajo y de propiedades de los objetos por defecto.
2. Dibujar una representación gráfica de los objetos físicos del sistema que se va a estudiar.
3. Editar las propiedades de los objetos que componen el sistema.
4. Seleccionar el conjunto de opciones para el análisis.
5. Ejecutar la simulación.
6. Ver los resultados de la simulación.

4.1.3 GRASS GIS (Murcia, s.f.)



Ilustración 17. Logo GRASS GIS

GRASS es un programa completamente modular, es decir, se basa en más de 350 módulos y herramientas que ejecutan tareas concretas y simples. Cuando se ejecuta GRASS no se carga un gran programa en memoria, sino que simplemente se cargan una serie de nuevas variables de entorno que permiten el acceso a los datos y a los módulos de GRASS. Estos incluyen herramientas para el manejo de información en formatos raster y vectorial así como mapas de puntos (sites), herramientas para el análisis de imágenes de satélite, para el enlace a bases de datos y paquetes estadísticos GIS, así como para la producción de gráficos.

La ventaja del trabajo en línea de comando es que los diferentes módulos de GRASS pueden integrarse en scripts utilizando la shell, lo que permite a usuarios y programadores crear nuevas aplicaciones y enlazar GRASS con otros paquetes de software.

Fue inicialmente desarrollado como herramienta militar en los laboratorios de investigación del Cuerpo de Ingenieros del ejército americano (USA-CERL, 1982-1995). A partir de estos orígenes GRASS ha evolucionado como una herramienta de gran potencia cuyo rango de aplicaciones abarca diversas ramas de la investigación científica. Se utiliza en el contexto académico, comercial y administrativo. Entre las organizaciones que lo utilizan destacan NASA, NOAA, USDA, el servicio americano de parques nacionales, la oficina americana de censos o el USGS.

Debido a la rápida expansión del programa, el equipo de desarrollo de GRASS se ha convertido en un equipo internacional de desarrolladores que ha permitido un rápido progreso del programa con el lanzamiento de nuevas versiones, documentación e investigación y desarrollo.

Existe además una API para C, incluyendo más de 800 librerías, completamente documentada que permite el desarrollo de nuevos módulos directamente en lenguaje C. Puesto que GRASS se encuentra disponible bajo licencia GNU GPL, el usuario recibe el código fuente así como una completa librería de desarrollo de SIG que puede utilizarse para crear nuevos programas.

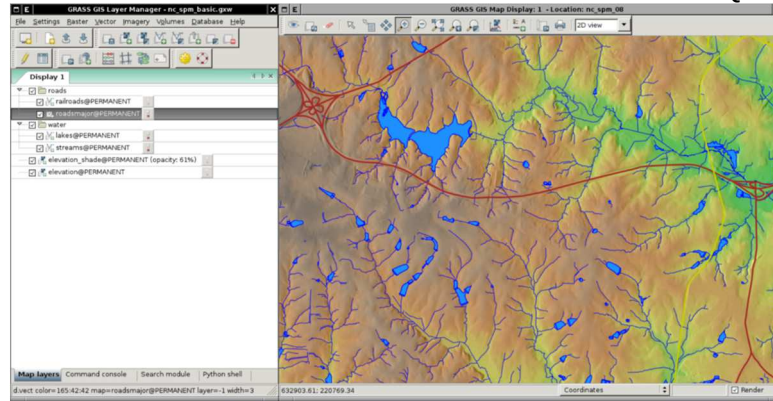


Ilustración 18. Ejemplo de Uso de GRASS GIS con Modelo Hidrológico (Murcia, s.f.)

GRASS es el programa ideal para usar en aplicaciones ingenieriles y de planificación territorial. Al igual que otros paquetes de SIG, puede visualizar y manipular datos vectoriales, como carreteras, ríos, límites, etc. Puede también utilizarse para la actualización de mapas utilizando sus herramientas de digitalización. Dispone también de capacidad para manejar datos raster y para realizar transformaciones entre los formatos raster y vectorial. La potencia de GRASS reside en diversos campos:

- Capacidad para leer y escribir mapas y tablas de datos en los formatos más generalizados (incluyendo ARC/Info e Idris).
- Los usuarios que quieran escribir su propio código pueden hacerlo utilizando las librerías de GRASS disponibles y bien documentadas, así como el manual del programador de GRASS.
- La gran potencia de sus herramientas para el manejo de datos raster, da a GRASS la capacidad para funcionar como un entorno de modelización espacial. Contiene más de 100 comandos para la gestión y análisis de datos raster.
- Procesos superficiales como la transformación lluvia-escorrentía, construcción de líneas de flujo, análisis de estabilidad de taludes y análisis espacial son algunas de las posibles aplicaciones para ingeniería y planificación territorial. Puesto que muchas de las herramientas son multifuncionales los usuarios pueden crear sus propios mapas a partir del análisis de datos en GRASS. Además de la perspectiva convencional en 2D, GRASS permite la incorporación de 3D. Los mapas raster, vectoriales y puntuales pueden utilizarse para la visualización.
- Las herramientas de GRASS permiten al usuario realizar animaciones con los datos espaciales disponibles, cambiando sobre la marcha las capas visualizadas. Los datos utilizados en visualizaciones 3D pueden también almacenarse como

ficheros gráficos o como animaciones en formato mpeg para posterior visualización.

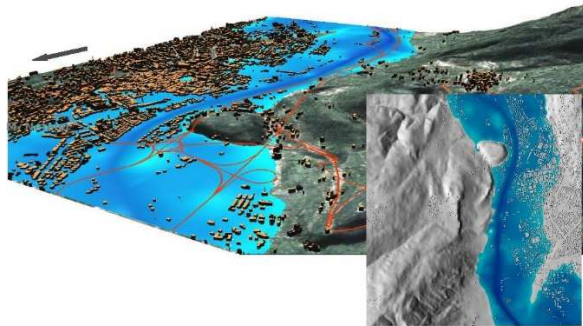


Ilustración 19. Ejemplo de 3D con GRASS GIS (Murcia, s.f.)

- GRASS contiene un amplio conjunto de herramientas para el análisis y modelización hidrológica, análisis de cuencas, obtención de número de curva, análisis de avenidas, características de los cauces y redes de drenaje, etc.
- Otros programas en GRASS pueden generar gráficos y estadísticas.
- GRASS puede utilizar datos de campo como entrada de modelos o simular parámetros a partir de datos numéricos.
- Además la versión tradicional de línea de comandos, se ha desarrollado un interfaz gráfico en Tcl/Tk, independientemente de la plataforma, que facilita el acceso a los recursos del programa. Se trata de una interfaz intuitiva que facilita la visualización y manipulación de los datos del usuario. Prácticamente todos los programas disponibles en GRASS están disponibles en esta interfaz. Esta sencilla interfaz de usuario convierte al programa en la plataforma ideal para el aprendizaje del uso de Sistemas de Información Geográfica.

4.1.4 HEC-HMS 4.0 (Ingeniería-UCV)



Ilustración 20. Logo HEC-HMS

HEC-HMS es un sistema de modelaje hidrológico desarrollado por el centro de ingeniería hidrológica de los Estados Unidos. Está diseñado para simular el proceso de

precipitación- escorrentía en cuencas. También se utiliza para ser aplicado en un amplio rango de regiones geográficas para solucionar un rango general de problemas. Puede ser utilizado en pequeñas cuencas urbanas o en grandes cuencas sin intervención, los resultados se pueden aplicar para estudios de disponibilidad de agua, drenaje urbano, observación de flujo, impacto de intervenciones en cuencas, reducción del daño de inundaciones, operación de sistemas, etc.

- Componentes del modelo HMS

Los componentes del modelo son utilizados para simular la respuesta hidrológica en una cuenca. Estos incluyen; modelos de cuencas, modelos meteorológicos, especificaciones de control y datos de entrada. En una simulación se calcula la respuesta de la cuenca dada a una precipitación, una vez definido el modelo meteorológico, las especificaciones de control definen el tiempo, y el intervalo de tiempo para el cual se realizará la simulación. Y los datos de entrada tales como series de tiempo, son datos de celda requeridos muchas veces como parámetros o condiciones de borde en la cuenca y el modelo meteorológico.

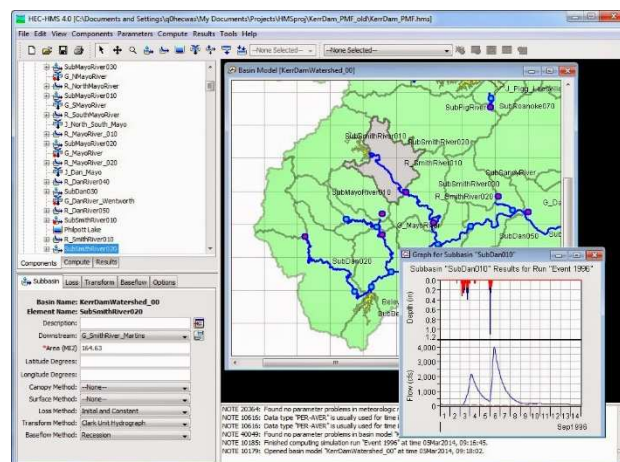


Ilustración 21. Ejemplo HEC-HMS (Ingeniería-UCV)

- Modelo de cuenca

El modelo de cuenca es utilizado para representar la parte física de la cuenca. El usuario desarrolla un modelo de cuenca agregando y conectando elementos hidrológicos. Los elementos hidrológicos usan modelos matemáticos para describir los procesos físicos en la cuenca.

En el caso de las subcuencas, existen muchos modelos matemáticos para determinar las pérdidas de precipitación, transformar el exceso de caudal o añadir el gasto base.

- Modelo Meteorológico

El modelo meteorológico calcula la precipitación requerida en una subcuenca. Se puede utilizar precipitación puntual o por celdas, tiene la capacidad de modelar precipitación sólida y líquida junto con evapotranspiración. También posee un método de cálculo de derretimiento de nieve utilizando un algoritmo de temperatura. Los métodos para la evapotranspiración incluyen el promedio mensual, el método de Priestel y Taylor, y el mismo método en forma de celda. Un método de evapotranspiración es requerido solo cuando se modelan respuestas hidrológicas en largos períodos de tiempo.

- Especificaciones de control

Las especificaciones de control fijan el tiempo de duración de cada corrida de una simulación. La información en las especificaciones de control incluye una fecha de inicio, una fecha de finalización y el intervalo de tiempo de la simulación.

- Datos de entrada

Las series de tiempo, las series pares o los datos de las celdas son requeridos generalmente como condiciones de borde en los modelos de cuencas meteorológicas.

- ¿Cómo desarrollar un proyecto en HEC-HMS?

Para desarrollar un modelo hidrológico el usuario debe completar los siguientes pasos:

- a) Crear un nuevo proyecto.
- b) Introducir las series de tiempo, de celdas que requiera el modelo meteorológico.
- c) Definir las características físicas de la cuenca creando y editando un modelo de cuenca.
- d) Seleccionar un método para el cálculo de la precipitación media para cada subcuenca e introducir la información requerida. Los datos de evapotranspiración y derretimiento de nieve son introducidos en este paso si se requieren.
- e) Definir las especificaciones de control.
- f) Combinar el modelo de cuenca, el modelo meteorológico y las especificaciones de control para crear una simulación.

- g) Analizar los resultados y modificar el modelo de cuenca, meteorológico o las especificaciones de control según sea necesario.

4.1.5 SAGA GIS 2.1.2 (Dept. of Physical Geography, 2007)



Ilustración 22. Logo SAGA GIS

SAGA es un sistema de información geográfica (SIG), originalmente desarrollado en la Universidad de Goettingen en Alemania. El núcleo del equipo de desarrollo y mantenimiento de software se ha trasladado a la Universidad de Hamburgo, Alemania.

Los objetivos de desarrollo del programa SAGA son:

- Dar a los Geo-científicos una efectiva pero fácil de aprender herramientas para la aplicación de métodos geológicos;
- Y para hacer que estos métodos sean accesibles de manera sencilla.

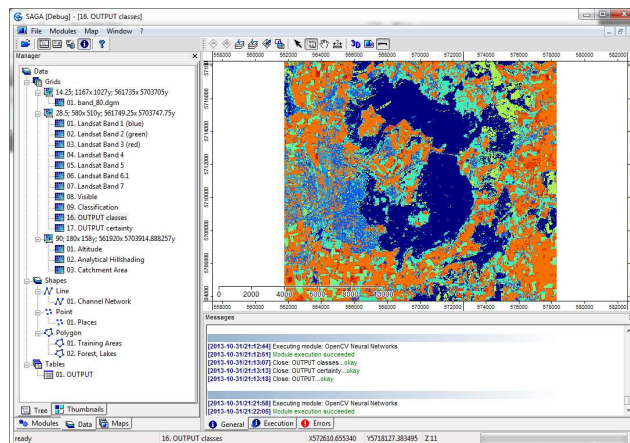


Ilustración 23. Ejemplo de SAGA GIS (Dept. of Physical Geography, 2007)

SAGA está escrito en el lenguaje de programación C. El código del programa se basa en la Licencia Pública General Reducida de GNU (SAGA API) y la Licencia Pública General de GNU (SAGA GUI, Cmd y la mayoría de las bibliotecas del módulo). SAGA es software libre de código abierto (FOSS) El código fuente está disponible. El software está diseñado y protegido para permanecer abiertos a modificaciones. El programa puede ser distribuido libremente.

Complementando las herramientas, las funciones y los comandos que están disponibles en el núcleo del programa SAGA son capacidades adicionales en lo que se denominan módulos. Los módulos están desarrollados con la SAGA API mediante LGPL (Lesser General Public License). Estos módulos son opcionalmente publicados como parte del proyecto open source.

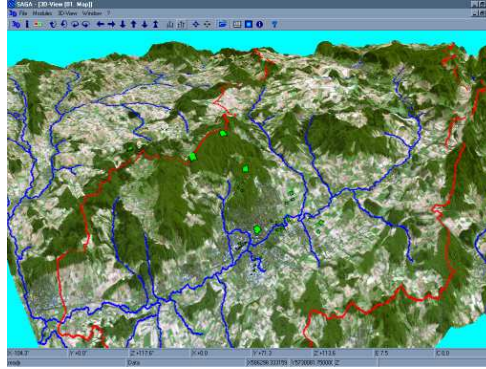


Ilustración 24. Ejemplo 3D SAGA GIS (Dept. of Physical Geography, 2007)

SAGA es un sistema de información geográfica híbrido con énfasis en la celda, pero incluye las funciones de integración de capacidad vectorial de vectores que incorpora muchas funciones que admiten la celda base de vectores y análisis espacial.

5. MATERIAL Y MÉTODO

Para este proyecto, se ha decidido elegir el software HEC-HMS ya que según los datos que nos ha proporcionado el SAIH y las características del mismo es el software más idóneo para la realización de las simulaciones, puesto que los resultados que buscamos serán los proporcionados por dichas simulaciones.

HEC-HMS nos proporcionará aparte de datos numéricos, elementos gráficos como son los gráficos resultantes en los que se muestra la profundidad, según el exceso o pérdidas de agua y debajo de la misma, una gráfica en la que se muestra el flujo del caudal. Dichas gráficas aparecerán en el apartado 7 de esta memoria.

Para la realización de este estudio, se va a proceder a hacer cinco simulaciones (24/02/2010, 09/12/2010, 23/12/2010, 14/03/2013 y 02/04/2013), en diferentes épocas, en las que en la zona de estudio las precipitaciones han sido intensas, como se muestra en la tabla 2, y han provocado inundaciones en toda la superficie que abarca dicha zona de estudio.

En cada simulación dispondremos de datos de precipitaciones, como se muestra en la tabla 2, en el apartado 6.4 de esta memoria y de datos de caudal, que aparecen en la misma tabla.

Además se disponen de datos generales, que no se modificaran en ninguna simulación, como son los siguientes:

- Superficie: se dispone de la superficie de cada cuenca en km², definidas por el SAIH.
- Pluviógrafos: son las estaciones (temporales) que se encuentran en cada subcuenca.
- Po y CN: umbral de escorrentía y número de curva

$$Po = 0,2 \left(\frac{25400}{CN} - 254 \right) \quad CN = \frac{25400}{Po/0,2 + 254}$$

El método del SCS se basa en la hipótesis de que la abstracción inicial (umbral de escorrentía) es el 20 % de la abstracción máxima del suelo, de ahí procede el 0,2 de ambas fórmulas. Pero HMS no solicita ambos parámetros porque acepta cualquier pareja de valores

de Po y CN de modo que el coeficiente 0,2 adopte otro valor (lo denomina Initial abstraction ratio).

Las tablas originales (americanas) dan valores de CN en función del tipo de suelo, cultivo, etc. Las tablas españolas dan valores de Po, pero si admitimos el coeficiente 0,2, podemos consultar indistintamente tablas de CN o de Po, y debemos calcular el otro valor.

- Lag (minutos): tiempo de concentración de la escorrentía.
- Initial Discharge: caudal base al empezar el período de cálculo
- Recession constant: para HMS esta constante es la disminución del caudal base cada día, si es 0,9 significa que: $Q_{\text{hoy}} = 0,9 * Q_{\text{ayer}}$.
- Threshold Type (opción Ratio to Peak): caudal umbra. Por ejemplo: 0,10 = el 10% del caudal punta; cuando el caudal llegue a ser el 10% del caudal punta, el programa comenzará a computar una nueva recesión.

Todos estos datos que aparecen en la tabla 1 han sido proporcionados por el SAIH.

HEC-HMS

- Hydrologic Cycle Components in HEC-HMS (circa 2008)

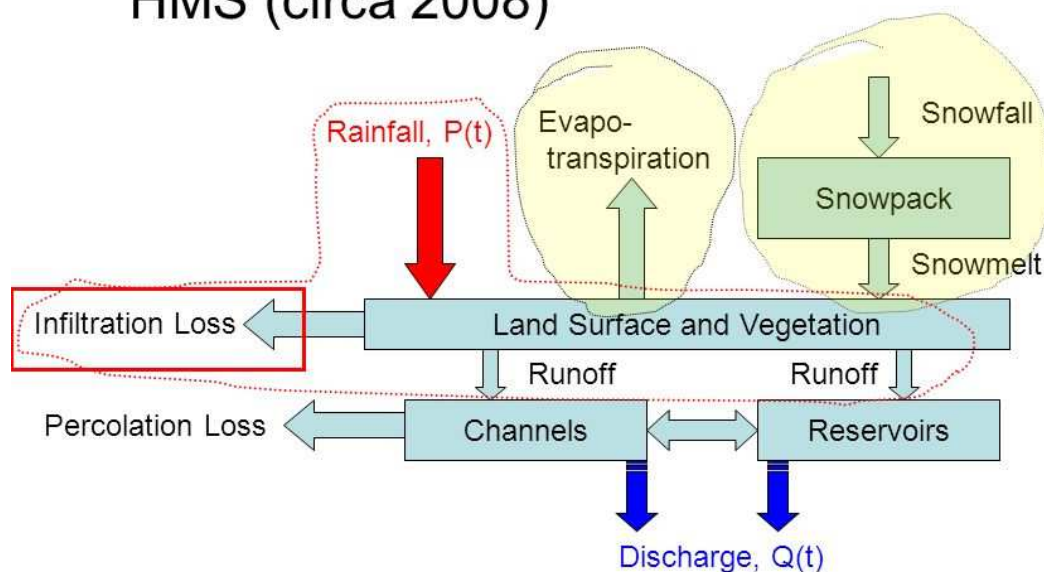
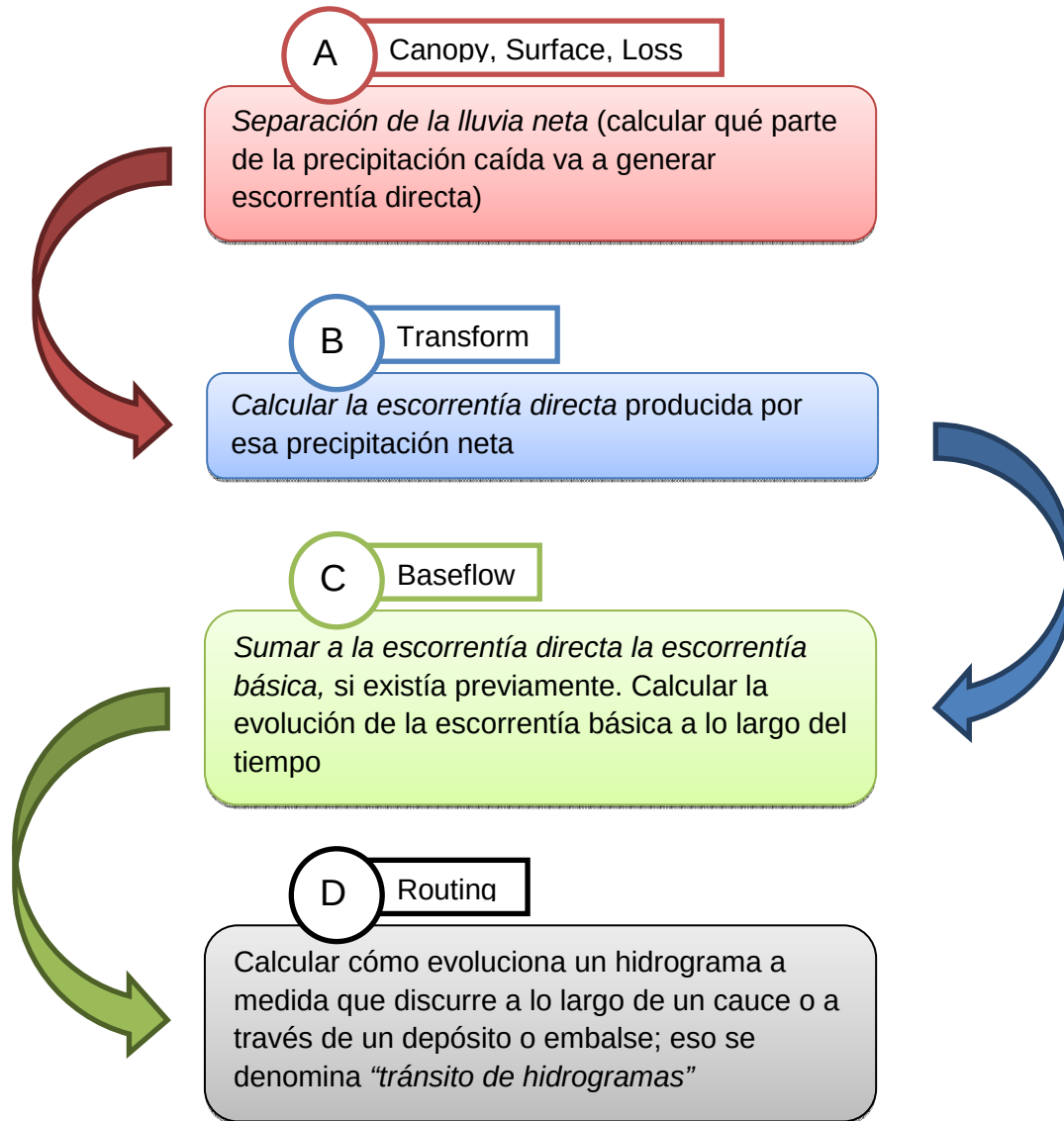


Ilustración 25. Esquema General Hec-Hms (G., 2011)

5.1 Introducción al software

HEC-HMS es un software que calcula el hidrograma producido por una cuenca si le facilitamos datos de la misma y datos de precipitaciones.

Las diversas fases de trabajo del software pueden esquematizarse así:



(Román, 2015)

HEC-HMS permite establecer varias subcuencas. El programa realiza los cálculos de las tres primeras fases (A, B, C) para cada subcuenca, y calcula la última fase (D) para cada tránsito a lo largo de un cauce (la evolución del hidrograma que, generado en la salida de una subcuenca, circula por otra distinta). En los puntos de unión, suma los caudales generados por varios elementos. Finalmente nos proporciona los hidrogramas generados (en tabla y en gráfico) para cada subcuenca y para el total de la cuenca.

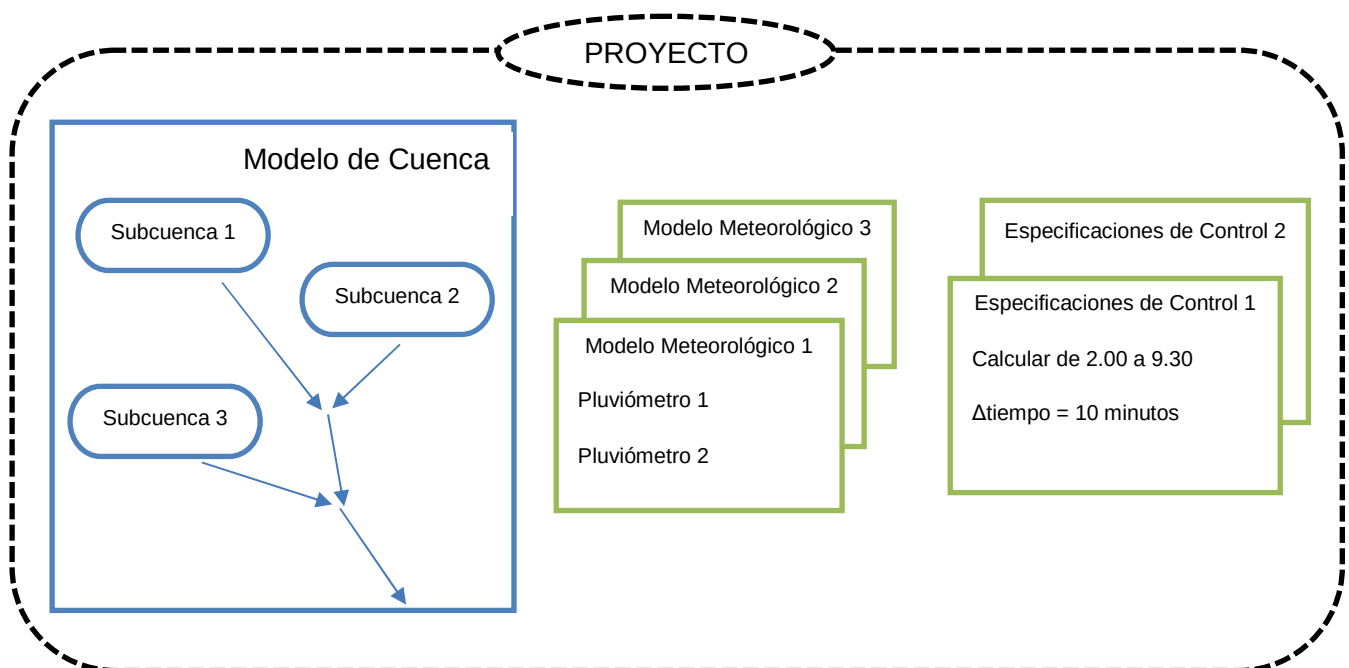
La fase A se desglosa en tres aspectos distintos que dan lugar a “pérdidas” (precipitaciones que no llegan a generar escorrentía directa: *abstracciones*):

- A. Canopy: Si existe vegetación, parte de la precipitación será retenida en las hojas para evaporarse después (*intercepción*).
- B. Surface Storage: Precipitación que puede quedar retenida en pequeñas retenciones superficiales, para infiltrarse o evaporarse después. Suele utilizarse solamente en modelos de simulación continua.
- C. Loss: Precipitación que se infiltra. Habitualmente, los dos aspectos anteriores no son tenidos en cuenta (por defecto, HMS los muestra desactivados), y ésta es la parte fundamental de las abstracciones: se calcula qué parte de las precipitaciones se infiltra en el suelo. El resto se considerará lluvia neta y se utilizará para calcular la escorrentía generada (fase B).

5.2 Componentes de un Proyecto en HEC-HMS

Para comenzar a utilizar HEC-HMS debemos abrir un nuevo Proyecto.

Dentro del proyecto se guardan todo tipo de datos de la cuenca, de las precipitaciones, etc. Los componentes básicos de un proyecto son los siguientes:



1. Modelo de Cuenca (Basin Model)

Aquí informamos al software de las distintas subcuencas y sus características. Un proyecto muy sencillo puede tener una sola subcuenca, sin embargo, un proyecto complejo constará de varias subcuencas, embalses, uniones, bifurcaciones, ...

En cada subcuenca, HEC-HMS realiza las tres primeras etapas de cálculo (**A**, **B** y **C**) y en cada una de ellas debemos elegir el procedimiento a seguir y darle los datos necesarios.

Cuando el caudal generado en esa subcuenca circula fuera de ella, incluiremos un tramo (*Reach*), en el que HEC-HMS calculará la evaluación del hidrograma generado en una subcuenca al transitar por la subcuenca siguiente (fase **D** del esquema inicial).

2. Modelo Meteorológico (Meteorological Model)

El modelo meteorológico utiliza datos de precipitaciones, evapotranspiración,... y los asigna a las diversas subcuencas. Podemos utilizar precipitaciones reales o precipitaciones teóricas, tormentas de diseño. (Los pluviómetros se crean previamente y se introducen sus datos en el Time-Series Data Manager).

Si utilizamos varios pluviómetros en una subcuenca, podríamos indicarle sus coordenadas para que HEC-HMS calcule la media para esa subcuenca. Si nosotros ya hemos evaluado la precipitación media de la subcuenca, se la asignamos como si se tratara de solo pluviómetro: HEC-HMS aplicará esas precipitaciones a toda la superficie de la subcuenca.

Es habitual utilizar varios modelos meteorológicos con el mismo modelo de cuenca, para estudiar los caudales que se producirían generados por diferentes precipitaciones sobre la misma cuenca.

3. Especificaciones de Control (Control Specifications)

Se trata simplemente de indicarle cuando debe empezar y terminar de calcular y el incremento de tiempo (Time interval) para efectuar los cálculos.

El incremento de tiempo especifica cada cuanto tiempo debe realizar el cálculo. Este valor no debe ser muy grande porque el hidrograma no aparecerá como curva suave, sino poligonal. Si es muy pequeño, la tabla de resultados numéricos puede ser enorme.

5.3 Introducción de Datos y Ejecución en la Cuenca de Estudio

Debemos realizar un modelo sobre la cuenca del río Guadalquivir a su paso por Marmolejo, diferenciando cuatro arroyos que desembocan en el mismo.

Para ello debemos establecer las subcuencas del río Guadalquivir hasta los puntos G1, G2, G3, G4 para sumar en esos puntos el hidrograma del afluente con el del cauce principal. Así figura la figura central.



Ilustración 26. Río Guadalquivir y sus afluentes **Ilustración 27. Principales cuencas y subcuencas**

Este proyecto cuenta con cuatro subcuencas, con un caudal previo que parte desde el punto G1 y además disponemos de datos de precipitación neta. A continuación disponemos de la tabla 1, en la cual están los principales datos para proceder a hacer la simulación:

Subcuencas	Superficie (km ²)	Pluviógrafo	Loss		Transform		Baseflow	
			Po	CN	Lag (min)	Initial Discharge (m ³ /s)	Recession constant	Ratio
Arroyo Valtocado	100	Pluviometro 1	13	80	134	10	0.90	0.3
Arroyo del Ermitaño	150	Pluviometro 2	17	75	195	10	0.90	0.3
Barranco del Agua	164	Pluviometro 3	21	71	266	15	0.95	0.25
Salado de los Villares	180	Pluviometro 4	29	64	153	10	0.95	0.2

Tabla 1. Datos Generales Simulación

Para empezar, tenemos que crear un proyecto nuevo, pulsando en *File > New Project*. En la primera casilla le damos un nombre (*TFG*) y en la casilla *Location* indicamos dónde lo

guardamos. El proyecto es una carpeta vacía donde se irán guardando todos los componentes que vayamos creando.

El espacio de trabajo está dividido en cuatro partes:

- 1) Zona en la que aparecerán los distintos elementos que vayamos creando: subcuencas, uniones entre ellas, datos meteorológicos, etc.
- 2) Descripción de las diferentes parámetros de las que dispondrán los elementos que seleccionamos en la zona 1 o 3.
- 3) Zona de trabajo donde situamos y conectamos las subcuencas, cauces, embalses, etc.
- 4) Indicaciones que proporciona HMS. Especialmente útil cuando se produzcan errores al ejecutar el programa, nos indicará los datos que faltan o que sean erróneos.

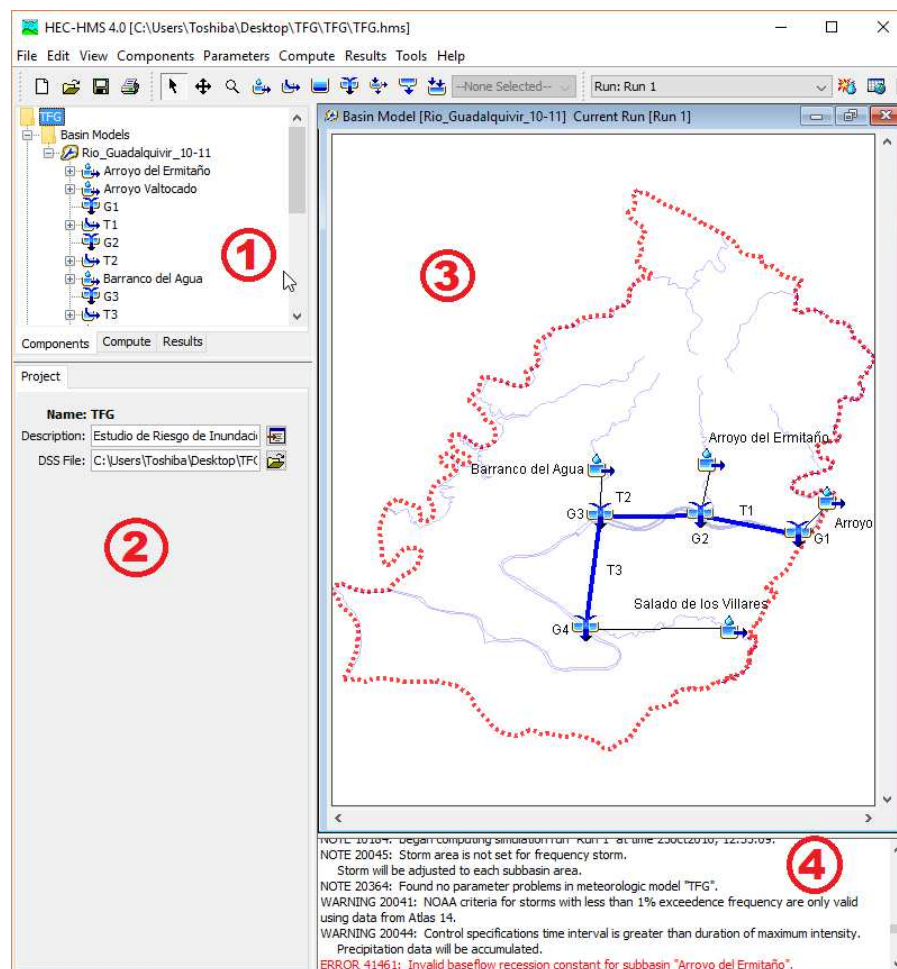
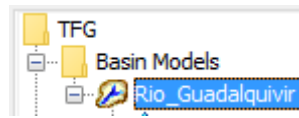


Ilustración 28. Espacio de trabajo

A continuación, creamos el modelo de cuenca: *Components > Basin Model Manager > New...* En la primera casilla le damos un nombre (*Rio_Guadalquivir*).

En el área 1 ha aparecido una nueva carpeta (*Basin Models*), la abrimos y picando en el signo + aparece la cuenca que hemos creado:



Hacemos doble clic sobre *Rio_Guadalquivir* y a la derecha aparece la ventana en blanco que indicábamos como 3 en la ilustración 28, ahí se sitúan todos los elementos del modelo.

Para crear todas las subcuencas picamos arriba en el botón , y después picamos en cualquier punto del panel 3. Aparece un cuadro donde nombramos la subcuenca, por ejemplo: *Arroyo Valtocado*, y el icono de la subcuenca aparece en el panel de trabajo.

Ahora en la zona 1 abrimos el contenido de la Cuenca, picando en el +, y al picar en la subcuenca, abajo, en la zona 2, aparecen todos los métodos y parámetros de la subcuenca. En primer lugar introducimos la superficie de la cuenca en km^2 y empezamos a cambiar los diferentes parámetros que vamos a utilizar. Empezando por el *Loss Method*, donde aparece *Initial and Constant*, y seleccionamos la opción *SCS Curve Number* (para separar la *P* neta de la *P* total). Seguidamente picamos en el parámetro *Transform Method* y elegimos la opción *SCS Unit Hydrograph* (según este método, el *lag* “tiempo que transcurre desde el centro de gravedad de la *P* neta hasta la punta del hidrograma” es aproximadamente igual a $0.6 \times \text{tiempo de concentración}$) y por último en el parámetro *Baseflow Method* donde aparece *Recession*, que se refiere al modo de añadirle al hidrograma resultante de la precipitación el caudal base que tenía la cuenca antes de la crecida, y que debe continuar por debajo del hidrograma de crecida; por lo que dejamos dicha opción activa.

Transform	Baseflow	Options
Subbasin		Loss
Basin Name: Rio_Guadalquivir Element Name: Arroyo del Ermitaño Description: Desemboca en el embalse de Mz Downstream: G2 *Area (KM2): 150 Latitude Degrees: Latitude Minutes: Latitude Seconds: Longitude Degrees: Longitude Minutes: Longitude Seconds: Canopy Method: --None-- Surface Method: --None-- Loss Method: SCS Curve Number Transform Method: SCS Unit Hydrograph Baseflow Method: Recession		

Ilustración 29. Parámetros de la subcuenca

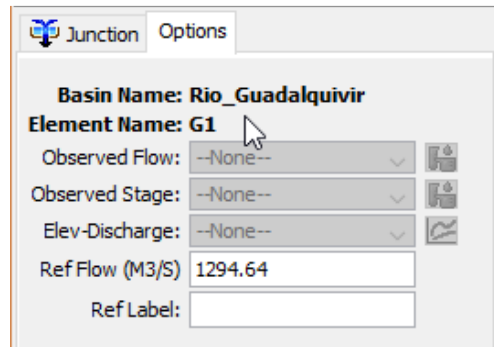
Una vez finalizado esto, realizamos la misma operación con las otras tres subcuencas restantes, para dotar de manera conjunta según cada parametro los datos que se aportan en la tabla 1 antes expuesta.

Para ello procedemos a la opción *Parameters* y seleccionamos los parámetros antes descritos (*Loss Method*, *Transform Method* y *Baseflow Method*) uno por uno para ir introduciend los diferentes datos todo ello de manera simultanea para las cuatro subcuencas.

Concluida la introducción de los datos generales de las diferentes subcuencas pasamos a definir las uniones de éstas con la cuenca principal del río Guadalquivir, para ello picamos en la opción *Junction* , donde podemos hacer una pequeña descripción de la misma y le añadimos en el parámetro *Downstream* con que elemento vamos a unirlo, y también en la opción *Options* le introducimos el caudal inicial *Ref Flow (M3/S)* que lleva el río por su paso en dicha unión. Este proceso lo repetimos tres veces más para unir cada una de las subcuencas con la union que le corresponde en cada tramo.

Junction	Options
Basin Name: Rio_Guadalquivir Element Name: G1 Description: Downstream: T1	

Ilustración 30. Parámetros del elemento Junction_1



Junction Options

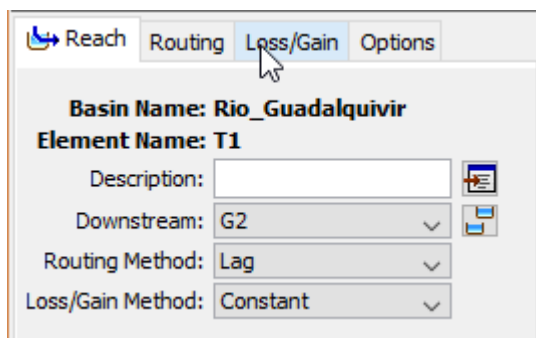
Basin Name: Rio_Guadalquivir
Element Name: G1

Observed Flow: --None--
Observed Stage: --None--
Elev-Discharge: --None--

Ref Flow (M3/S): 1294.64
Ref Label:

Ilustración 31. Parámetros del elemento Junction_2

Por último vamos a introducir los últimos elementos, que son los tramos entre las diferentes uniones de las subcuencas con el tramo principal del río. Lo que haremos es pulsar el botón derecho del ratón sobre el elemento *Junction* y seleccionamos la opción *Connect Downstream*, pinchamos en la primera y arrastramos hasta el siguiente *Junction* y así hasta conectarlos todos entre sí, dejando el último sin ningún unión aguas abajo. Estas conexiones es lo que llama el software como *Reach*, donde introduciremos diferentes parámetros. En primer lugar seleccionamos el *Downstream* hacia el que se dirige, seguidamente en el parámetro *Routing Method* seleccionamos la opción *Lag* y por último en el parámetro *Loss/Gain Method* escogemos la opción *Constant*. Esto nos abrirá diferentes pestañas en la parte superior, donde iremos introduciendo los datos correspondientes en cada uno de los diferentes parámetros. Y todo ello lo realizamos tres veces, que son los tramos de los que dispone el proyecto entre las cuatro uniones de las cuatro subcuencas.



Reach Routing Loss/Gain Options

Basin Name: Rio_Guadalquivir
Element Name: T1

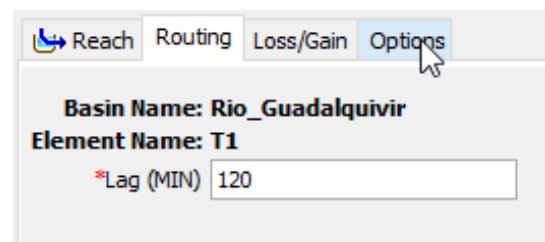
Description:

Downstream: G2

Routing Method: Lag

Loss/Gain Method: Constant

Ilustración 32. Parámetros Reach_1



Reach Routing Loss/Gain Options

Basin Name: Rio_Guadalquivir
Element Name: T1

*Lag (MIN) 120

Ilustración 33. Parámetros Reach_2

Ilustración 34. Parámetros Reach_3

Ilustración 35. Parámetros Reach_4

Acabado el proceso de diseño de la cuenca, a la que hemos dotado de los diferentes datos generales de la misma, procedemos a diseñar el modelo meteorológico. Para este proyecto diseñaremos varios modelos meteorológicos, ya que, dispondremos de diferentes fechas, donde las precipitaciones caídas en la zona de estudio son bastante altas, para poder proceder en el punto de **Resultados y Discusión** a exponer los diferentes problemas que surgen cuando las precipitaciones son bastante altas.

Antes de crear el Modelo Meteorológico, vamos a introducir los datos pluviométricos, uno por cada afluente, llegando a un total de cuatro. Para ello, nos vamos a la pestaña *Components > Times Series Data Manager > New ...* Aparece un cuadro en el que podemos crear dispositivos de medida de diversos datos (precipitación, caudal,...); dejamos la opción que viene por defecto *Precipitation Gages*, y nombramos los pluviómetros.

Picando arriba en el + que precede a Pluviometro 1, debajo de él aparece 02abr2013, 00:00 - 02abr2013, 23:00 (que es la fecha que hemos elegido para este proyecto); picando sobre esta, abajo aparecen cuatro pestañas. En la primera pestaña, Time-Series Gage, realizamos o comprobamos los siguientes ajustes: *Data Source: Manual Entry* (ya que vamos a introducir los datos manualmente), *Units: Incremental Millimeters*; En este caso no es necesario indicar las coordenadas del pluviómetro, ya que se considerará que esos datos son el promedio de toda la subcuenca. *Time Interval: 1 Hour*, puesto que vamos a introducir datos de precipitaciones en intervalos de una hora.

En la segunda pestaña, *Time Window*, indicamos la fecha y hora de comienzo y fin de la precipitación. La fecha se indica en español, siempre con el formato *día-mes-año*.

Finalmente picamos en la pestaña **Table** para introducir los datos pluviométricos. Observamos que en los intervalos nos muestra la hora final del mismo y procedemos a introducir los datos de uno en uno.

Ahora si, pasamos a crear el modelo meteorológico: *Components > Meteorologic Model Manager > New ...*, le damos nombre “*Met 1*”. Al picar en *Met 1*, abajo (cuadro inferior izquierdo) podemos especificar el tipo de precipitación y, si lo deseamos, métodos para la evapotranspiración y para la fusión de la nieve. Debido a que no podemos facilitar dichos datos, dejamos las opciones que vienen por defecto. *Specific Hyetograph* significa que el usuario le dará los datos de precipitación. Un parámetro muy importante que tenemos que cambiar es el *Replace Missing* a la opción *Set To Default*, para así evitar un fallo absurdo del programa, que se produce sólo en esta versión 4.0, porque no existen datos de precipitación a lo largo de todo el periodo de tiempo que indicaremos en el control, apartado siguiente.

Sin salir de ese panel, en la pestaña *Basins* hay que cambiar la opción *Include Subbasins* y elegir *Yes*. A continuación hay que aplicarle al modelo meteorológico los pluviómetros creados en el apartado anterior. Para ello picamos en  **Specified Hyetograph**, abajo aparece las diferentes subcuencas que hemos creado y al lado tenemos un desplegable con los diferentes pluviómetros creados, para asignarle a cada subcuenca el pluviómetro que le pertenece y con esto terminamos de editar el modelo meteorológico.

