



UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

Título
Nuevas tendencias en la gestión de drenaje pluvial en una cuenca urbana
Autor/es
Jorge Rodríguez Sánchez
Director/es
Eliseo Pablo Vergara González
Facultad
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial
Titulación
Master interuniversitario en Dirección de Proyectos
Departamento
Curso Académico
2012-2013



Nuevas tendencias en la gestión de drenaje pluvial en una cuenca urbana,
trabajo fin de estudios

de Jorge Rodríguez Sánchez, dirigido por Eliseo Pablo Vergara González (publicado por la
Universidad de La Rioja), se difunde bajo una Licencia
Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported.
Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los
titulares del copyright.



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**



CAMPUS PÚBLICO DE EXCELENCIA INTERNACIONAL



NUEVAS TENDENCIAS EN LA GESTIÓN DEL DRENAJE PLUVIAL EN UNA CUENCA URBANA

TRABAJO FIN DE MASTER

Autor: Jorge Rodríguez Sánchez

Director: Dr. Eliseo Pablo Vergara González

Septiembre 2013

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA - Departamento de Ingeniería Mecánica

NUEVAS TENDENCIAS EN LA GESTIÓN DEL DRENAJE PLUVIAL EN UNA CUENCA URBANA

Septiembre 2013

Autor: Jorge Rodríguez Sánchez

Director: Dr. Eliseo Pablo Vergara González



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**



Resumen

Actualmente existe una nueva visión de la gestión avanzada de las redes de saneamiento que incide en la elaboración de nuevos Planes Directores de Saneamiento que hacen necesario un conocimiento en profundidad de la red mediante la modelación y la interpretación de los resultados, cara al establecimiento de medidas correctoras para evitar tanto desbordamientos en la red que puedan provocar situaciones de riesgo por velocidades y calados peligrosos, como para evitar contaminaciones en los medios receptores que puedan suponer pérdida de calidad en las aguas de cuencas fluviales o en la costa y costosas multas provenientes del régimen disciplinario de las normativas vigentes.

Para ello, se hace necesaria la elaboración de cartografía adecuada donde se recoja en un Sistema de Información Geográfica toda la información existente tanto de ubicaciones, como de longitudes, materiales, elementos especiales, bombeos, aliviaderos y toda la información posible de cara a la explotación de una red de saneamiento.

Posteriormente, modelar dicha red preferiblemente con datos de aforos que permitan la calibración y validación de los modelos, para poder ajustarnos más a la realidad y poder establecer distintos escenarios en los que se compruebe el funcionamiento de la red.

Por último, el establecimiento de medidas correctoras, de las cuales están surgiendo últimamente medidas basadas en las Nuevas Tendencias de Drenaje Urbano Sostenible, siendo adecuadas medidas estructurales o no estructurales.

A lo largo de este trabajo se pretende hacer una aproximación a cada una de las partes arriba mencionadas.

Abstract

Currently there is a new advanced management vision sanitation networks that influence the development of new Sanitation Plans that necessitate a thorough knowledge of the network through the modeling and interpretation of results, toward the establishment of corrective measures to prevent flooding in the network so that may cause risk situations dangerous speeds and drafts, as to avoid contamination in the receiving environments that may involve loss of water quality in the river basin or coastal and costly fines from the disciplinary regime regulations.

For this, it is necessary to develop appropriate mapping which is collected on a Geographic Information System all existing information both locations, and lengths, materials, special elements, pumps, spillways and all information possible for operational of sewage.

Subsequently, the network model preferably gauging data to enable calibration and validation of models, to adjust closer to reality and to establish different scenarios that will check the operation of the network.

Finally, the establishment of corrective measures, of which are newly emerging measures based on the New Trends of Sustainable Urban Drainage, still adequate structural or nonstructural measures.

Throughout this work is to make an approach to each of the aforementioned parties.



A mi padre, iniciador e impulsor de mi pasión por el ciclo del agua.