La última función que tenemos que editar son las especificaciones de control, por lo que: *Component > Control Specifications Manager > New...* Como en modelos anteriores, le damos nombre (*Control 1*). Ya hemos visto que las especificaciones de control se utilizan para indicar el periodo de tiempo (comienzo y final) en el que HEC-HMS tiene que realizar cálculos y el incremento de tiempo para ello (*Time Interval*).

Arriba picamos en *Control 1*, y abajo rellenamos los datos que especifican. Le especificamos que calcule el hidrograma en el periodo de tiempo en el que la lluvia no para y además le introducimos la fecha, que aunque es irrelevante para el cálculo, debe ser la misma que indicamos para las precipitaciones. En el *Time Interval* indicamos el incremento de tiempo para el que el programa tiene que hacer los cálculos. Si el intervalo de cálculo, por ejemplo, es de 10 horas, con incrementos de 10 minutos nos representará una tabla de 60 datos (10 x 6) y el gráfico lo dibujará basándose en esos 60 puntos.

Acabada la introducción de datos, procedemos a la ejecución del modelo, ya que los resultados los veremos en el punto siguiente de estudio.

Para empezar con la ejecución, primero hay que crear un protocolo de ejecución (*Run*) *Compute > Create Compute > Simulation Run...* En nuestro proyecto vamos a definir diversos “Run” combinando diferentes modelos meteorológicos y especificaciones de control.

Finalmente, ejecutamos el programa: primero elegimos el “Run”, *Compute > Select Run* y finalmente para iniciar el cálculo, *Compute > Compute Run [Run 1]*.

(Román, 2015)

5.4 Datos Caudal y Precipitaciones

En la siguiente tabla, aparecen los datos donde se alcanzaron los caudales máximos en periodos de lluvia fuertes, proporcionando también la precipitación caída en la zona de estudio. Estos datos están referidos al río Guadalquivir, por lo que para los afluentes utilizaremos datos aproximados para obtener unos resultados lógicos.

Estos datos están proporcionados por el Sistema Automático de Información Hidrológica de la cuenca del Guadalquivir (SAIH), que es un servicio prestado por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, que nos ha aportado los datos del caudal en la zona de estudio; y por otro lado, está AEMET, base de datos Meteorológicos que nos ha proporcionado los datos de precipitaciones en la zona de Andujar, muy próximo al municipio de Marmolejo, ya que no existe estación que recoja los datos de precipitaciones en el municipio de estudio.

Caudales Máximos Alcanzados y Precipitaciones		
Desde 01/10/1999 - 01/10/2016		
Fecha	Caudal (m³/sg)	Precipitación (l/m²)
24/02/2010	1811,88	90,5
09/12/2010	1327,46	75,6
23/12/2010	1179,40	50,8
14/03/2013	1039,25	42,8
02/04/2013	1294,64	60,7

Tabla 2. Datos de Caudal y Precipitación

5.5 Cartografía

En este apartado se va a explicar los diferentes mapas que se han realizado para exponer tanto la situación actual e histórica de la zona de estudio (ortofotografías, desde el año 2005 la más antigua que se puede encontrar en (Fomento, 2016) hasta el año 2013 la más reciente.

Todos los mapas los podemos encontrar en el Anexo II en formato A3.

En primer lugar tenemos el Mapa N° 1, Mapa de Situación, en el que se muestra la localización exacta de la zona de estudio, desde la comunidad autónoma de Andalucía hasta el término municipal de Marmolejo. (Fomento, 2016)

En el Mapa N° 2, Mapa Topográfico, encontramos figuras lineales, poligonales y de puntos, que representan los elementos más importantes de la zona de estudio, cómo son las curvas de nivel, importantes vértices geodésicos del término municipal, principales carreteras y autovías, principales ríos, afluentes y embalses, limitación administrativa del término y núcleos de población. (Fomento, 2016)

El Mapa N° 3, Mapa Geológico, representa los principales tipos de rocas, minerales y sedimentos que se encuentran por todo el término municipal. En él podemos encontrar variedad de areniscas que predominan prácticamente por todo el territorio y diferentes tipos de calizas y margas, predominantes en las zonas suroeste y noroeste del límite del término municipal. Por supuesto, todo especificado en la leyenda de éste mapa. (Ambiente, 2016)

El Mapa N° 4, Mapa de Vegetación, muestra claramente un gran dominio de 3 clases de vegetación, PcQr.t, PbQr.t, SMQr, las dos primeras son series mesomediterráneas y la última termomediterránea. El PcQr.t predomina sobre todo en el sur del término, mientras que el PbQr.t predomina en el norte y el SMQr predomina en la parte central. Toda esta información la hemos obtenido de REDIAM, servicio web de visualización de mapas de la Junta de Andalucía (Ambiente, 2016).

El Mapa N° 5, Mapa de Usos del Suelo, muestra la gran variedad de usos que posee el término municipal de Marmolejo. La mayor parte de él esta cubierto por cultivo del olivar, per en la zona norte, conforme nos acercamos a la sierra se entremezcla gran variedad de

usos, como pueden ser: formación arbolada densa (eucaliptos, coníferas, quercíneas, etc). También podemos ver como alrededor del núcleo de población tenemos urbanizaciones agrícolas, zonas industriales y comerciales y en la zona de estudio del río Guadalquivir podemos encontrar alguna balsa de riego, bosque galería y otras formaciones riparias. (Ambiente, 2016).

Por consiguiente, los mapas N° 6, 7, 8, 9 y 10 son ortofotos de diferentes épocas, que comprenden desde el año 2005, hasta el año 2013 en intervalos de 2 años para su modificación. En estos mapas se puede apreciar como, aunque haya sido un corto período de tiempo ha ido evolucionando el término municipal de Marmolejo y sus alrededores (Fomento, 2016).

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez finalizada la ejecución de los diferentes modelos, vamos a exponer los resultados y a interpretar que es lo que muestran. Para ello los haremos de uno en uno, empezando por el modelo con fecha mas tardía e iremos avanzando en el tiempo para ver como se comportan en diferentes épocas.

6.1 Descripción de los elementos resultantes

En el cuadro resumen de la simulación, aparecen los siguientes datos:

- Start of Run: época del comienzo del modelo
- End of Run: época final del modelo
- Compute Time: época en la que se hizo la simulación
- Basin Model: modelo base con el que trabaja la simulación
- Meteorologic Model: modelo meteorológico con el que trabaja la simulación
- Control Specifications: control con el que trabaja la simulación
- Volume Units: unidades de volumen del agua

Y ahora los resultados obtenidos:

- Peak Discharge: caudal máximo de agua en m^3/s
- Precipitation Volume: volumen de precipitación en mm
- Loss Volume: volumen perdido en el proceso en mm
- Excess Volume: exceso de volumen de agua en mm
- Date/time of Peak Discharge: época en la que se alcanza el caudal máximo
- Direct Runoff Volume: volumen de escorrentía directa en mm
- Baseflow Volume: volumen del caudal base en mm
- Discharge Volume: volumen de descarga en mm

Esto es lo que incumbe al sumario de resultados por cada cuenca o tramo principal del río. A continuación describiremos lo que se representa en las dos gráficas resultados que aparecen en cada simulación.

En la gráfica que aparece en la parte superior, se representa la profundidad del río en función de las precipitaciones caídas.

El color rojo representa la pérdida de agua de lluvia que se pierde debido a la filtración de la misma en la tierra.

Por otra parte el color azul, representa el exceso de agua en el cauce del río, debido a la cantidad de agua caída y también debido a que la tierra no puede absorber más agua.

En la gráfica de la parte inferior se representa el flujo del cauce del río donde la línea que aparece en discontinua y en rojo es el cauce normal del río y la línea continua y azul representa como se eleva el flujo del río.

A continuación empezaremos a representar los resultados de cada simulación, en primer lugar se representará un cuadro con los datos resumidos y a continuación una gráfica de los resultados que se reflejan en el cuadro resumen.

Las tablas con los resultados completos por horas, aparecen en el **ANEXO I**.

6.2 Modelo 1 en la época 02/04/2013

Vamos a ir mostrando los elementos con los resultados obtenidos:

- Subcuenca Arroyo Valtocado:

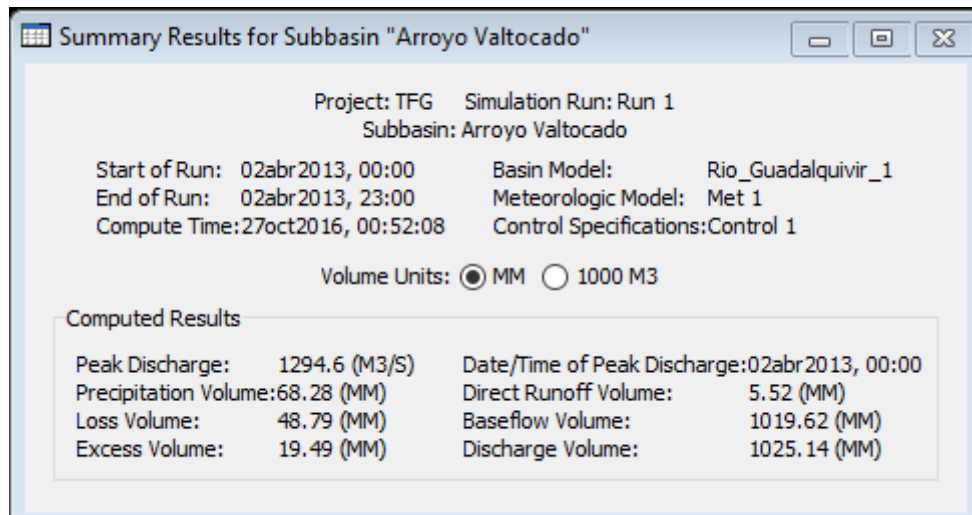


Ilustración 36. Resumen datos Arroyo Valtocado

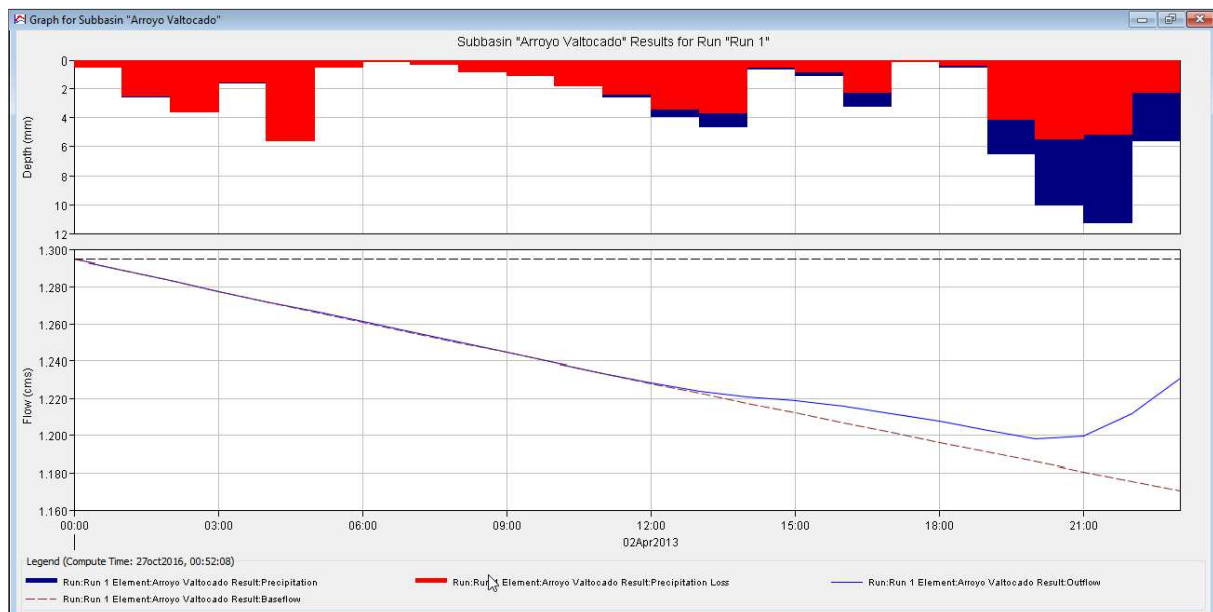


Ilustración 39. Gráfica de la Subcuenca de Arroyo Valtocado

Al hacer la simulación, el caudal máximo que alcanza el arroyo es de 1294,6 m³/s, que se produce a las 00:00 del 02 de Abril de 2013 con un volumen de precipitación de 68, 28 mm, del cual se pierde (el agua que se filtra en la tierra) un 48,79 y un 19,29 mm de exceso de agua (lo que la tierra no puede filtrar). El volumen de escorrentía directa es de un 5,52 mm con un volumen de caudal base de 1019,62 mm y un volumen de descarga de 1025,14 mm.

En la ilustración 37, se puede ver como en el transcurso del tiempo y en función de la precipitación caída, va variando el caudal del arroyo, que en función de la pérdida de agua por filtración y el exceso de la misma aumenta o disminuye, lo cual hace que el flujo total del arroyo no sea constante y tenga de manera repetitiva subidas y bajadas de diferente índole.

En la gráfica que muestra la ilustración 38, se puede ver exactamente lo comentado en el párrafo anterior y como la profundidad varía claramente en función del exceso y de la pérdida de lluvia y como en la curva (parte inferior de la gráfica), se ve como cuando se produce un mayor exceso de agua, el caudal del arroyo empieza a aumentar, ya que a lo largo del tiempo, en la mayoría del periodo, perdía agua debido a la filtración, lo que hace que el caudal disminuya en ese periodo.

- Subcuenca del Arroyo del Ermitaño:

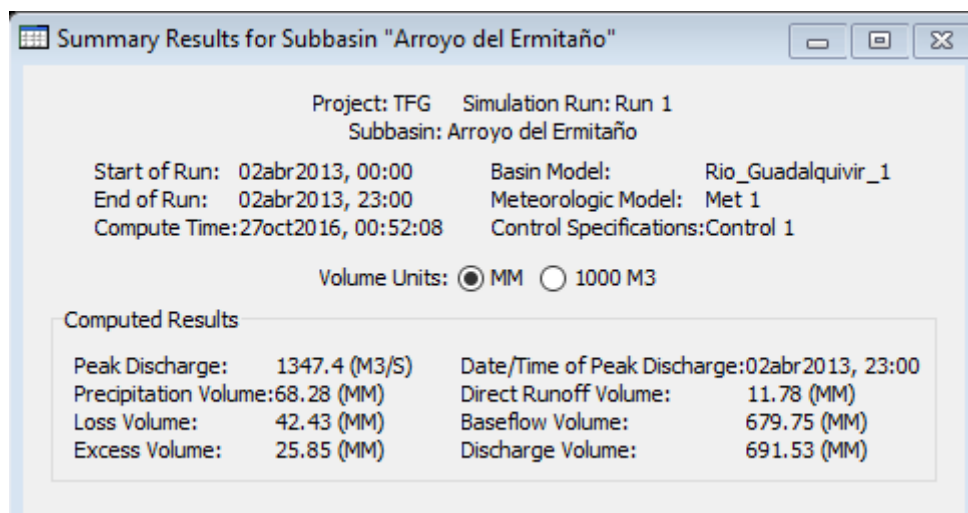


Ilustración 40. Resumen datos Arroyo del Ermitaño

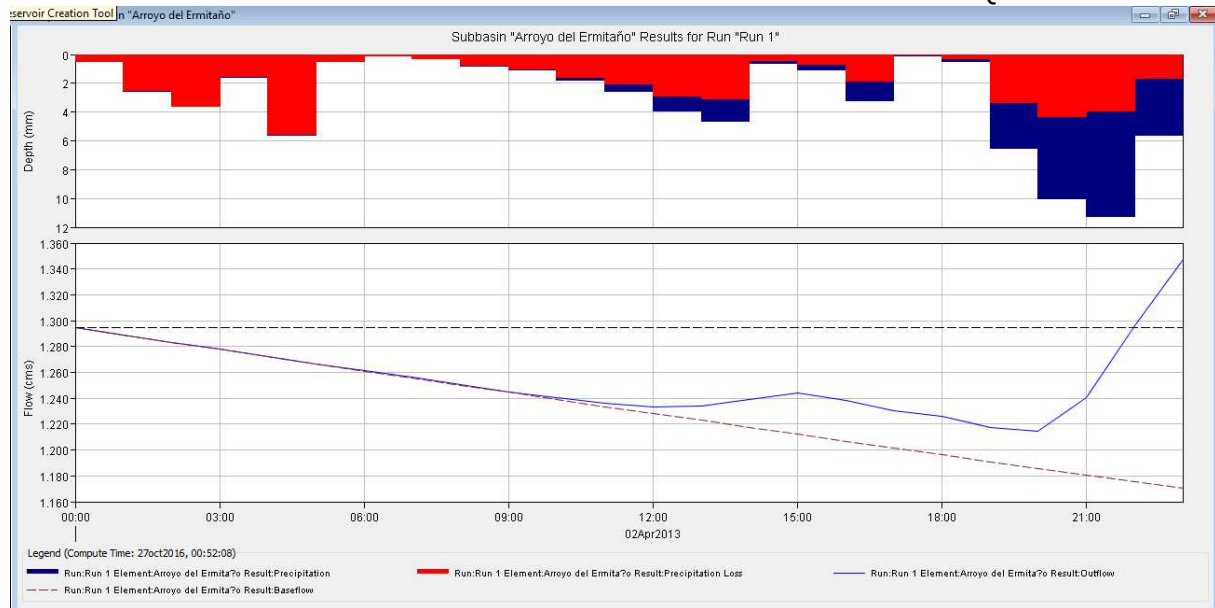


Ilustración 371. Gráfica de la Subcuenca Arroyo del Ermitaño

En el Arroyo del Ermitaño, el caudal máximo que alcanza el arroyo es de $1347,4\text{m}^3/\text{s}$, que se produce a las 23:00 del 02 de Abril de 2013 con un volumen de precipitación de 68, 28 mm, del cual se pierde (el agua que se filtra en la tierra) un 42,43 y un 25,85 mm de exceso de agua (lo que la tierra no puede filtrar). El volumen de escorrentía directa es de un 11,78 mm con un volumen de caudal base de 679,75 mm y un volumen de descarga de 691,53 mm.

Como se puede ver en la ilustración 39, y lo mismo que ocurre en el Arroyo de Valtocado, el flujo total del arroyo no es constante y tiene subidas y bajadas de que se repiten a lo largo del tiempo.

En la gráfica que muestra la ilustración 41, se puede ver como la profundidad varía en función del exceso y de la pérdida de lluvia, aunque tiene varios picos en los que al haber una pérdida de agua escasa, el caudal aumenta llegando en el final del período a su máximo y como según la curva, en la parte inferior de la gráfica, se aprecia con un mejor punto de vista ese aumento de caudal, que se debe en la mayoría de los casos al exceso de agua que lleva el arroyo en ese período.

- Subcuenca del Barranco de Agua:

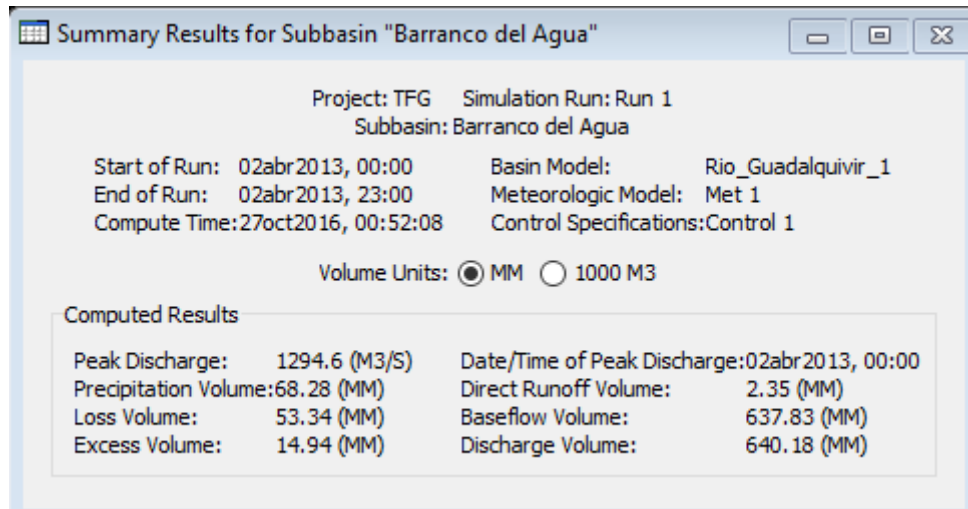


Ilustración 382. Resumen datos Barranco del Agua

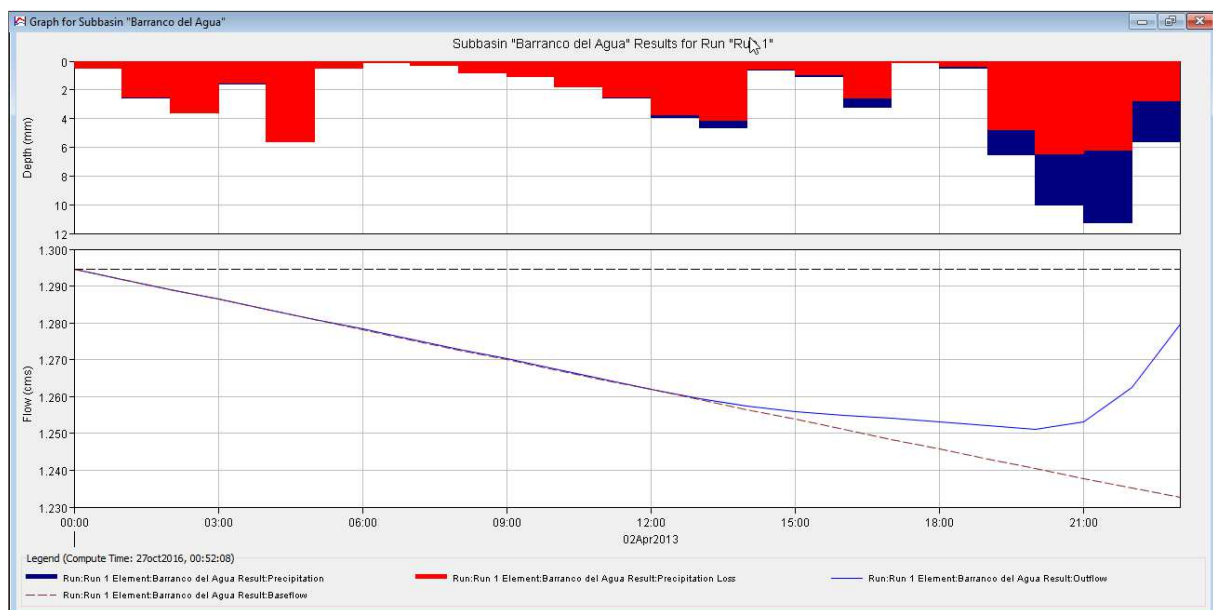


Ilustración 393. Gráfica de la Subcuenca Barranco del Agua

En el Barranco del Agua, el caudal máximo que alcanza el arroyo es de 1294,6 m³/s, que se produce a las 00:00 del 02 de Abril de 2013 con un volumen de precipitación de 68, 28 mm, del cual se pierde (el agua que se filtra en la tierra) un 53,34 y un 14,94 mm de exceso de agua (lo que la tierra no puede filtrar). El volumen de escorrentía directa es de un 2,35 mm con un volumen de caudal base de 637,83 mm y un volumen de descarga de 640,18 mm.

En esta subcuenca, al ser muy parecida a la subcuenca del Arroyo Valtocado, el máximo de caudal alcanzado y el periodo en el que lo alcanza es el mismo, la única diferencia

es el exceso y la pérdida de lluvia, así como los datos de escorrentía directa, volumen de caudal base y volumen de descarga, que son inferiores al primero, ya que al tener una mayor superficie y ser el “lag” prácticamente la mitad varían estos datos en proporción.

Como se puede apreciar, las gráficas son muy parecidas, ya que, aunque los datos referentes al caudal sean la mitad, ocurre lo mismo, al tener una mayor pérdida de agua, el caudal disminuye y aumenta con el exceso.

- Subcuenca del Salado de los Villares:



Ilustración 404. Resumen datos Salado de los Villares

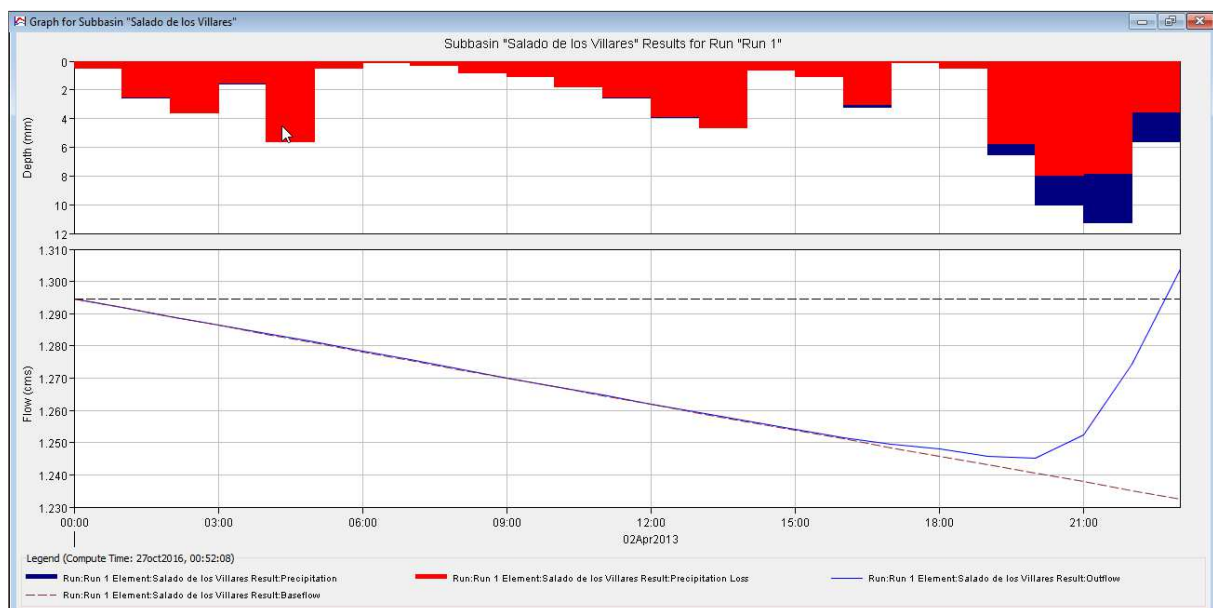


Ilustración 415. Gráfica de la Subcuenca Salado de los Villares

En el Salado de los Villares, el caudal máximo que alcanza el arroyo es de 1303,7m³/s, que se produce a las 23:00 del 02 de Abril de 2013 con un volumen de precipitación de 68, 28 mm, del cual se pierde (el agua que se filtra en la tierra) un 59,66 y un 8,62 mm de exceso de agua (lo que la tierra no puede filtrar). El volumen de escorrentía directa es de un 2,06 mm con un volumen de caudal base de 581,13 mm y un volumen de descarga de 583,20 mm.

En esta subcuenca ocurre lo mismo que en la subcuenca del Arroyo del Ermitaño, aunque la pérdida es mayor y el exceso lógicamente, es menor. Esto hace que el resto de parámetros sean inferiores, lo cual supone que en la mayor parte del tiempo, el caudal del arroyo no ha variado, sólo en su período final que ha ido subiendo hasta alcanzar su máximo.

Incluso la gráfica, es prácticamente igual, salvo el tramo final, en el que el periodo de aumento de caudal es menor en este último, debido al escaso exceso de lluvia.

- Tramo T1 del Río Guadalquivir:

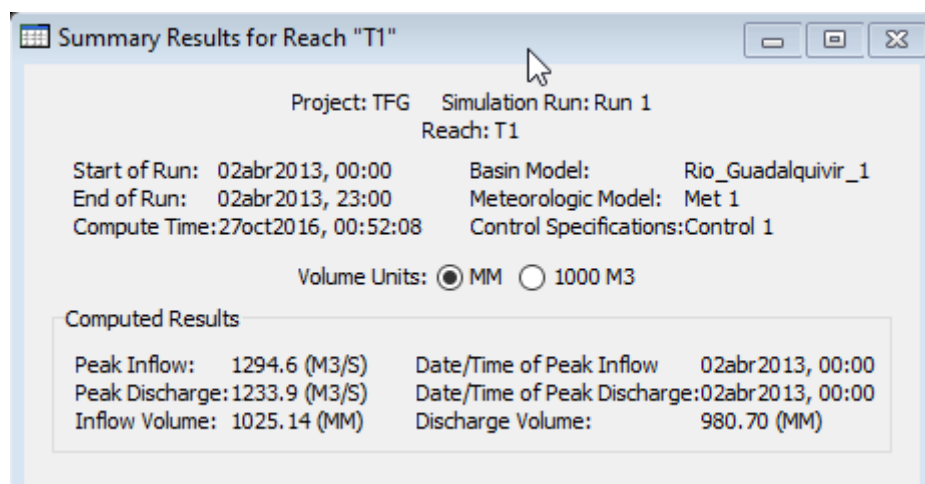


Ilustración 46. Resumen datos Tramo T1 del Guadalquivir

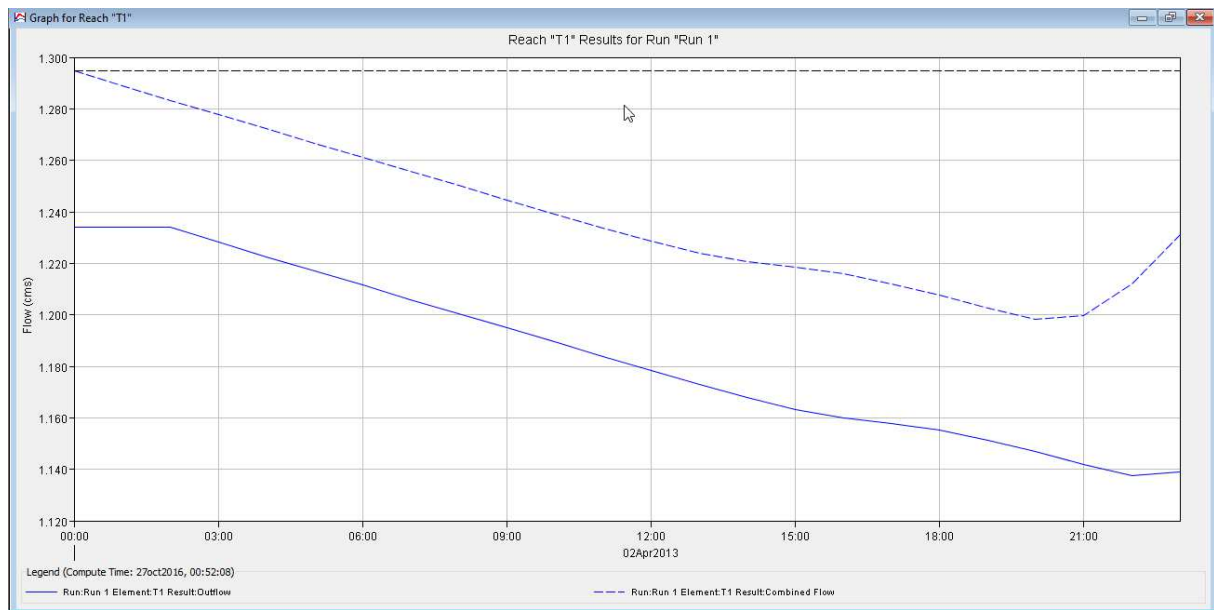


Ilustración 47. Gráfica del Tramo T1 del Guadalquivir

En el primer tramo del río Guadalquivir (T1), el pico de entrada que alcanza el tramo es de $1294,6 \text{ m}^3/\text{s}$, que se produce a las 00:00 del 02 de Abril de 2013, teniendo un volumen de entrada de 1025,14 mm y el pico de decarga, que alcanza los $1233,9 \text{ m}^3/\text{s}$ se produce a las 00:00 del 02 de Abril de 2013, teniendo un volumen de 980,70 mm.

En la tabla de resultados, se muestra durante un período de tiempo, tanto el flujo de salida como el flujo de entrada, que proviene de la subcuenca del Arroyo Valtocado. Según se muestra en la gráfica de la ilustración 50, el flujo de salida es menor en proporción, ya que se mantiene en todo el período igual (dicha proporción) al flujo de entrada, lo que supone, que al ser este tramo T1 mayor en superficie, el flujo tiende a ser menor, ya que este se reparte por una superficie mayor.

- Tramo T2 del Río Guadalquivir:

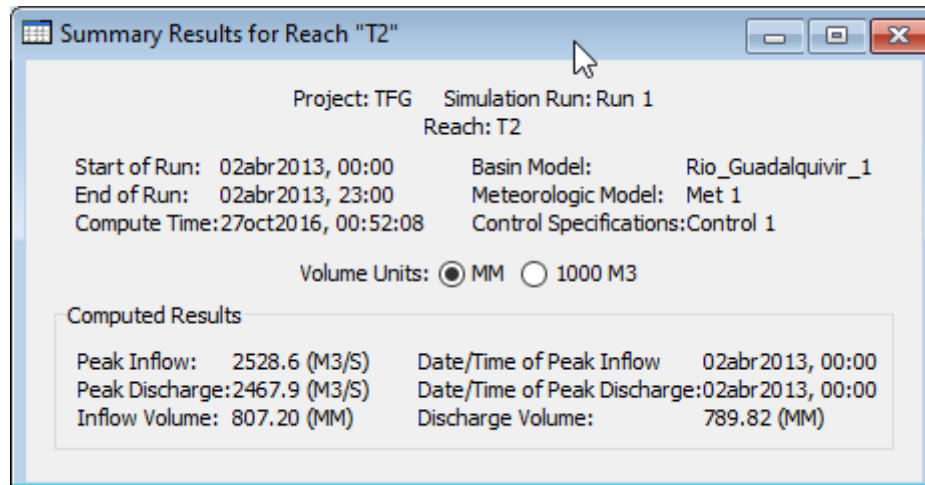


Ilustración 48. Resumen datos Tramo T2 del Guadalquivir

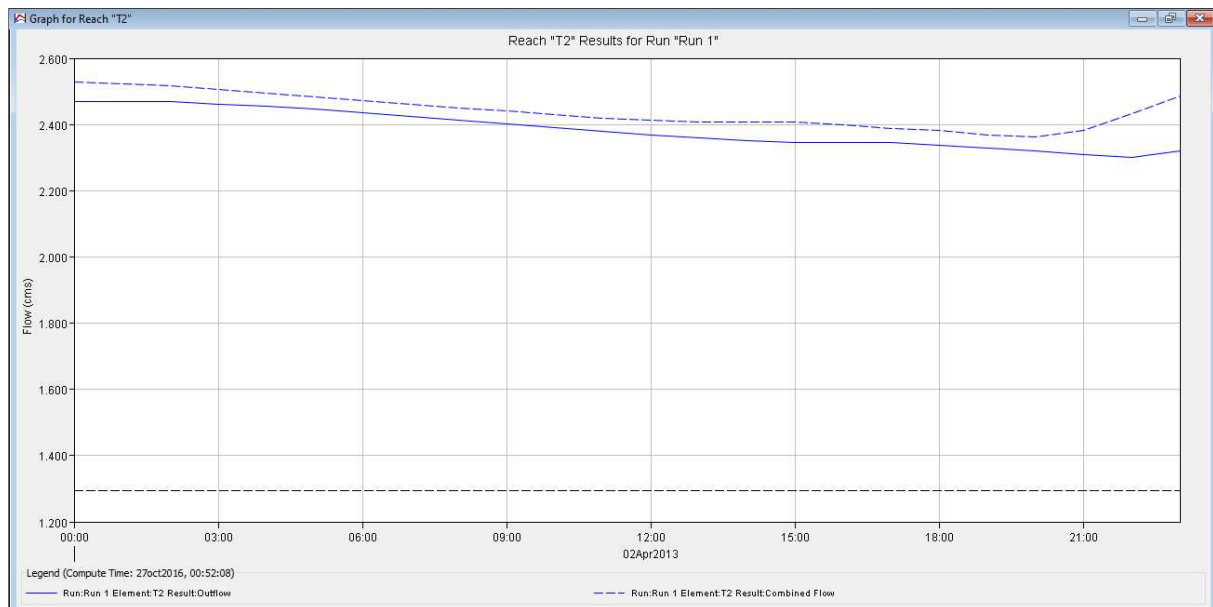


Ilustración 49. Gráfica del Tramo T2 del Guadalquivir

En el segundo tramo del río Guadalquivir (T2), el pico de entrada que alcanza el tramo es de 2528,6 m³/s, que se produce a las 00:00 del 02 de Abril de 2013, teniendo un volumen de entrada de 807,20 mm y el pico de decarga, que alcanza los 2467,9 m³/s se produce a las 00:00 del 02 de Abril de 2013, teniendo un volumen de 789,82 mm.

En la tabla de resultados, se muestra durante un período de tiempo, tanto el flujo de salida como el flujo de entrada, que proviene de la subcuenca del Arroyo del Ermitaño como del Tramo T1. Según se muestra en la gráfica de la ilustración 53, el flujo de salida es algo

menor que el flujo de entrada, ya que al mantener la misma dimensión los diferentes tramos del Guadalquivir en superficie, el flujo varía muy poco de un tramo a otro.

- Tramo T3 del Río Guadalquivir:

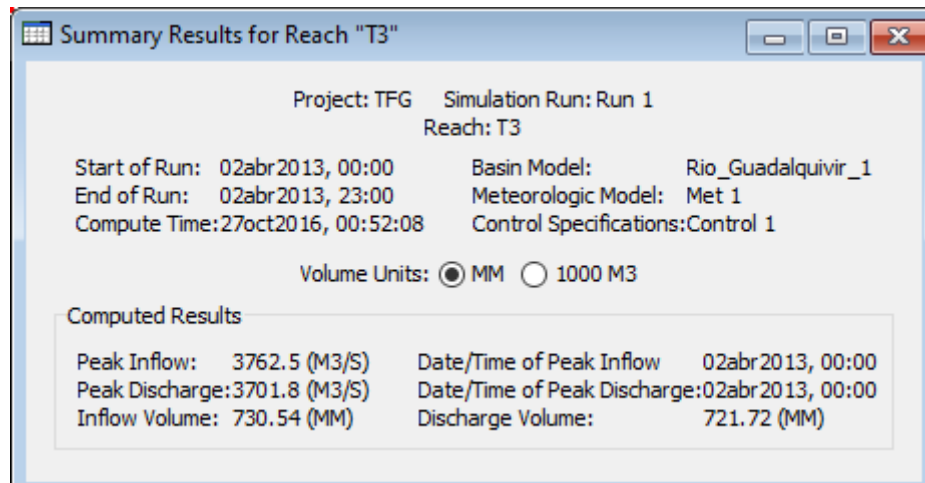


Ilustración 42. Resumen datos Tramo T3 del Guadalquivir

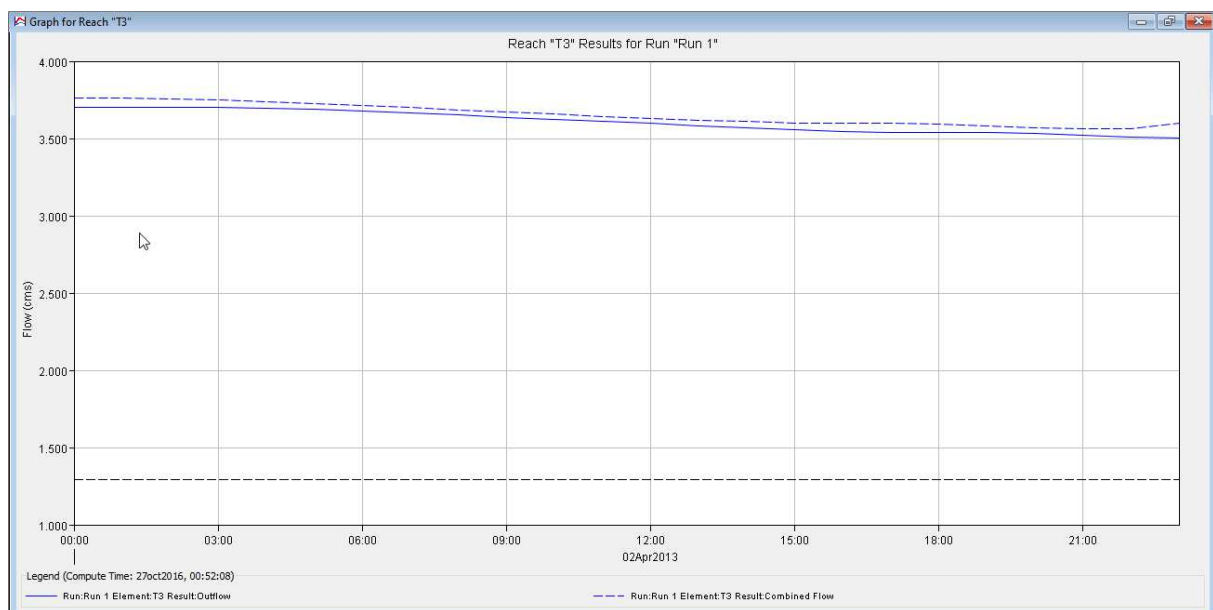


Ilustración 43. Gráfica del Tramo T3 del Guadalquivir

En el tercer tramo del río Guadalquivir (T3), el pico de entrada que alcanza el tramo es de 3762,5 m³/s, que se produce a las 00:00 del 02 de Abril de 2013, teniendo un volumen de entrada de 730,54 mm y el pico de decarga, que alcanza los 3701,8 m³/s se produce a las 00:00 del 02 de Abril de 2013, teniendo un volumen de 721,72 mm.

En la tabla de resultados, se muestra durante un período de tiempo, tanto el flujo de salida como el flujo de entrada, que proviene de la subcuenca del Barranco del Agua como del

Tramo T2. Según se muestra en la gráfica de la ilustración 56, el flujo de salida varía muy poco con respecto al flujo de entrada, ya que se mantienen las dimensiones en los diferentes tramos del Guadalquivir en superficie, el flujo varia muy poco de un tramo a otro, aunque el volumen por supuesto es mayor.

6.3 Modelo 2 en la época 24/02/2010

Vamos a ir mostrando los elementos con los resultados obtenidos:

- Subcuenca Arroyo Valtocado:

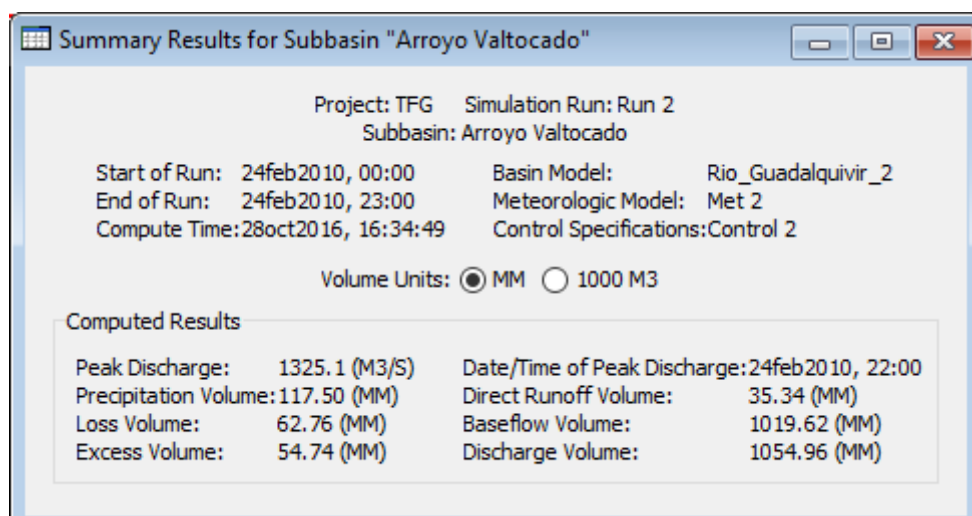


Ilustración 52. Resumen datos Arroyo Valtocado

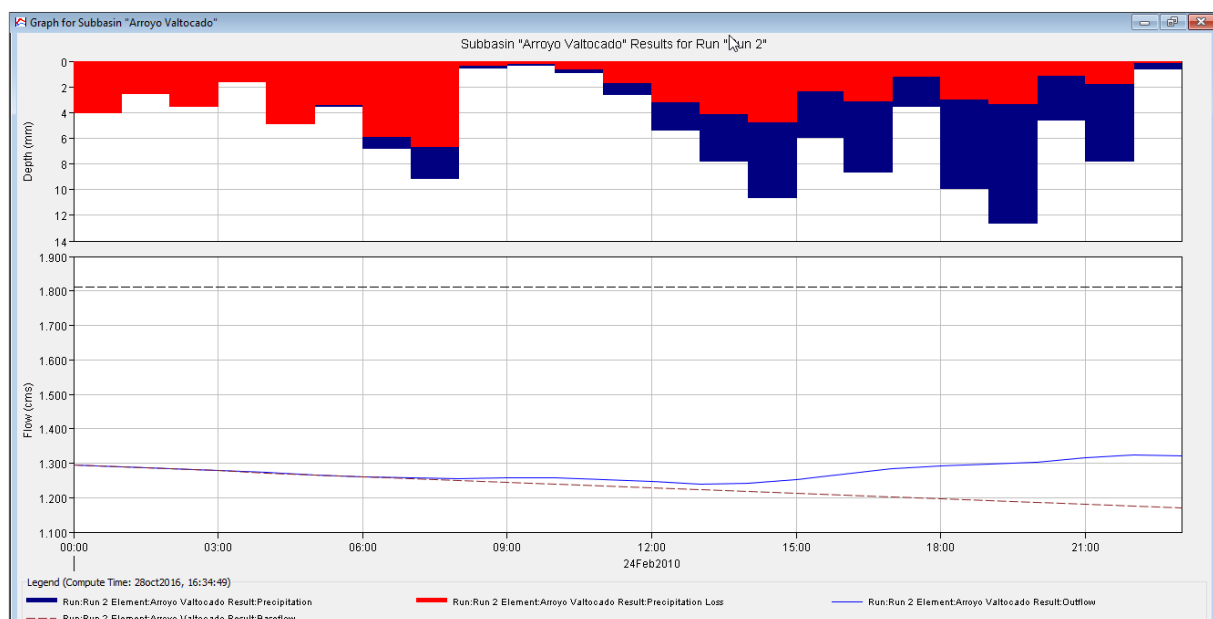


Ilustración 53. Gráfica de la Subcuenca de Arroyo Valtocado

Al hacer la simulación, el caudal máximo que alcanza el arroyo es de 1325,1 m³/s, que se produce a las 22:00 del 24 de Febrero de 2010 con un volumen de precipitación de 117,50 mm, del cual se pierde (el agua que se filtra en la tierra) un 62,76 mm y un 54,74 mm de exceso de agua (lo que la tierra no puede filtrar). El volumen de escorrentía directa es de un 35,34 mm con un volumen de caudal base de 1019,62 mm y un volumen de descarga de 1054,96 mm.

En la ilustración 58, se puede ver como en el transcurso del tiempo y en función de la precipitación caída, va variando el caudal del arroyo, que en función de la pérdida de agua por filtración y el exceso de la misma aumenta o disminuye, lo cual hace que el flujo total del arroyo no sea constante y tenga de manera repetitiva subidas y bajadas de diferente índole.

En la gráfica que muestra la ilustración 59, se puede ver exactamente lo comentado en el párrafo anterior y como la profundidad varía claramente en función del exceso y de la pérdida de lluvia y como en la curva (parte inferior de la gráfica), se ve como se produce un mayor exceso de agua, el caudal del arroyo empieza a aumentar, ya que a lo largo del tiempo, en la mayoría del periodo, perdía agua debido a la filtración, lo que hace que el caudal disminuya en ese periodo.

- Subcuenca del Arroyo del Ermitaño:

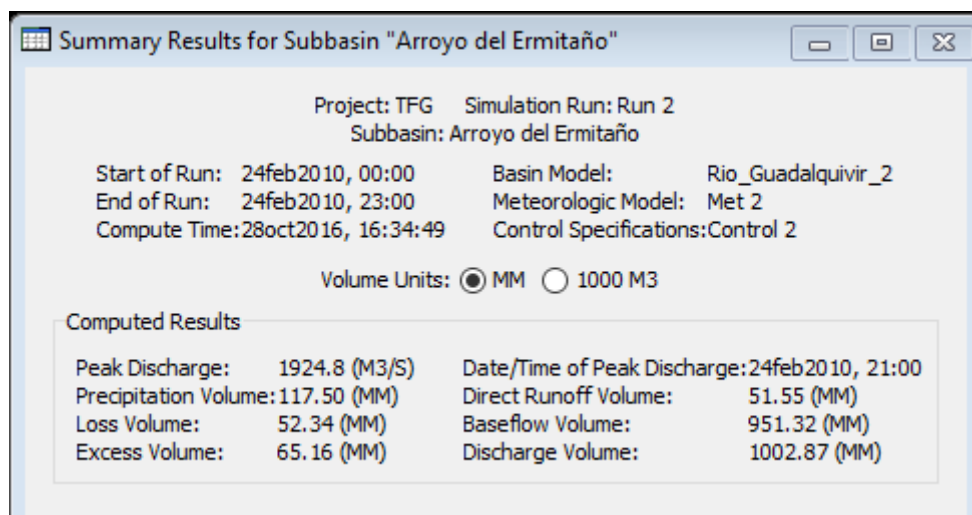


Ilustración 54. Resumen datos Arroyo del Ermitaño

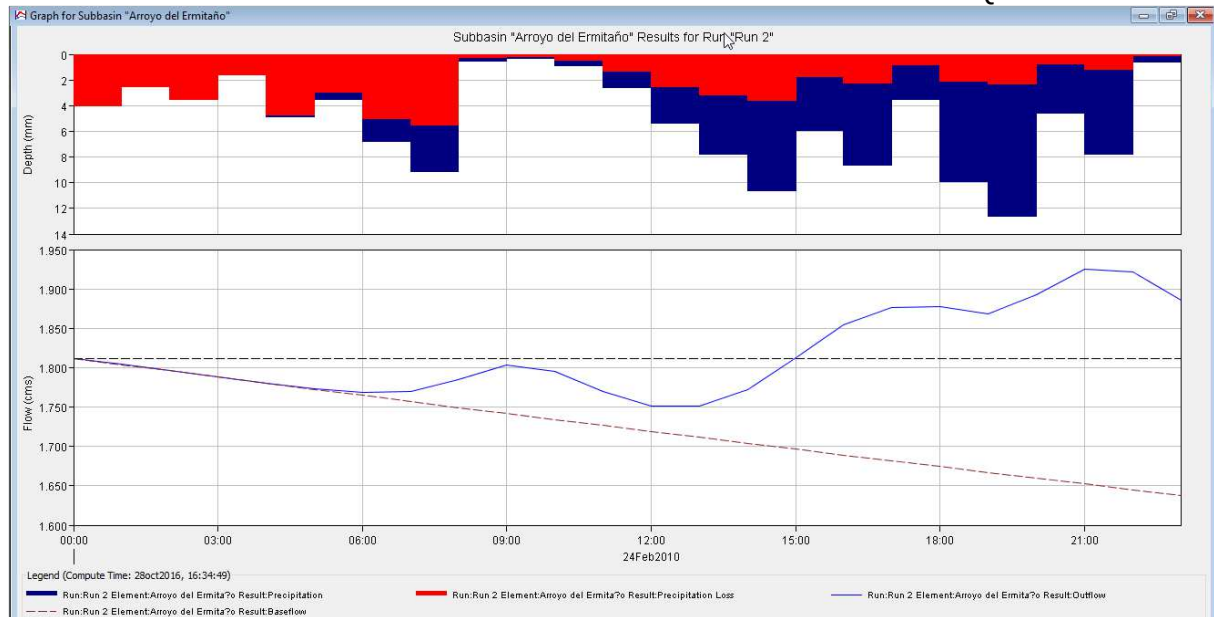


Ilustración 55. Gráfica de la Subcuenca Arroyo del Ermitaño

En el Arroyo del Ermitaño, el caudal máximo que alcanza el arroyo es de $1924,8 \text{ m}^3/\text{s}$, que se produce a las 21:00 del 24 de Febrero de 2010 con un volumen de precipitación de 117,50 mm, del cual se pierde (el agua que se filtra en la tierra) un 52,34 mm y un 65,16 mm de exceso de agua (lo que la tierra no puede filtrar). El volumen de escorrentía directa es de un 51,55 mm con un volumen de caudal base de 951,32 mm y un volumen de descarga de 1002,87 mm.

Como se puede ver en la ilustración 61, y lo mismo que ocurre en el Arroyo de Valtocado, el flujo total del arroyo no es constante y tiene subidas y bajadas de que se repiten a lo largo del tiempo.

En la gráfica que muestra la ilustración 62, se puede ver como la profundidad varía en función del exceso y de la pérdida de lluvia, aunque tiene varios picos crecientes en los que al haber una pérdida de agua escasa, el caudal aumenta llegando casi al final del período a su máximo y como según la curva, en la parte inferior de la gráfica, se aprecia con un mejor punto de vista ese aumento de caudal, que se debe en la mayoría de los casos al exceso de agua que lleva el arroyo en ese período.

- Subcuenca del Barranco de Agua:

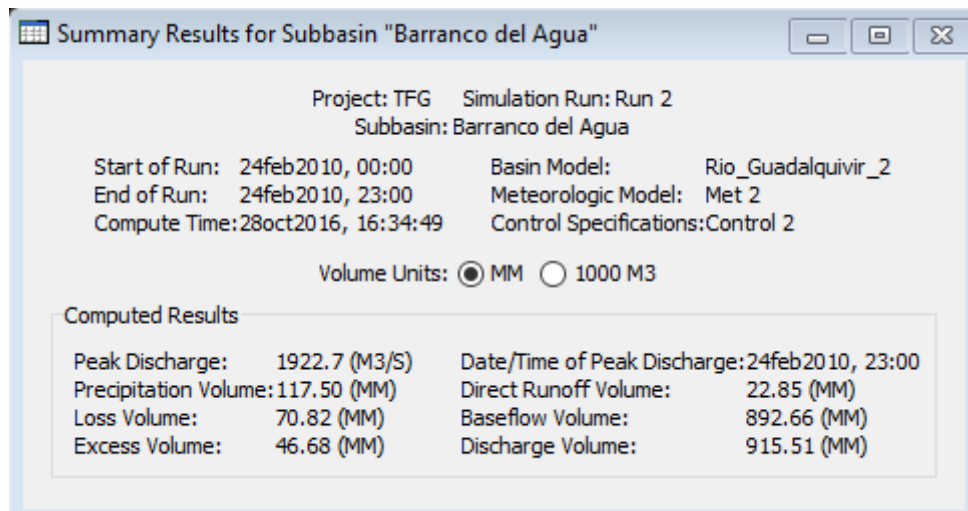


Ilustración 56. Resumen datos Barranco del Agua

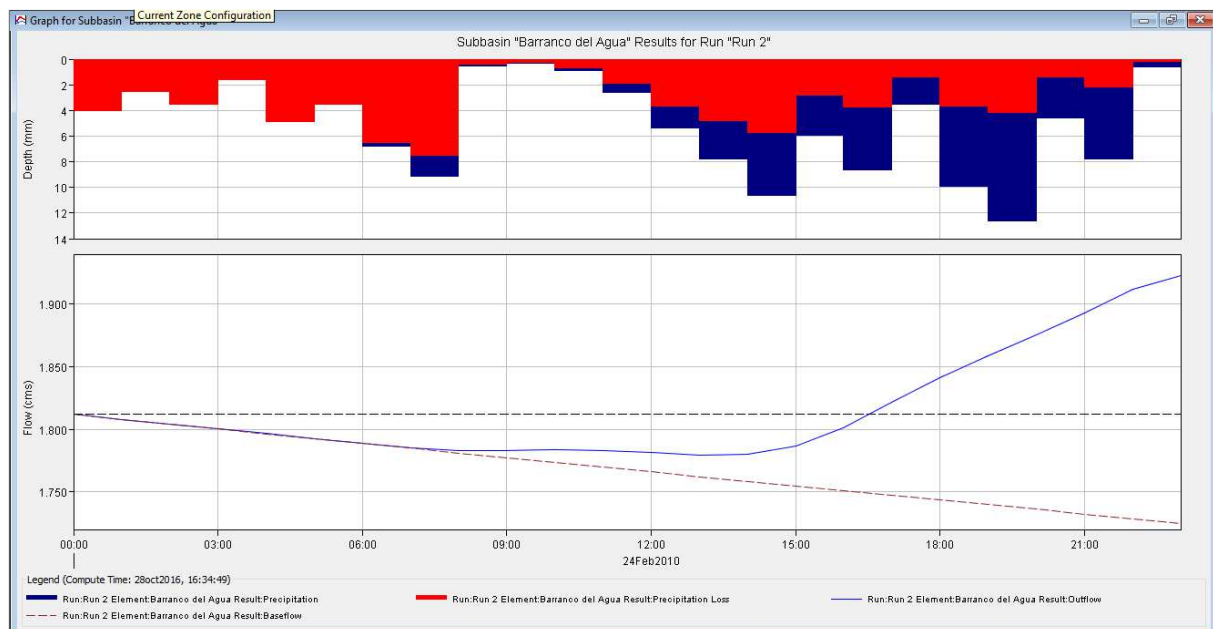


Ilustración 57. Gráfica de la Subcuenca Barranco del Agua

En el Barranco del Agua, el caudal máximo que alcanza el arroyo es de 1922,7 m³/s, que se produce a las 23:00 del 24 de Febrero de 2010 con un volumen de precipitación de 117,508 mm, del cual se pierde (el agua que se filtra en la tierra) un 70,82 y un 46,68 mm de exceso de agua (lo que la tierra no puede filtrar). El volumen de escorrentía directa es de un 22,85 mm con un volumen de caudal base de 892,66 mm y un volumen de descarga de 915,51 mm.

En esta subcuenca, al ser muy parecida a la subcuenca del Arroyo Valtocado, el máximo de caudal alcanzado y el periodo en el que lo alcanza es el mismo, la única diferencia

es el exceso y la pérdida de lluvia, así como los datos de escorrentía directa, volumen de caudal base y volumen de descarga, que son inferiores al primero, ya que al tener una mayor superficie y ser el “lag” prácticamente la mitad varían estos datos en proporción.

Como se puede apreciar, las gráficas son muy parecidas, ya que, aunque los datos referentes al caudal sean la mitad, ocurre lo mismo, al tener una mayor pérdida de agua, el caudal disminuye y aumenta con el exceso, aunque en este caso, se produce un mayor aumento en el caudal.

- Subcuenca del Salado de los Villares:

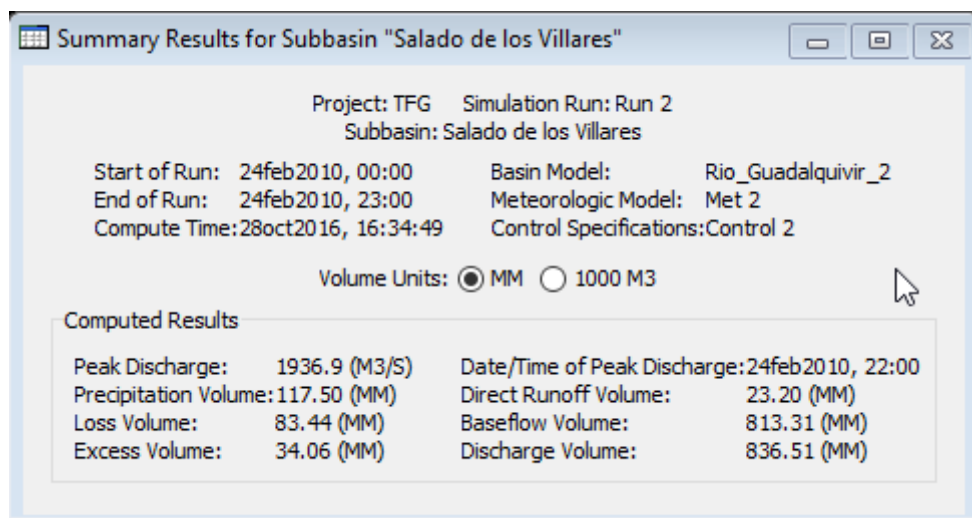


Ilustración 58. Resumen datos Salado de los Villares

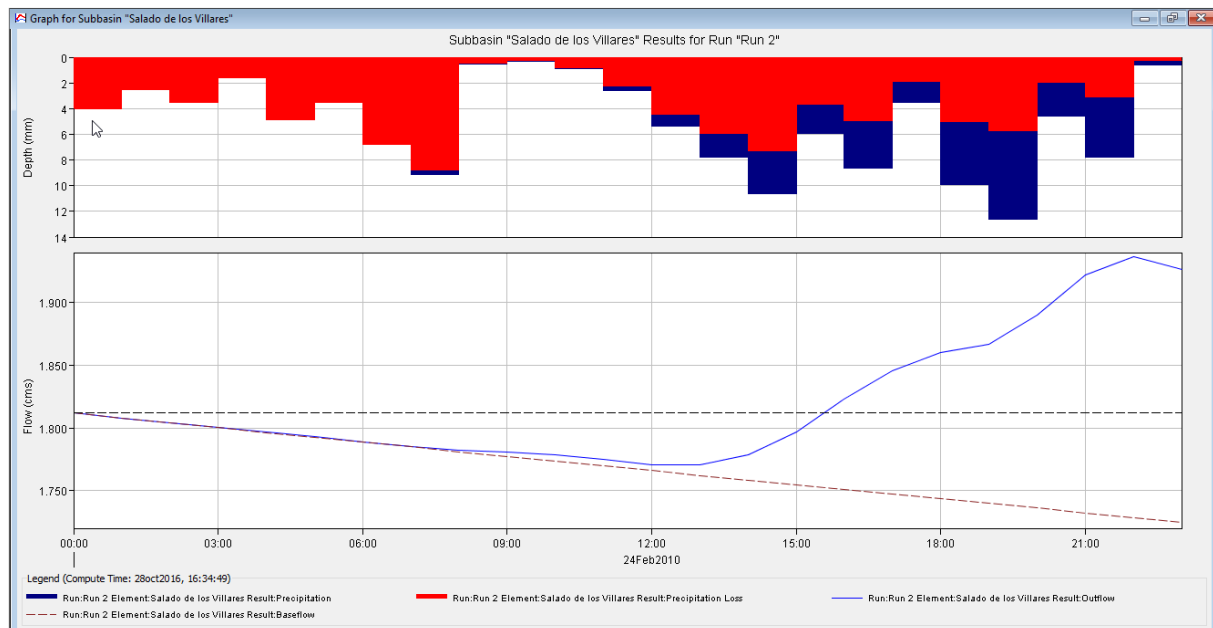


Ilustración 59. Gráfica de la Subcuenca Salado de los Villares

En el Salado de los Villares, el caudal máximo que alcanza el arroyo es de 1936,9 m³/s, que se produce a las 22:00 del 24 de Febrero de 2010 con un volumen de precipitación de 117,50 mm, del cual se pierde (el agua que se filtra en la tierra) un 83,44 mm y un 34,06 mm de exceso de agua (lo que la tierra no puede filtrar). El volumen de escorrentía directa es de un 23,20 mm con un volumen de caudal base de 813,31 mm y un volumen de descarga de 836,51 mm.

En esta subcuenca ocurre lo mismo que en la subcuenca del Arroyo del Ermitaño, aunque la pérdida es mayor y el exceso lógicamente, es menor. Esto hace que el resto de parámetros sean inferiores, lo cual supone que en la mayor parte del tiempo, el caudal del arroyo no ha variado, sólo en su período final que ha ido subiendo hasta alcanzar su máximo.

Incluso la gráfica, es prácticamente igual, salvo el tramo final, en el que el periodo de aumento de caudal es menor en este último, debido al escaso exceso de lluvia.

- Tramo T1 del Río Guadalquivir:

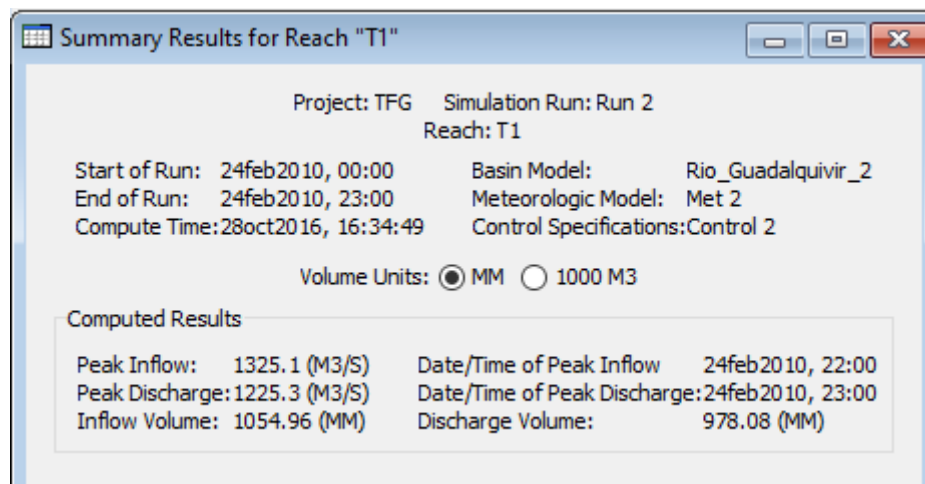


Ilustración 59. Resumen datos Tramo T1 del Guadalquivir

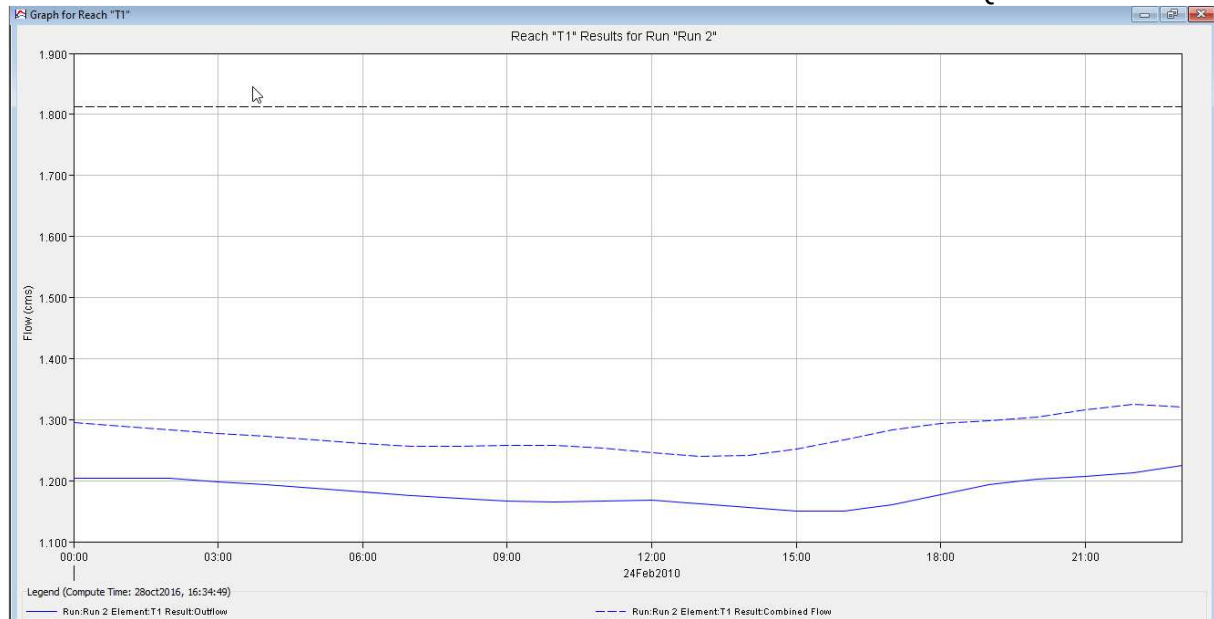


Ilustración 60. Gráfica del Tramo T1 del Guadalquivir

En el primer tramo del río Guadalquivir (T1), el pico de entrada que alcanza el tramo es de $1325,1 \text{ m}^3/\text{s}$, que se produce a las 22:00 del 24 de Febrero de 2010, teniendo un volumen de entrada de $1054,96 \text{ mm}$ y el pico de descarga, que alcanza los $1225,3 \text{ m}^3/\text{s}$ se produce a las 23:00 del 24 de Febrero de 2010, teniendo un volumen de $978,08 \text{ mm}$.

En la tabla de resultados, se muestra durante un período de tiempo, tanto el flujo de salida como el flujo de entrada, que proviene de la subcuenca del Arroyo Valtocado. Según se muestra en la gráfica de la ilustración 71, el flujo de salida es menor en proporción, ya que se mantiene en todo el período igual (dicha proporción) al flujo de entrada, lo que supone, que al ser este tramo T1 mayor en superficie, el flujo tiende a ser menor, ya que este se reparte por una superficie mayor.

- Tramo T2 del Río Guadalquivir:

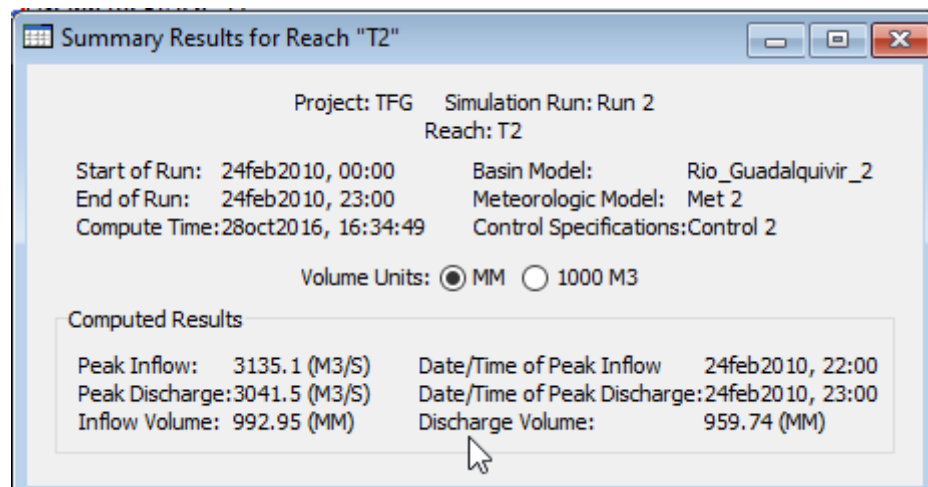


Ilustración 61. Resumen datos Tramo T2 del Guadalquivir

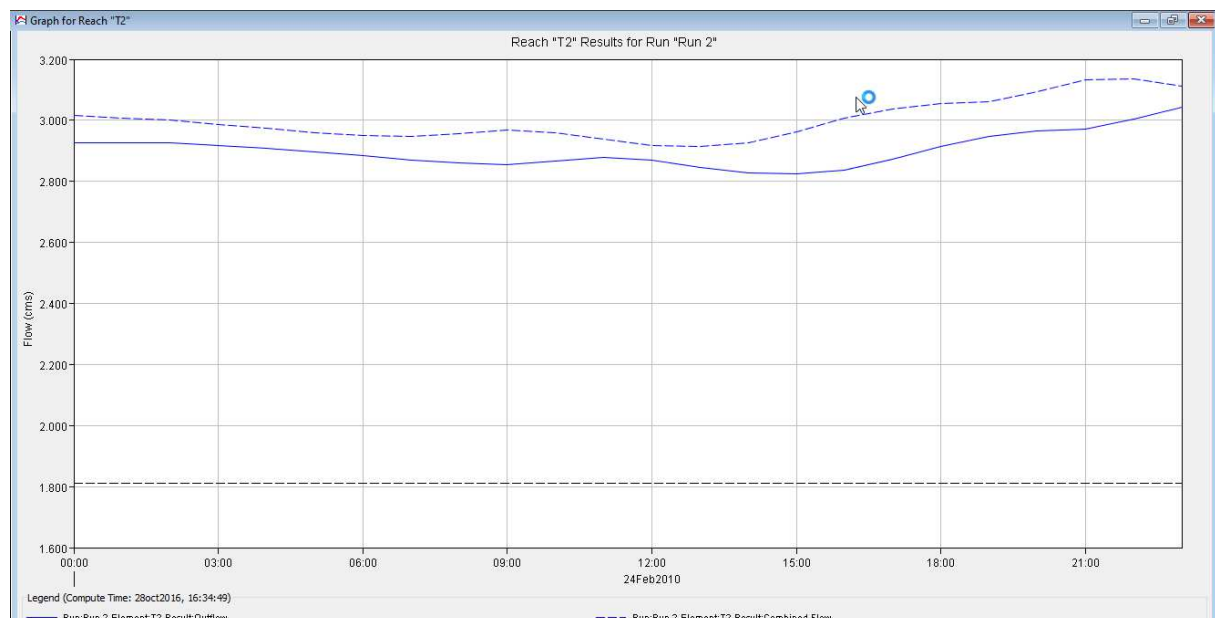


Ilustración 62. Gráfica del Tramo T2 del Guadalquivir

En el segundo tramo del río Guadalquivir (T2), el pico de entrada que alcanza el tramo es de 3135,1 m³/s, que se produce a las 22:00 del 24 de Febrero de 2010, teniendo un volumen de entrada de 992,95 mm y el pico de decarga, que alcanza los 3041,5 m³/s se produce a las 23:00 del 24 de Febrero de 2010, teniendo un volumen de 959,74 mm.

En la tabla de resultados, se muestra durante un período de tiempo, tanto el flujo de salida como el flujo de entrada, que proviene de la subcuenca del Arroyo del Ermitaño como del Tramo T1. Según se muestra en la gráfica de la ilustración 74, el flujo de salida es algo

menor que el flujo de entrada, ya que al mantener la misma dimensión los diferentes tramos del Guadalquivir en superficie, el flujo varía muy poco de un tramo a otro.

- Tramo T3 del Río Guadalquivir:

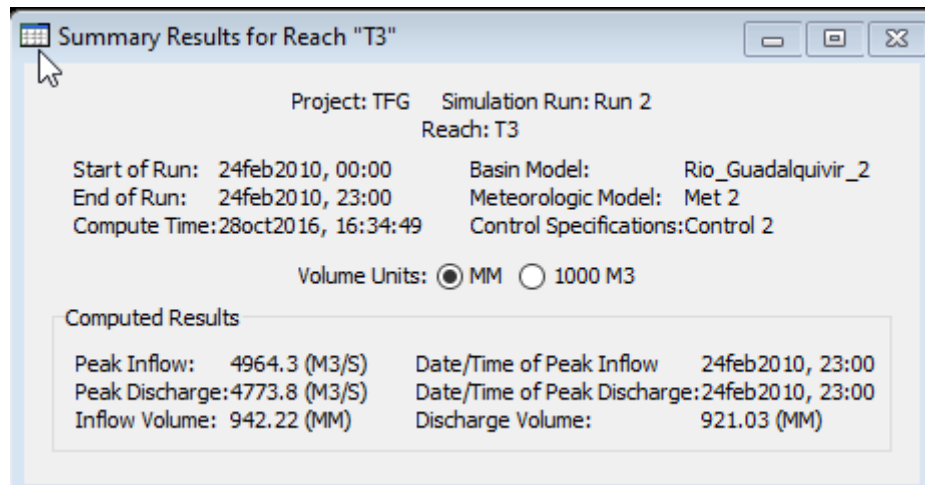


Ilustración 63. Resumen datos Tramo T3 del Guadalquivir

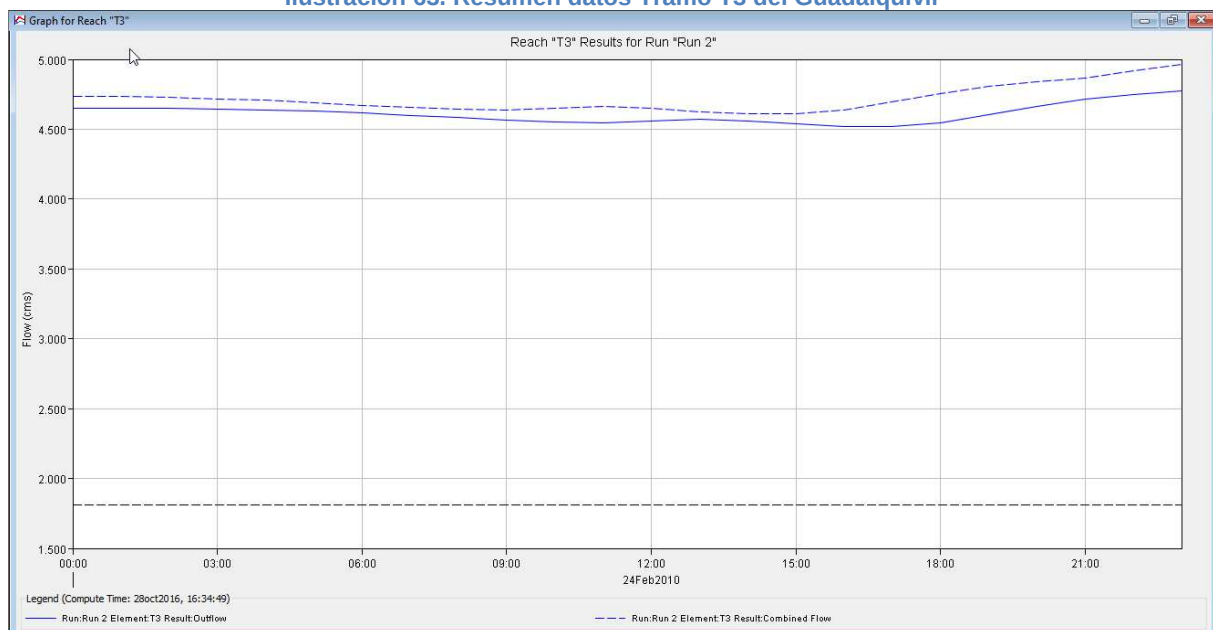


Ilustración 64. Gráfica del Tramo T3 del Guadalquivir

En el tercer tramo del río Guadalquivir (T3), el pico de entrada que alcanza el tramo es de 4964,3 m³/s, que se produce a las 23:00 del 24 de Febrero de 2010, teniendo un volumen de entrada de 942,22 mm y el pico de decarga, que alcanza los 4773,8 m³/s se produce a las 23:00 del 24 de Febrero de 2010, teniendo un volumen de 921,03 mm.

En la tabla de resultados, se muestra durante un período de tiempo, tanto el flujo de salida como el flujo de entrada, que proviene de la subcuenca del Barranco del Agua como del

Tramo T2. Según se muestra en la gráfica de la ilustración 77, el flujo de salida varía muy poco con respecto al flujo de entrada, ya que se mantienen las dimensiones en los diferentes tramos del Guadalquivir en superficie, el flujo varia muy poco de un tramo a otro, aunque el volumen por supuesto es mayor.

6.4 Modelo 3 en la época 09/12/2010

Vamos a ir mostrando los elementos con los resultados obtenidos:

- Subcuenca Arroyo Valtocado:

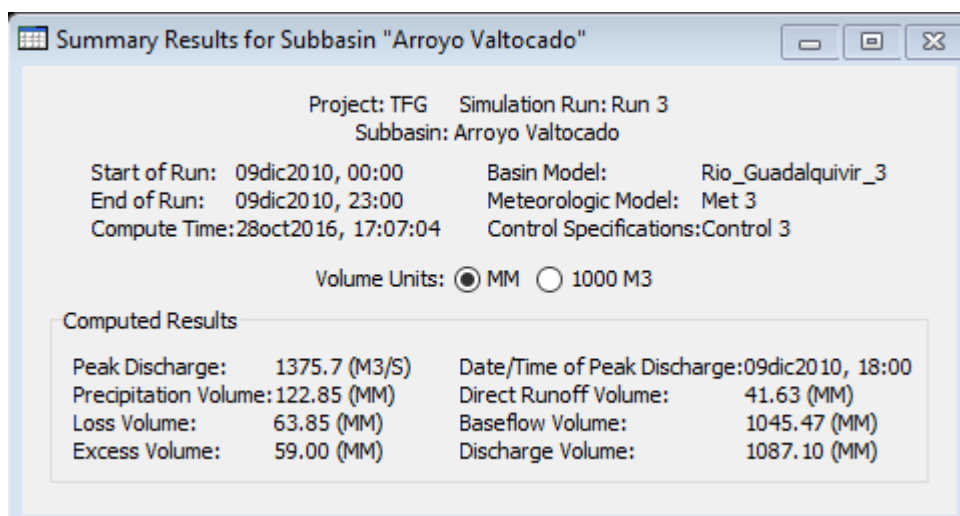


Ilustración 65. Resumen datos Arroyo Valtocado

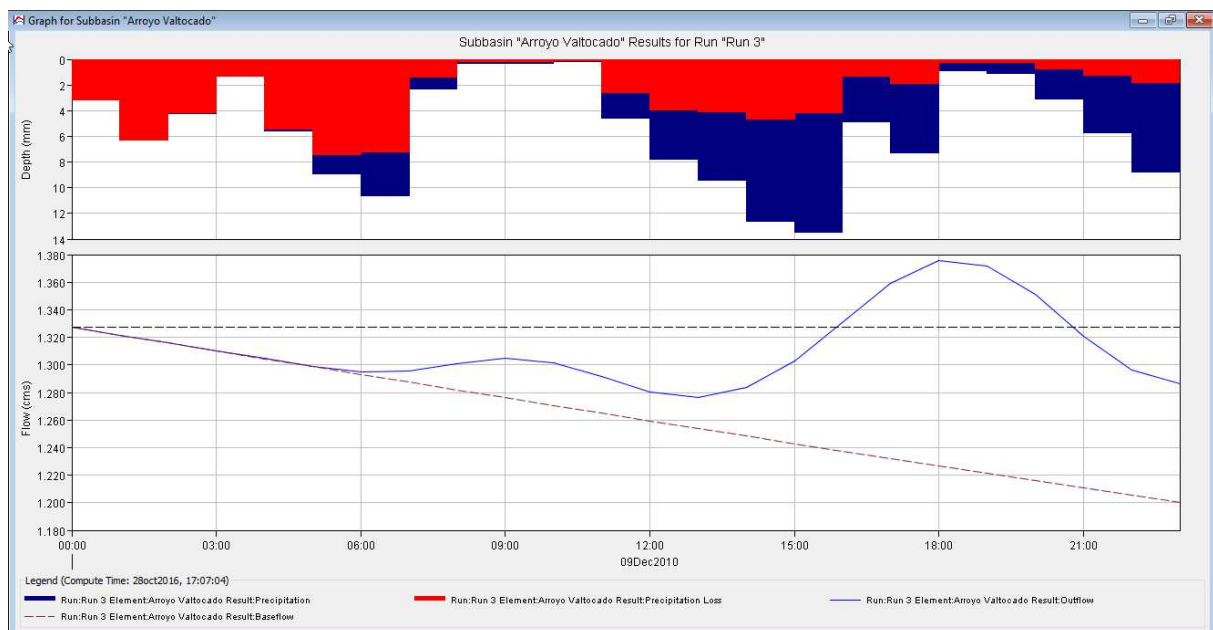


Ilustración 66. Gráfica de la Subcuenca de Arroyo Valtocado

Al hacer la simulación, el caudal máximo que alcanza el arroyo es de 1375,7 m³/s, que se produce a las 18:00 del 09 de Diciembre de 2010 con un volumen de precipitación de 122,85 mm, del cual se pierde (el agua que se filtra en la tierra) un 63,85 mm y un 59,00 mm de exceso de agua (lo que la tierra no puede filtrar). El volumen de escorrentía directa es de un 41,63 mm con un volumen de caudal base de 1045,47 mm y un volumen de descarga de 1087,10 mm.

En la ilustración 79, se puede ver como en el transcurso del tiempo y en función de la precipitación caída, va variando el caudal del arroyo, que en función de la pérdida de agua por filtración y el exceso de la misma aumenta o disminuye, lo cual hace que el flujo total del arroyo no sea constante y tenga de manera repetitiva subidas y bajadas de diferente índole.

En la gráfica que muestra la ilustración 80, se puede ver exactamente lo comentado en el párrafo anterior y como la profundidad varía claramente en función del exceso y de la pérdida de lluvia y como en la curva (parte inferior de la gráfica), se ve como cuando se produce un mayor exceso de agua, el caudal del arroyo empieza a aumentar, ya que a lo largo del tiempo, en la mayoría del periodo, perdía agua debido a la filtración, lo que hace que el caudal disminuya en ese periodo.

- Subcuenca del Arroyo del Ermitaño:

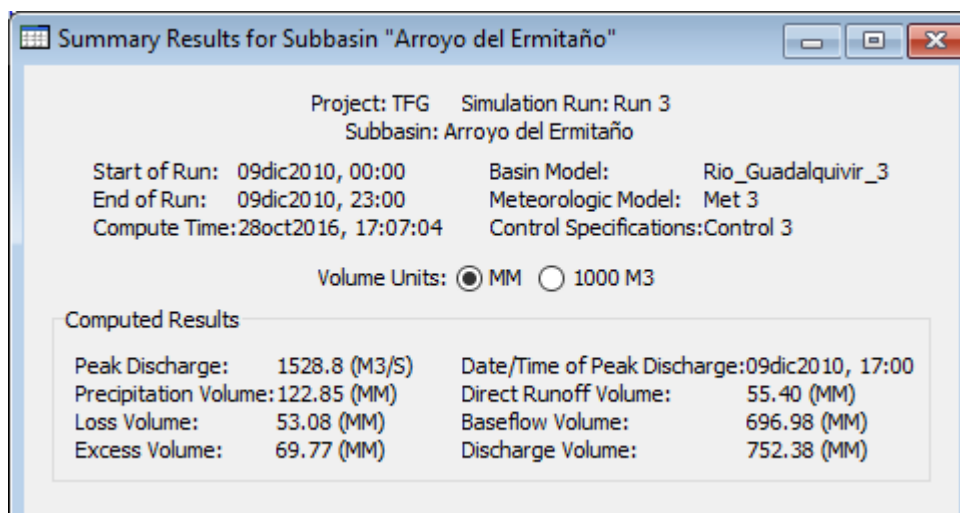


Ilustración 67. Resumen datos Arroyo del Ermitaño

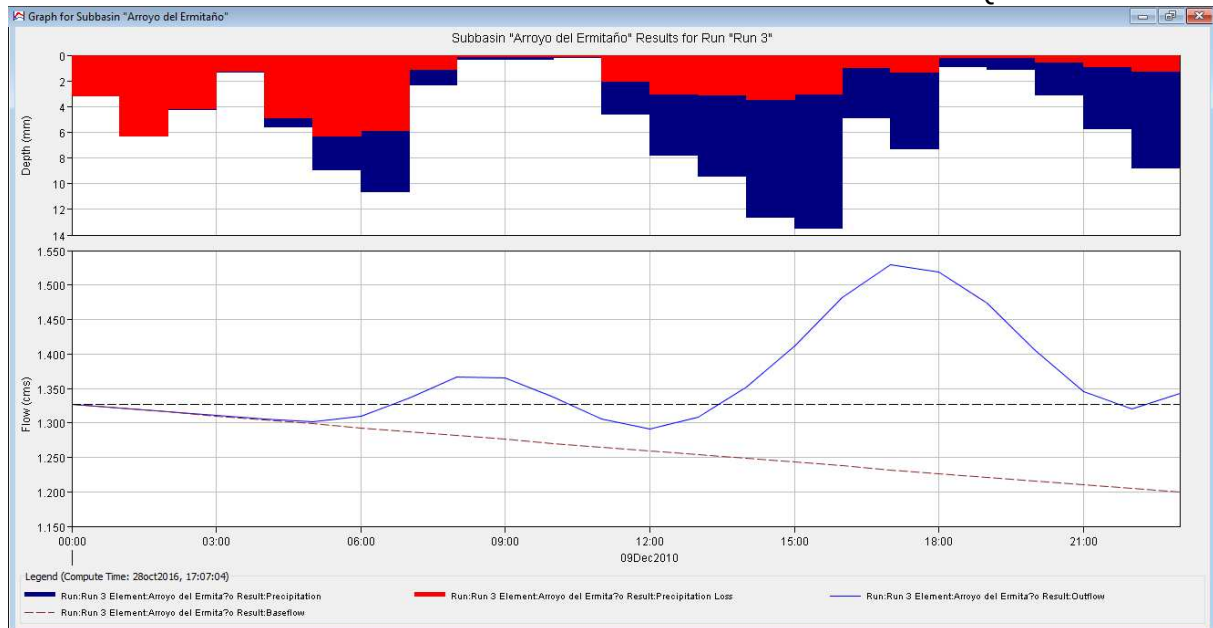


Ilustración 68. Gráfica de la Subcuenca Arroyo del Ermitaño

En el Arroyo del Ermitaño, el caudal máximo que alcanza el arroyo es de $1528,8 \text{ m}^3/\text{s}$, que se produce a las 17:00 del 09 de Diciembre de 2010 con un volumen de precipitación de 122,85 mm, del cual se pierde (el agua que se filtra en la tierra) un 53,08 mm y un 69,77 mm de exceso de agua (lo que la tierra no puede filtrar). El volumen de escorrentía directa es de un 55,40 mm con un volumen de caudal base de 696,98 mm y un volumen de descarga de 752,38 mm.

Como se puede ver en la ilustración 82, y lo mismo que ocurre en el Arroyo de Valtocado, el flujo total del arroyo no es constante y tiene subidas y bajadas de que se repiten a lo largo del tiempo.

En la gráfica que muestra la ilustración 83, se puede ver como la profundidad varía en función del exceso y de la pérdida de lluvia, aunque tiene varios picos en los que al haber una pérdida de agua escasa, el caudal aumenta llegando en el final del período a su máximo y como según la curva, en la parte inferior de la gráfica, se aprecia con un mejor punto de vista ese aumento de caudal, que se debe en la mayoría de los casos al exceso de agua que lleva el arroyo en ese período.