INDICE

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....	8
I.1 INTRODUCCIÓN	8
I.2 OBJETIVOS.....	10
I.3 ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO.....	10
I.4 GESTIÓN DEL AGUA URBANA.....	11
I.4.1 Ciclo Hidrológico.....	11
I.4.2 Efectos de la expansión urbanística en las aguas pluviales.....	12
I.4.3 Gestión de los servicios de Saneamiento	13
I.5 EVOLUCIÓN DE LA GESTIÓN DE LAS AGUAS PLUVIALES.....	13
I.5.1 Estrategias convencionales.....	13
I.5.2 Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible (SUDS).....	15
I.5.3 Legislación relacionada con el Saneamiento.....	19
ESTADO DEL ARTE.....	29
II.1 HIDROLOGÍA.....	29
II.1.1 Introducción	29
II.1.2 La modelación hidrológica.....	30
II.2 HIDROLOGÍA URBANA	32
II.2.1 Introducción histórica	32
II.2.2 Influencia de la urbanización en el proceso de escorrentía.....	32
II.2.3 Problema general del drenaje Urbano: subproblemas	34
II.3 HIDROLOGÍA URBANA DE CRECIDAS	37
II.3.1 Introducción	37
II.3.2 Situación actual	38
II.3.3 Hitos en España	39
II.4 TÉCNICAS DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE.....	40
II.5 EL PLAN DIRECTOR DE SANEAMIENTO URBANO	43
II.5.1 Introducción	43
II.5.2 Conclusiones del estudio	44
MATERIALES Y MÉTODOS.....	47
III.1 INTRODUCCIÓN	47
III.2 CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA OBJETO DEL ESTUDIO.	47
III.2.1 Características Generales de la Cuenca de Varea.....	47
III.2.2 Descripción de la red de calles	49
III.2.3 Descripción de la red de alcantarillado	49
III.3 LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	49
III.3.1 Conceptos Generales.....	49
III.3.2 Organización de la Información Geográfica en un SIG	51
III.3.3 Operatividad de los SIG	53
III.3.4 gvSIG.....	55
III.4 ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA.....	55
III.4.1 Análisis y tratamiento de los datos pluviométricos	55
III.4.2 Obtención de la Precipitación de diseño	60
III.4.3 Estimación del Tiempo de Concentración.....	62
III.4.4 Transformación lluvia-escorrentía SWMM 5.0.	63
III.5 SIMULACIÓN MATEMÁTICA.....	64
III.5.1 Introducción al EPA SWMM 5.0.....	64
III.5.2 Modelación del drenaje urbano con EPA SWMM 5.0: Modelo Tradicional vs. Modelo Dual	73
III.5.3 Elección del Nivel de Seguridad en el sistema de drenaje.	77
III.5.4 Elaboración del Modelo Tradicional	80
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	91
IV.1 INTRODUCCIÓN	91
IV.1.1 Planteamiento del problema	91
IV.1.2 Parámetros introducidos en el modelo	94
IV.2 RESULTADOS OBTENIDOS.....	107
IV.2.1 Resultados de la simulación	107
IV.2.2 Interpretación general de los resultados.....	121

IV.3 MEDIDAS CORRECTORAS A APLICAR BASADAS EN LAS NUEVAS TENDENCIAS DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE.....	121
IV.4 PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE UN PLAN DIRECTOR DE SANEAMIENTO	124
IV.4.1 Introducción.....	124
IV.4.2 Fases de la elaboración.....	126
CONCLUSIONES	129
V.1 CONCLUSIONES	129
V.1.1 Conclusiones de la aplicación de los modelos hidráulicos en la cuenca de Varea.....	129
V.1.2 Conclusiones de la aplicación de las nuevas Tendencias en la Gestión de Pluviales en una cuenca Urbana.	130
V.1.3 Conclusiones de la aplicación de Planes Directores de Saneamiento Urbano.....	131
V.2 LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN	131
BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS	133
RESÚMENES NUMÉRICOS DE CÁLCULOS.....	140
A.1 RESULTADOS PARA EL PERIODO DE RETORNO T=2 AÑOS	141
A.2 RESULTADOS PARA EL PERIODO DE RETORNO T=5 AÑOS	152
A.3 RESULTADOS PARA EL PERIODO DE RETORNO T=10 AÑOS	163
A.4 RESULTADOS PARA EL PERIODO DE RETORNO T=25 AÑOS	174
A.5 RESULTADOS PARA EL PERIODO DE RETORNO T=50 AÑOS	186
DATOS NUMÉRICOS INTRODUCIDOS	198

Capítulo 1

Introducción y Objetivos

I.1 Introducción

El estudio del ciclo hidrológico y de las inundaciones no es algo innovador en la historia del ser humano. Desde tiempos antiguos, las crecidas del Nilo no sólo han condicionado la morfología, el crecimiento y el desarrollo de los antiguos egipcios, si no que una vez comprendida la relación existente entre las crecidas, su magnitud y el depósito de los limos fértiles, empleaban sistemas de pozos basados en el principio de los vasos comunicantes para calcular los impuestos que se iban a aplicar durante el año siguiente, estimando la posible cosecha que se iba a obtener.

Las distintas poblaciones humanas, han ido desarrollándose a orillas de otros ríos, siendo la ciudad de Roma asentada a orillas del río Tiber, la cultura mesopotámica bañada por los ríos Tigris y Éufrates, y los intercambios culturales en Europa marcados por los ejes del Rin y del Danubio.

Comprender las relaciones entre las pluviometrías y la gestión del agua es un principio asentado desde los primeros ingenieros hidráulicos, los romanos, que construían de una forma hábil dominando la hidráulica, admírese el acueducto de Segovia, los recursos hídricos, puede visitarse la presa romana de Proserpina (Mérida) y estimando de forma bastante precisa las crecidas de los ríos y creando obras de paso que aún perduran resistiendo las grandes avenidas históricas con períodos de retorno de 2.000 años, como el puente de Alcántara sobre el río Tago.

Las crecidas de los ríos han condicionado el diseño urbanístico de las poblaciones asentadas en las orillas de los ríos, y conforme el ser humano iba dominando las diferentes técnicas constructivas, especialmente con el dominio del hormigón como material de construcción, iba ganándole terreno a los cauces fluviales creando obras de defensa, fundamentalmente lineales, que en mayor o en menor medida han sido efectivas durante algunos años, aunque no han conseguido minimizar las grandes avenidas que han provocado tragedias con pérdidas humanas e inestimables cuantías económicas.

El conocimiento de la hidrología va desarrollándose a lo largo del siglo XX, siendo inicialmente un estudio de hidrología forestal y de cuencas naturales, que relacionan de forma científica los eventos pluviométricos con la generación de escorrentía, a través de parámetros hidrológicos como son la longitud de los cauces, la pendiente, la geología y la geomorfología y los usos del suelo u ocupación. Especial relevancia adquiere durante estos estudios la estadística aplicada a la hidrología, tanto para establecer relaciones entre los eventos pluviométricos como para los registros de las estaciones de aforo y las funciones probabilísticas de ocurrencia.

Surge a mediados del siglo XX una corriente especializada en la hidrología urbana. El concepto de la gestión integral del agua, que enmarca la gestión del agua en la planificación hidrológica y encargándose de aunar la gestión de las aguas superficiales y de las subterráneas, empapa a los Servicios de Aguas en el entorno urbano, siendo unificadas la explotación y el mantenimiento, así como los proyectos y ejecuciones de obras de aguas destinadas al abastecimiento de las poblaciones y la gestión del saneamiento.

En la gestión de las redes de saneamiento cabe distinguirse dos tipos de aguas transportadas:

- Aguas blancas. Son aguas procedentes de drenajes o de escorrentía superficial, caracterizándose por grandes aportaciones intermitentes y escasa contaminación. Las cargas contaminantes se incorporan al agua al atravesar la lluvia la atmósfera o por el lavado de superficies y terrenos.
- Aguas negras. Son aguas procedentes de los vertidos de la actividad humana, doméstica, agrícola, industrial, etc. Sus volúmenes son menores, sus caudales más continuos y su contaminación mucho mayor.

Estas aguas pueden conducirse por un solo conducto (sistema unitario), o por conductos separados (sistema separativo).

Tradicionalmente se han utilizado los sistemas unitarios, que transportaban los tres tipos de aguas en el mismo sistema de colectores. Durante los años ochenta en España comienza a cambiarse este concepto de gestión del agua y comienzan a colocarse en las nuevas urbanizaciones redes separativas, en las que las aguas negras circulan por los colectores de residuales, y las aguas pluviales se recogen en otro sistema de colectores que van a verter a los cauces naturales. En la ciudad de Logroño, una de las primeras redes separativas que se instalan es la que se ejecutó en el desarrollo del Sector Siete Infantes, cuya red conectaba con el nuevo interceptor de pluviales, que a su vez recogía las aguas de las acequias o ríos que antiguamente regaban las huertas que en este Sector existían.

Este nuevo modelo de ejecución de redes de saneamiento, que se ha ido empleando en todos los nuevos desarrollos urbanísticos, responde tanto al avance de las nuevas técnicas de gestión y de construcción, como a los avances legislativos. Un importante condicionante a esta nueva forma de manejo del saneamiento urbano, es la legislación europea que impone la ejecución de depuradoras en los municipios, tendiendo a la consecución del buen estado de las aguas. Las depuradoras deben ser dimensionadas en base a la previsión de generación de aguas residuales, y eliminar en la medida de lo posible las aguas de lluvia reduce de forma considerable el volumen de aguas que se deben depurar y por lo tanto se produce un dimensionamiento más razonable y económico de estas plantas, a parte de una continuidad y menores perturbaciones en los rendimientos.

El incremento de la concentración de la población en las ciudades ha conllevado un aumento brutal de la urbanización de suelos y, por lo tanto, de su impermeabilidad, produciendo un aumento en los volúmenes de escorrentía y un aumento de las velocidades de los flujos naturales, reduciendo los tiempos de concentración, produciendo temperaturas más altas, caudales de base más bajos durante la época de estiaje y niveles de contaminación mayores. Estos efectos tienen consecuencias drásticas en cuanto a los volúmenes y los caudales punta que se producen en la red de alcantarillado.