- Subcuenca del Barranco de Agua:

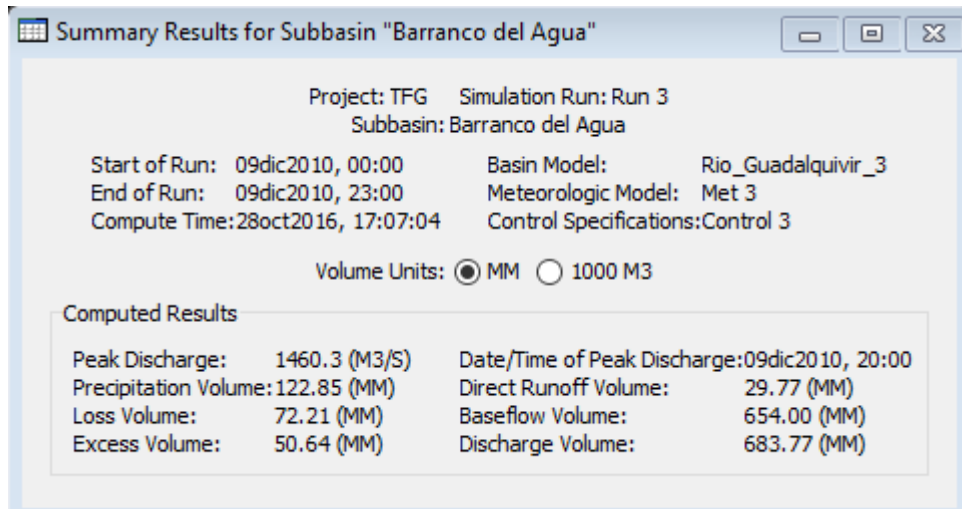


Ilustración 69. Resumen datos Barranco del Agua

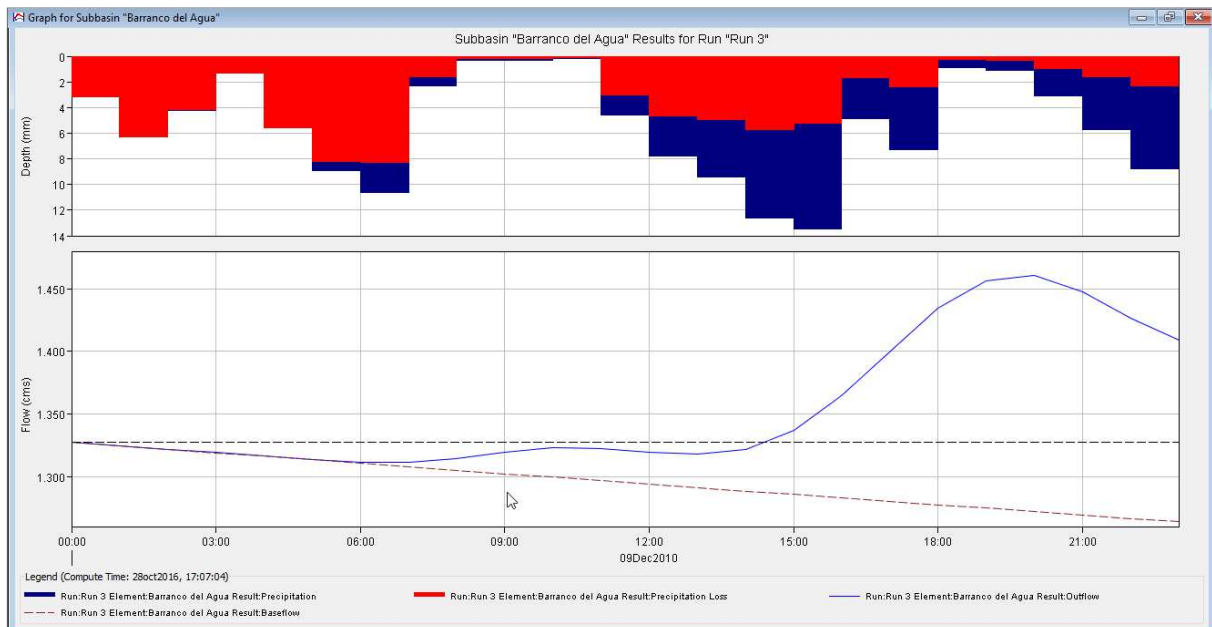


Ilustración 70. Gráfica de la Subcuenca Barranco del Agua

En el Barranco del Agua, el caudal máximo que alcanza el arroyo es de 1460,3 m³/s, que se produce a las 20:00 del 09 de Diciembre de 2010 con un volumen de precipitación de 122,85 mm, del cual se pierde (el agua que se filtra en la tierra) un 72,21 mm y un 50,64 mm de exceso de agua (lo que la tierra no puede filtrar). El volumen de escorrentía directa es de un 29,77 mm con un volumen de caudal base de 654,00 mm y un volumen de descarga de 683,77 mm.

En esta subcuenca, al ser muy parecida a la subcuenca del Arroyo Valtocado, el máximo de caudal alcanzado y el periodo en el que lo alcanza es el mismo, la única diferencia es el exceso y la pérdida de lluvia, así como los datos de escorrentía directa, volumen de caudal base y volumen de descarga, que son inferiores al primero, ya que al tener una mayor superficie y ser el “lag” prácticamente la mitad varían estos datos en proporción.

Como se puede apreciar, las gráficas son muy parecidas, ya que, aunque los datos referentes al caudal sean la mitad, ocurre lo mismo, al tener una mayor pérdida de agua, el caudal disminuye y aumenta con el exceso.

- Subcuenca del Salado de los Villares:

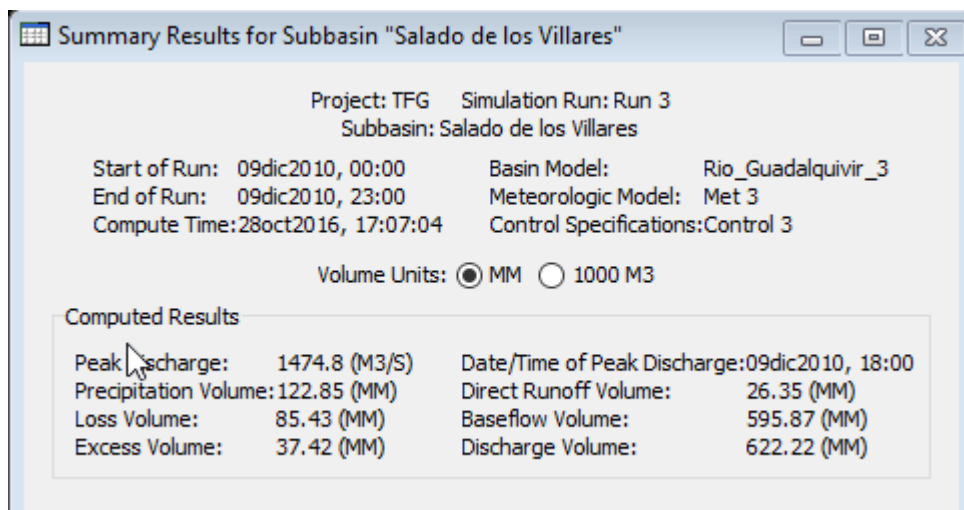


Ilustración 71. Resumen datos Salado de los Villares

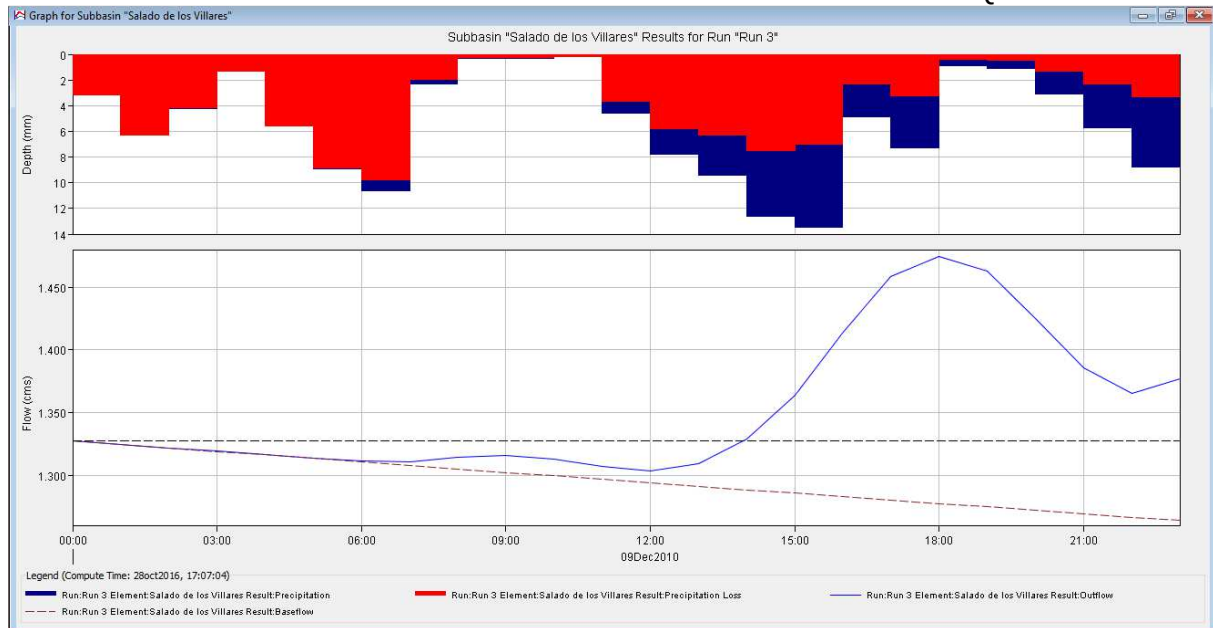


Ilustración 72. Gráfica de la Subcuenca Salado de los Villares

En el Salado de los Villares, el caudal máximo que alcanza el arroyo es de $1474,8 \text{ m}^3/\text{s}$, que se produce a las 18:00 del 09 de Diciembre de 2010 con un volumen de precipitación de 122,85 mm, del cual se pierde (el agua que se filtra en la tierra) un 85,43 y un 37,42 mm de exceso de agua (lo que la tierra no puede filtrar). El volumen de escorrentía directa es de un 26,35 mm con un volumen de caudal base de 595,87 mm y un volumen de descarga de 622,22 mm.

En esta subcuenca ocurre lo mismo que en la subcuenca del Arroyo del Ermitaño, aunque la pérdida es mayor y el exceso lógicamente, es menor. Esto hace que el resto de parámetros sean inferiores, lo cual supone que en la mayor parte del tiempo, el caudal del arroyo no ha variado, sólo en su período final que ha ido subiendo hasta alcanzar su máximo.

Incluso la gráfica, es prácticamente igual, salvo el tramo final, en el que el periodo de aumento de caudal es menor en este último, debido al escaso exceso de lluvia.

- Tramo T1 del Río Guadalquivir:

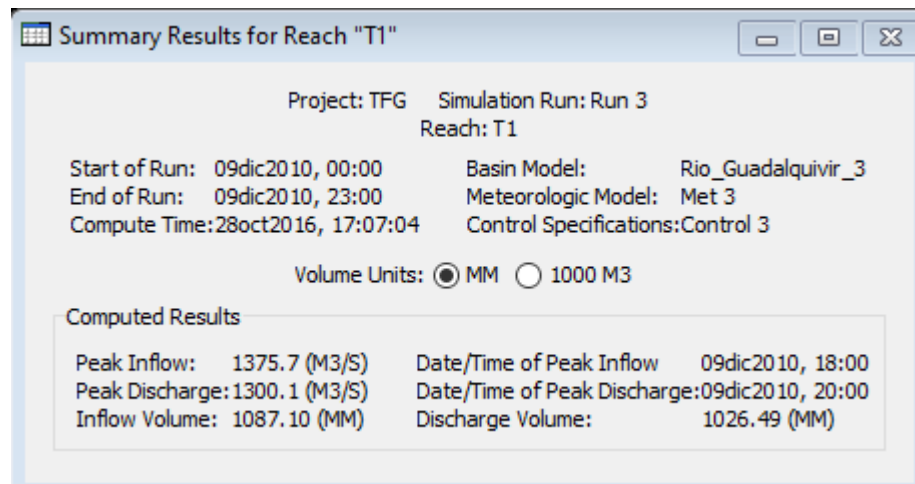


Ilustración 73. Resumen datos Tramo T1 del Guadalquivir

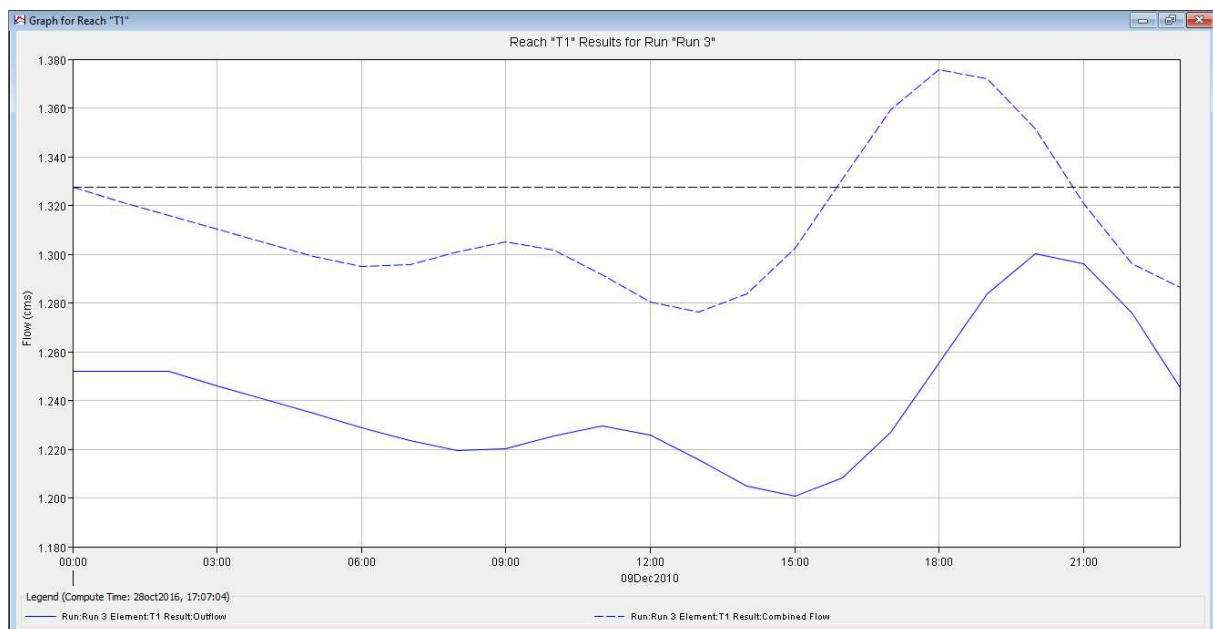


Ilustración 74. Gráfica del Tramo T1 del Guadalquivir

En el primer tramo del río Guadalquivir (T1), el pico de entrada que alcanza el tramo es de 1375,7 m³/s, que se produce a las 18:00 del 09 de Diciembre de 2010, teniendo un volumen de entrada de 1087,10 mm y el pico de decarga, que alcanza los 1300,1 m³/s se produce a las 20:00 del 09 de Diciembre de 2010, teniendo un volumen de 1026,49 mm.

En la tabla de resultados, se muestra durante un período de tiempo, tanto el flujo de salida como el flujo de entrada, que proviene de la subcuenca del Arroyo Valtocado. Según se muestra en la gráfica de la ilustración 92, el flujo de salida es menor en proporción, ya que se mantiene en todo el período igual (dicha proporción) al flujo de entrada, lo que supone, que al

ser este tramo T1 mayor en superficie, el flujo tiende a ser menor, ya que este se reparte por una superficie mayor.

- Tramo T2 del Río Guadalquivir:

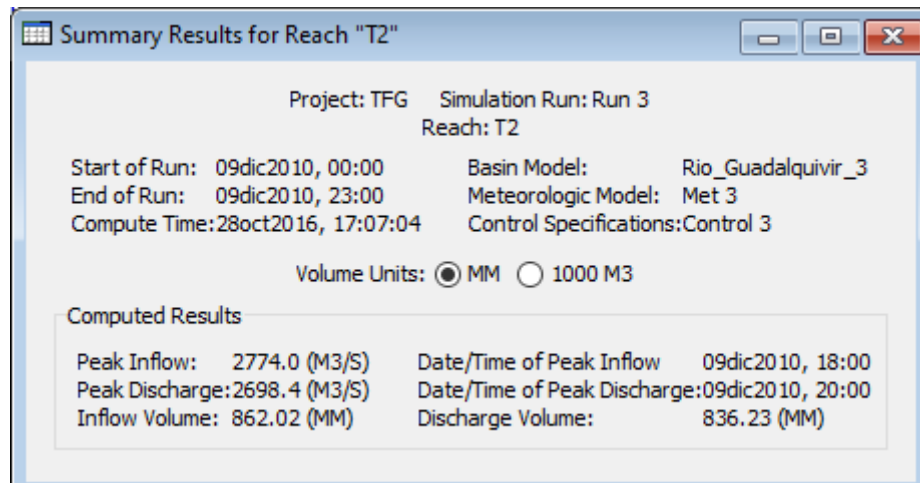


Ilustración 75. Resumen datos Tramo T2 del Guadalquivir

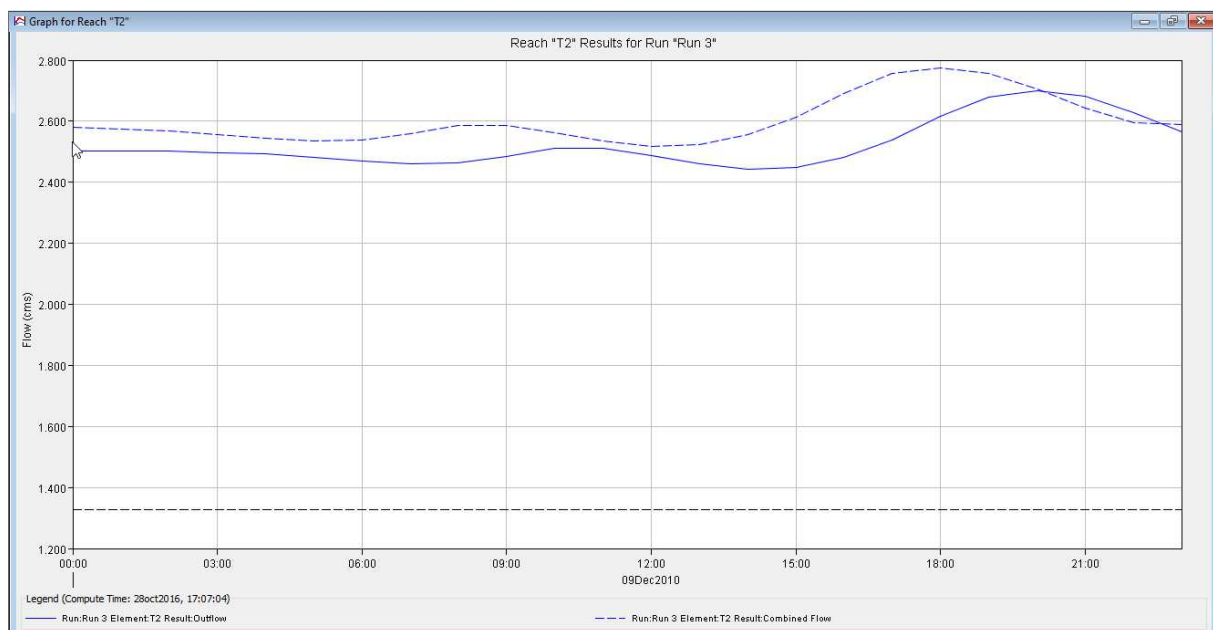


Ilustración 76. Gráfica del Tramo T2 del Guadalquivir

En el segundo tramo del río Guadalquivir (T2), el pico de entrada que alcanza el tramo es de 2774,0 m³/s, que se produce a las 18:00 del 09 de Diciembre de 2010, teniendo un volumen de entrada de 862,02 mm y el pico de decarga, que alcanza los 2698,4 m³/s se produce a las 20:00 del 09 de Diciembre de 2010, teniendo un volumen de 836,23 mm.

En la tabla de resultados, se muestra durante un período de tiempo, tanto el flujo de salida como el flujo de entrada, que proviene de la subcuenca del Arroyo del Ermitaño como del Tramo T1. Según se muestra en la gráfica de la ilustración 95, el flujo de salida es algo menor que el flujo de entrada, ya que al mantener la misma dimensión los diferentes tramos del Guadalquivir en superficie, el flujo varía muy poco de un tramo a otro.

- Tramo T3 del Río Guadalquivir:

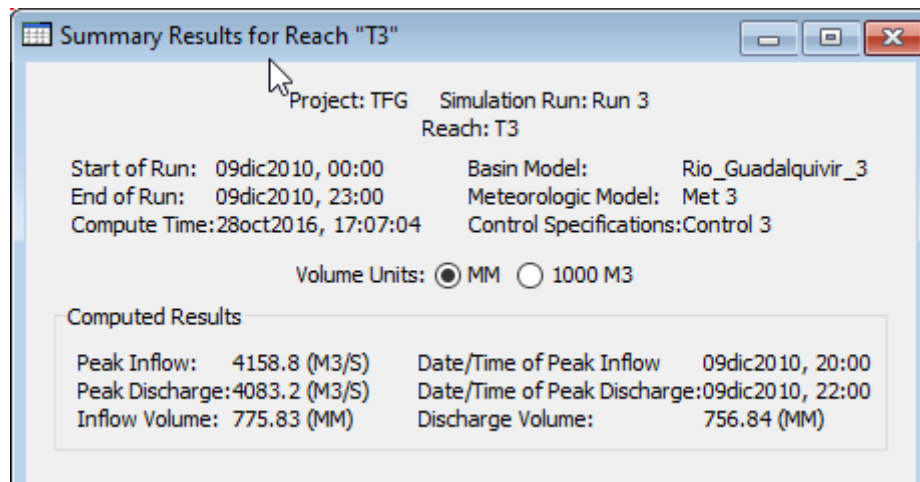


Ilustración 77. Resumen datos Tramo T3 del Guadalquivir

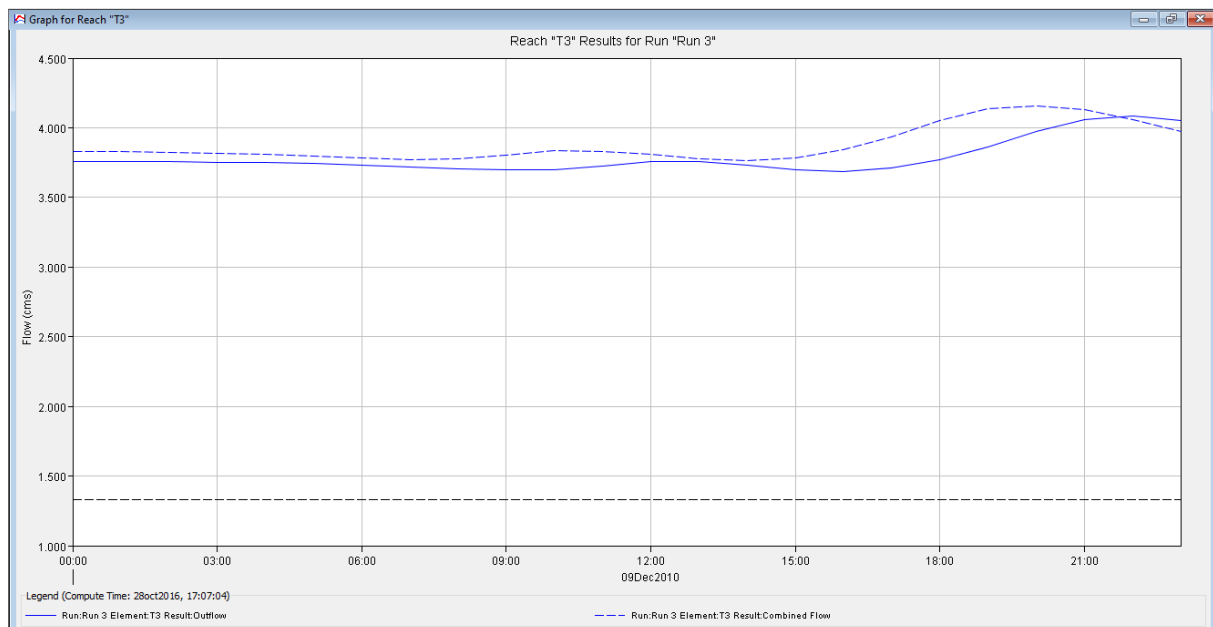


Ilustración 78. Gráfica del Tramo T3 del Guadalquivir

En el tercer tramo del río Guadalquivir (T3), el pico de entrada que alcanza el tramo es de 4158,8 m³/s, que se produce a las 20:00 del 09 de Diciembre de 2010, teniendo un

volumen de entrada de 775,83 mm y el pico de descarga, que alcanza los 4083,2 m³/s se produce a las 22:00 del 09 de Diciembre de 2010, teniendo un volumen de 756,84 mm.

En la tabla de resultados, se muestra durante un período de tiempo, tanto el flujo de salida como el flujo de entrada, que proviene de la subcuenca del Barranco del Agua como del Tramo T2. Según se muestra en la gráfica de la ilustración 98, el flujo de salida varía muy poco con respecto al flujo de entrada, ya que se mantienen las dimensiones en los diferentes tramos del Guadalquivir en superficie, el flujo varia muy poco de un tramo a otro, aunque el volumen por supuesto es mayor.

6.5 Modelo 4 en la época 23/12/2010

Vamos a ir mostrando los elementos con los resultados obtenidos:

- Subcuenca Arroyo Valtocado:

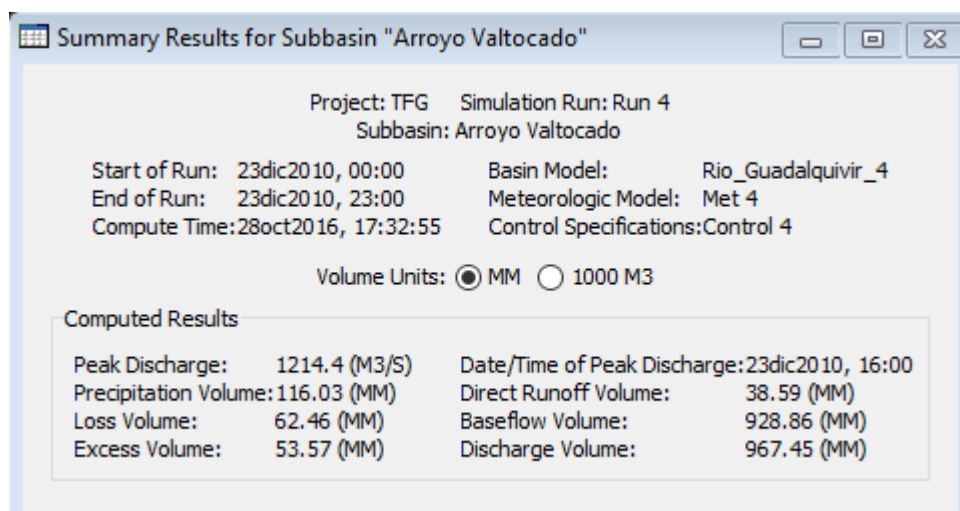


Ilustración 79. Resumen datos Arroyo Valtocado

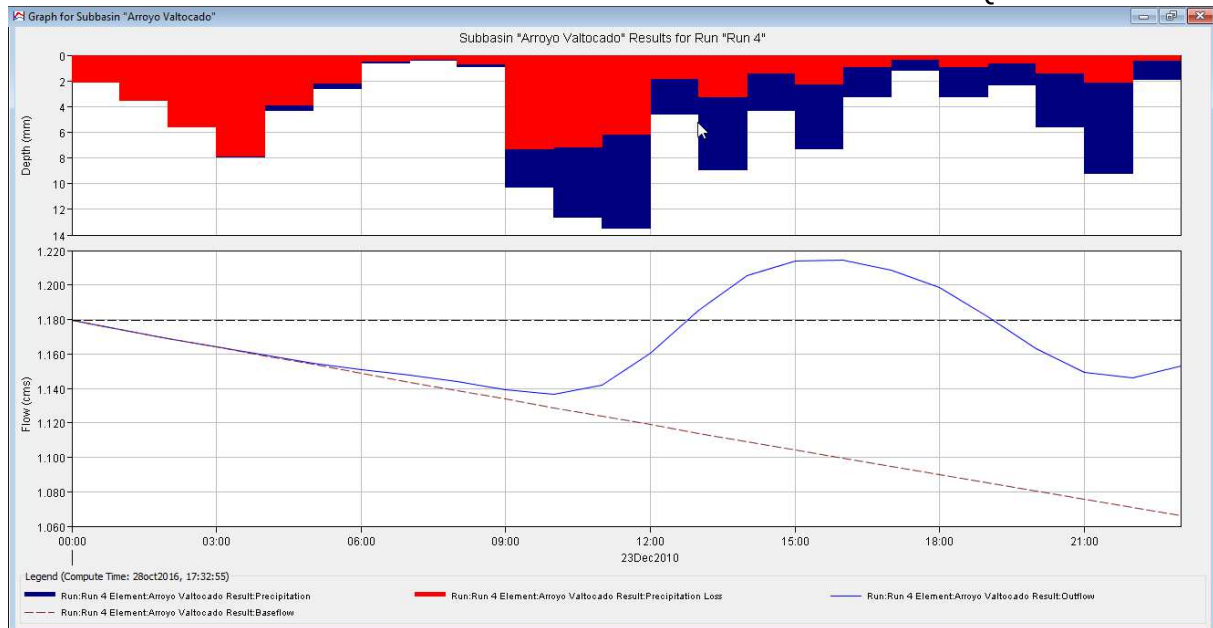


Ilustración 80. Gráfica de la Subcuenca de Arroyo Valtocado

Al hacer la simulación, el caudal máximo que alcanza el arroyo es de 1214,4 m³/s, que se produce a las 16:00 del 23 de Diciembre de 2010 con un volumen de precipitación de 116,03 mm, del cual se pierde (el agua que se filtra en la tierra) un 62,46 mm y un 53,57mm de exceso de agua (lo que la tierra no puede filtrar). El volumen de escorrentía directa es de un 38,59 mm con un volumen de caudal base de 928,86 mm y un volumen de descarga de 967,45 mm.

En la ilustración 100, se puede ver como en el transcurso del tiempo y en función de la precipitación caída, va variando el caudal del arroyo, que en función de la pérdida de agua por filtración y el exceso de la misma aumenta o disminuye, lo cual hace que el flujo total del arroyo no sea constante y tenga de manera repetitiva subidas y bajadas de diferente índole.

En la gráfica que muestra la ilustración 38, se puede ver exactamente lo comentado en el párrafo anterior y como la profundidad varía claramente en función del exceso y de la pérdida de lluvia y como en la curva (parte inferior de la gráfica), se ve como cuando se produce un mayor exceso de agua, el caudal del arroyo empieza a aumentar, ya que a lo largo del tiempo, en la mayoría del periodo, perdía agua debido a la filtración, lo que hace que el caudal disminuya en ese periodo.

- Subcuenca del Arroyo del Ermitaño:

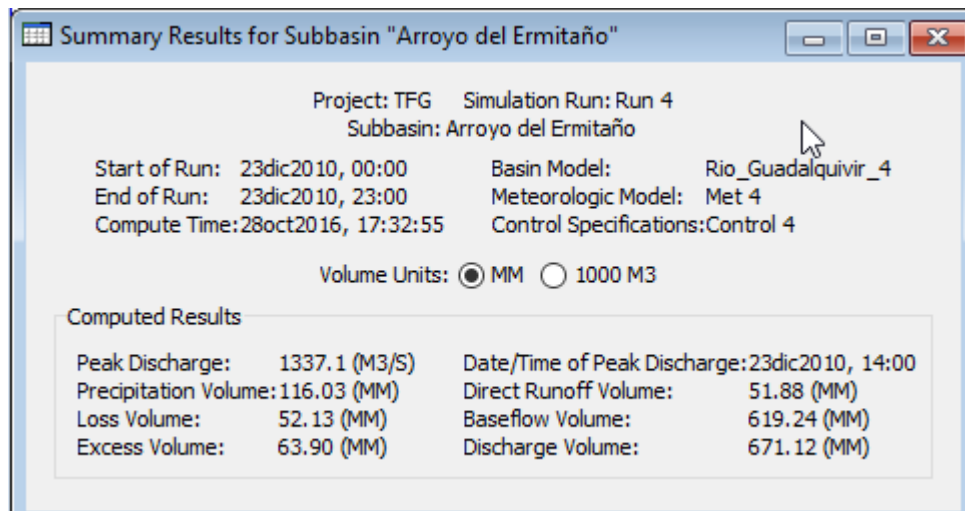


Ilustración 81. Resumen datos Arroyo del Ermitaño

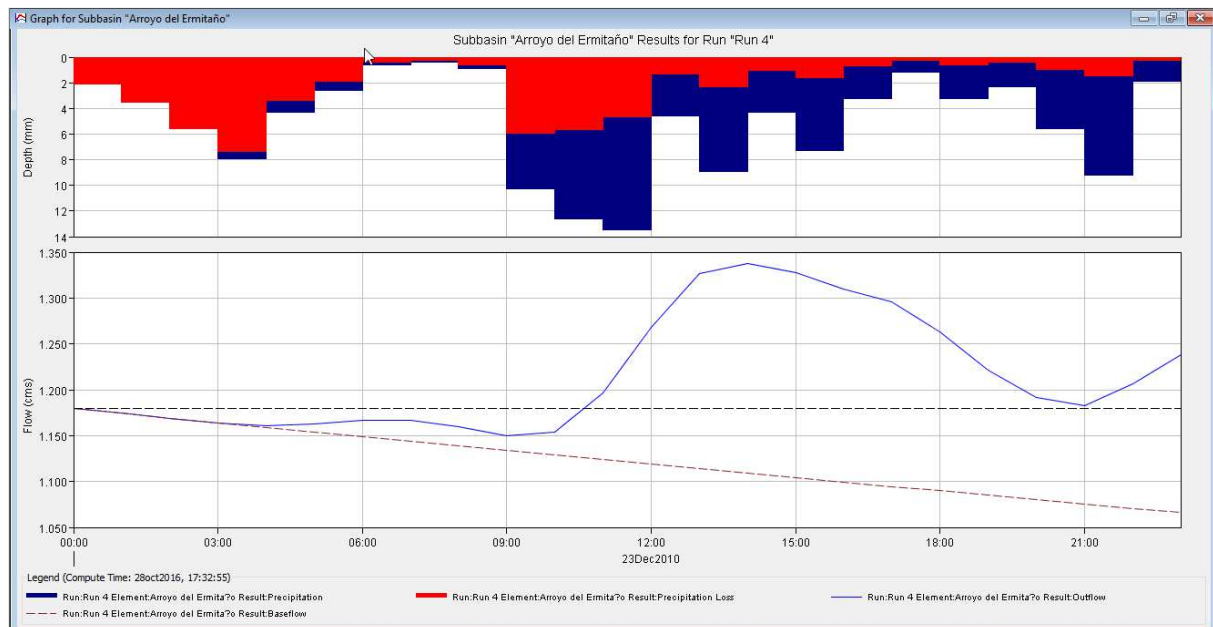


Ilustración 82. Gráfica de la Subcuenca Arroyo del Ermitaño

En el Arroyo del Ermitaño, el caudal máximo que alcanza el arroyo es de 1337,1 m³/s, que se produce a las 14:00 del 23 de Diciembre de 2010 con un volumen de precipitación de 116,03 mm, del cual se pierde (el agua que se filtra en la tierra) un 52,13mm y un 63,90 mm de exceso de agua (lo que la tierra no puede filtrar). El volumen de escorrentía directa es de un 51,88 mm con un volumen de caudal base de 619,24 mm y un volumen de descarga de 671,12 mm.

Como se puede ver en la ilustración 103, y lo mismo que ocurre en el Arroyo de Valtocado, el flujo total del arroyo no es constante y tiene subidas y bajadas de que se repiten a lo largo del tiempo.

En la gráfica que muestra la ilustración 104, se puede ver como la profundidad varía en función del exceso y de la pérdida de lluvia, aunque tiene varios picos en los que al haber una pérdida de agua escasa, el caudal aumenta llegando en el final del período a su máximo y como según la curva, en la parte inferior de la gráfica, se aprecia con un mejor punto de vista ese aumento de caudal, que se debe en la mayoría de los casos al exceso de agua que lleva el arroyo en ese período.

- Subcuenca del Barranco de Agua:

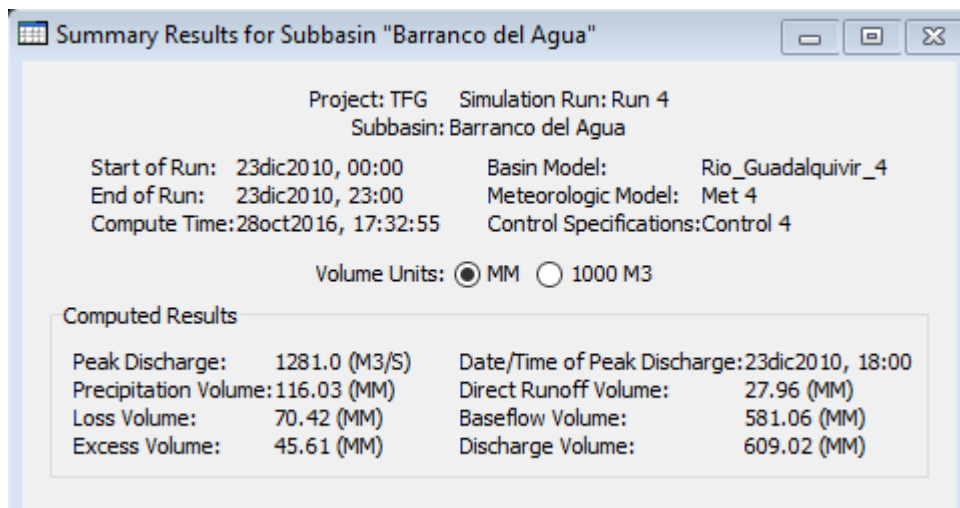


Ilustración 83. Resumen datos Barranco del Agua

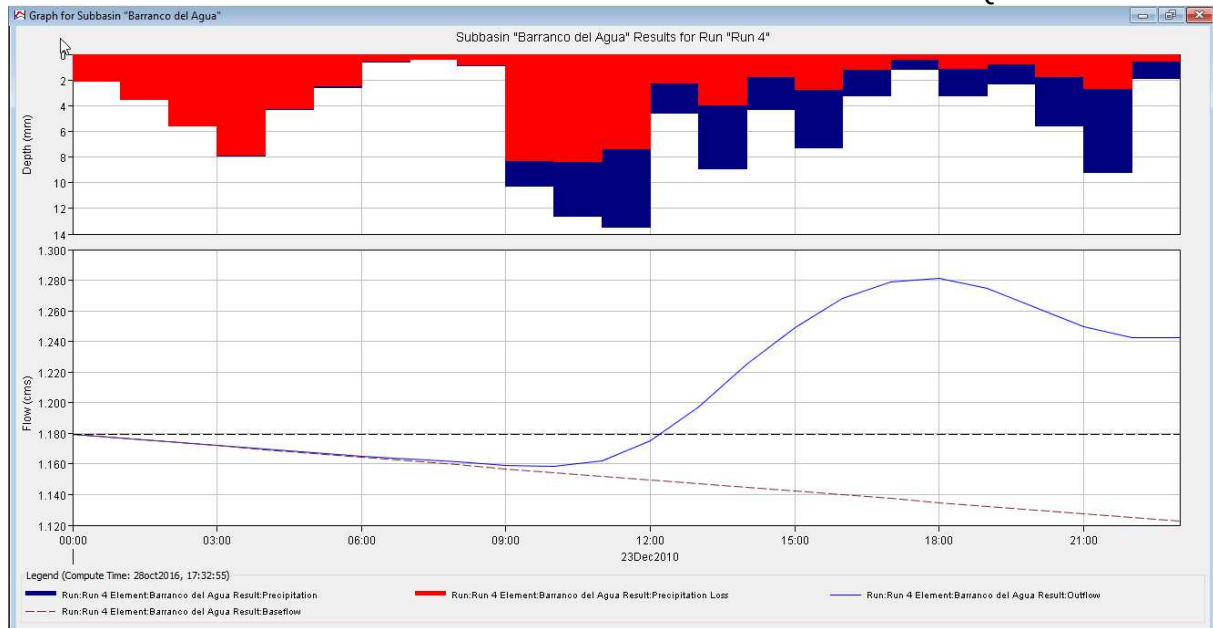


Ilustración 84. Gráfica de la Subcuenca Barranco del Agua

En el Barranco del Agua, el caudal máximo que alcanza el arroyo es de $1281,0 \text{ m}^3/\text{s}$, que se produce a las 18:00 del 23 de Abril de 2010 con un volumen de precipitación de 116,03 mm, del cual se pierde (el agua que se filtra en la tierra) un 70,42 y un 45,61 mm de exceso de agua (lo que la tierra no puede filtrar). El volumen de escorrentía directa es de un 27,96 mm con un volumen de caudal base de 581,06 mm y un volumen de descarga de 609,02 mm.

En esta subcuenca, al ser muy parecida a la subcuenca del Arroyo Valtocado, el máximo de caudal alcanzado y el periodo en el que lo alcanza es el mismo, la única diferencia es el exceso y la pérdida de lluvia, así como los datos de escorrentía directa, volumen de caudal base y volumen de descarga, que son inferiores al primero, ya que al tener una mayor superficie y ser el "lag" prácticamente la mitad varían estos datos en proporción.

Como se puede apreciar, las gráficas son muy parecidas, ya que, aunque los datos referentes al caudal sean la mitad, ocurre lo mismo, al tener una mayor pérdida de agua, el caudal disminuye y aumenta con el exceso.

- Subcuenca del Salado de los Villares:

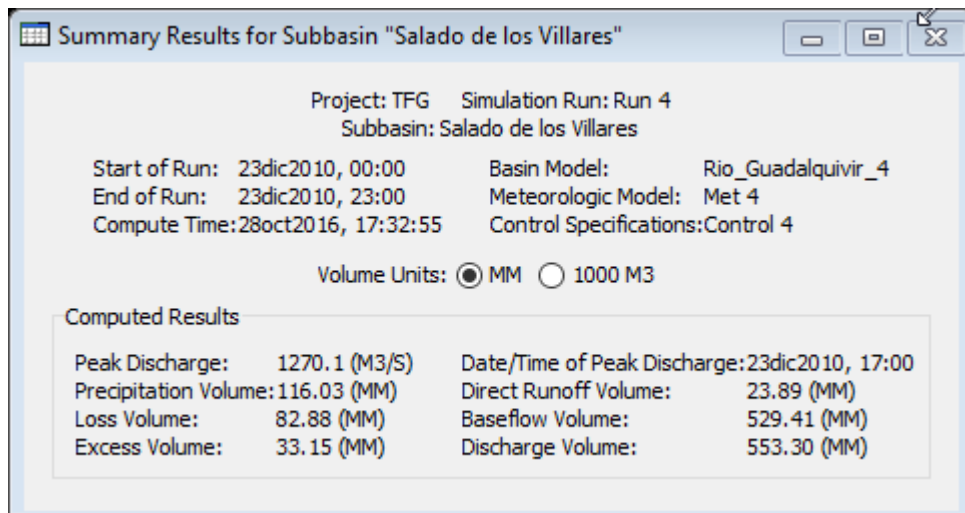


Ilustración 85. Resumen datos Salado de los Villares

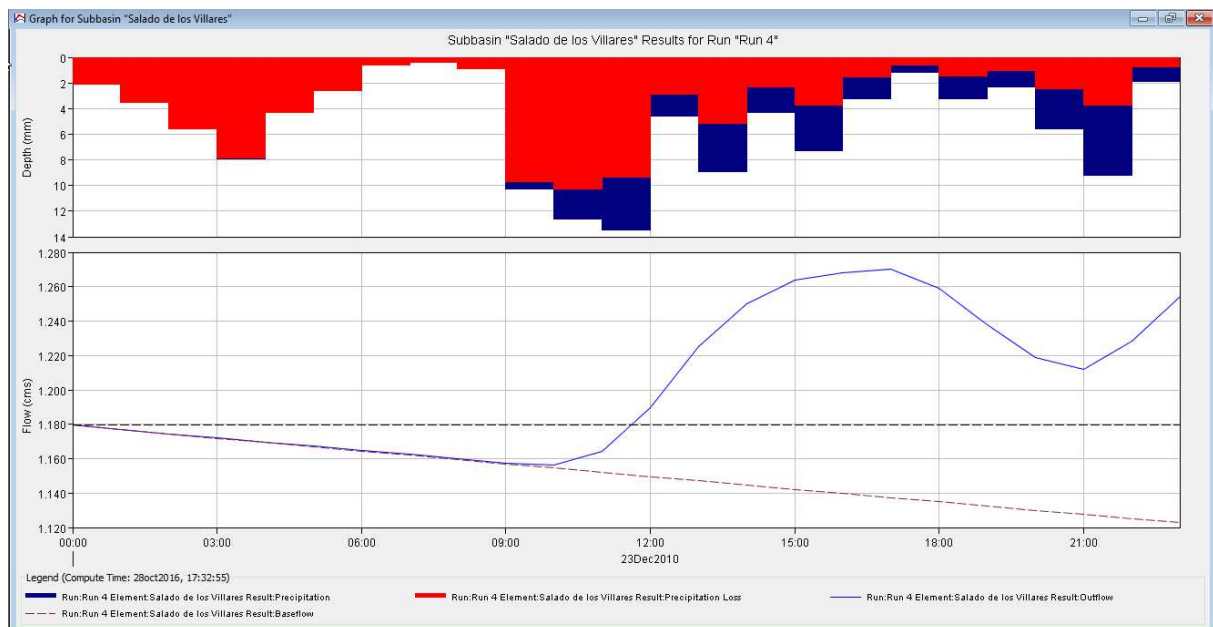


Ilustración 86. Gráfica de la Subcuenca Salado de los Villares

En el Salado de los Villares, el caudal máximo que alcanza el arroyo es de 1270,1 m³/s, que se produce a las 17:00 del 23 de Diciembre de 2010 con un volumen de precipitación de 116,03 mm, del cual se pierde (el agua que se filtra en la tierra) un 82,88 y un 33,15 mm de exceso de agua (lo que la tierra no puede filtrar). El volumen de escorrentía directa es de un 2,06 mm con un volumen de caudal base de 529,41 mm y un volumen de descarga de 553,30 mm.

En esta subcuenca ocurre lo mismo que en la subcuenca del Arroyo del Ermitaño, aunque la pérdida es mayor y el exceso lógicamente, es menor. Esto hace que el resto de parámetros sean inferiores, lo cual supone que en la mayor parte del tiempo, el caudal del arroyo no ha variado, sólo en su período final que ha ido subiendo hasta alcanzar su máximo.

Incluso la gráfica, es prácticamente igual, salvo el tramo final, en el que el periodo de aumento de caudal es menor en este último, debido al escaso exceso de lluvia.

- Tramo T1 del Río Guadalquivir:

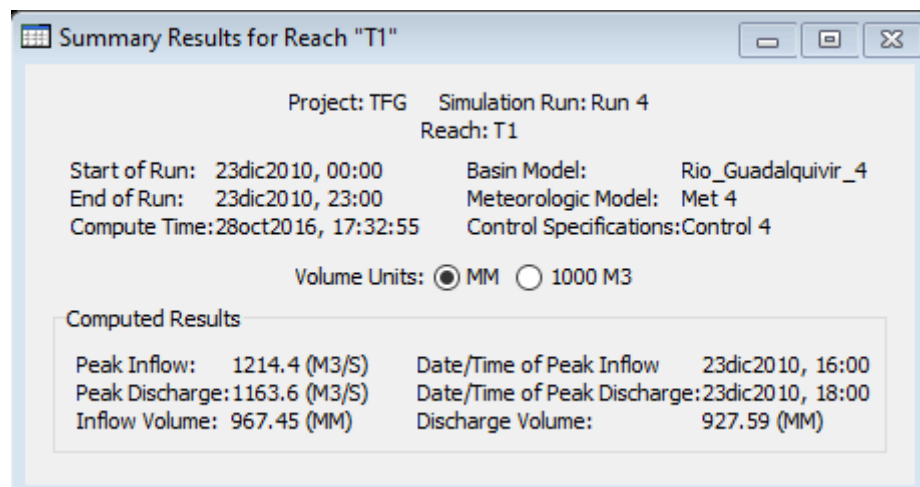


Ilustración 87. Resumen datos Tramo T1 del Guadalquivir

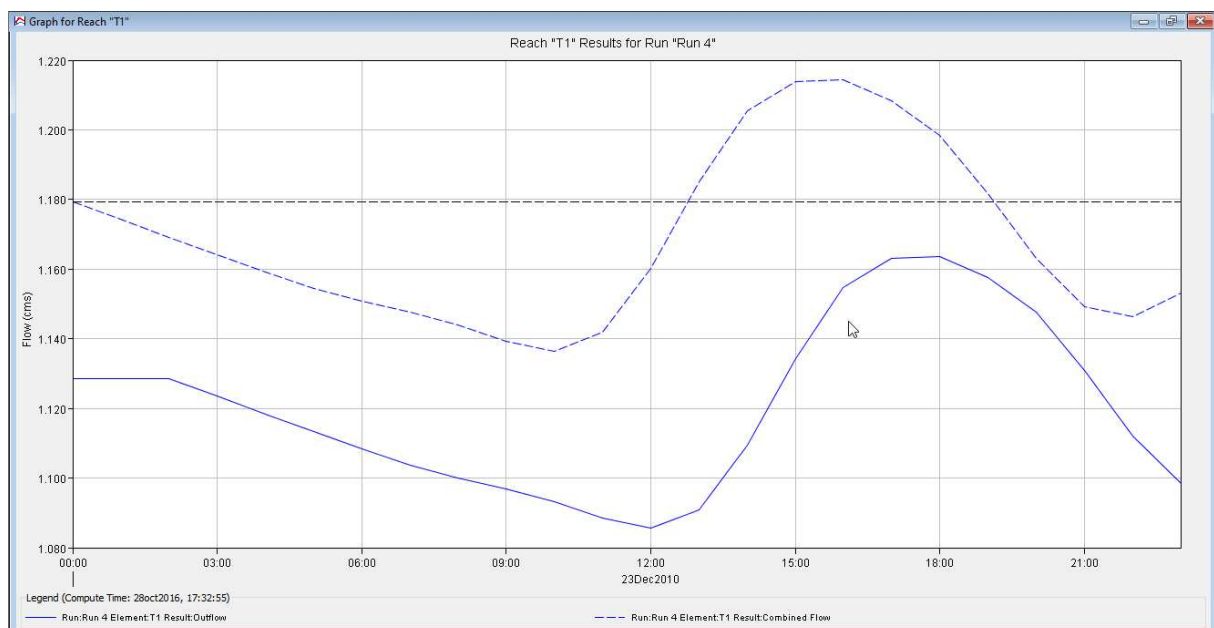


Ilustración 88. Gráfica del Tramo T1 del Guadalquivir

En el primer tramo del río Guadalquivir (T1), el pico de entrada que alcanza el tramo es de 1214,4 m³/s, que se produce a las 16:00 del 23 de Diciembre de 2010, teniendo un volumen de entrada de 967,45 mm y el pico de decarga, que alcanza los 927,59 m³/s se produce a las 18:00 del 23 de Diciembre de 2010, teniendo un volumen de 927,59 mm.

En la tabla de resultados, se muestra durante un período de tiempo, tanto el flujo de salida como el flujo de entrada, que proviene de la subcuenca del Arroyo Valtocado. Según se muestra en la gráfica de la ilustración 113, el flujo de salida es menor en proporción, ya que se mantiene en todo el período igual (dicha proporción) al flujo de entrada, lo que supone, que al ser este tramo T1 mayor en superficie, el flujo tiende a ser menor, ya que este se reparte por una superficie mayor.

- Tramo T2 del Río Guadalquivir:

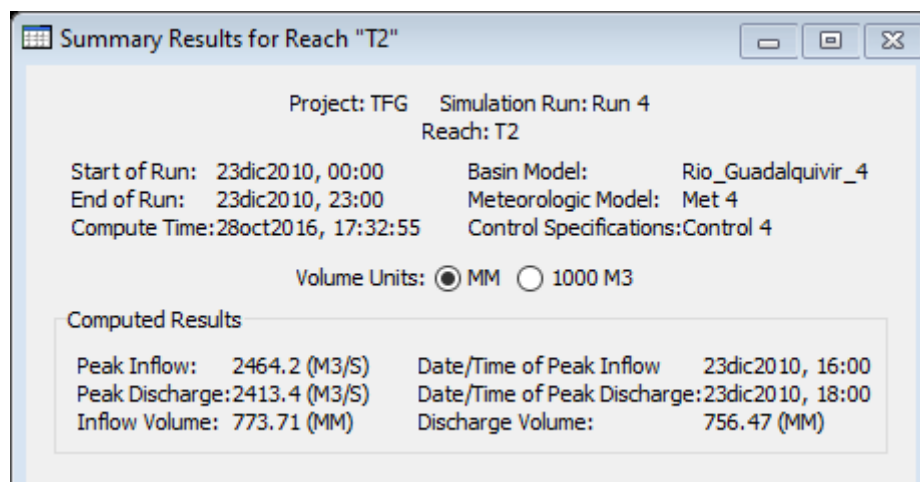


Ilustración 89. Resumen datos Tramo T2 del Guadalquivir

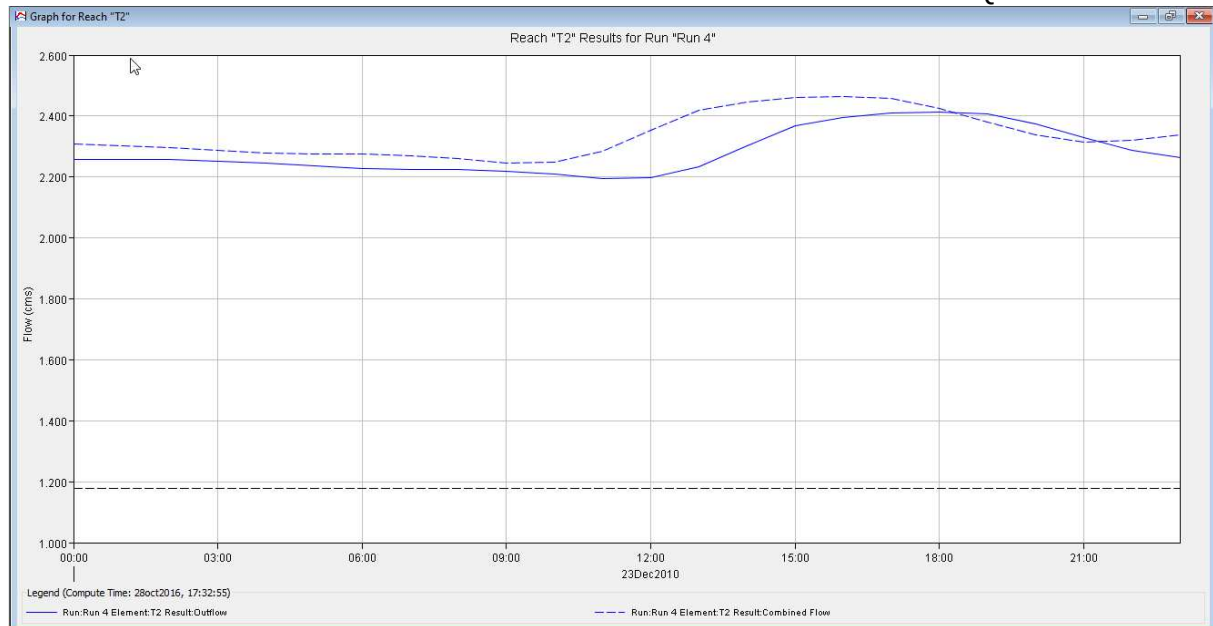


Ilustración 90. Gráfica del Tramo T2 del Guadalquivir

En el segundo tramo del río Guadalquivir (T2), el pico de entrada que alcanza el tramo es de $2464,2 \text{ m}^3/\text{s}$, que se produce a las 16:00 del 23 de Diciembre de 2010, teniendo un volumen de entrada de 773,71 mm y el pico de decarga, que alcanza los $2413,4 \text{ m}^3/\text{s}$ se produce a las 18:00 del 23 de Diciembre de 2010, teniendo un volumen de 756,47 mm.

En la tabla de resultados, se muestra durante un período de tiempo, tanto el flujo de salida como el flujo de entrada, que proviene de la subcuenca del Arroyo del Ermitaño como del Tramo T1. Según se muestra en la gráfica de la ilustración 116, el flujo de salida es algo menor que el flujo de entrada, ya que al mantener la misma dimensión los diferentes tramos del Guadalquivir en superficie, el flujo varía muy poco de un tramo a otro.

- Tramo T3 del Río Guadalquivir:

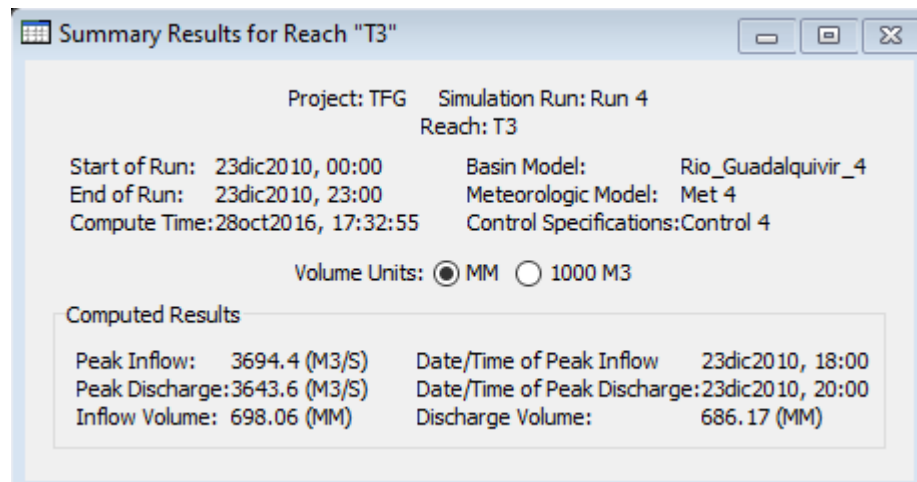


Ilustración 91. Resumen datos Tramo T3 del Guadalquivir

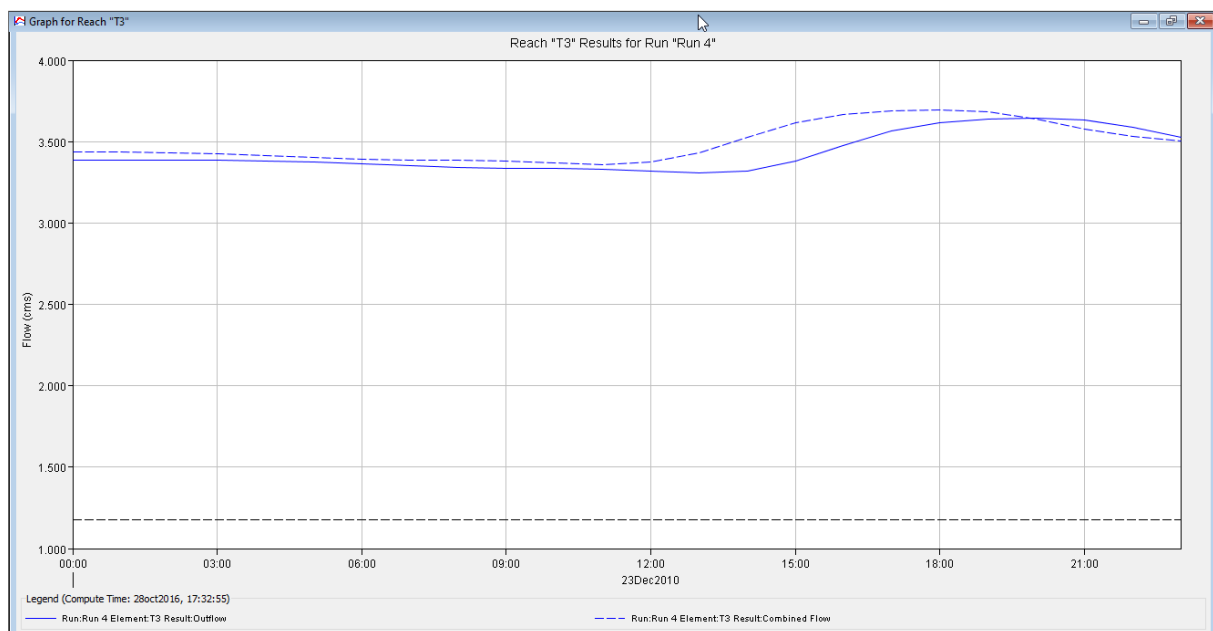


Ilustración 92. Gráfica del Tramo T3 del Guadalquivir

En el tercer tramo del río Guadalquivir (T3), el pico de entrada que alcanza el tramo es de 3694,4 m³/s, que se produce a las 18:00 del 23 de Diciembre de 2010, teniendo un volumen de entrada de 698,06 mm y el pico de decarga, que alcanza los 3643,6 m³/s se produce a las 20:00 del 23 de Diciembre de 2010, teniendo un volumen de 686,17 mm.

En la tabla de resultados, se muestra durante un período de tiempo, tanto el flujo de salida como el flujo de entrada, que proviene de la subcuenca del Barranco del Agua como del Tramo T2. Según se muestra en la gráfica de la ilustración 119, el flujo de salida varía muy poco con respecto al flujo de entrada, ya que se mantienen las dimensiones en los diferentes

tramos del Guadalquivir en superficie, el flujo varía muy poco de un tramo a otro, aunque el volumen por supuesto es mayor.

6.6 Modelo 5 en la época 14/03/2013

Vamos a ir mostrando los elementos con los resultados obtenidos:

- Subcuenca Arroyo Valtocado:

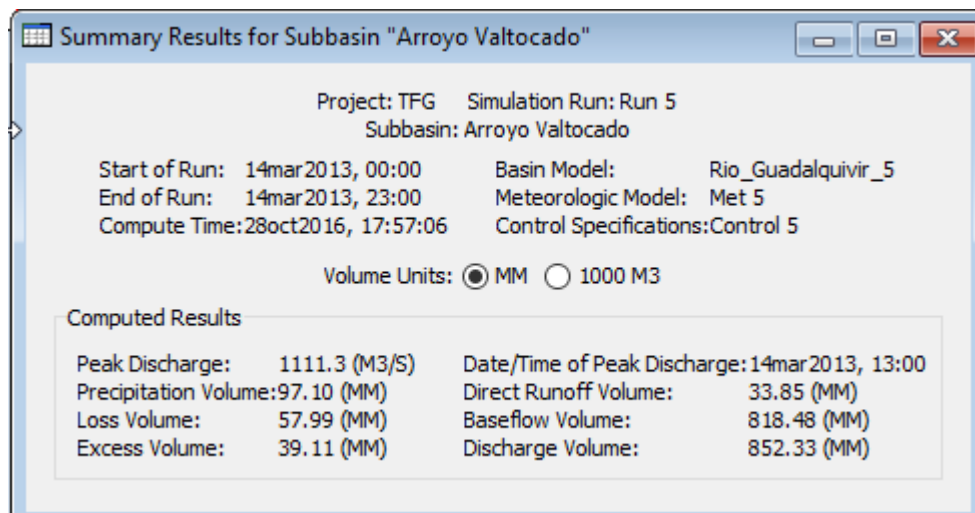


Ilustración 93. Resumen datos Arroyo Valtocado

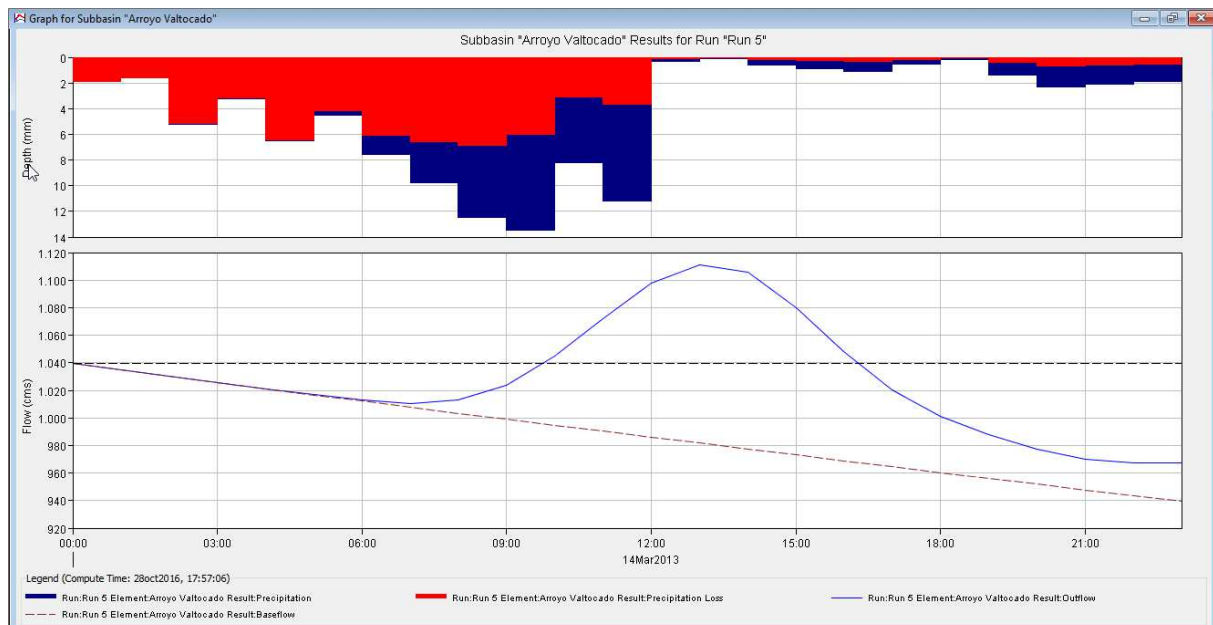


Ilustración 94. Gráfica de la Subcuenca de Arroyo Valtocado

Al hacer la simulación, el caudal máximo que alcanza el arroyo es de 1111,3 m³/s, que se produce a las 13:00 del 14 de Marzo de 2013 con un volumen de precipitación de 97,10

mm, del cual se pierde (el agua que se filtra en la tierra) un 57,99 mm y un 39,11 mm de exceso de agua (lo que la tierra no puede filtrar). El volumen de escorrentía directa es de un 33,85 mm con un volumen de caudal base de 818,48 mm y un volumen de descarga de 852,33 mm.

En la ilustración 121, se puede ver como en el transcurso del tiempo y en función de la precipitación caída, va variando el caudal del arroyo, que en función de la pérdida de agua por filtración y el exceso de la misma aumenta o disminuye, lo cual hace que el flujo total del arroyo no sea constante y tenga de manera repetitiva subidas y bajadas de diferente índole.

En la gráfica que muestra la ilustración 122, se puede ver exactamente lo comentado en el párrafo anterior y como la profundidad varía claramente en función del exceso y de la pérdida de lluvia y como en la curva (parte inferior de la gráfica), se ve como cuando se produce un mayor exceso de agua, el caudal del arroyo empieza a aumentar, ya que a lo largo del tiempo, en la mayoría del periodo, perdía agua debido a la filtración, lo que hace que el caudal disminuya en ese periodo.

- Subcuenca del Arroyo del Ermitaño:

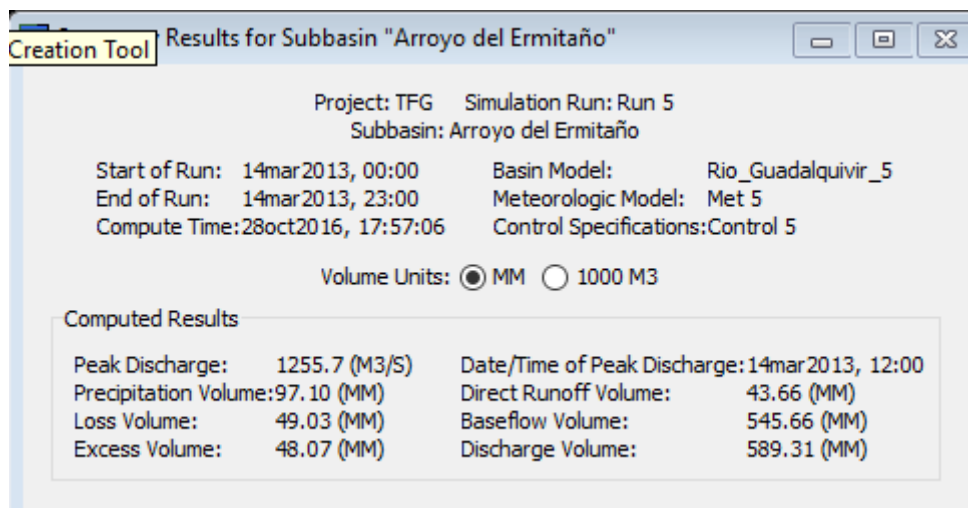


Ilustración 95. Resumen datos Arroyo del Ermitaño

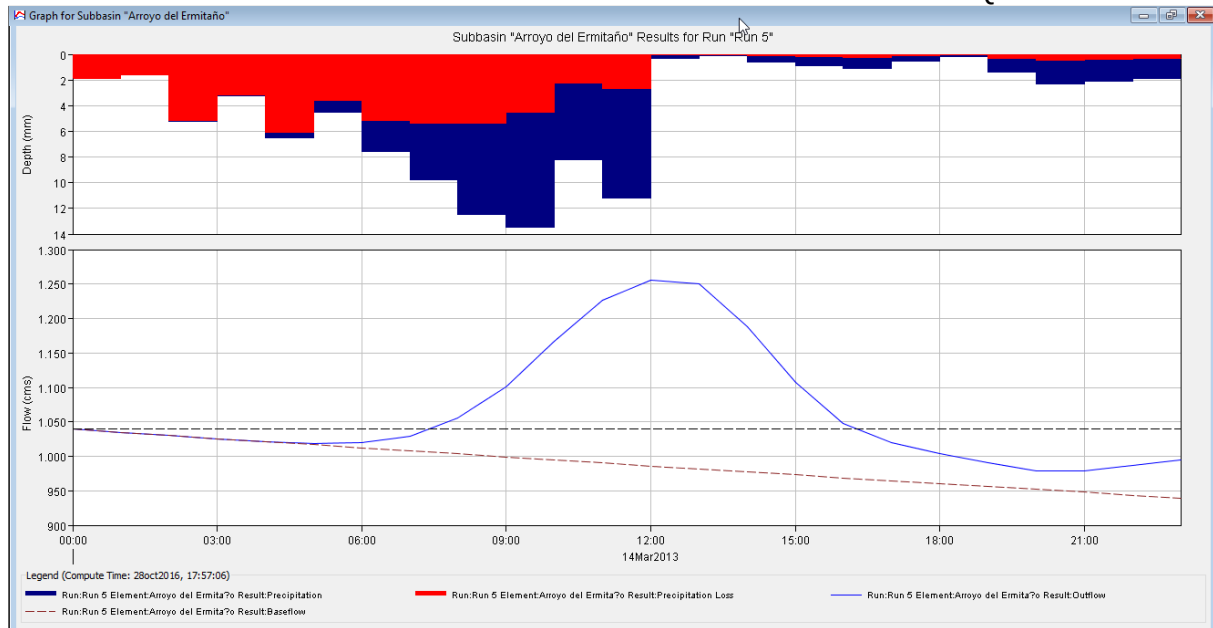


Ilustración 96. Gráfica de la Subcuenca Arroyo del Ermitaño

En el Arroyo del Ermitaño, el caudal máximo que alcanza el arroyo es de $1255,7 \text{ m}^3/\text{s}$, que se produce a las 12:00 del 14 de Marzo de 2013 con un volumen de precipitación de 97,10 mm, del cual se pierde (el agua que se filtra en la tierra) un 49,03 y un 48,07 mm de exceso de agua (lo que la tierra no puede filtrar). El volumen de escorrentía directa es de un 43,66 mm con un volumen de caudal base de 545,66 mm y un volumen de descarga de 589,31 mm.

Como se puede ver en la ilustración 124, y lo mismo que ocurre en el Arroyo de Valtocado, el flujo total del arroyo no es constante y tiene subidas y bajadas de que se repiten a lo largo del tiempo.

En la gráfica que muestra la ilustración 125, se puede ver como la profundidad varía en función del exceso y de la pérdida de lluvia, aunque tiene varios picos en los que al haber una pérdida de agua escasa, el caudal aumenta llegando a mitad mas o menos del período a su máximo y como según la curva, en la parte inferior de la gráfica, se aprecia con un mejor punto de vista ese aumento de caudal, que se debe en la mayoría de los casos al exceso de agua que lleva el arroyo en ese período.

- Subcuenca del Barranco de Agua:

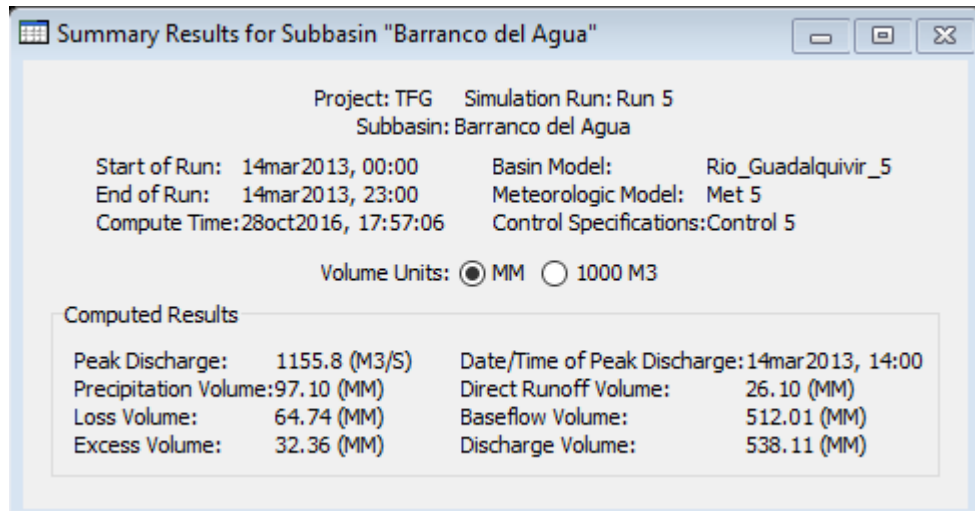


Ilustración 97. Resumen datos Barranco del Agua

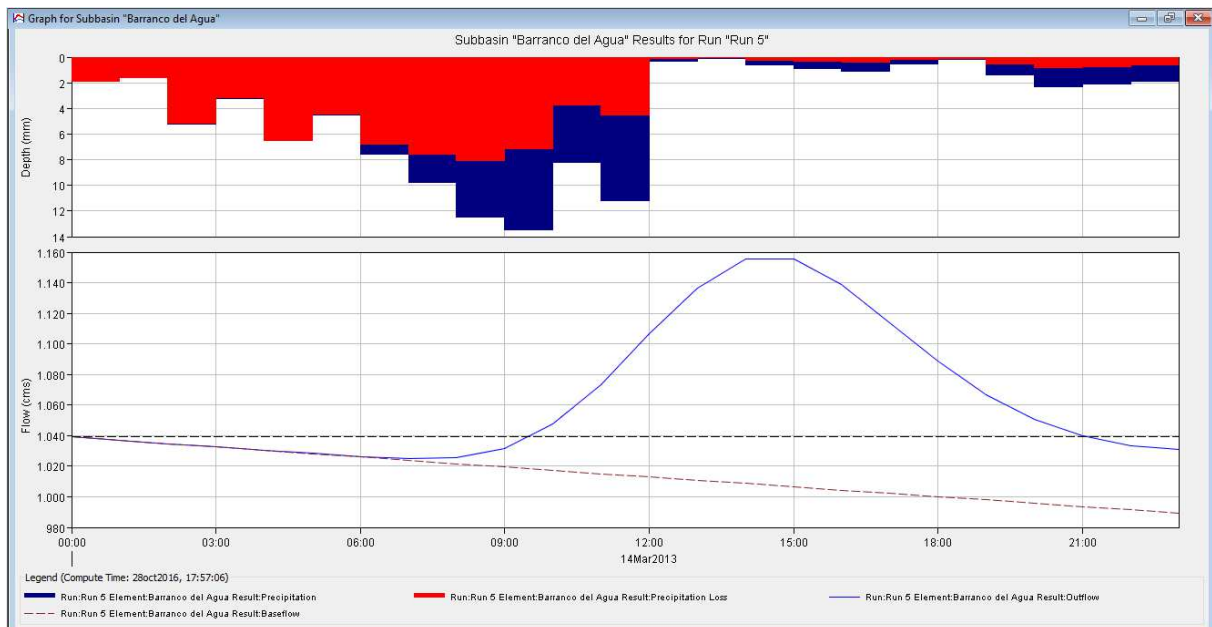


Ilustración 98. Gráfica de la Subcuenca Barranco del Agua

En el Barranco del Agua, el caudal máximo que alcanza el arroyo es de 1155,8 m³/s, que se produce a las 14:00 del 14 de Marzo de 2013 con un volumen de precipitación de 97,10 mm, del cual se pierde (el agua que se filtra en la tierra) un 64,74 y un 32,36 mm de exceso de agua (lo que la tierra no puede filtrar). El volumen de escorrentía directa es de un 26,10 mm con un volumen de caudal base de 512,01 mm y un volumen de descarga de 538,11 mm.

En esta subcuenca, al ser muy parecida a la subcuenca del Arroyo Valtocado, el máximo de caudal alcanzado y el periodo en el que lo alcanza es el mismo, la única diferencia es el exceso y la pérdida de lluvia, así como los datos de escorrentía directa, volumen de caudal base y volumen de descarga, que son inferiores al primero, ya que al tener una mayor superficie y ser el “lag” prácticamente la mitad varían estos datos en proporción.

Como se puede apreciar, las gráficas son muy parecidas, ya que, aunque los datos referentes al caudal sean la mitad, ocurre lo mismo, al tener una mayor pérdida de agua, el caudal disminuye y aumenta con el exceso.

- Subcuenca del Salado de los Villares:

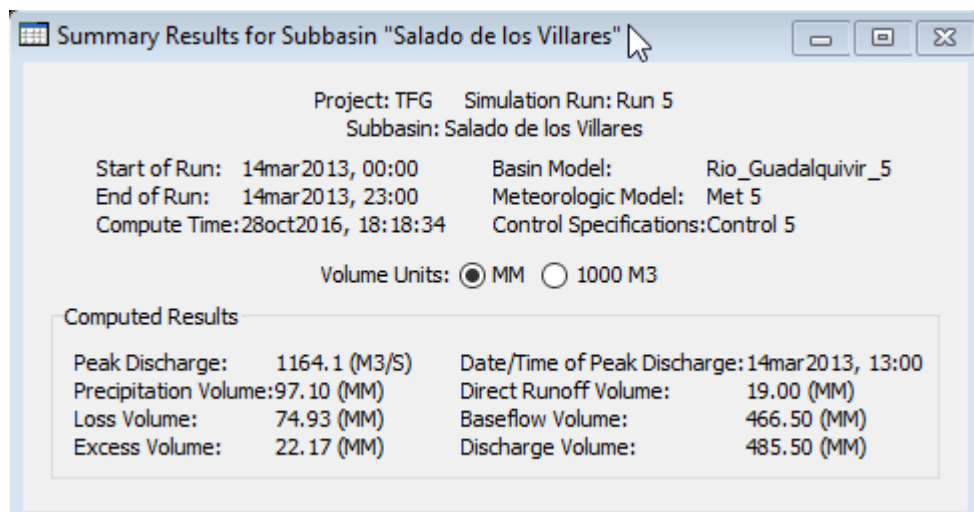


Ilustración 99. Resumen datos Salado de los Villares

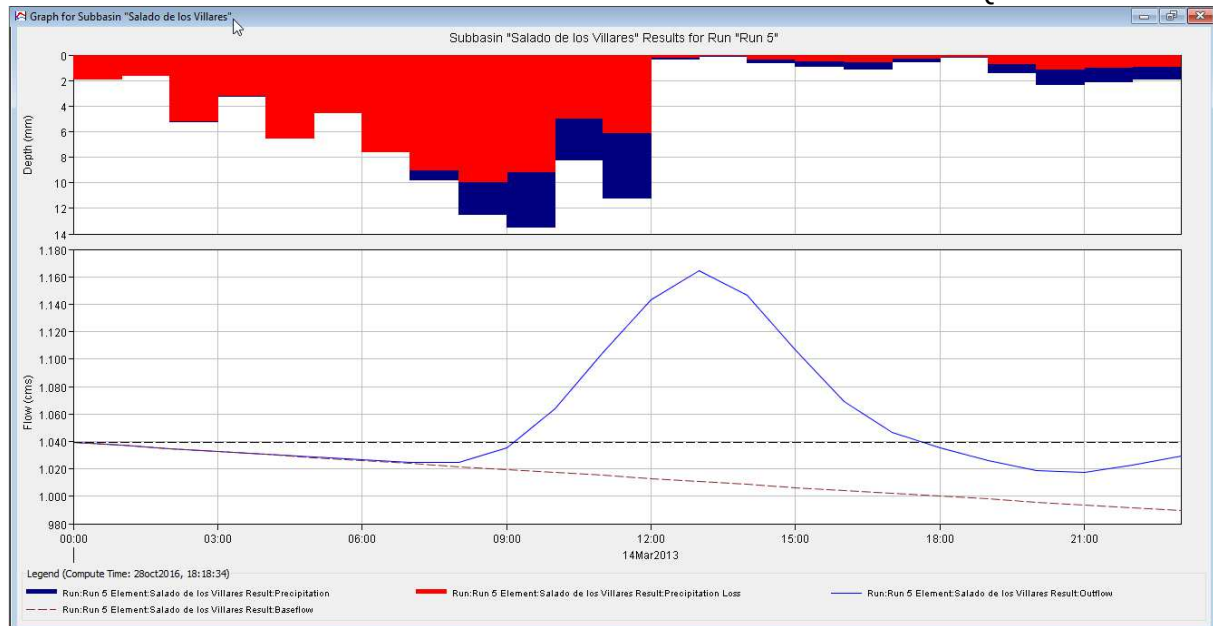


Ilustración 100. Gráfica de la Subcuenca Salado de los Villares

En el Salado de los Villares, el caudal máximo que alcanza el arroyo es de $1164,1 \text{ m}^3/\text{s}$, que se produce a las 13:00 del 14 de Marzo de 2013 con un volumen de precipitación de 97,10 mm, del cual se pierde (el agua que se filtra en la tierra) un 74,93 y un 22,17 mm de exceso de agua (lo que la tierra no puede filtrar). El volumen de escorrentía directa es de un 19,00 mm con un volumen de caudal base de 466,50 mm y un volumen de descarga de 485,50 mm.

En esta subcuenca ocurre lo mismo que en la subcuenca del Arroyo del Ermitaño, aunque la pérdida es mayor y el exceso lógicamente, es menor. Esto hace que el resto de parámetros sean inferiores, lo cual supone que en la mayor parte del tiempo, el caudal del arroyo no ha variado, sólo en su período final que ha ido subiendo hasta alcanzar su máximo.

Incluso la gráfica, es prácticamente igual, salvo el tramo final, en el que el periodo de aumento de caudal es menor en este último, debido al escaso exceso de lluvia.

- Tramo T1 del Río Guadalquivir:

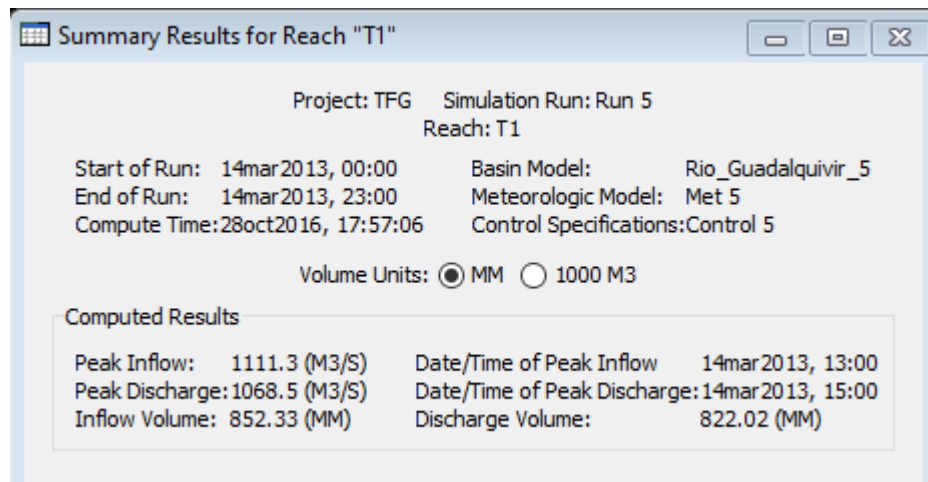


Ilustración 101. Resumen datos Tramo T1 del Guadalquivir

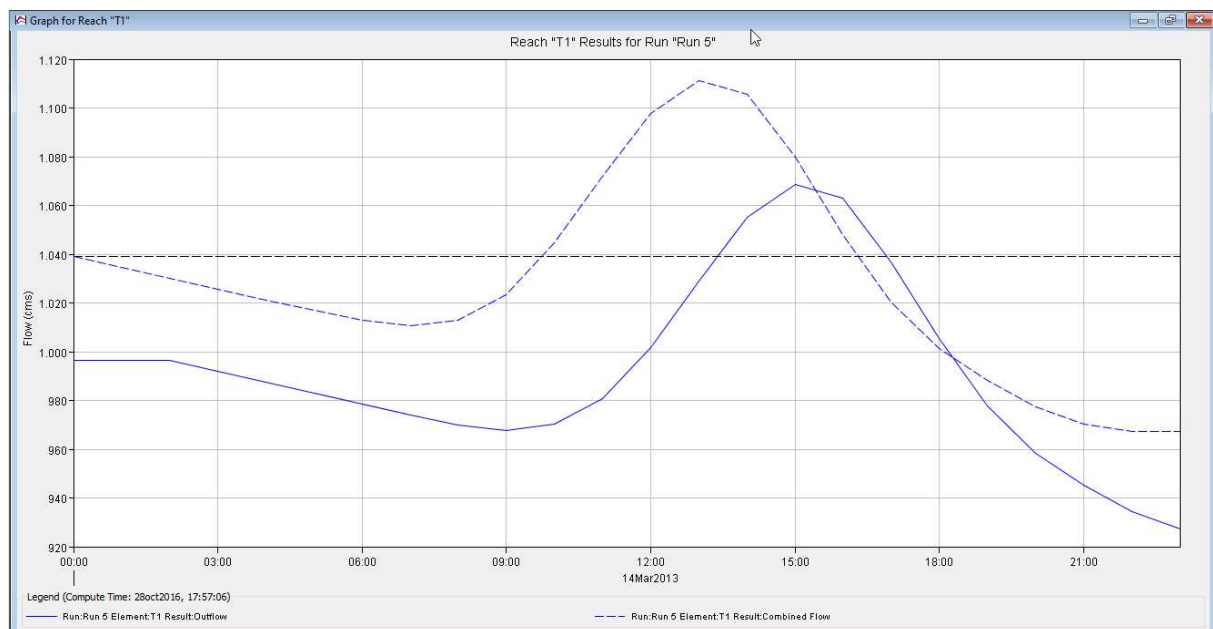


Ilustración 102. Gráfica del Tramo T1 del Guadalquivir

En el primer tramo del río Guadalquivir (T1), el pico de entrada que alcanza el tramo es de 1111,3 m³/s, que se produce a las 13:00 del 14 de Marzo de 2013, teniendo un volumen de entrada de 852,33 mm y el pico de decarga, que alcanza los 1068,5 m³/s se produce a las 15:00 del 14 de Marzo de 2013, teniendo un volumen de 822,02 mm.

En la tabla de resultados, se muestra durante un período de tiempo, tanto el flujo de salida como el flujo de entrada, que proviene de la subcuenca del Arroyo Valtocado. Según se muestra en la gráfica de la ilustración 134, el flujo de salida es menor en proporción, ya que se mantiene en todo el período igual (dicha proporción) al flujo de entrada, lo que supone, que

al ser este tramo T1 mayor en superficie, el flujo tiende a ser menor, ya que este se reparte por una superficie mayor.

- Tramo T2 del Río Guadalquivir:

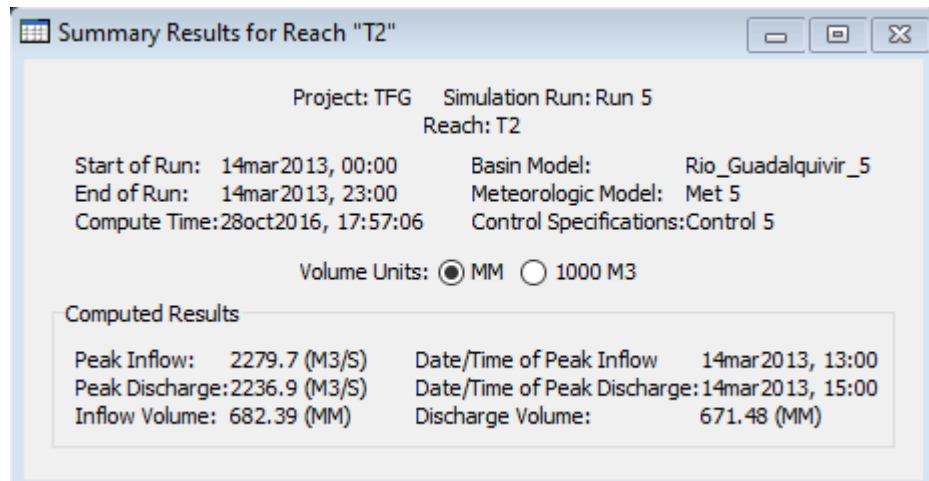


Ilustración 103. Resumen datos Tramo T2 del Guadalquivir

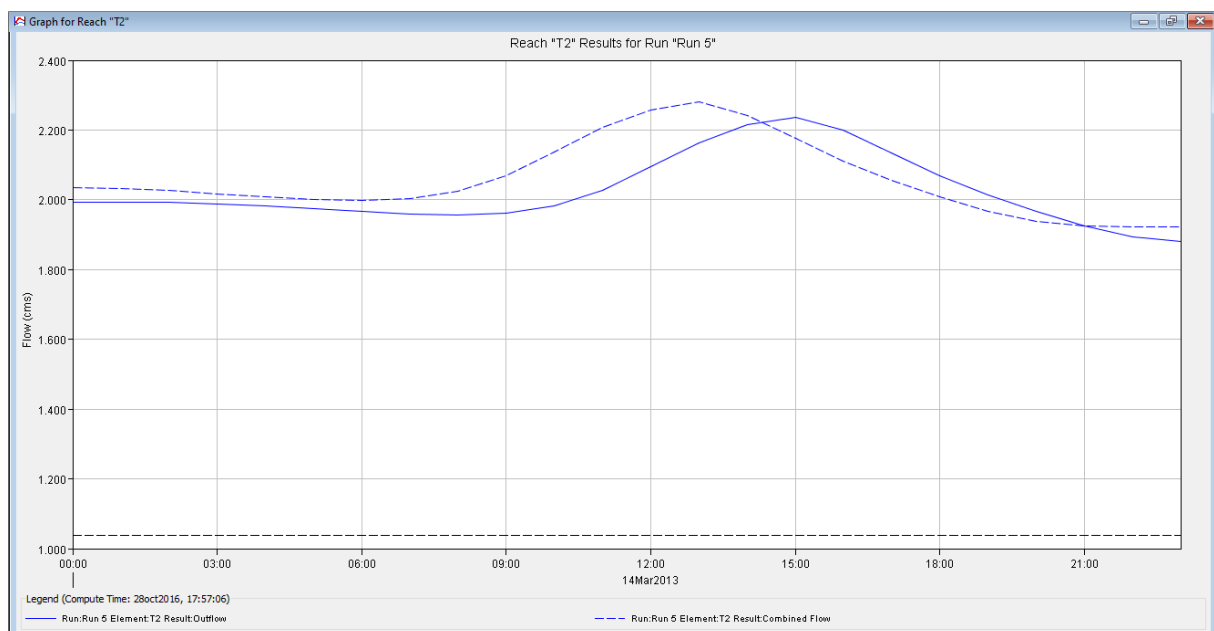


Ilustración 104. Gráfica del Tramo T2 del Guadalquivir

En el segundo tramo del río Guadalquivir (T2), el pico de entrada que alcanza el tramo es de 2279,7 m³/s, que se produce a las 13:00 del 14 de Marzo de 2013, teniendo un volumen de entrada de 682,39 mm y el pico de decarga, que alcanza los 2236,9 m³/s se produce a las 15:00 del 14 de Marzo de 2013, teniendo un volumen de 671,48 mm.

En la tabla de resultados, se muestra durante un período de tiempo, tanto el flujo de salida como el flujo de entrada, que proviene de la subcuenca del Arroyo del Ermitaño como del Tramo T1. Según se muestra en la gráfica de la ilustración 137, el flujo de salida es algo menor que el flujo de entrada, ya que al mantener la misma dimensión los diferentes tramos del Guadalquivir en superficie, el flujo varía muy poco de un tramo a otro.

- Tramo T3 del Río Guadalquivir:

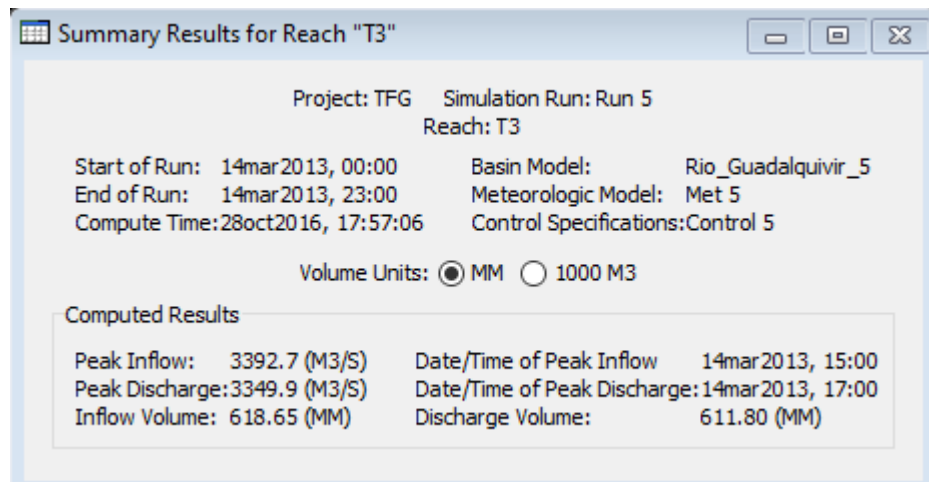


Ilustración 105. Resumen datos Tramo T3 del Guadalquivir

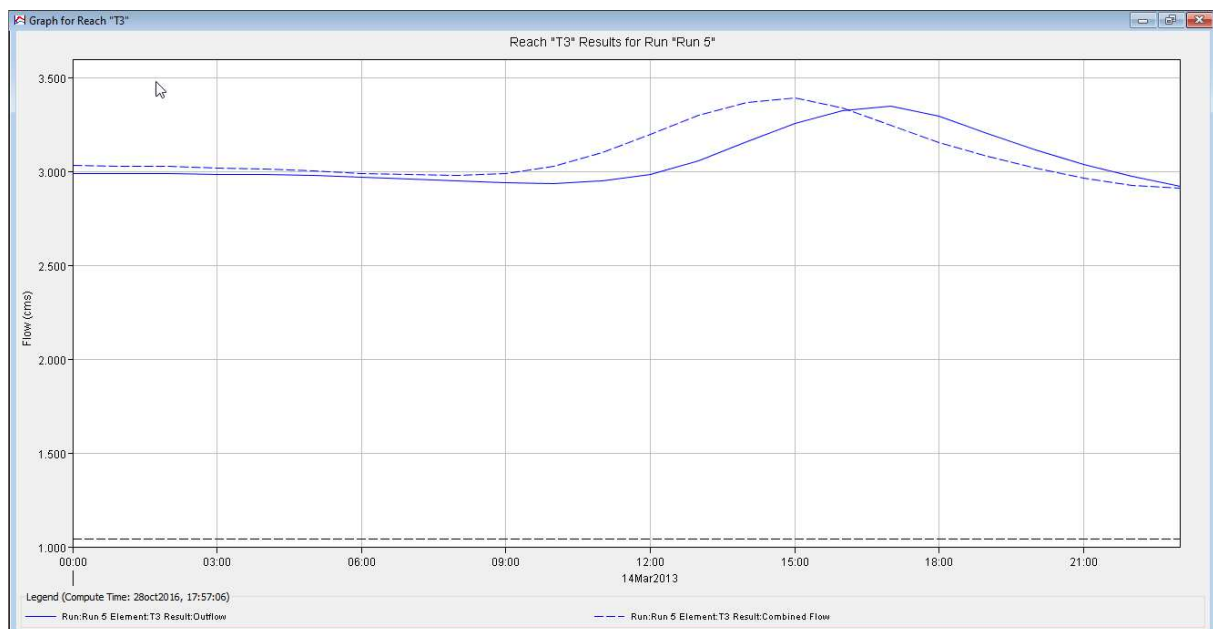


Ilustración 106. Gráfica del Tramo T3 del Guadalquivir

En el tercer tramo del río Guadalquivir (T3), el pico de entrada que alcanza el tramo es de 3392,7 m³/s, que se produce a las 15:00 del 14 de Marzo de 2013, teniendo un volumen de entrada de 618,65 mm y el pico de decarga, que alcanza los 3349,9 m³/s se produce a las 17:00 del 14 de Marzo de 2013, teniendo un volumen de 611,80 mm.

En la tabla de resultados, se muestra durante un período de tiempo, tanto el flujo de salida como el flujo de entrada, que proviene de la subcuenca del Barranco del Agua como del Tramo T2. Según se muestra en la gráfica de la ilustración 140, el flujo de salida varía muy poco con respecto al flujo de entrada, ya que se mantienen las dimensiones en los diferentes tramos del Guadalquivir en superficie, el flujo varia muy poco de un tramo a otro, aunque el volumen por supuesto es mayor.

7. CONCLUSIÓN

Como se ha podido comprobar con las simulaciones correspondientes a diferentes épocas, con diferentes precipitaciones, el caudal del río aumenta cuanto más alta es la precipitación, inclusive cuanto mayor es la precipitación en un tiempo reducido.

Para ello hay que tener en cuenta lo que el terreno es capaz de absorber, es decir, cuando llueve, la capacidad del terreno a filtrar el agua hasta el punto en el que el agua llega a ser excesiva, lo que conlleva a una crecida en el caudal del río, haciendo que la superficie del mismo sea mayor, llegando a inundar zonas próximas a la ribera del Guadalquivir.

En los diferentes modelos, se ha podido ver una evolución no solo del caudal, sino que conforme el agua avanza de un tramo a otro, la cantidad de agua que se pierde por filtración es cada vez menor. Esto se ve reflejado no sólo en los datos numéricos de las tablas, sino en la gráfica en la que el color rojo representa la pérdida de agua y el color azul el exceso de la misma y se puede ver con claridad que la pérdida es inversamente proporcional al exceso, es decir, cuanta más pérdida menor exceso y viceversa.

Un dato importante, pero que parece que no tiene importancia es la superficie tanto de las subcuencas de los afluentes (arroyos), como la superficie de los tramos principales del río Guadalquivir. Cuanto mayor superficie abarca el caudal del río o del arroyo, mayor será el caudal del siguiente tramo, a no ser que al tener mayor superficie, suavice la fuerza del caudal, llegando este a ser reducido en proporción de la misma.

Los datos de la tabla de los tramos T1, T2, T3, reflejan, que el caudal de entrada es siempre mayor al caudal de salida, esto se puede deber a dos consecuencias; una de ellas puede ser la superficie del siguiente tramo, según lo mencionado en el párrafo anterior; y la segunda, puede ser el caudal que posee dicho tramo, que puede ser mayor que el que desemboca en el mismo, por lo que no se aprecia un aumento de caudal.

Otro factor que se aprecia en las gráficas de los tramos T1, T2 y T3 de los diferentes modelos es que, en los modelos 1, 3, 4 y 5 en el tramo T1 el caudal de entrada es mucho mayor que el caudal de salida, respecto a los tramos T2 y T3 que son muy parejos.

Esto se debe a que el caudal base en los modelos 1, 3, 4 y 5 son muy similares entre sí, mientras que el caudal del modelo 2 es mucho mayor que el de los otros modelos, de ahí que

la diferencia de caudal entre los tramos T1 de los otros modelos es mucho mayor que el de sus consecutivos.

Por lo que han demostrado los datos, la zona del embalse de Marmolejo, es una zona que tiende a inundarse de manera muy frecuente, en cuanto las precipitaciones superan un límite (no identificado), ya sea por la estrechez de su superficie de ribera, debido a la edificación que se deposita en la misma, a escasos metros de la media del nivel del río o por el caudal que soporta el mismo, debido a la situación del embalse con respecto a la edificación, situada a unos cientos de metros (distancia insignificante) y a una altitud muy similar del mismo.

Este hecho supone que, encontrar una solución para salvar dicha edificación es muy difícil, debido a la proximidad de esta de la ribera del río y al terreno en el que está edificado, la mayor parte de el de *arcillas*, lo que lo hace un terreno muy inestable para la localización de esta edificación.

Dejo abierto la posibilidad de estudiar una posible solución para esta especial situación en la que se encuentra el Balneario de Marmolejo, aportando este estudio de riesgo de inundación del a zona de estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- AEMET. (2012). *Base de Datos Meteorológicos*. Obtenido de Base de Datos Meteorológicos:
<http://datosclima.es/Aemethistorico/Precipisolstad.php>
- Anónimo. (s.f.). *Villa de Marmolejo*. Obtenido de Villa de Marmolejo:
<http://villademarmolejo.es/informacion-2/geologia/>
- Costas, S. d. (2000). *Libro Blanco del Agua*. Madrid: Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas.
- Dept. of Physical Geography, G. (2007). *SAGA (System for Automated Geoscientific Analyses)*. Obtenido de SAGA (System for Automated Geoscientific Analyses): <http://www.saga-gis.org/en/index.html>
- Engineers, U. A. (2016). *Hydrologic Engineering Center*. Obtenido de Hydrologic Engineering Center: <http://www.hec.usace.army.mil>
- Fluidos, G. M. (2005). *Manual de Usuario SWMM Modelo de Gestión de Aguas Pluviales 5.0 vE*. Valencia.
- Ingeniería-UCV, D. d. (s.f.). *Manual para el uso del modelo hidrológico HEC-HMS*. Valencia: Camilo Bastidas.
- Murcia, U. d. (s.f.). *Introducción GRASS GIS*. Obtenido de Introducción GRASS GIS:
<http://www.um.es/geograf/sigmur/yerba/intro.html>
- Román, F. J. (2015). *HEC - HMS Manual Elemental*. Salamanca: Dpto. Geología - Universidad de Salamanca.
- SAIH. (2016). *Sistema Automático de Información Hidrológica de la Cuenca del Guadalquivir*. Obtenido de Sistema Automático de Información Hidrológica de la Cuenca del Guadalquivir:
<http://www.chguadalquivir.es/saih/>

ANEXO I

Modelo 1 en la época 02/04/2013

Subcuenca Arroyo Valtocado:

Time-Series Results for Subbasin "Arroyo Valtocado"

Project: TFG Simulation Run: Run 1
Subbasin: Arroyo Valtocado

Start of Run: 02abr2013, 00:00 Basin Model: Rio_Guadalquivir_1
End of Run: 02abr2013, 23:00 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time: 27oct2016, 00:52:08 Control Specifications: Control 1

Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
02abr2013	00:00				0.0	1294.6	1294.6
02abr2013	01:00	0.50	0.50	0.00	0.0	1289.0	1289.0
02abr2013	02:00	2.53	2.52	0.01	0.0	1283.3	1283.3
02abr2013	03:00	3.58	3.57	0.01	0.0	1277.7	1277.7
02abr2013	04:00	1.56	1.56	0.00	0.1	1272.1	1272.2
02abr2013	05:00	5.60	5.58	0.02	0.1	1266.5	1266.7
02abr2013	06:00	0.50	0.50	0.00	0.2	1261.0	1261.2
02abr2013	07:00	0.10	0.10	0.00	0.2	1255.5	1255.7
02abr2013	08:00	0.30	0.30	0.00	0.2	1250.0	1250.1
02abr2013	09:00	0.80	0.80	0.00	0.1	1244.5	1244.6
02abr2013	10:00	1.10	1.10	0.00	0.1	1239.0	1239.1
02abr2013	11:00	1.80	1.77	0.03	0.1	1233.6	1233.7
02abr2013	12:00	2.53	2.37	0.16	0.3	1228.2	1228.5
02abr2013	13:00	3.90	3.40	0.50	1.1	1222.8	1223.9
02abr2013	14:00	4.62	3.68	0.94	3.3	1217.5	1220.8
02abr2013	15:00	0.63	0.47	0.16	6.5	1212.1	1218.6
02abr2013	16:00	1.10	0.81	0.29	9.1	1206.8	1216.0
02abr2013	17:00	3.20	2.27	0.93	10.5	1201.5	1212.1
02abr2013	18:00	0.10	0.07	0.03	11.4	1196.3	1207.6
02abr2013	19:00	0.50	0.34	0.16	11.5	1191.0	1202.5
02abr2013	20:00	6.50	4.15	2.35	12.3	1185.8	1198.1
02abr2013	21:00	10.00	5.50	4.50	19.2	1180.6	1199.8
02abr2013	22:00	11.23	5.17	6.06	36.6	1175.5	1212.1
02abr2013	23:00	5.60	2.26	3.34	60.9	1170.3	1231.2

Subcuenca del Arroyo del Ermitaño:

Time-Series Results for Subbasin "Arroyo del Ermitaño"							
Project: TFG Simulation Run: Run 1							
Subbasin: Arroyo del Ermitaño							
Start of Run: 02abr2013, 00:00				Basin Model: Rio_Guadalquivir_1			
End of Run: 02abr2013, 23:00				Meteorologic Model: Met 1			
Compute Time: 27oct2016, 00:52:08				Control Specifications: Control 1			
Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
02abr2013	00:00				0.0	1294.6	1294.6
02abr2013	01:00	0.50	0.50	0.00	0.0	1289.0	1289.0
02abr2013	02:00	2.53	2.52	0.01	0.0	1283.3	1283.4
02abr2013	03:00	3.58	3.57	0.01	0.1	1277.7	1277.8
02abr2013	04:00	1.56	1.56	0.00	0.2	1272.1	1272.3
02abr2013	05:00	5.60	5.57	0.03	0.3	1266.5	1266.8
02abr2013	06:00	0.50	0.48	0.02	0.5	1261.0	1261.5
02abr2013	07:00	0.10	0.10	0.00	0.6	1255.5	1256.0
02abr2013	08:00	0.30	0.29	0.01	0.5	1250.0	1250.5
02abr2013	09:00	0.80	0.75	0.05	0.6	1244.5	1245.1
02abr2013	10:00	1.10	1.00	0.10	1.2	1239.0	1240.2
02abr2013	11:00	1.80	1.57	0.23	2.5	1233.6	1236.1
02abr2013	12:00	2.53	2.07	0.46	5.4	1228.2	1233.6
02abr2013	13:00	3.90	2.92	0.98	11.2	1222.8	1234.1
02abr2013	14:00	4.62	3.09	1.53	21.9	1217.5	1239.4
02abr2013	15:00	0.63	0.39	0.24	31.8	1212.1	1243.9
02abr2013	16:00	1.10	0.67	0.43	31.6	1206.8	1238.4
02abr2013	17:00	3.20	1.86	1.34	29.1	1201.5	1230.6
02abr2013	18:00	0.10	0.06	0.04	29.6	1196.3	1225.9
02abr2013	19:00	0.50	0.28	0.22	26.1	1191.0	1217.1
02abr2013	20:00	6.50	3.33	3.17	28.7	1185.8	1214.5
02abr2013	21:00	10.00	4.29	5.71	59.9	1180.6	1240.5
02abr2013	22:00	11.23	3.91	7.32	120.5	1175.5	1295.9
02abr2013	23:00	5.60	1.67	3.93	177.1	1170.3	1347.4

Subcuenca del Barranco de Agua:

Time-Series Results for Subbasin "Barranco del Agua"							
Project: TFG Simulation Run: Run 1							
Subbasin: Barranco del Agua							
Start of Run: 02abr2013, 00:00				Basin Model: Rio_Guadalquivir_1			
End of Run: 02abr2013, 23:00				Meteorologic Model: Met 1			
Compute Time: 27oct2016, 00:52:08				Control Specifications: Control 1			
Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
02abr2013	00:00				0.0	1294.6	1294.6
02abr2013	01:00	0.50	0.50	0.00	0.0	1291.9	1291.9
02abr2013	02:00	2.53	2.52	0.01	0.0	1289.1	1289.1
02abr2013	03:00	3.58	3.57	0.01	0.0	1286.4	1286.4
02abr2013	04:00	1.56	1.56	0.00	0.1	1283.6	1283.7
02abr2013	05:00	5.60	5.59	0.01	0.1	1280.9	1281.0
02abr2013	06:00	0.50	0.50	0.00	0.2	1278.1	1278.3
02abr2013	07:00	0.10	0.10	0.00	0.2	1275.4	1275.6
02abr2013	08:00	0.30	0.30	0.00	0.2	1272.7	1272.9
02abr2013	09:00	0.80	0.80	0.00	0.2	1270.0	1270.2
02abr2013	10:00	1.10	1.10	0.00	0.2	1267.3	1267.4
02abr2013	11:00	1.80	1.80	0.00	0.2	1264.6	1264.7
02abr2013	12:00	2.53	2.52	0.01	0.1	1261.9	1262.0
02abr2013	13:00	3.90	3.76	0.14	0.2	1259.2	1259.4
02abr2013	14:00	4.62	4.11	0.51	0.8	1256.5	1257.3
02abr2013	15:00	0.63	0.53	0.10	2.0	1253.8	1255.8
02abr2013	16:00	1.10	0.92	0.18	3.8	1251.1	1254.9
02abr2013	17:00	3.20	2.58	0.62	5.7	1248.4	1254.1
02abr2013	18:00	0.10	0.08	0.02	7.3	1245.8	1253.1
02abr2013	19:00	0.50	0.39	0.11	8.9	1243.1	1252.0
02abr2013	20:00	6.50	4.77	1.73	10.7	1240.5	1251.2
02abr2013	21:00	10.00	6.44	3.56	15.2	1237.8	1253.1
02abr2013	22:00	11.23	6.18	5.05	27.2	1235.2	1262.4
02abr2013	23:00	5.60	2.74	2.86	47.2	1232.5	1279.7

Subcuenca del Salado de los Villares:

Time-Series Results for Subbasin "Salado de los Villares"							
Project: TFG				Simulation Run: Run 1			
Subbasin: Salado de los Villares							
Start of Run: 02abr2013, 00:00		Basin Model: Rio_Guadalquivir_1					
End of Run: 02abr2013, 23:00		Meteorologic Model: Met 1					
Compute Time: 27oct2016, 00:52:08		Control Specifications: Control 1					
Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
02abr2013	00:00				0.0	1294.6	1294.6
02abr2013	01:00	0.50	0.50	0.00	0.0	1291.9	1291.9
02abr2013	02:00	2.53	2.52	0.01	0.0	1289.1	1289.1
02abr2013	03:00	3.58	3.57	0.01	0.1	1286.4	1286.5
02abr2013	04:00	1.56	1.56	0.00	0.2	1283.6	1283.8
02abr2013	05:00	5.60	5.59	0.01	0.3	1280.9	1281.1
02abr2013	06:00	0.50	0.50	0.00	0.3	1278.1	1278.5
02abr2013	07:00	0.10	0.10	0.00	0.3	1275.4	1275.7
02abr2013	08:00	0.30	0.30	0.00	0.2	1272.7	1272.9
02abr2013	09:00	0.80	0.80	0.00	0.2	1270.0	1270.1
02abr2013	10:00	1.10	1.10	0.00	0.1	1267.3	1267.4
02abr2013	11:00	1.80	1.80	0.00	0.1	1264.6	1264.7
02abr2013	12:00	2.53	2.52	0.01	0.1	1261.9	1262.0
02abr2013	13:00	3.90	3.89	0.01	0.2	1259.2	1259.4
02abr2013	14:00	4.62	4.61	0.01	0.3	1256.5	1256.8
02abr2013	15:00	0.63	0.62	0.01	0.4	1253.8	1254.2
02abr2013	16:00	1.10	1.07	0.03	0.5	1251.1	1251.6
02abr2013	17:00	3.20	3.03	0.17	1.0	1248.4	1249.5
02abr2013	18:00	0.10	0.09	0.01	2.1	1245.8	1247.9
02abr2013	19:00	0.50	0.46	0.04	2.7	1243.1	1245.8
02abr2013	20:00	6.50	5.73	0.77	4.6	1240.5	1245.1
02abr2013	21:00	10.00	7.93	2.07	14.6	1237.8	1252.4
02abr2013	22:00	11.23	7.83	3.40	39.1	1235.2	1274.3
02abr2013	23:00	5.60	3.55	2.05	71.2	1232.5	1303.7

Tramo T1 del Río Guadalquivir:

Time-Series Results for Reach "T1"

Project: TFG Simulation Run: Run 1
Reach: T1

Start of Run: 02abr2013, 00:00 Basin Model: Rio_Guadalquivir_1
End of Run: 02abr2013, 23:00 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time: 27oct2016, 00:52:08 Control Specifications: Control 1

Date	Time	Inflow (M3/S)	Outflow (M3/S)
02abr2013	00:00	1294.6	1233.9
02abr2013	01:00	1289.0	1233.9
02abr2013	02:00	1283.3	1233.9
02abr2013	03:00	1277.7	1228.3
02abr2013	04:00	1272.2	1222.6
02abr2013	05:00	1266.7	1217.0
02abr2013	06:00	1261.2	1211.5
02abr2013	07:00	1255.7	1206.0
02abr2013	08:00	1250.1	1200.5
02abr2013	09:00	1244.6	1195.0
02abr2013	10:00	1239.1	1189.4
02abr2013	11:00	1233.7	1183.9
02abr2013	12:00	1228.5	1178.4
02abr2013	13:00	1223.9	1173.0
02abr2013	14:00	1220.8	1167.8
02abr2013	15:00	1218.6	1163.2
02abr2013	16:00	1216.0	1160.1
02abr2013	17:00	1212.1	1157.9
02abr2013	18:00	1207.6	1155.3
02abr2013	19:00	1202.5	1151.4
02abr2013	20:00	1198.1	1146.9
02abr2013	21:00	1199.8	1141.8
02abr2013	22:00	1212.1	1137.4
02abr2013	23:00	1231.2	1139.1

Tramo T2 del Río Guadalquivir:

Time-Series Results for Reach "T2"

Project: TFG Simulation Run: Run 1
Reach: T2

Start of Run: 02abr2013, 00:00 Basin Model: Rio_Guadalquivir_1
End of Run: 02abr2013, 23:00 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time: 27oct2016, 00:52:08 Control Specifications: Control 1

Date	Time	Inflow (M3/S)	Outflow (M3/S)
02abr2013	00:00	2528.6	2467.9
02abr2013	01:00	2522.9	2467.9
02abr2013	02:00	2517.3	2467.9
02abr2013	03:00	2506.1	2462.2
02abr2013	04:00	2495.0	2456.6
02abr2013	05:00	2483.9	2445.4
02abr2013	06:00	2473.0	2434.3
02abr2013	07:00	2462.0	2423.2
02abr2013	08:00	2451.0	2412.3
02abr2013	09:00	2440.1	2401.3
02abr2013	10:00	2429.6	2390.3
02abr2013	11:00	2420.0	2379.4
02abr2013	12:00	2412.0	2368.9
02abr2013	13:00	2407.1	2359.3
02abr2013	14:00	2407.2	2351.3
02abr2013	15:00	2407.2	2346.4
02abr2013	16:00	2398.5	2346.5
02abr2013	17:00	2388.6	2346.5
02abr2013	18:00	2381.1	2337.8
02abr2013	19:00	2368.5	2327.9
02abr2013	20:00	2361.4	2320.4
02abr2013	21:00	2382.3	2307.8
02abr2013	22:00	2433.3	2300.7
02abr2013	23:00	2486.4	2321.6

Tramo T3 del Río Guadalquivir:

Time-Series Results for Reach "T3"

Project: TFG Simulation Run: Run 1
Reach: T3

Start of Run: 02abr2013, 00:00 Basin Model: Rio_Guadalquivir_1
End of Run: 02abr2013, 23:00 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time: 27oct2016, 00:52:08 Control Specifications: Control 1

Date	Time	Inflow (M3/S)	Outflow (M3/S)
02abr2013	00:00	3762.5	3701.8
02abr2013	01:00	3759.8	3701.8
02abr2013	02:00	3757.0	3701.8
02abr2013	03:00	3748.6	3699.1
02abr2013	04:00	3740.3	3696.3
02abr2013	05:00	3726.4	3687.9
02abr2013	06:00	3712.6	3679.6
02abr2013	07:00	3698.8	3665.7
02abr2013	08:00	3685.2	3651.9
02abr2013	09:00	3671.5	3638.1
02abr2013	10:00	3657.7	3624.5
02abr2013	11:00	3644.1	3610.8
02abr2013	12:00	3630.9	3597.0
02abr2013	13:00	3618.7	3583.4
02abr2013	14:00	3608.6	3570.2
02abr2013	15:00	3602.2	3558.0
02abr2013	16:00	3601.4	3547.9
02abr2013	17:00	3600.6	3541.5
02abr2013	18:00	3590.9	3540.7
02abr2013	19:00	3579.9	3539.9
02abr2013	20:00	3571.6	3530.2
02abr2013	21:00	3560.8	3519.2
02abr2013	22:00	3563.1	3510.9
02abr2013	23:00	3601.3	3500.1

Modelo 2 en la época 24/02/2010

Subcuenca Arroyo Valtocado:

Time-Series Results for Subbasin "Arroyo Valtocado"							
Project: TFG Simulation Run: Run 2							
Subbasin: Arroyo Valtocado							
Start of Run: 24feb2010, 00:00				Basin Model: Rio_Guadalquivir_2			
End of Run: 24feb2010, 23:00				Meteorologic Model: Met 2			
Compute Time: 28oct2016, 16:34:49				Control Specifications: Control 2			
Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
24feb2010	00:00				0.0	1294.6	1294.6
24feb2010	01:00	4.00	3.99	0.01	0.0	1289.0	1289.0
24feb2010	02:00	2.50	2.49	0.01	0.0	1283.3	1283.4
24feb2010	03:00	3.50	3.49	0.01	0.1	1277.7	1277.8
24feb2010	04:00	1.60	1.60	0.00	0.1	1272.1	1272.2
24feb2010	05:00	4.90	4.89	0.01	0.2	1266.5	1266.7
24feb2010	06:00	3.50	3.39	0.11	0.3	1261.0	1261.3
24feb2010	07:00	6.80	5.87	0.93	1.4	1255.5	1256.8
24feb2010	08:00	9.10	6.65	2.45	5.7	1250.0	1255.6
24feb2010	09:00	0.50	0.33	0.17	13.0	1244.5	1257.4
24feb2010	10:00	0.30	0.20	0.10	19.0	1239.0	1258.0
24feb2010	11:00	0.90	0.59	0.31	19.7	1233.6	1253.3
24feb2010	12:00	2.60	1.64	0.96	17.7	1228.2	1245.9
24feb2010	13:00	5.40	3.16	2.24	17.4	1222.8	1240.2
24feb2010	14:00	7.80	4.07	3.73	23.7	1217.5	1241.2
24feb2010	15:00	10.60	4.75	5.85	39.2	1212.1	1251.3
24feb2010	16:00	5.90	2.33	3.57	60.5	1206.8	1267.3
24feb2010	17:00	8.60	3.06	5.54	82.2	1201.5	1283.7
24feb2010	18:00	3.50	1.14	2.36	96.9	1196.3	1293.2
24feb2010	19:00	9.90	2.96	6.94	106.7	1191.0	1297.7
24feb2010	20:00	12.60	3.28	9.32	117.8	1185.8	1303.6
24feb2010	21:00	4.60	1.08	3.52	135.2	1180.6	1315.8
24feb2010	22:00	7.80	1.71	6.09	149.6	1175.5	1325.1
24feb2010	23:00	0.60	0.13	0.47	150.7	1170.3	1321.0

Subcuenca del Arroyo del Ermitaño:

Time-Series Results for Subbasin "Arroyo del Ermitaño"							
Project: TFG				Simulation Run: Run 2			
Subbasin: Arroyo del Ermitaño							
Start of Run: 24feb2010, 00:00		Basin Model: Rio_Guadalquivir_2					
End of Run: 24feb2010, 23:00		Meteorologic Model: Met 2					
Compute Time: 28oct2016, 16:34:49		Control Specifications: Control 2					
Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
24feb2010	00:00				0.0	1811.9	1811.9
24feb2010	01:00	4.00	3.99	0.01	0.0	1803.9	1804.0
24feb2010	02:00	2.50	2.49	0.01	0.1	1796.0	1796.2
24feb2010	03:00	3.50	3.49	0.01	0.2	1788.2	1788.4
24feb2010	04:00	1.60	1.60	0.00	0.3	1780.3	1780.6
24feb2010	05:00	4.90	4.70	0.20	0.9	1772.5	1773.4
24feb2010	06:00	3.50	2.98	0.52	3.7	1764.8	1768.5
24feb2010	07:00	6.80	5.02	1.78	12.9	1757.0	1769.9
24feb2010	08:00	9.10	5.48	3.62	36.0	1749.4	1785.3
24feb2010	09:00	0.50	0.27	0.23	61.1	1741.7	1802.8
24feb2010	10:00	0.30	0.16	0.14	60.7	1734.1	1794.8
24feb2010	11:00	0.90	0.47	0.43	43.9	1726.5	1770.3
24feb2010	12:00	2.60	1.31	1.29	32.0	1718.9	1750.9
24feb2010	13:00	5.40	2.49	2.91	39.8	1711.4	1751.2
24feb2010	14:00	7.80	3.14	4.66	68.0	1703.9	1771.9
24feb2010	15:00	10.60	3.58	7.02	116.0	1696.4	1812.4
24feb2010	16:00	5.90	1.72	4.18	166.0	1689.0	1854.9
24feb2010	17:00	8.60	2.23	6.37	194.4	1681.6	1875.9
24feb2010	18:00	3.50	0.82	2.68	203.8	1674.2	1878.0
24feb2010	19:00	9.90	2.11	7.79	201.8	1666.9	1868.7
24feb2010	20:00	12.60	2.29	10.31	232.7	1659.6	1892.2
24feb2010	21:00	4.60	0.75	3.85	272.5	1652.3	1924.8
24feb2010	22:00	7.80	1.17	6.63	276.9	1645.1	1922.0
24feb2010	23:00	0.60	0.09	0.51	248.3	1637.9	1886.2

Subcuenca del Barranco de Agua:

Time-Series Results for Subbasin "Barranco del Agua"							
Project: TFG				Simulation Run: Run 2			
Subbasin: Barranco del Agua							
Start of Run: 24feb2010, 00:00		Basin Model: Rio_Guadalquivir_2					
End of Run: 24feb2010, 23:00		Meteorologic Model: Met 2					
Compute Time: 28oct2016, 16:34:49		Control Specifications: Control 2					
Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
24feb2010	00:00				0.0	1811.9	1811.9
24feb2010	01:00	4.00	3.99	0.01	0.0	1808.0	1808.0
24feb2010	02:00	2.50	2.49	0.01	0.0	1804.2	1804.2
24feb2010	03:00	3.50	3.49	0.01	0.1	1800.3	1800.4
24feb2010	04:00	1.60	1.60	0.00	0.1	1796.5	1796.6
24feb2010	05:00	4.90	4.89	0.01	0.2	1792.6	1792.8
24feb2010	06:00	3.50	3.49	0.01	0.2	1788.8	1789.0
24feb2010	07:00	6.80	6.48	0.32	0.5	1785.0	1785.5
24feb2010	08:00	9.10	7.52	1.58	2.1	1781.2	1783.3
24feb2010	09:00	0.50	0.38	0.12	5.3	1777.4	1782.7
24feb2010	10:00	0.30	0.23	0.07	10.0	1773.6	1783.6
24feb2010	11:00	0.90	0.67	0.23	13.6	1769.8	1783.3
24feb2010	12:00	2.60	1.89	0.71	15.3	1766.0	1781.3
24feb2010	13:00	5.40	3.67	1.73	17.0	1762.2	1779.3
24feb2010	14:00	7.80	4.79	3.01	21.6	1758.5	1780.1
24feb2010	15:00	10.60	5.70	4.90	32.2	1754.7	1786.9
24feb2010	16:00	5.90	2.83	3.07	50.1	1751.0	1801.1
24feb2010	17:00	8.60	3.75	4.85	74.2	1747.2	1821.4
24feb2010	18:00	3.50	1.41	2.09	97.5	1743.5	1841.0
24feb2010	19:00	9.90	3.69	6.21	118.9	1739.8	1858.7
24feb2010	20:00	12.60	4.14	8.46	139.2	1736.1	1875.3
24feb2010	21:00	4.60	1.37	3.23	160.6	1732.4	1893.0
24feb2010	22:00	7.80	2.19	5.61	183.4	1728.7	1912.0
24feb2010	23:00	0.60	0.16	0.44	197.8	1725.0	1922.7

Subcuenca del Salado de los Villares:

Time-Series Results for Subbasin "Salado de los Villares"							
Project: TFG Simulation Run: Run 2 Subbasin: Salado de los Villares							
Start of Run: 24feb2010, 00:00				Basin Model: Rio_Guadalquivir_2			
End of Run: 24feb2010, 23:00				Meteorologic Model: Met 2			
Compute Time: 28oct2016, 16:34:49				Control Specifications: Control 2			
Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
24feb2010	00:00				0.0	1811.9	1811.9
24feb2010	01:00	4.00	3.99	0.01	0.0	1808.0	1808.0
24feb2010	02:00	2.50	2.49	0.01	0.1	1804.2	1804.3
24feb2010	03:00	3.50	3.49	0.01	0.2	1800.3	1800.5
24feb2010	04:00	1.60	1.60	0.00	0.3	1796.5	1796.7
24feb2010	05:00	4.90	4.89	0.01	0.3	1792.6	1792.9
24feb2010	06:00	3.50	3.49	0.01	0.4	1788.8	1789.1
24feb2010	07:00	6.80	6.78	0.02	0.4	1785.0	1785.4
24feb2010	08:00	9.10	8.76	0.34	1.4	1781.2	1782.6
24feb2010	09:00	0.50	0.45	0.05	3.7	1777.4	1781.1
24feb2010	10:00	0.30	0.27	0.03	5.0	1773.6	1778.6
24feb2010	11:00	0.90	0.80	0.10	4.9	1769.8	1774.7
24feb2010	12:00	2.60	2.27	0.33	5.0	1766.0	1771.0
24feb2010	13:00	5.40	4.48	0.92	8.7	1762.2	1770.9
24feb2010	14:00	7.80	5.95	1.85	19.8	1758.5	1778.3
24feb2010	15:00	10.60	7.25	3.35	42.3	1754.7	1797.1
24feb2010	16:00	5.90	3.68	2.22	72.2	1751.0	1823.2
24feb2010	17:00	8.60	4.95	3.65	98.6	1747.2	1845.8
24feb2010	18:00	3.50	1.89	1.61	116.6	1743.5	1860.1
24feb2010	19:00	9.90	5.00	4.90	127.2	1739.8	1867.0
24feb2010	20:00	12.60	5.71	6.89	154.1	1736.1	1890.2
24feb2010	21:00	4.60	1.92	2.68	190.0	1732.4	1922.3
24feb2010	22:00	7.80	3.09	4.71	208.2	1728.7	1936.9
24feb2010	23:00	0.60	0.23	0.37	201.2	1725.0	1926.2

Tramo T1 del Río Guadalquivir:

Time-Series Results for Reach "T1"				
Project: TFG Simulation Run: Run 2				
Reach: T1				
Start of Run: 24feb2010, 00:00		Basin Model: Rio_Guadalquivir_2		
End of Run: 24feb2010, 23:00		Meteorologic Model: Met 2		
Compute Time: 28oct2016, 16:34:49		Control Specifications: Control 2		
Date	Time	Inflow (M3/S)	Outflow (M3/S)	
24feb2010	00:00	1294.6	1204.1	
24feb2010	01:00	1289.0	1204.1	
24feb2010	02:00	1283.4	1204.1	
24feb2010	03:00	1277.8	1198.5	
24feb2010	04:00	1272.2	1192.9	
24feb2010	05:00	1266.7	1187.3	
24feb2010	06:00	1261.3	1181.7	
24feb2010	07:00	1256.8	1176.2	
24feb2010	08:00	1255.6	1170.8	
24feb2010	09:00	1257.4	1166.3	
24feb2010	10:00	1258.0	1165.1	
24feb2010	11:00	1253.3	1166.9	
24feb2010	12:00	1245.9	1167.5	
24feb2010	13:00	1240.2	1162.8	
24feb2010	14:00	1241.2	1155.4	
24feb2010	15:00	1251.3	1149.7	
24feb2010	16:00	1267.3	1150.7	
24feb2010	17:00	1283.7	1160.8	
24feb2010	18:00	1293.2	1176.8	
24feb2010	19:00	1297.7	1193.2	
24feb2010	20:00	1303.6	1202.7	
24feb2010	21:00	1315.8	1207.2	
24feb2010	22:00	1325.1	1213.1	
24feb2010	23:00	1321.0	1225.3	

Tramo T2 del Río Guadalquivir:

Time-Series Results for Reach "T2"

Project: TFG Simulation Run: Run 2
Reach: T2

Start of Run: 24feb2010, 00:00 Basin Model: Rio_Guadalquivir_2
End of Run: 24feb2010, 23:00 Meteorologic Model: Met 2
Compute Time: 28oct2016, 16:34:49 Control Specifications: Control 2

Date	Time	Inflow (M3/S)	Outflow (M3/S)
24feb2010	00:00	3016.0	2925.5
24feb2010	01:00	3008.1	2925.5
24feb2010	02:00	3000.3	2925.5
24feb2010	03:00	2986.9	2917.6
24feb2010	04:00	2973.5	2909.8
24feb2010	05:00	2960.7	2896.4
24feb2010	06:00	2950.2	2883.0
24feb2010	07:00	2946.1	2870.2
24feb2010	08:00	2956.1	2859.7
24feb2010	09:00	2969.1	2855.6
24feb2010	10:00	2959.9	2865.6
24feb2010	11:00	2937.3	2878.6
24feb2010	12:00	2918.4	2869.4
24feb2010	13:00	2914.0	2846.8
24feb2010	14:00	2927.3	2827.9
24feb2010	15:00	2962.1	2823.5
24feb2010	16:00	3005.6	2836.8
24feb2010	17:00	3036.8	2871.6
24feb2010	18:00	3054.8	2915.1
24feb2010	19:00	3061.8	2946.3
24feb2010	20:00	3094.9	2964.3
24feb2010	21:00	3132.0	2971.3
24feb2010	22:00	3135.1	3004.4
24feb2010	23:00	3111.5	3041.5

Tramo T3 del Río Guadalquivir:

Time-Series Results for Reach "T3"			
Project: TFG		Simulation Run: Run 2	
		Reach: T3	
Start of Run: 24feb2010, 00:00		Basin Model:	Rio_Guadalquivir_2
End of Run: 24feb2010, 23:00		Meteorologic Model:	Met 2
Compute Time: 28oct2016, 16:34:49		Control Specifications: Control 2	
Date	Time	Inflow (M3/S)	Outflow (M3/S)
24feb2010	00:00	4737.4	4646.9
24feb2010	01:00	4733.5	4646.9
24feb2010	02:00	4729.7	4646.9
24feb2010	03:00	4718.0	4643.0
24feb2010	04:00	4706.4	4639.2
24feb2010	05:00	4689.2	4627.5
24feb2010	06:00	4672.0	4615.9
24feb2010	07:00	4655.7	4598.7
24feb2010	08:00	4643.0	4581.5
24feb2010	09:00	4638.3	4565.2
24feb2010	10:00	4649.2	4552.5
24feb2010	11:00	4662.0	4547.8
24feb2010	12:00	4650.7	4558.7
24feb2010	13:00	4626.0	4571.5
24feb2010	14:00	4608.0	4560.2
24feb2010	15:00	4610.4	4535.5
24feb2010	16:00	4637.9	4517.5
24feb2010	17:00	4693.0	4519.9
24feb2010	18:00	4756.1	4547.4
24feb2010	19:00	4804.9	4602.5
24feb2010	20:00	4839.6	4665.6
24feb2010	21:00	4864.3	4714.4
24feb2010	22:00	4916.5	4749.1
24feb2010	23:00	4964.3	4773.8

Modelo 3 en la época 09/12/2010

Subcuenca Arroyo Valtocado:

Time-Series Results for Subbasin "Arroyo Valtocado"							
Project: TFG Simulation Run: Run 3							
Subbasin: Arroyo Valtocado							
Start of Run: 09dic2010, 00:00				Basin Model: Rio_Guadalquivir_3			
End of Run: 09dic2010, 23:00				Meteorologic Model: Met 3			
Compute Time: 28oct2016, 17:07:04				Control Specifications: Control 3			
Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
09dic2010	00:00				0.0	1327.5	1327.5
09dic2010	01:00	3.15	3.14	0.01	0.0	1321.6	1321.7
09dic2010	02:00	6.30	6.28	0.02	0.0	1315.9	1315.9
09dic2010	03:00	4.20	4.19	0.01	0.1	1310.1	1310.2
09dic2010	04:00	1.30	1.30	0.00	0.2	1304.4	1304.5
09dic2010	05:00	5.60	5.44	0.16	0.4	1298.6	1299.0
09dic2010	06:00	8.90	7.42	1.48	2.0	1293.0	1294.9
09dic2010	07:00	10.60	7.24	3.36	8.3	1287.3	1295.6
09dic2010	08:00	2.30	1.39	0.91	19.3	1281.6	1301.0
09dic2010	09:00	0.30	0.18	0.12	29.1	1276.0	1305.1
09dic2010	10:00	0.30	0.18	0.12	31.1	1270.4	1301.5
09dic2010	11:00	0.20	0.12	0.08	26.6	1264.9	1291.4
09dic2010	12:00	4.60	2.57	2.03	21.1	1259.3	1280.5
09dic2010	13:00	7.80	3.92	3.88	22.5	1253.8	1276.4
09dic2010	14:00	9.40	4.11	5.29	35.4	1248.3	1283.8
09dic2010	15:00	12.60	4.68	7.92	59.7	1242.9	1302.5
09dic2010	16:00	13.50	4.19	9.31	93.5	1237.4	1331.0
09dic2010	17:00	4.90	1.35	3.55	127.4	1232.0	1359.4
09dic2010	18:00	7.30	1.87	5.43	149.1	1226.6	1375.7
09dic2010	19:00	0.90	0.22	0.68	150.6	1221.2	1371.8
09dic2010	20:00	1.10	0.26	0.84	135.6	1215.9	1351.5
09dic2010	21:00	3.10	0.73	2.37	110.3	1210.6	1320.8
09dic2010	22:00	5.70	1.27	4.43	90.8	1205.2	1296.1
09dic2010	23:00	8.80	1.82	6.98	86.3	1200.0	1286.3

Subcuenca del Arroyo del Ermitaño:

Time-Series Results for Subbasin "Arroyo del Ermitaño"							
Project: TFG Simulation Run: Run 3 Subbasin: Arroyo del Ermitaño							
Start of Run: 09dic2010, 00:00				Basin Model: Rio_Guadalquivir_3			
End of Run: 09dic2010, 23:00				Meteorologic Model: Met 3			
Compute Time: 28oct2016, 17:07:04				Control Specifications: Control 3			
Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
09dic2010	00:00				0.0	1327.5	1327.5
09dic2010	01:00	3.15	3.14	0.01	0.0	1321.6	1321.7
09dic2010	02:00	6.30	6.28	0.02	0.1	1315.9	1316.0
09dic2010	03:00	4.20	4.18	0.02	0.3	1310.1	1310.4
09dic2010	04:00	1.30	1.24	0.06	0.6	1304.4	1305.0
09dic2010	05:00	5.60	4.84	0.76	3.3	1298.6	1301.9
09dic2010	06:00	8.90	6.30	2.60	16.2	1293.0	1309.2
09dic2010	07:00	10.60	5.89	4.71	48.9	1287.3	1336.1
09dic2010	08:00	2.30	1.10	1.20	85.3	1281.6	1366.9
09dic2010	09:00	0.30	0.14	0.16	89.8	1276.0	1365.9
09dic2010	10:00	0.30	0.14	0.16	66.9	1270.4	1337.4
09dic2010	11:00	0.20	0.09	0.11	40.7	1264.9	1305.6
09dic2010	12:00	4.60	2.01	2.59	32.4	1259.3	1291.7
09dic2010	13:00	7.80	3.01	4.79	54.2	1253.8	1308.1
09dic2010	14:00	9.40	3.09	6.31	103.2	1248.3	1351.5
09dic2010	15:00	12.60	3.43	9.17	169.0	1242.9	1411.8
09dic2010	16:00	13.50	2.99	10.51	244.9	1237.4	1482.3
09dic2010	17:00	4.90	0.95	3.95	296.8	1232.0	1528.8
09dic2010	18:00	7.30	1.30	6.00	292.1	1226.6	1518.7
09dic2010	19:00	0.90	0.15	0.75	253.0	1221.2	1474.2
09dic2010	20:00	1.10	0.18	0.92	188.9	1215.9	1404.8
09dic2010	21:00	3.10	0.50	2.60	134.8	1210.6	1345.4
09dic2010	22:00	5.70	0.88	4.82	115.4	1205.2	1320.6
09dic2010	23:00	8.80	1.24	7.56	142.6	1200.0	1342.6

Subcuenca del Barranco de Agua:

Time-Series Results for Subbasin "Barranco del Agua"

Project: TFG Simulation Run: Run 3
Subbasin: Barranco del Agua

Start of Run: 09dic2010, 00:00 Basin Model: Rio_Guadalquivir_3
End of Run: 09dic2010, 23:00 Meteorologic Model: Met 3
Compute Time: 28oct2016, 17:07:04 Control Specifications: Control 3

Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)
09dic2010	00:00				0.0
09dic2010	01:00	3.15	3.14	0.01	0.0
09dic2010	02:00	6.30	6.28	0.02	0.0
09dic2010	03:00	4.20	4.19	0.01	0.1
09dic2010	04:00	1.30	1.30	0.00	0.1
09dic2010	05:00	5.60	5.59	0.01	0.2
09dic2010	06:00	8.90	8.24	0.66	0.7
09dic2010	07:00	10.60	8.26	2.34	3.4
09dic2010	08:00	2.30	1.61	0.69	9.0
09dic2010	09:00	0.30	0.21	0.09	17.0
09dic2010	10:00	0.30	0.20	0.10	23.4
09dic2010	11:00	0.20	0.14	0.06	25.7
09dic2010	12:00	4.60	3.01	1.59	25.6
09dic2010	13:00	7.80	4.64	3.16	26.6
09dic2010	14:00	9.40	4.94	4.46	33.3
09dic2010	15:00	12.60	5.71	6.89	51.2
09dic2010	16:00	13.50	5.20	8.30	81.7
09dic2010	17:00	4.90	1.69	3.21	119.6
09dic2010	18:00	7.30	2.36	4.94	157.5
09dic2010	19:00	0.90	0.28	0.62	181.6
09dic2010	20:00	1.10	0.34	0.76	188.4
09dic2010	21:00	3.10	0.93	2.17	178.7
09dic2010	22:00	5.70	1.63	4.07	160.0

Subcuenca del Salado de los Villares:

Time-Series Results for Subbasin "Salado de los Villares"							
Project: TFG				Simulation Run: Run 3			
Subbasin: Salado de los Villares							
Start of Run: 09dic2010, 00:00		Basin Model: Rio_Guadalquivir_3					
End of Run: 09dic2010, 23:00		Meteorologic Model: Met 3					
Compute Time: 28oct2016, 17:07:04		Control Specifications: Control 3					
Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
09dic2010	00:00				0.0	1327.5	1327.5
09dic2010	01:00	3.15	3.14	0.01	0.0	1324.6	1324.6
09dic2010	02:00	6.30	6.28	0.02	0.1	1321.8	1321.9
09dic2010	03:00	4.20	4.19	0.01	0.3	1319.0	1319.2
09dic2010	04:00	1.30	1.30	0.00	0.4	1316.2	1316.5
09dic2010	05:00	5.60	5.59	0.01	0.4	1313.4	1313.8
09dic2010	06:00	8.90	8.88	0.02	0.5	1310.5	1311.0
09dic2010	07:00	10.60	9.78	0.82	2.8	1307.7	1310.6
09dic2010	08:00	2.30	1.95	0.35	9.0	1305.0	1314.0
09dic2010	09:00	0.30	0.25	0.05	13.8	1302.2	1316.0
09dic2010	10:00	0.30	0.25	0.05	13.7	1299.4	1313.1
09dic2010	11:00	0.20	0.17	0.03	10.2	1296.6	1306.9
09dic2010	12:00	4.60	3.69	0.91	9.3	1293.8	1303.1
09dic2010	13:00	7.80	5.80	2.00	18.3	1291.1	1309.4
09dic2010	14:00	9.40	6.32	3.08	40.8	1288.3	1329.1
09dic2010	15:00	12.60	7.49	5.11	78.1	1285.6	1363.7
09dic2010	16:00	13.50	7.01	6.49	130.5	1282.8	1413.3
09dic2010	17:00	4.90	2.32	2.58	178.6	1280.1	1458.7
09dic2010	18:00	7.30	3.26	4.04	197.5	1277.4	1474.8
09dic2010	19:00	0.90	0.39	0.51	188.0	1274.6	1462.6
09dic2010	20:00	1.10	0.47	0.63	153.4	1271.9	1425.3
09dic2010	21:00	3.10	1.30	1.80	116.6	1269.2	1385.8
09dic2010	22:00	5.70	2.29	3.41	98.6	1266.5	1365.1
09dic2010	23:00	8.80	3.32	5.48	113.0	1263.8	1376.8

Tramo T1 del Río Guadalquivir:

Time-Series Results for Reach "T1"

Project: TFG Simulation Run: Run 3
Reach: T1

Start of Run: 09dic2010, 00:00 Basin Model: Rio_Guadalquivir_3
End of Run: 09dic2010, 23:00 Meteorologic Model: Met 3
Compute Time: 28oct2016, 17:07:04 Control Specifications: Control 3

Date	Time	Inflow (M3/S)	Outflow (M3/S)
09dic2010	00:00	1327.5	1251.9
09dic2010	01:00	1321.7	1251.9
09dic2010	02:00	1315.9	1251.9
09dic2010	03:00	1310.2	1246.1
09dic2010	04:00	1304.5	1240.3
09dic2010	05:00	1299.0	1234.6
09dic2010	06:00	1294.9	1228.9
09dic2010	07:00	1295.6	1223.4
09dic2010	08:00	1301.0	1219.3
09dic2010	09:00	1305.1	1220.0
09dic2010	10:00	1301.5	1225.4
09dic2010	11:00	1291.4	1229.5
09dic2010	12:00	1280.5	1225.9
09dic2010	13:00	1276.4	1215.8
09dic2010	14:00	1283.8	1204.9
09dic2010	15:00	1302.5	1200.8
09dic2010	16:00	1331.0	1208.2
09dic2010	17:00	1359.4	1226.9
09dic2010	18:00	1375.7	1255.4
09dic2010	19:00	1371.8	1283.8
09dic2010	20:00	1351.5	1300.1
09dic2010	21:00	1320.8	1296.2
09dic2010	22:00	1296.1	1275.9
09dic2010	23:00	1286.3	1245.2

Tramo T2 del Río Guadalquivir:

Time-Series Results for Reach "T2"

Project: TFG Simulation Run: Run 3
Reach: T2

Start of Run: 09dic2010, 00:00 Basin Model: Rio_Guadalquivir_3
End of Run: 09dic2010, 23:00 Meteorologic Model: Met 3
Compute Time: 28oct2016, 17:07:04 Control Specifications: Control 3

Date	Time	Inflow (M3/S)	Outflow (M3/S)
09dic2010	00:00	2579.3	2503.7
09dic2010	01:00	2573.5	2503.7
09dic2010	02:00	2567.9	2503.7
09dic2010	03:00	2556.5	2497.9
09dic2010	04:00	2545.3	2492.3
09dic2010	05:00	2536.5	2480.9
09dic2010	06:00	2538.1	2469.7
09dic2010	07:00	2559.5	2460.9
09dic2010	08:00	2586.3	2462.5
09dic2010	09:00	2585.9	2483.9
09dic2010	10:00	2562.7	2510.7
09dic2010	11:00	2535.1	2510.3
09dic2010	12:00	2517.6	2487.1
09dic2010	13:00	2523.9	2459.5
09dic2010	14:00	2556.4	2442.0
09dic2010	15:00	2612.6	2448.3
09dic2010	16:00	2690.5	2480.8
09dic2010	17:00	2755.7	2537.0
09dic2010	18:00	2774.0	2614.9
09dic2010	19:00	2758.0	2680.1
09dic2010	20:00	2704.9	2698.4
09dic2010	21:00	2641.6	2682.4
09dic2010	22:00	2596.5	2629.3
09dic2010	23:00	2587.8	2566.0

Tramo T3 del Río Guadalquivir:

Time-Series Results for Reach "T3"			
Project: TFG Simulation Run: Run 3			
Reach: T3			
Start of Run: 09dic2010, 00:00		Basin Model: Rio_Guadalquivir_3	
End of Run: 09dic2010, 23:00		Meteorologic Model: Met 3	
Compute Time: 28oct2016, 17:07:04		Control Specifications: Control 3	
Date	Time	Inflow (M3/S)	Outflow (M3/S)
09dic2010	00:00	3831.2	3755.6
09dic2010	01:00	3828.4	3755.6
09dic2010	02:00	3825.5	3755.6
09dic2010	03:00	3817.0	3752.8
09dic2010	04:00	3808.6	3749.9
09dic2010	05:00	3794.5	3741.4
09dic2010	06:00	3781.0	3733.0
09dic2010	07:00	3772.1	3718.9
09dic2010	08:00	3776.5	3705.4
09dic2010	09:00	3803.1	3696.5
09dic2010	10:00	3833.5	3700.9
09dic2010	11:00	3832.6	3727.5
09dic2010	12:00	3806.5	3757.9
09dic2010	13:00	3777.1	3757.0
09dic2010	14:00	3763.7	3730.9
09dic2010	15:00	3785.1	3701.5
09dic2010	16:00	3845.3	3688.1
09dic2010	17:00	3936.7	3709.5
09dic2010	18:00	4049.7	3769.7
09dic2010	19:00	4136.4	3861.1
09dic2010	20:00	4158.8	3974.1
09dic2010	21:00	4130.3	4060.8
09dic2010	22:00	4055.7	4083.2
09dic2010	23:00	3974.8	4054.7

Modelo 4 en la época 23/12/2010

Subcuenca Arroyo Valtocado:

Time-Series Results for Subbasin "Arroyo Valtocado"							
Project: TFG Simulation Run: Run 4 Subbasin: Arroyo Valtocado							
Start of Run: 23dic2010, 00:00				Basin Model: Rio_Guadalquivir_4			
End of Run: 23dic2010, 23:00				Meteorologic Model: Met 4			
Compute Time: 28oct2016, 17:32:55				Control Specifications: Control 4			
Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
23dic2010	00:00				0.0	1179.4	1179.4
23dic2010	01:00	2.12	2.11	0.01	0.0	1174.2	1174.2
23dic2010	02:00	3.50	3.49	0.01	0.0	1169.1	1169.1
23dic2010	03:00	5.60	5.58	0.02	0.1	1164.0	1164.0
23dic2010	04:00	7.90	7.82	0.08	0.2	1158.9	1159.1
23dic2010	05:00	4.30	3.89	0.41	0.8	1153.8	1154.6
23dic2010	06:00	2.61	2.19	0.42	2.1	1148.7	1150.9
23dic2010	07:00	0.60	0.49	0.11	4.0	1143.7	1147.7
23dic2010	08:00	0.40	0.32	0.08	5.3	1138.7	1144.0
23dic2010	09:00	0.90	0.71	0.19	5.5	1133.7	1139.2
23dic2010	10:00	10.30	7.27	3.03	7.7	1128.7	1136.5
23dic2010	11:00	12.60	7.18	5.42	18.0	1123.8	1141.8
23dic2010	12:00	13.50	6.17	7.33	41.4	1118.9	1160.3
23dic2010	13:00	4.60	1.82	2.78	71.1	1114.0	1185.1
23dic2010	14:00	8.90	3.20	5.70	96.5	1109.1	1205.6
23dic2010	15:00	4.30	1.41	2.89	109.6	1104.2	1213.8
23dic2010	16:00	7.30	2.22	5.08	115.0	1099.4	1214.4
23dic2010	17:00	3.20	0.91	2.29	113.8	1094.6	1208.4
23dic2010	18:00	1.20	0.33	0.87	108.6	1089.8	1198.4
23dic2010	19:00	3.20	0.86	2.34	96.6	1085.0	1181.6
23dic2010	20:00	2.30	0.60	1.70	82.7	1080.3	1163.0
23dic2010	21:00	5.60	1.39	4.21	73.8	1075.5	1149.3
23dic2010	22:00	9.20	2.10	7.10	75.5	1070.8	1146.4
23dic2010	23:00	1.90	0.41	1.49	87.1	1066.1	1153.2

Subcuenca del Arroyo del Ermitaño:

Time-Series Results for Subbasin "Arroyo del Ermitaño"							
Project: TFG				Simulation Run: Run 4			
Subbasin: Arroyo del Ermitaño							
Start of Run: 23dic2010, 00:00		Basin Model: Río_Guadalquivir_4					
End of Run: 23dic2010, 23:00		Meteorologic Model: Met 4					
Compute Time: 28oct2016, 17:32:55		Control Specifications: Control 4					
Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
23dic2010	00:00				0.0	1179.4	1179.4
23dic2010	01:00	2.12	2.11	0.01	0.0	1174.2	1174.3
23dic2010	02:00	3.50	3.49	0.01	0.1	1169.1	1169.2
23dic2010	03:00	5.60	5.58	0.02	0.2	1164.0	1164.2
23dic2010	04:00	7.90	7.34	0.56	2.0	1158.9	1160.9
23dic2010	05:00	4.30	3.36	0.94	8.6	1153.8	1162.4
23dic2010	06:00	2.61	1.85	0.76	18.0	1148.7	1166.7
23dic2010	07:00	0.60	0.41	0.19	23.2	1143.7	1166.9
23dic2010	08:00	0.40	0.27	0.13	20.9	1138.7	1159.6
23dic2010	09:00	0.90	0.60	0.30	15.9	1133.7	1149.6
23dic2010	10:00	10.30	5.95	4.35	25.5	1128.7	1154.2
23dic2010	11:00	12.60	5.63	6.97	72.4	1123.8	1196.2
23dic2010	12:00	13.50	4.66	8.84	149.1	1118.9	1268.0
23dic2010	13:00	4.60	1.35	3.25	212.7	1114.0	1326.6
23dic2010	14:00	8.90	2.33	6.57	228.0	1109.1	1337.1
23dic2010	15:00	4.30	1.02	3.28	223.2	1104.2	1327.5
23dic2010	16:00	7.30	1.58	5.72	210.0	1099.4	1309.4
23dic2010	17:00	3.20	0.64	2.56	201.2	1094.6	1295.7
23dic2010	18:00	1.20	0.23	0.97	172.9	1089.8	1262.7
23dic2010	19:00	3.20	0.60	2.60	136.6	1085.0	1221.6
23dic2010	20:00	2.30	0.42	1.88	111.2	1080.3	1191.5
23dic2010	21:00	5.60	0.97	4.63	107.4	1075.5	1182.9
23dic2010	22:00	9.20	1.45	7.75	136.1	1070.8	1207.0
23dic2010	23:00	1.90	0.28	1.62	172.6	1066.1	1238.7

Subcuenca del Barranco de Agua:

Time-Series Results for Subbasin "Barranco del Agua"							
Project: TFG Simulation Run: Run 4							
Subbasin: Barranco del Agua							
Start of Run: 23dic2010, 00:00				Basin Model: Rio_Guadalquivir_4			
End of Run: 23dic2010, 23:00				Meteorologic Model: Met 4			
Compute Time: 28oct2016, 17:32:55				Control Specifications: Control 4			
Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
23dic2010	00:00				0.0	1179.4	1179.4
23dic2010	01:00	2.12	2.11	0.01	0.0	1176.9	1176.9
23dic2010	02:00	3.50	3.49	0.01	0.0	1174.4	1174.4
23dic2010	03:00	5.60	5.59	0.01	0.1	1171.9	1171.9
23dic2010	04:00	7.90	7.88	0.02	0.1	1169.4	1169.5
23dic2010	05:00	4.30	4.23	0.07	0.2	1166.9	1167.1
23dic2010	06:00	2.61	2.43	0.18	0.6	1164.4	1164.9
23dic2010	07:00	0.60	0.54	0.06	1.1	1161.9	1162.9
23dic2010	08:00	0.40	0.36	0.04	1.7	1159.4	1161.1
23dic2010	09:00	0.90	0.80	0.10	2.3	1156.9	1159.3
23dic2010	10:00	10.30	8.26	2.04	4.1	1154.5	1158.6
23dic2010	11:00	12.60	8.37	4.23	10.3	1152.0	1162.3
23dic2010	12:00	13.50	7.38	6.12	25.8	1149.5	1175.3
23dic2010	13:00	4.60	2.21	2.39	50.3	1147.1	1197.4
23dic2010	14:00	8.90	3.92	4.98	80.5	1144.6	1225.2
23dic2010	15:00	4.30	1.74	2.56	107.1	1142.2	1249.3
23dic2010	16:00	7.30	2.76	4.54	128.4	1139.8	1268.1
23dic2010	17:00	3.20	1.14	2.06	141.6	1137.3	1278.9
23dic2010	18:00	1.20	0.42	0.78	146.1	1134.9	1281.0
23dic2010	19:00	3.20	1.08	2.12	142.0	1132.5	1274.5
23dic2010	20:00	2.30	0.75	1.55	132.3	1130.0	1262.4
23dic2010	21:00	5.60	1.76	3.84	121.8	1127.6	1249.4
23dic2010	22:00	9.20	2.67	6.53	117.4	1125.2	1242.6
23dic2010	23:00	1.90	0.52	1.38	119.9	1122.8	1242.7

Subcuenca del Salado de los Villares:

Time-Series Results for Subbasin "Salado de los Villares"

Project: TFG Simulation Run: Run 4
Subbasin: Salado de los Villares

Start of Run: 23dic2010, 00:00 Basin Model: Rio_Guadalquivir_4
End of Run: 23dic2010, 23:00 Meteorologic Model: Met 4
Compute Time: 28oct2016, 17:32:55 Control Specifications: Control 4

Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
23dic2010	00:00				0.0	1179.4	1179.4
23dic2010	01:00	2.12	2.11	0.01	0.0	1176.9	1176.9
23dic2010	02:00	3.50	3.49	0.01	0.1	1174.4	1174.4
23dic2010	03:00	5.60	5.59	0.01	0.2	1171.9	1172.0
23dic2010	04:00	7.90	7.88	0.02	0.3	1169.4	1169.7
23dic2010	05:00	4.30	4.29	0.01	0.5	1166.9	1167.4
23dic2010	06:00	2.61	2.60	0.01	0.6	1164.4	1165.0
23dic2010	07:00	0.60	0.60	0.00	0.5	1161.9	1162.4
23dic2010	08:00	0.40	0.40	0.00	0.4	1159.4	1159.8
23dic2010	09:00	0.90	0.90	0.00	0.3	1156.9	1157.2
23dic2010	10:00	10.30	9.72	0.58	1.8	1154.5	1156.3
23dic2010	11:00	12.60	10.24	2.36	12.0	1152.0	1164.0
23dic2010	12:00	13.50	9.37	4.13	40.4	1149.5	1189.9
23dic2010	13:00	4.60	2.88	1.72	78.0	1147.1	1225.1
23dic2010	14:00	8.90	5.17	3.73	105.4	1144.6	1250.1
23dic2010	15:00	4.30	2.33	1.97	121.5	1142.2	1263.7
23dic2010	16:00	7.30	3.73	3.57	128.2	1139.8	1268.0
23dic2010	17:00	3.20	1.55	1.65	132.8	1137.3	1270.1
23dic2010	18:00	1.20	0.57	0.63	124.1	1134.9	1259.0
23dic2010	19:00	3.20	1.49	1.71	105.4	1132.5	1237.9
23dic2010	20:00	2.30	1.04	1.26	89.0	1130.0	1219.0
23dic2010	21:00	5.60	2.44	3.16	84.4	1127.6	1212.0
23dic2010	22:00	9.20	3.76	5.44	102.9	1125.2	1228.1
23dic2010	23:00	1.90	0.74	1.16	131.2	1122.8	1254.0

Tramo T1 del Río Guadalquivir:

Time-Series Results for Reach "T1"

Project: TFG Simulation Run: Run 4
Reach: T1

Start of Run: 23dic2010, 00:00 Basin Model: Rio_Guadalquivir_4
End of Run: 23dic2010, 23:00 Meteorologic Model: Met 4
Compute Time: 28oct2016, 17:32:55 Control Specifications: Control 4

Date	Time	Inflow (M3/S)	Outflow (M3/S)
23dic2010	00:00	1179.4	1128.6
23dic2010	01:00	1174.2	1128.6
23dic2010	02:00	1169.1	1128.6
23dic2010	03:00	1164.0	1123.4
23dic2010	04:00	1159.1	1118.3
23dic2010	05:00	1154.6	1113.2
23dic2010	06:00	1150.9	1108.3
23dic2010	07:00	1147.7	1103.8
23dic2010	08:00	1144.0	1100.1
23dic2010	09:00	1139.2	1096.9
23dic2010	10:00	1136.5	1093.2
23dic2010	11:00	1141.8	1088.4
23dic2010	12:00	1160.3	1085.7
23dic2010	13:00	1185.1	1091.0
23dic2010	14:00	1205.6	1109.5
23dic2010	15:00	1213.8	1134.3
23dic2010	16:00	1214.4	1154.8
23dic2010	17:00	1208.4	1163.0
23dic2010	18:00	1198.4	1163.6
23dic2010	19:00	1181.6	1157.6
23dic2010	20:00	1163.0	1147.6
23dic2010	21:00	1149.3	1130.8
23dic2010	22:00	1146.4	1112.2
23dic2010	23:00	1153.2	1098.5

Tramo T2 del Río Guadalquivir:

Time-Series Results for Reach "T2"			
Project: TFG		Simulation Run: Run 4	
		Reach: T2	
Start of Run: 23dic2010, 00:00		Basin Model:	Rio_Guadalquivir_4
End of Run: 23dic2010, 23:00		Meteorologic Model:	Met 4
Compute Time: 28oct2016, 17:32:55		Control Specifications: Control 4	
Date	Time	Inflow (M3/S)	Outflow (M3/S)
23dic2010	00:00	2308.0	2257.2
23dic2010	01:00	2302.9	2257.2
23dic2010	02:00	2297.8	2257.2
23dic2010	03:00	2287.6	2252.1
23dic2010	04:00	2279.2	2247.0
23dic2010	05:00	2275.7	2236.8
23dic2010	06:00	2275.0	2228.4
23dic2010	07:00	2270.7	2224.9
23dic2010	08:00	2259.7	2224.2
23dic2010	09:00	2246.5	2219.9
23dic2010	10:00	2247.4	2208.9
23dic2010	11:00	2284.6	2195.7
23dic2010	12:00	2353.7	2196.6
23dic2010	13:00	2417.6	2233.8
23dic2010	14:00	2446.6	2302.9
23dic2010	15:00	2461.8	2366.8
23dic2010	16:00	2464.2	2395.8
23dic2010	17:00	2458.8	2411.0
23dic2010	18:00	2426.3	2413.4
23dic2010	19:00	2379.2	2408.0
23dic2010	20:00	2339.1	2375.5
23dic2010	21:00	2313.7	2328.4
23dic2010	22:00	2319.1	2288.3
23dic2010	23:00	2337.2	2262.9

Tramo T3 del Río Guadalquivir:

Time-Series Results for Reach "T3"

Project: TFG Simulation Run: Run 4
Reach: T3

Start of Run: 23dic2010, 00:00 Basin Model: Rio_Guadalquivir_4
End of Run: 23dic2010, 23:00 Meteorologic Model: Met 4
Compute Time: 28oct2016, 17:32:55 Control Specifications: Control 4

Date	Time	Inflow (M3/S)	Outflow (M3/S)
23dic2010	00:00	3436.6	3385.8
23dic2010	01:00	3434.1	3385.8
23dic2010	02:00	3431.6	3385.8
23dic2010	03:00	3424.0	3383.3
23dic2010	04:00	3416.5	3380.8
23dic2010	05:00	3403.9	3373.2
23dic2010	06:00	3393.4	3365.7
23dic2010	07:00	3387.8	3353.1
23dic2010	08:00	3385.3	3342.6
23dic2010	09:00	3379.1	3337.0
23dic2010	10:00	3367.4	3334.5
23dic2010	11:00	3358.0	3328.3
23dic2010	12:00	3372.0	3316.6
23dic2010	13:00	3431.2	3307.2
23dic2010	14:00	3528.1	3321.2
23dic2010	15:00	3616.1	3380.4
23dic2010	16:00	3663.9	3477.3
23dic2010	17:00	3689.8	3565.3
23dic2010	18:00	3694.4	3613.1
23dic2010	19:00	3682.5	3639.0
23dic2010	20:00	3637.9	3643.6
23dic2010	21:00	3577.8	3631.7
23dic2010	22:00	3531.0	3587.1
23dic2010	23:00	3505.6	3527.0

Modelo 5 en la época 14/03/2013

Subcuenca Arroyo Valtocado:

Time-Series Results for Subbasin "Arroyo Valtocado"							
Project: TFG				Simulation Run: Run 5			
Subbasin: Arroyo Valtocado							
Start of Run: 14mar2013, 00:00				Basin Model: Rio_Guadalquivir_5			
End of Run: 14mar2013, 23:00				Meteorologic Model: Met 5			
Compute Time: 28oct2016, 17:57:06				Control Specifications: Control 5			
Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
14mar2013	00:00				0.0	1039.2	1039.2
14mar2013	01:00	1.90	1.89	0.01	0.0	1034.7	1034.7
14mar2013	02:00	1.60	1.60	0.00	0.0	1030.2	1030.2
14mar2013	03:00	5.20	5.18	0.02	0.1	1025.7	1025.7
14mar2013	04:00	3.20	3.19	0.01	0.1	1021.2	1021.3
14mar2013	05:00	6.50	6.46	0.04	0.2	1016.7	1016.9
14mar2013	06:00	4.50	4.13	0.37	0.6	1012.2	1012.9
14mar2013	07:00	7.60	6.11	1.49	2.8	1007.8	1010.6
14mar2013	08:00	9.80	6.61	3.19	9.5	1003.4	1012.9
14mar2013	09:00	12.50	6.87	5.63	24.5	999.0	1023.5
14mar2013	10:00	13.50	5.98	7.52	49.9	994.6	1044.5
14mar2013	11:00	8.20	3.08	5.12	81.6	990.3	1071.9
14mar2013	12:00	11.20	3.67	7.53	111.9	985.9	1097.8
14mar2013	13:00	0.30	0.09	0.21	129.7	981.6	1111.3
14mar2013	14:00	0.10	0.03	0.07	128.5	977.3	1105.8
14mar2013	15:00	0.60	0.18	0.42	106.7	973.0	1079.7
14mar2013	16:00	0.90	0.27	0.63	79.4	968.8	1048.2
14mar2013	17:00	1.10	0.32	0.78	56.0	964.5	1020.5
14mar2013	18:00	0.50	0.15	0.35	41.0	960.3	1001.3
14mar2013	19:00	0.20	0.06	0.14	32.0	956.1	988.1
14mar2013	20:00	1.40	0.40	1.00	25.4	951.9	977.3
14mar2013	21:00	2.30	0.65	1.65	22.5	947.7	970.2
14mar2013	22:00	2.10	0.57	1.53	23.8	943.6	967.4
14mar2013	23:00	1.90	0.51	1.39	28.0	939.4	967.4

Subcuenca del Arroyo del Ermitaño:

Time-Series Results for Subbasin "Arroyo del Ermitaño"							
Project: TFG Simulation Run: Run 5 Subbasin: Arroyo del Ermitaño							
Start of Run: 14mar2013, 00:00				Basin Model: Rio_Guadalquivir_5			
End of Run: 14mar2013, 23:00				Meteorologic Model: Met 5			
Compute Time: 28oct2016, 17:57:06				Control Specifications: Control 5			
Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
14mar2013	00:00				0.0	1039.2	1039.2
14mar2013	01:00	1.90	1.89	0.01	0.0	1034.7	1034.7
14mar2013	02:00	1.60	1.60	0.00	0.1	1030.2	1030.2
14mar2013	03:00	5.20	5.18	0.02	0.2	1025.7	1025.8
14mar2013	04:00	3.20	3.19	0.01	0.3	1021.2	1021.4
14mar2013	05:00	6.50	6.06	0.44	1.7	1016.7	1018.4
14mar2013	06:00	4.50	3.58	0.92	7.4	1012.2	1019.6
14mar2013	07:00	7.60	5.14	2.46	21.6	1007.8	1029.4
14mar2013	08:00	9.80	5.36	4.44	51.6	1003.4	1055.0
14mar2013	09:00	12.50	5.36	7.14	102.2	999.0	1101.2
14mar2013	10:00	13.50	4.50	9.00	172.1	994.6	1166.7
14mar2013	11:00	8.20	2.26	5.94	235.6	990.3	1225.8
14mar2013	12:00	11.20	2.64	8.56	269.7	985.9	1255.7
14mar2013	13:00	0.30	0.06	0.24	269.1	981.6	1250.7
14mar2013	14:00	0.10	0.02	0.08	210.4	977.3	1187.7
14mar2013	15:00	0.60	0.13	0.47	134.9	973.0	1107.9
14mar2013	16:00	0.90	0.19	0.71	79.2	968.8	1048.0
14mar2013	17:00	1.10	0.23	0.87	55.2	964.5	1019.7
14mar2013	18:00	0.50	0.10	0.40	43.7	960.3	1004.0
14mar2013	19:00	0.20	0.04	0.16	34.1	956.1	990.2
14mar2013	20:00	1.40	0.28	1.12	27.3	951.9	979.2
14mar2013	21:00	2.30	0.46	1.84	31.1	947.7	978.8
14mar2013	22:00	2.10	0.40	1.70	43.8	943.6	987.4
14mar2013	23:00	1.90	0.36	1.54	55.4	939.4	994.8

Subcuenca del Barranco de Agua:

Time-Series Results for Subbasin "Barranco del Agua"							
Project: TFG Simulation Run: Run 5							
Subbasin: Barranco del Agua							
Start of Run: 14mar2013, 00:00				Basin Model: Rio_Guadalquivir_5			
End of Run: 14mar2013, 23:00				Meteorologic Model: Met 5			
Compute Time: 28oct2016, 17:57:06				Control Specifications: Control 5			
Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
14mar2013	00:00				0.0	1039.2	1039.2
14mar2013	01:00	1.90	1.90	0.00	0.0	1037.0	1037.0
14mar2013	02:00	1.60	1.60	0.00	0.0	1034.8	1034.8
14mar2013	03:00	5.20	5.19	0.01	0.0	1032.6	1032.6
14mar2013	04:00	3.20	3.19	0.01	0.1	1030.4	1030.5
14mar2013	05:00	6.50	6.48	0.02	0.1	1028.2	1028.4
14mar2013	06:00	4.50	4.45	0.05	0.2	1026.0	1026.3
14mar2013	07:00	7.60	6.82	0.78	0.9	1023.8	1024.7
14mar2013	08:00	9.80	7.55	2.25	3.8	1021.6	1025.4
14mar2013	09:00	12.50	8.05	4.45	12.3	1019.5	1031.7
14mar2013	10:00	13.50	7.17	6.33	30.4	1017.3	1047.6
14mar2013	11:00	8.20	3.76	4.44	58.2	1015.1	1073.3
14mar2013	12:00	11.20	4.54	6.66	93.7	1012.9	1106.6
14mar2013	13:00	0.30	0.11	0.19	125.9	1010.8	1136.7
14mar2013	14:00	0.10	0.04	0.06	147.2	1008.6	1155.8
14mar2013	15:00	0.60	0.23	0.37	149.3	1006.5	1155.8
14mar2013	16:00	0.90	0.33	0.57	134.3	1004.3	1138.6
14mar2013	17:00	1.10	0.40	0.70	111.4	1002.2	1113.5
14mar2013	18:00	0.50	0.18	0.32	88.7	1000.0	1088.7
14mar2013	19:00	0.20	0.07	0.13	68.7	997.9	1066.6
14mar2013	20:00	1.40	0.50	0.90	54.8	995.8	1050.6
14mar2013	21:00	2.30	0.81	1.49	46.0	993.6	1039.7
14mar2013	22:00	2.10	0.72	1.38	41.9	991.5	1033.5
14mar2013	23:00	1.90	0.64	1.26	41.8	989.4	1031.2

Subcuenca del Salado de los Villares:

Time-Series Results for Subbasin "Salado de los Villares"							
Project: TFG Simulation Run: Run 5 Subbasin: Salado de los Villares							
Start of Run: 14mar2013, 00:00				Basin Model: Rio_Guadalquivir_5			
End of Run: 14mar2013, 23:00				Meteorologic Model: Met 5			
Compute Time: 28oct2016, 18:24:29				Control Specifications: Control 5			
Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
14mar2013	00:00				0.0	1039.2	1039.2
14mar2013	01:00	1.90	1.90	0.00	0.0	1037.0	1037.0
14mar2013	02:00	1.60	1.60	0.00	0.1	1034.8	1034.9
14mar2013	03:00	5.20	5.19	0.01	0.1	1032.6	1032.7
14mar2013	04:00	3.20	3.19	0.01	0.2	1030.4	1030.6
14mar2013	05:00	6.50	6.48	0.02	0.4	1028.2	1028.6
14mar2013	06:00	4.50	4.49	0.01	0.5	1026.0	1026.5
14mar2013	07:00	7.60	7.57	0.03	0.6	1023.8	1024.4
14mar2013	08:00	9.80	8.96	0.84	3.0	1021.6	1024.7
14mar2013	09:00	12.50	9.90	2.60	15.5	1019.5	1035.0
14mar2013	10:00	13.50	9.15	4.35	46.7	1017.3	1063.9
14mar2013	11:00	8.20	4.92	3.28	90.0	1015.1	1105.1
14mar2013	12:00	11.20	6.07	5.13	130.5	1012.9	1143.4
14mar2013	13:00	0.30	0.15	0.15	153.3	1010.8	1164.1
14mar2013	14:00	0.10	0.05	0.05	138.1	1008.6	1146.7
14mar2013	15:00	0.60	0.30	0.30	100.5	1006.5	1107.0
14mar2013	16:00	0.90	0.45	0.45	64.4	1004.3	1068.8
14mar2013	17:00	1.10	0.55	0.55	44.5	1002.2	1046.7
14mar2013	18:00	0.50	0.25	0.25	35.3	1000.0	1035.3
14mar2013	19:00	0.20	0.10	0.10	28.1	997.9	1026.0
14mar2013	20:00	1.40	0.69	0.71	22.9	995.8	1018.6
14mar2013	21:00	2.30	1.11	1.19	23.8	993.6	1017.4
14mar2013	22:00	2.10	0.99	1.11	31.4	991.5	1022.9
14mar2013	23:00	1.90	0.88	1.02	40.2	989.4	1029.6

Tramo T1 del Río Guadalquivir:

Time-Series Results for Reach "T1"

Project: TFG Simulation Run: Run 5
Reach: T1

Start of Run: 14mar2013, 00:00 Basin Model: Rio_Guadalquivir_5
End of Run: 14mar2013, 23:00 Meteorologic Model: Met 5
Compute Time: 28oct2016, 17:57:06 Control Specifications: Control 5

Date	Time	Inflow (M3/S)	Outflow (M3/S)
14mar2013	00:00	1039.2	996.4
14mar2013	01:00	1034.7	996.4
14mar2013	02:00	1030.2	996.4
14mar2013	03:00	1025.7	991.9
14mar2013	04:00	1021.3	987.4
14mar2013	05:00	1016.9	982.9
14mar2013	06:00	1012.9	978.5
14mar2013	07:00	1010.6	974.1
14mar2013	08:00	1012.9	970.1
14mar2013	09:00	1023.5	967.8
14mar2013	10:00	1044.5	970.1
14mar2013	11:00	1071.9	980.7
14mar2013	12:00	1097.8	1001.7
14mar2013	13:00	1111.3	1029.1
14mar2013	14:00	1105.8	1055.0
14mar2013	15:00	1079.7	1068.5
14mar2013	16:00	1048.2	1063.0
14mar2013	17:00	1020.5	1036.9
14mar2013	18:00	1001.3	1005.4
14mar2013	19:00	988.1	977.7
14mar2013	20:00	977.3	958.5
14mar2013	21:00	970.2	945.3
14mar2013	22:00	967.4	934.5
14mar2013	23:00	967.4	927.4

Tramo T2 del Río Guadalquivir:

Time-Series Results for Reach "T2"

Project: TFG Simulation Run: Run 5
Reach: T2

Start of Run: 14mar2013, 00:00 Basin Model: Rio_Guadalquivir_5
End of Run: 14mar2013, 23:00 Meteorologic Model: Met 5
Compute Time: 28oct2016, 17:57:06 Control Specifications: Control 5

Date	Time	Inflow (M3/S)	Outflow (M3/S)
14mar2013	00:00	2035.7	1992.9
14mar2013	01:00	2031.2	1992.9
14mar2013	02:00	2026.7	1992.9
14mar2013	03:00	2017.7	1988.4
14mar2013	04:00	2008.8	1983.9
14mar2013	05:00	2001.3	1974.9
14mar2013	06:00	1998.1	1966.0
14mar2013	07:00	2003.5	1958.5
14mar2013	08:00	2025.1	1955.3
14mar2013	09:00	2069.0	1960.7
14mar2013	10:00	2136.8	1982.3
14mar2013	11:00	2206.5	2026.2
14mar2013	12:00	2257.4	2094.0
14mar2013	13:00	2279.7	2163.7
14mar2013	14:00	2242.7	2214.6
14mar2013	15:00	2176.4	2236.9
14mar2013	16:00	2111.0	2199.9
14mar2013	17:00	2056.6	2133.6
14mar2013	18:00	2009.4	2068.2
14mar2013	19:00	1967.9	2013.8
14mar2013	20:00	1937.7	1966.6
14mar2013	21:00	1924.1	1925.1
14mar2013	22:00	1921.9	1894.9
14mar2013	23:00	1922.2	1881.3

Tramo T3 del Río Guadalquivir:

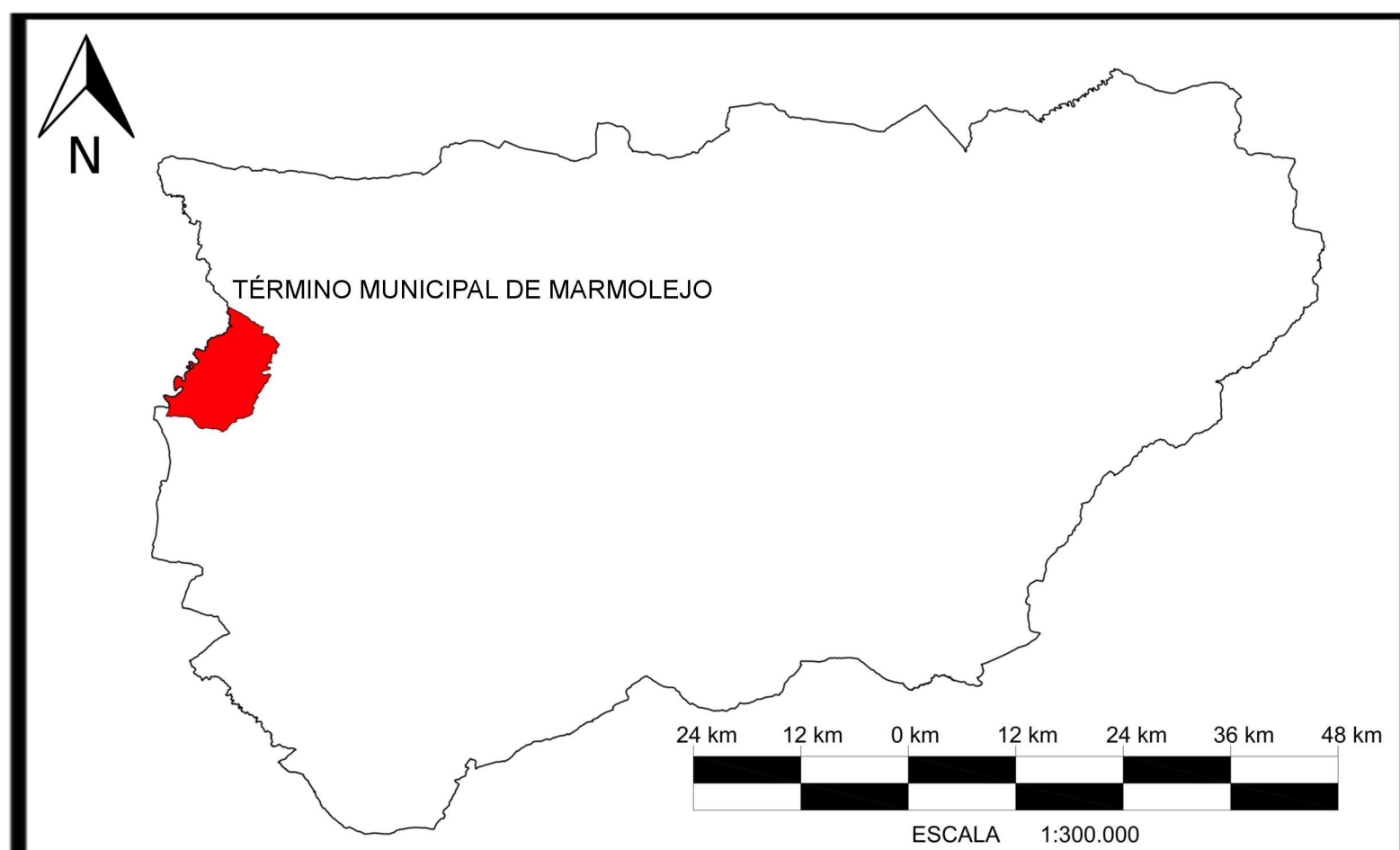
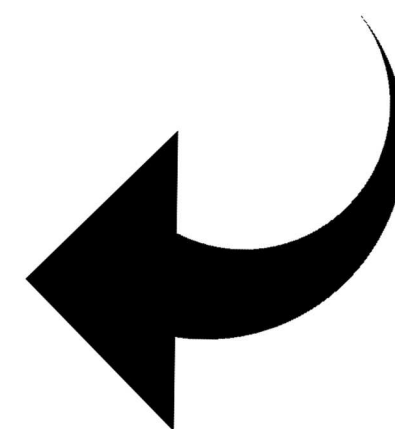
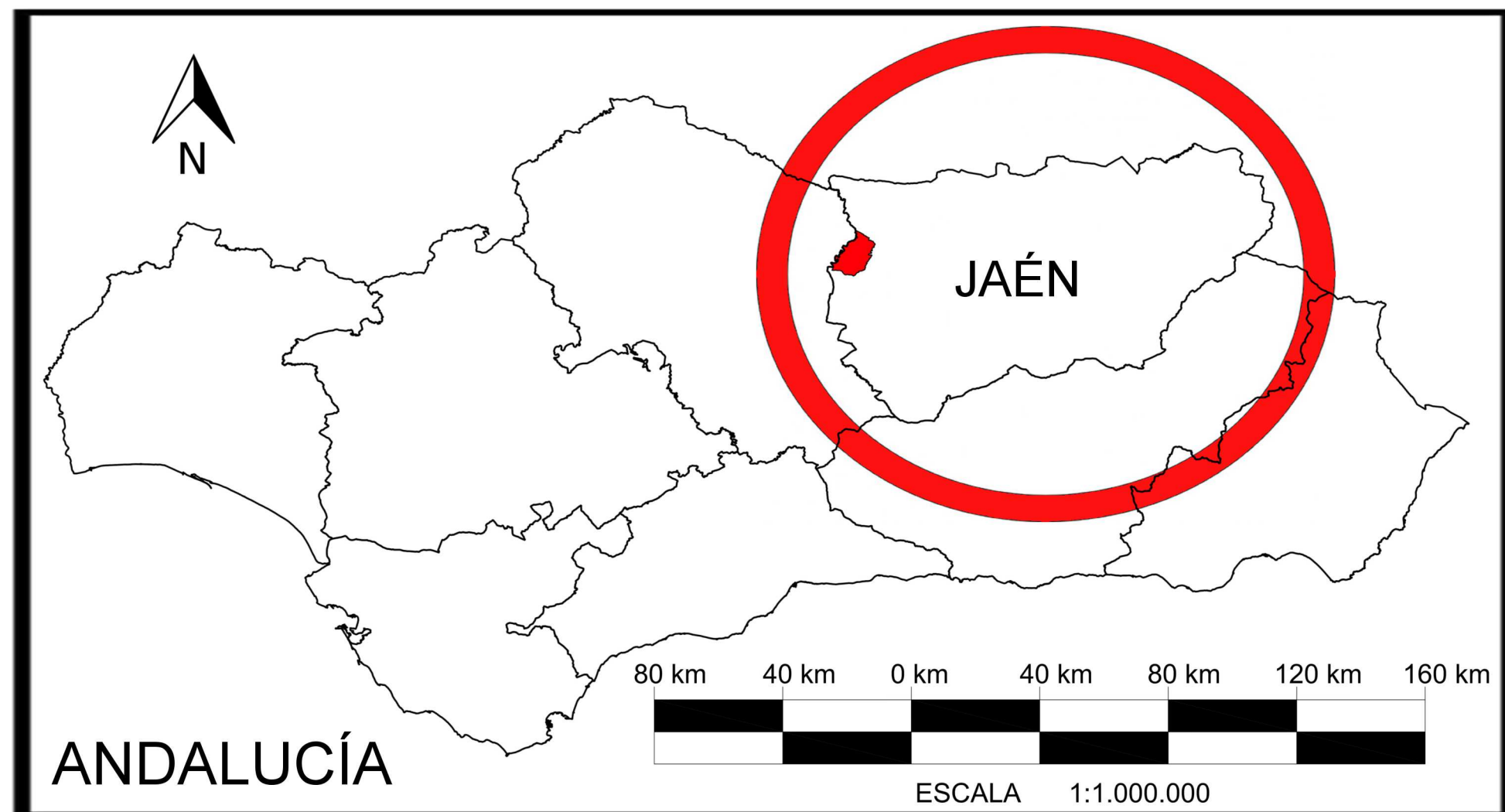
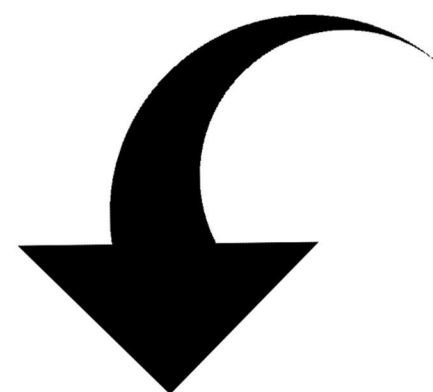
Time-Series Results for Reach "T3"

Project: TFG Simulation Run: Run 5
Reach: T3

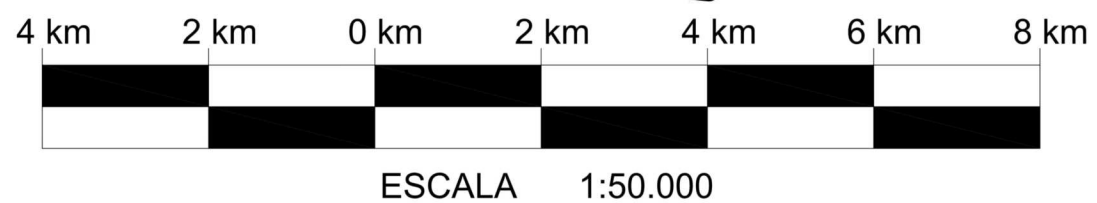
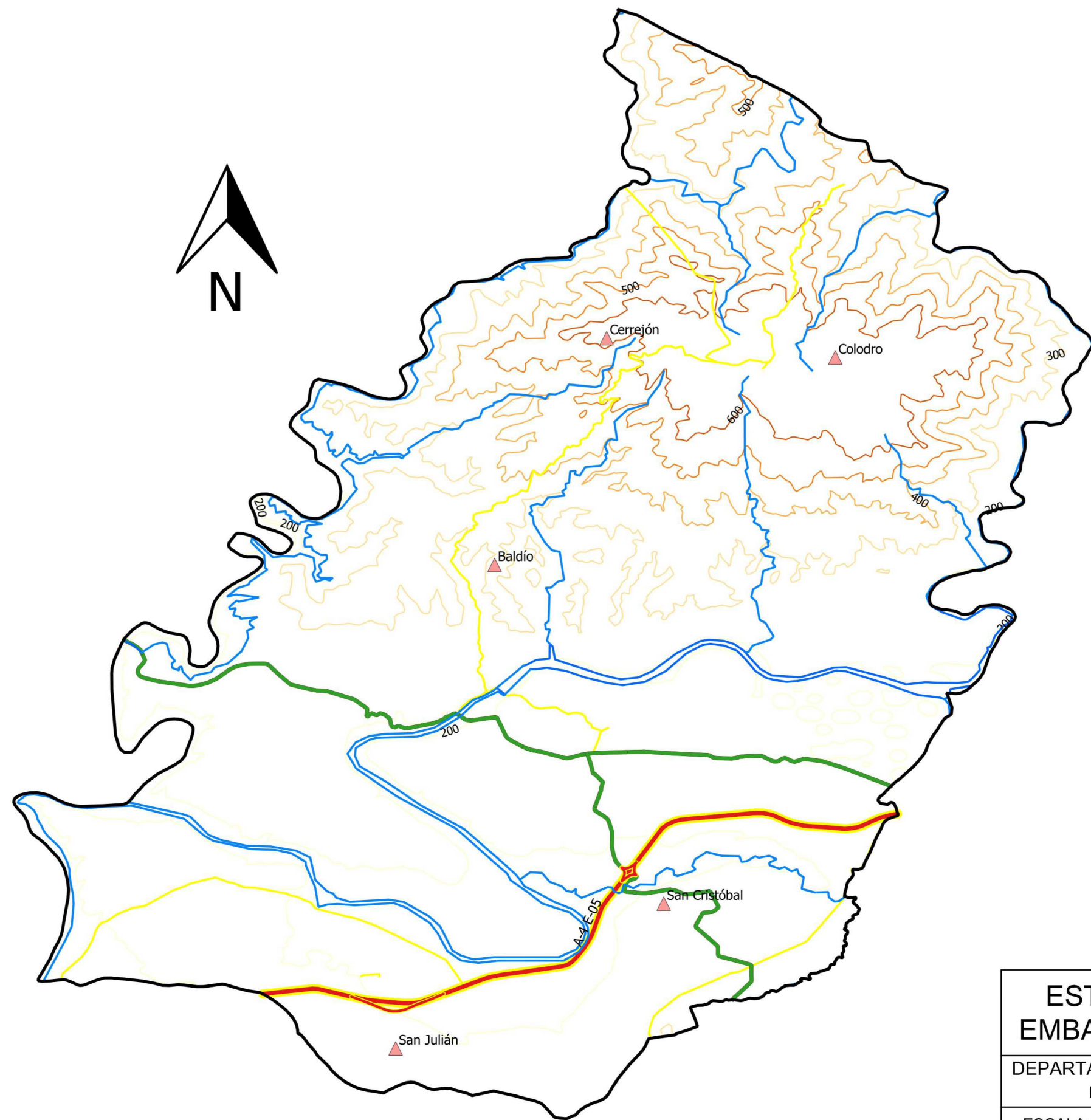
Start of Run: 14mar2013, 00:00 Basin Model: Rio_Guadalquivir_5
End of Run: 14mar2013, 23:00 Meteorologic Model: Met 5
Compute Time: 28oct2016, 17:57:06 Control Specifications: Control 5

Date	Time	Inflow (M3/S)	Outflow (M3/S)
14mar2013	00:00	3032.2	2989.4
14mar2013	01:00	3029.9	2989.4
14mar2013	02:00	3027.7	2989.4
14mar2013	03:00	3021.0	2987.1
14mar2013	04:00	3014.4	2984.9
14mar2013	05:00	3003.3	2978.2
14mar2013	06:00	2992.3	2971.6
14mar2013	07:00	2983.2	2960.5
14mar2013	08:00	2980.7	2949.5
14mar2013	09:00	2992.5	2940.4
14mar2013	10:00	3029.9	2937.9
14mar2013	11:00	3099.5	2949.7
14mar2013	12:00	3200.6	2987.1
14mar2013	13:00	3300.4	3056.7
14mar2013	14:00	3370.4	3157.8
14mar2013	15:00	3392.7	3257.6
14mar2013	16:00	3338.5	3327.6
14mar2013	17:00	3247.2	3349.9
14mar2013	18:00	3156.9	3295.7
14mar2013	19:00	3080.4	3204.4
14mar2013	20:00	3017.2	3114.1
14mar2013	21:00	2964.8	3037.6
14mar2013	22:00	2928.4	2974.4
14mar2013	23:00	2912.6	2922.0

ANEXO II



ESTUDIO DE RIESGO DE LA ZONA DE SALIDA DEL EMBALSE DE MARMOLEJO EN EL RÍO GUADALQUIVIR		
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN - UNIVERSIDAD DE JAÉN (JAÉN)		
ESCALA:	PLANO:	ALEJANDRO LARA DE LA TORRE
MAPA DE SITUACIÓN		FECHA: 02-11-2016
		Nº 01



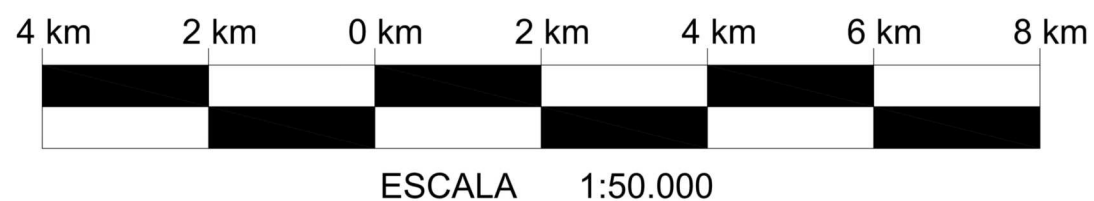
Leyenda

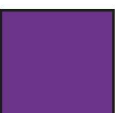
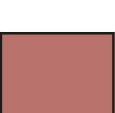
- Término Municipal
- Ríos
- Embalse de Marmolejo
- Acceso_Pueblo
- Accesos_Autovía
- A4-E5
- A-420
- JV-5103
- ▲ Vértices Geodésicos

Curvas de Nivel

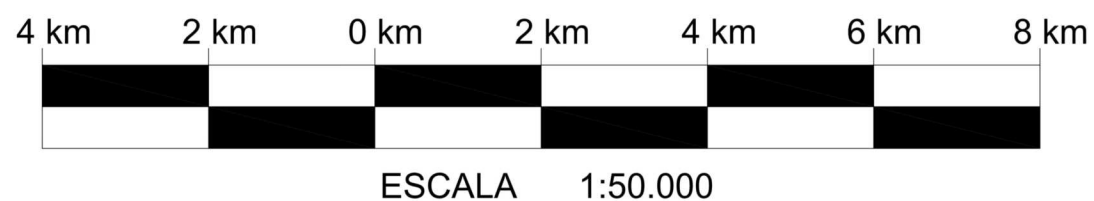
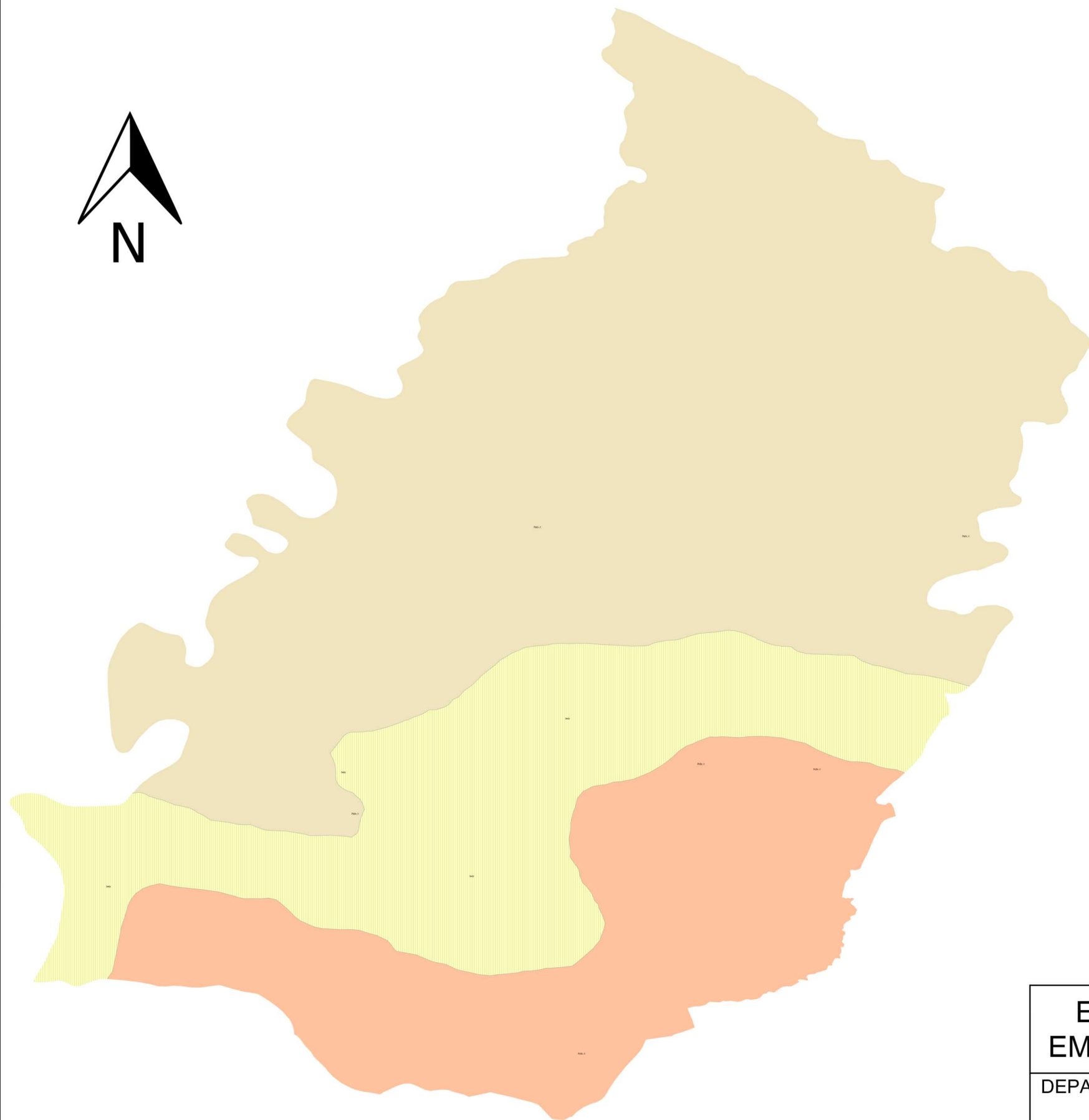
- 200 m
- 300 m
- 400 m
- 500 m
- 600 m
- 800 m

ESTUDIO DE RIESGO DE LA ZONA DE SALIDA DEL EMBALSE DE MARMOLEJO EN EL RÍO GUADALQUIVIR		
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN - UNIVERSIDAD DE JAÉN (JAÉN)		
ESCALA:	PLANO:	ALEJANDRO LARA DE LA TORRE
1/50.000	MAPA TOPOGRÁFICO	FECHA: 02-11-2016
		Nº 02

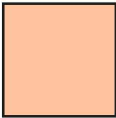
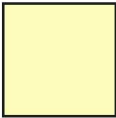


LEYENDA	
	ARENISCAS DEL ALJIBE
	CALIZAS, MARGAS Y ARCILLAS DE ALMARCHAL
	CALIZAS BRECHOIDES OCRES
	CALIZAS BRECHOIDES (BLOQUES LÍASICOS)
	ARENISCAS Y ARCILLAS (BLOQUES ALBIENSES)
	AMARGAS Y ARENISCAS MICÁCEAS DE ALGECIRAS

ESTUDIO DE RIESGO DE LA ZONA DE SALIDA DEL EMBALSE DE MARMOLEJO EN EL RÍO GUADALQUIVIR		
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN - UNIVERSIDAD DE JAÉN (JAÉN)		
ESCALA:	PLANO:	ALEJANDRO LARA DE LA TORRE
1/50.000	MAPA GEOLÓGICO	FECHA: 02-11-2016
		Nº 03



LEYENDA

-  PcQr.t: Serie Mesomediterránea bética, seca subhúmeda, hesófila de la encina (*Quercus Rotundifolia*) Paeonio *Coriaceae-Querceto rotundifoliae* S. Faciacia termófila con *pistacia lentiscus*
-  PbQr.t: Serie mesomediterránea luso-extremadureNSE seco-subhúmeda silicícola de la encina (*Quercus rotundifolia*) *Pyro bourgaenae-Querceto rotundifoliae* S. Faciación típica
-  SMQr: Serie termomediterránea, bética algarviense y maunitánica, seca-subhúmeda basófila de la encina (*Quercus rotundifolia*) *Smilaco mauritanicae-Querceto rotundifoliae* S. Faciación típica

ESTUDIO DE RIESGO DE LA ZONA DE SALIDA DEL EMBALSE DE MARMOLEJO EN EL RÍO GUADALQUIVIR

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN - UNIVERSIDAD DE JAÉN (JAÉN)

ESCALA:
1/50.000

PLANO:

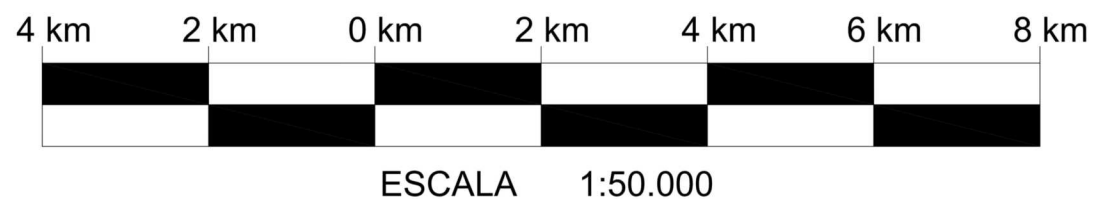
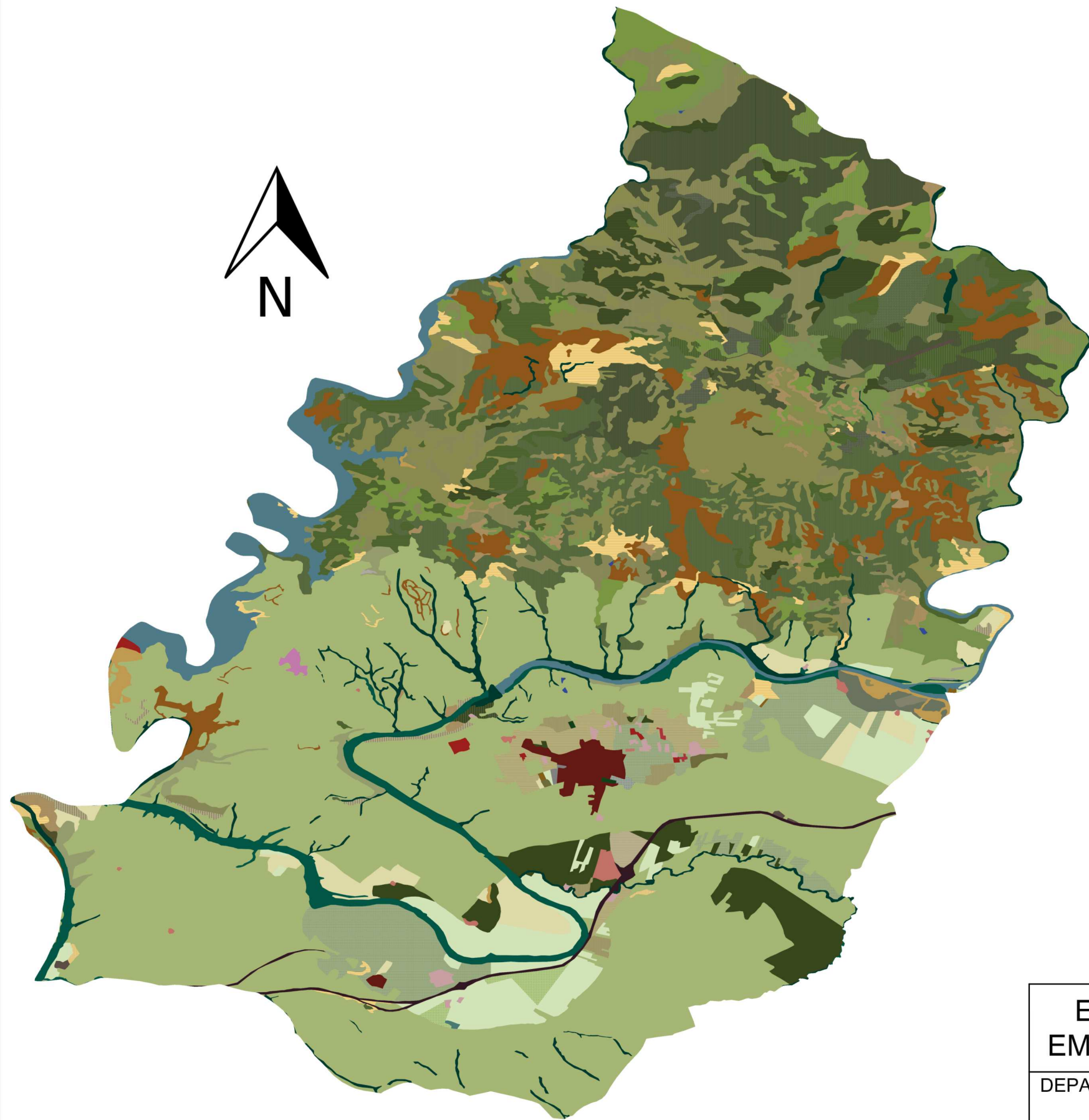
MAPA VEGETACIÓN

ALEJANDRO LARA
DE LA TORRE

FECHA: 02-11-2016

Nº

04



LEYENDA

- Tejido Urbano
- Urbanizaciones residenciales
- Urbanizaciones agrícola / residenciales
- Zonas industriales y comerciales
- Autovías, autopistas y enlaces viarios
- Complejos ferroviarios
- Zonas portuarios
- Aeropuertos
- Otras infraestructuras técnicas
- Zonas mineras
- Escombreras y vertederos
- Zonas en construcción
- Balsas de alpechín
- Zonas verdes urbanas
- Equipamiento deportivo y recreativo
- Marisma mareal con vegetación
- Marisma no mareal con vegetación
- Marisma reciente sin vegetación
- Salinas tradicionales
- Salinas industriales y parques de cultivos
- Lagunas litorales
- Estuarios y canales de marea
- Mares y océanos
- Ríos y cauces naturales: Lámina de agua
- Ríos y cauces naturales: Bosque galería
- Ríos y cauces naturales: Otras formaciones riparias
- Canales artificiales
- Lagunas continentales
- Embalses: Lámina de agua
- Balsas de riego y ganaderas
- Cultivos herbáceos en secano
- Cultivos leñosos en secano: Olivar
- Cultivos leñosos en secano: Viñedo
- Otros cultivos leñosos en secano
- Arrozales
- Cultivos forzados bajo plástico
- Otros cultivos herbáceos regados
- Cultivos leñosos regados: Cítricos
- Cultivos leñosos regados: Olivos
- Cultivos leñosos regados: Frutales tropicales
- Otros cultivos leñosos regados
- Cultivos herbáceos y leñosos en secano
- Olivar - Viñedo
- Otras asociaciones y mosaicos de cultivos leñosos en secano
- Cultivos herbáceos y leñosos regados
- Cultivos herbáceos y leñosos en regadío: Parcialmente regados
- Cultivos herbáceos y leñosos en regadío: No regados
- Mosaico de leñosos en regadío
- Mosaico de secano y regadío con cultivos herbáceos
- Mosaico de secano y regadío con cultivos herbáceos y leñosos
- Mosaico de secano y regadío con cultivos leñosos
- Cultivos herbáceos y pastizales
- Cultivos herbáceos y vegetación natural leñosa
- Cultivos leñosos y pastizales
- Cultivos leñosos y vegetación natural leñosa
- Otros mosaicos de cultivos y vegetación natural
- Olivar abandonado
- Otros cultivos leñosos abandonados
- Formación arbolada densa: Quercíneas
- Formación arbolada densa: Coníferas
- Formación arbolada densa: Eucaliptos
- Formación arbolada densa: Otras frondosas
- Formación arbolada densa: Quercíneas y Coníferas
- Formación arbolada densa: Quercíneas y Eucaliptos
- Formación arbolada densa: Coníferas y Eucaliptos
- Formación arbolada densa: Otras mezclas
- Matorral denso arbolado: Quercíneas densas
- Matorral denso arbolado: Quercíneas dispersas
- Matorral denso arbolado: Coníferas densas
- Matorral disperso arbolado: Otras mezclas
- Pastizal arbolado: Quercíneas densas
- Pastizal arbolado: Quercíneas dispersas
- Pastizal arbolado: Coníferas densas
- Pastizal arbolado: Coníferas dispersas
- Pastizal arbolado: Eucaliptos
- Pastizal arbolado: Otras frondosas
- Pastizal arbolado: Quercíneas y Coníferas

ESTUDIO DE RIESGO DE LA ZONA DE SALIDA DEL EMBALSE DE MARMOLEJO EN EL RÍO GUADALQUIVIR

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN - UNIVERSIDAD DE JAÉN (JAÉN)

ESCALA:
1/50.000

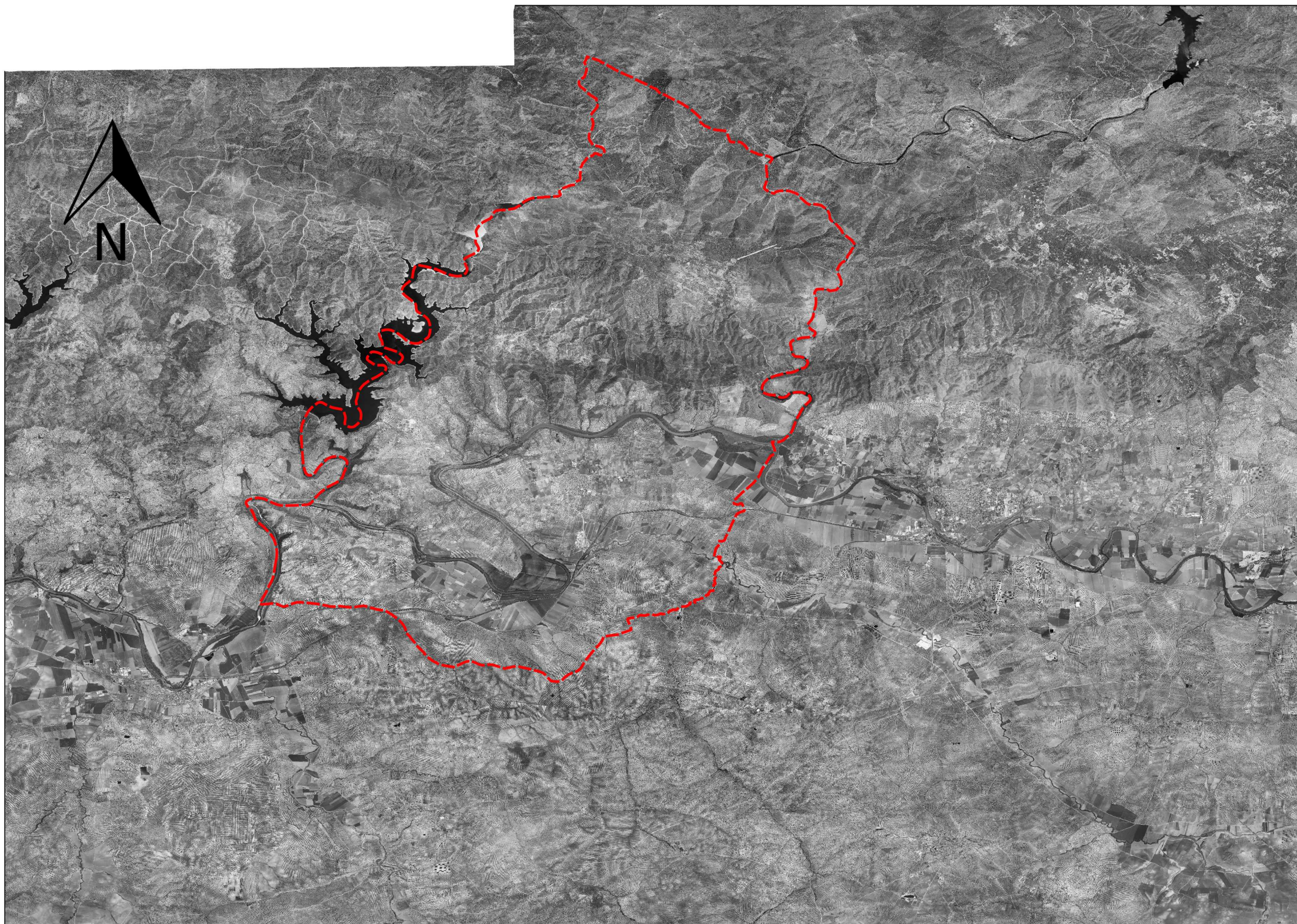
PLANO:

MAPA DE USOS DEL SUELO

ALEJANDRO LARA DE LA TORRE

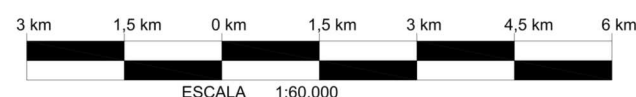
FECHA: 02-11-2016

Nº
05



LEYENDA

TÉRMINO MUNICIPAL
DE MARMOLEJO



ESTUDIO DE RIESGO DE LA ZONA DE SALIDA DEL EMBALSE DE MARMOLEJO EN EL RÍO GUADALQUIVIR

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN - UNIVERSIDAD DE JAÉN (JAÉN)

ESCALA:

1/60.000

PLANO:

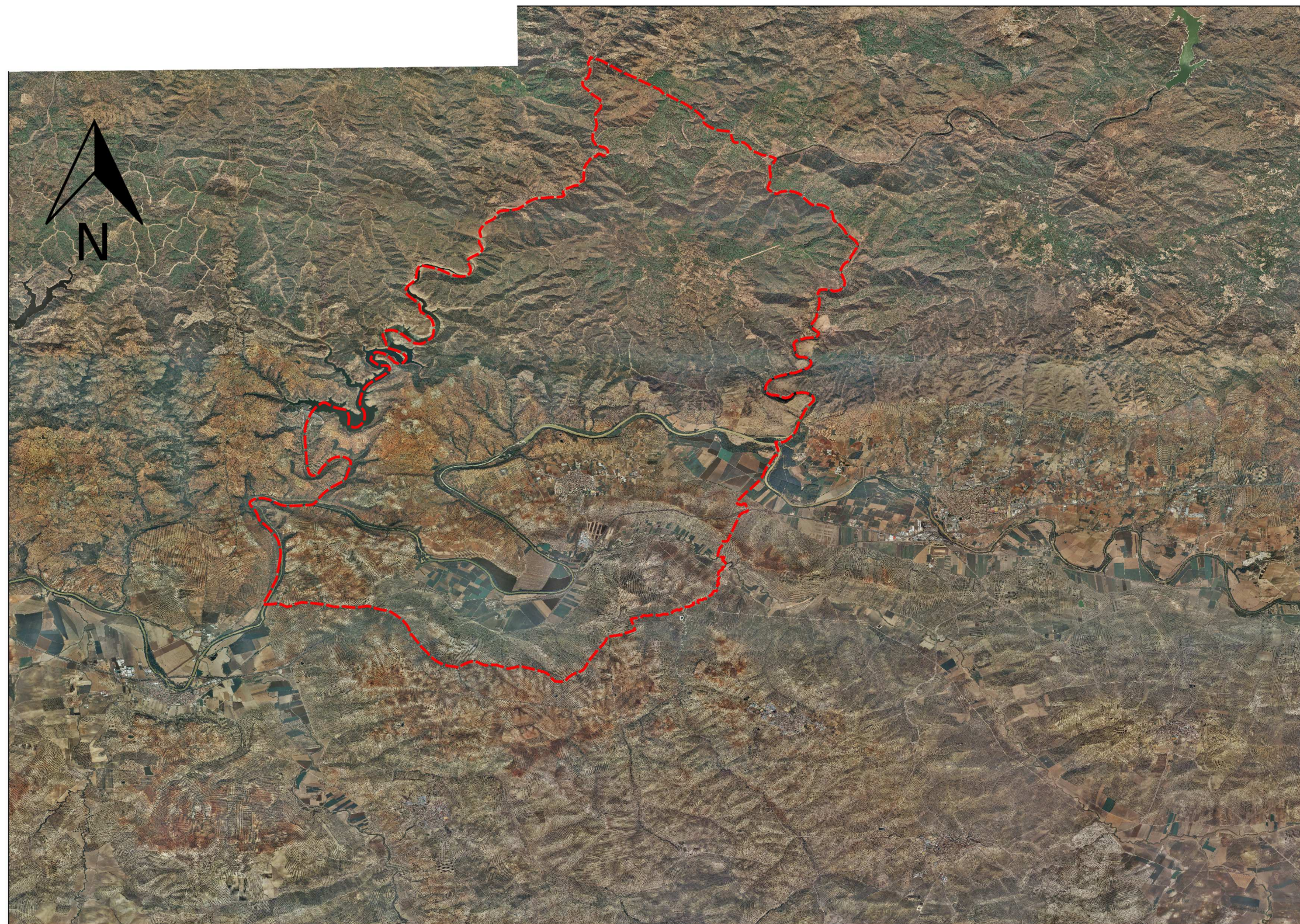
**ORTOFOTOGRAFÍA
DEL AÑO 2005**

ALEJANDRO LARA
DE LA TORRE

FECHA: 02-11-2016

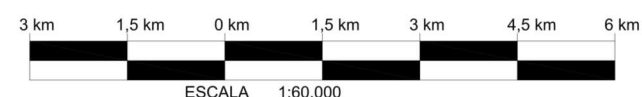
Nº

06



LEYENDA

TÉRMINO MUNICIPAL
DE MARMOLEJO



ESTUDIO DE RIESGO DE LA ZONA DE SALIDA DEL EMBALSE DE MARMOLEJO EN EL RÍO GUADALQUIVIR

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN - UNIVERSIDAD DE JAÉN (JAÉN)

ESCALA:

1/60.000

PLANO:

**ORTOFOTOGRAFÍA
DEL AÑO 2007**

ALEJANDRO LARA
DE LA TORRE

FECHA: 02-11-2016

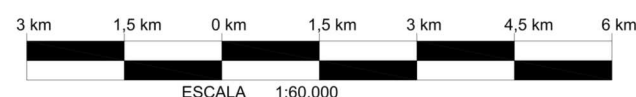
Nº

07



LEYENDA

TÉRMINO MUNICIPAL
DE MARMOLEJO



ESTUDIO DE RIESGO DE LA ZONA DE SALIDA DEL EMBALSE DE MARMOLEJO EN EL RÍO GUADALQUIVIR

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN - UNIVERSIDAD DE JAÉN (JAÉN)

ESCALA:

1/60.000

PLANO:

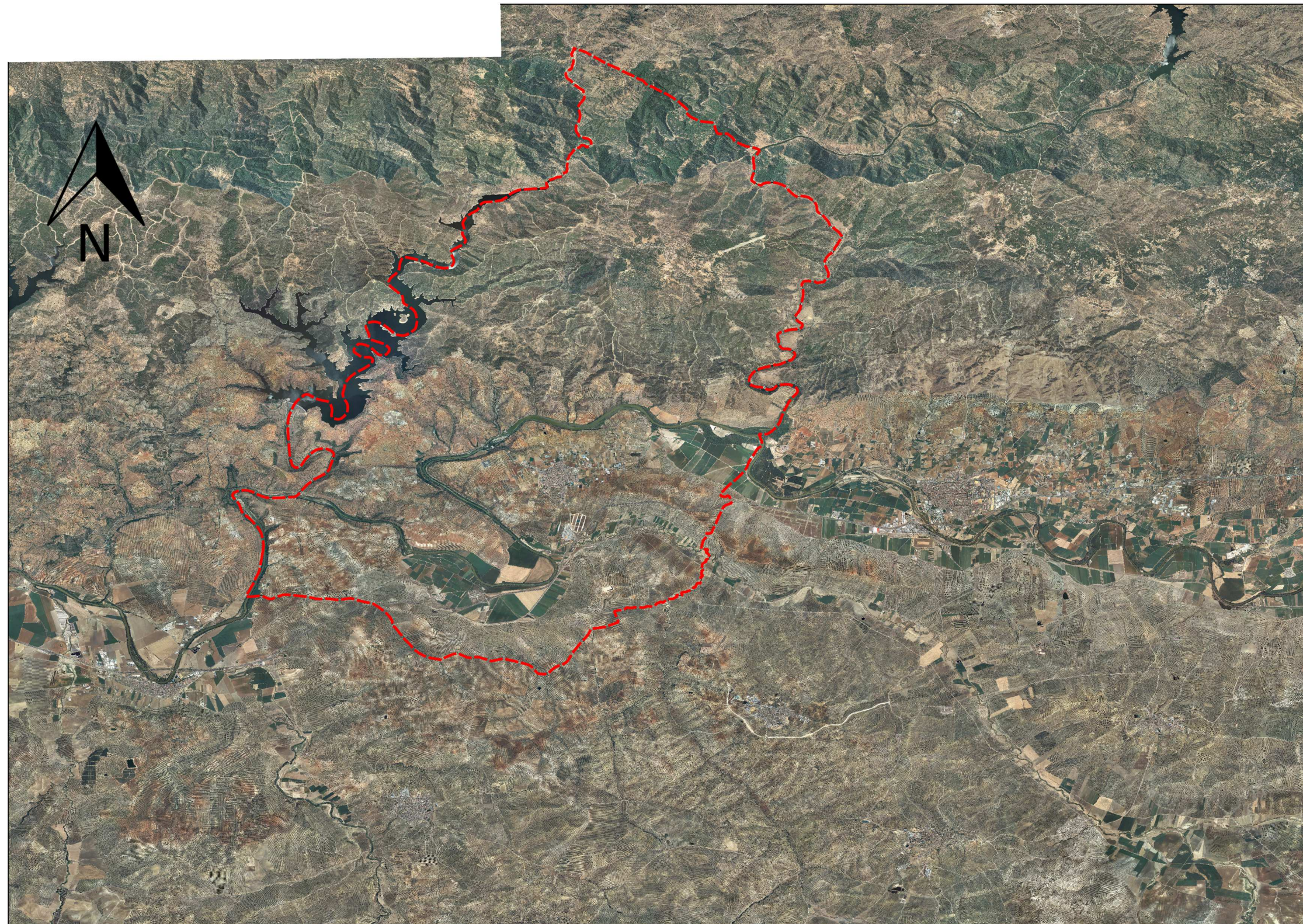
**ORTOFOTOGRAFÍA
DEL AÑO 2009**

ALEJANDRO LARA
DE LA TORRE

FECHA: 02-11-2016

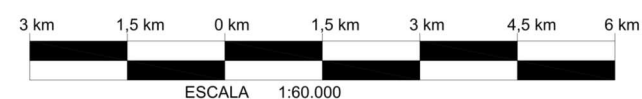
Nº

08

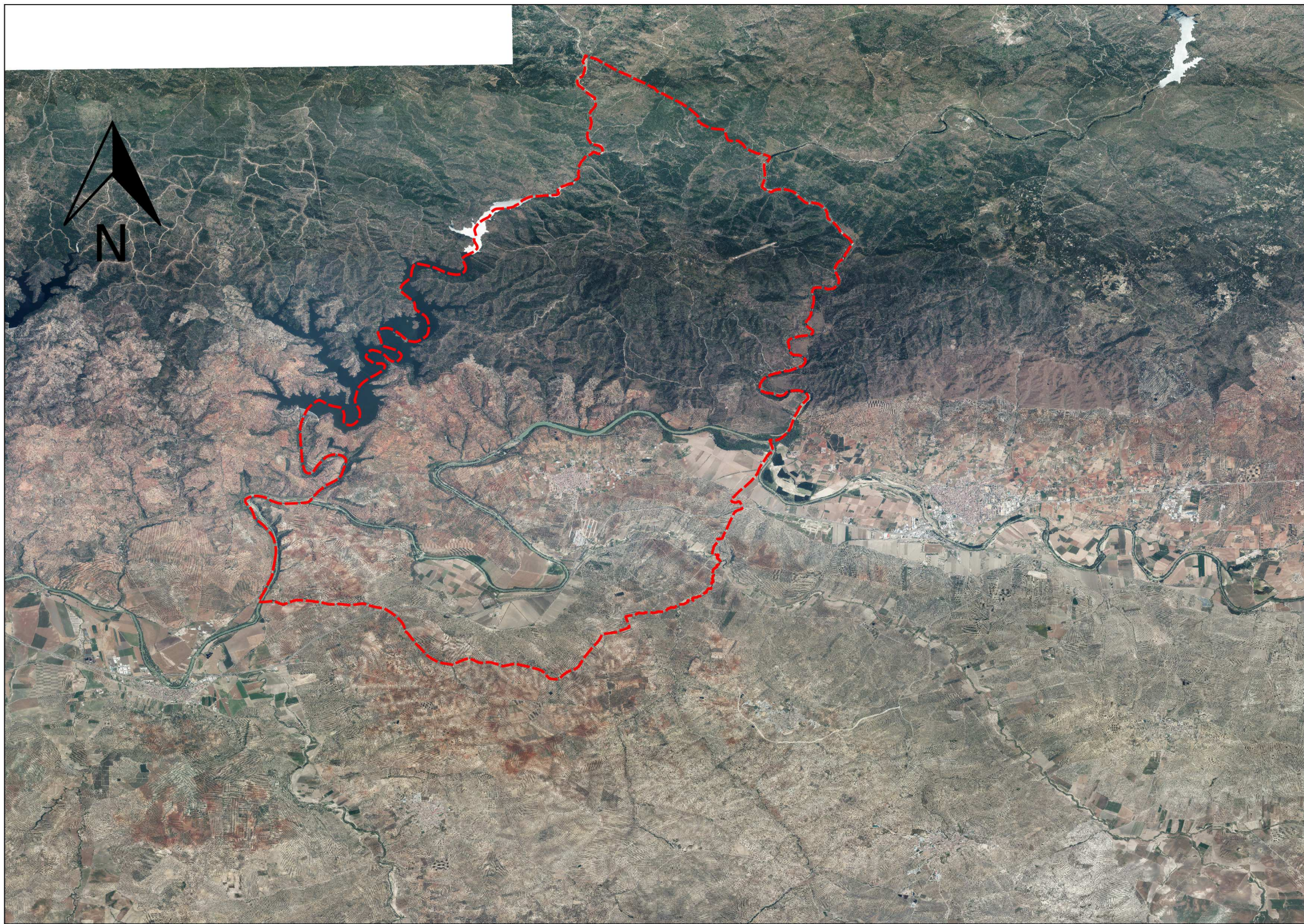


LEYENDA

TÉRMINO MUNICIPAL
DE MARMOLEJO

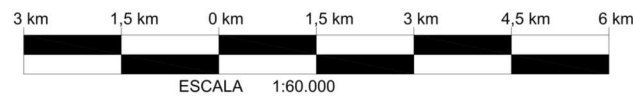


ESTUDIO DE RIESGO DE LA ZONA DE SALIDA DEL EMBALSE DE MARMOLEJO EN EL RÍO GUADALQUIVIR		
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN - UNIVERSIDAD DE JAÉN (JAÉN)		
ESCALA:	PLANO:	ALEJANDRO LARA DE LA TORRE
1/60.000	ORTOFOTOGRAFÍA DEL AÑO 2011	FECHA: 02-11-2016
		Nº 09



LEYENDA

TÉRMINO MUNICIPAL
DE MARMOLEJO



ESTUDIO DE RIESGO DE LA ZONA DE SALIDA DEL EMBALSE DE MARMOLEJO EN EL RÍO GUADALQUIVIR

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN - UNIVERSIDAD DE JAÉN (JAÉN)

ESCALA:

1/60.000

PLANO:

**ORTOFOTOGRAFÍA
DEL AÑO 2013**

ALEJANDRO LARA
DE LA TORRE

FECHA: 02-11-2016

Nº

10