La concienciación de que es imprescindible realizar una planificación del saneamiento urbano adecuado, permitirá cumplir adecuadamente las tres funciones esenciales (protección ante inundaciones, protección ambiental del medio receptor y protección sanitaria de los habitantes de la ciudad), tanto en tiempo seco como en tiempo de lluvia.

Es por ello que la herramienta fundamental para la gestión integrada e integral de las aguas urbanas pasa por la elaboración de los Planes Directores de Saneamiento, para lo cual es necesario pasar por una serie de fases entre las cuales se incluye la modelación de la red existente, para poder prever el comportamiento

de la red ante situaciones de estrés, determinar cuáles son los puntos débiles de la red, conocer cuál es la influencia de la urbanización aguas arriba de las redes establecidas y simular y valorar las técnicas de minoración de inundaciones que se planifiquen en la red, pudiendo así determinar su idoneidad y su efecto tanto aguas arriba como aguas abajo del punto donde se establezcan, sin impactar mediante el vertido al medio receptor. Otra utilidad en la gestión avanzada de redes de saneamiento es la modelación on-line, es decir, en tiempo real, de la red para poder operar y maniobrar las compuertas adecuadamente ante un evento pluviométrico para evitar contaminaciones e inundaciones en vías públicas por entrada en carga de la red.

I.2 Objetivos

Los objetivos que se pretenden conseguir en la elaboración de este Trabajo Fin de Master son los siguientes:

1. Aplicar un modelo de simulación hidrológica-hidráulica a una cuenca urbana. Uso y manejo del programa SWMM 5.0 de la EPA.
2. Mediante la aplicación del modelo SWMM 5.0, se pretende reproducir la respuesta hidrológica de una cuenca urbana, en este caso, en la cuenca 11 de Logroño, que corresponde al barrio de Varea.
3. Una vez corrido el modelo en esta cuenca, establecer conclusiones a nivel general para una cuenca urbana de Logroño y una vez aplicadas las tormentas de diseño.
4. Propuesta de medidas correctoras basadas en las nuevas tendencias de Drenaje Urbano Sostenible.
5. Sentar las bases para elaborar un Plan Director de Gestión de Aguas Pluviales siguiendo una propuesta metodológica concreta.
6. Establecer nuevas líneas de investigación, una vez preparado el modelo, para futuros estudios con mayor grado de precisión, trabajando en la comparación de resultados en función del tamaño de discretización y del modelo que se utilice, si el tradicional o el dual.

I.3 Estructura del Documento

Con los objetivos expuestos y para dar respuesta a los mismos, el presente Trabajo se va a estructurar de la siguiente forma:

- Capítulo I: Introducción y Objetivos. Capítulo donde se desarrollarán las inquietudes que han llevado a escoger este tema como Trabajo Fin de Master y los objetivos que se establecen para comenzar con los trabajos que darán lugar a las conclusiones que posteriormente se expongan.
- Capítulo II: Estado del Arte. Capítulo donde se expondrá el estado del conocimiento en lo relativo a la hidrología urbana y la gestión del agua urbana, fundamentalmente orientada al saneamiento y el drenaje urbano.
- Capítulo III: Materiales y Métodos. Los empleados para el desarrollo del estudio y la demostración de su validez según el método científico.
- Capítulo IV: Resultados. Se expondrán los resultados obtenidos en la modelación que da cuerpo al trabajo, se expondrá la discusión sobre la aplicación de medidas correctoras basadas en las nuevas

tendencias en la gestión del agua urbana y se planteará la elaboración de un Plan Director de Saneamiento.

- Capítulo V: Conclusiones. En él se expondrán las conclusiones al estudio realizado.
- Capítulo VI Bibliografía. La bibliografía que ha servido de base para la elaboración de este trabajo, extensa en el ámbito científico, técnico y legislativo.
- Anexo I: Resultados numéricos de los cálculos, el informe de resumen de cada uno de los escenarios calculados por SWMM 5.0.
- Anexo II: Los datos numéricos introducidos en el modelo de cada una de las subcuencas, nudos, líneas y reguladores.

I.4 Gestión del Agua Urbana

I.4.1 Ciclo Hidrológico

El ciclo natural del agua consta de varias fases: evaporación, condensación, precipitación e infiltración. Todas ellas son de vital importancia para que el agua mantenga los niveles de vida estables y permita el desarrollo de un territorio sano.



Figura 1: ciclo hidrológico del agua

Sin embargo, en la ciudad, el ciclo del agua es bien distinto: Las precipitaciones atraviesan una nube de contaminación y llegan a un suelo prácticamente impermeable y arrastra toda la suciedad almacenada a través de unos canales estancos que la dirigen hasta unas depuradoras que intentan recuperar mediante procesos bacteriológicos un agua completamente degradada.

Finalmente esta agua es vertida al río o mar para volver a empezar el ciclo, olvidando la infiltración al terreno y los beneficios derivados de la evaporación en el lugar.

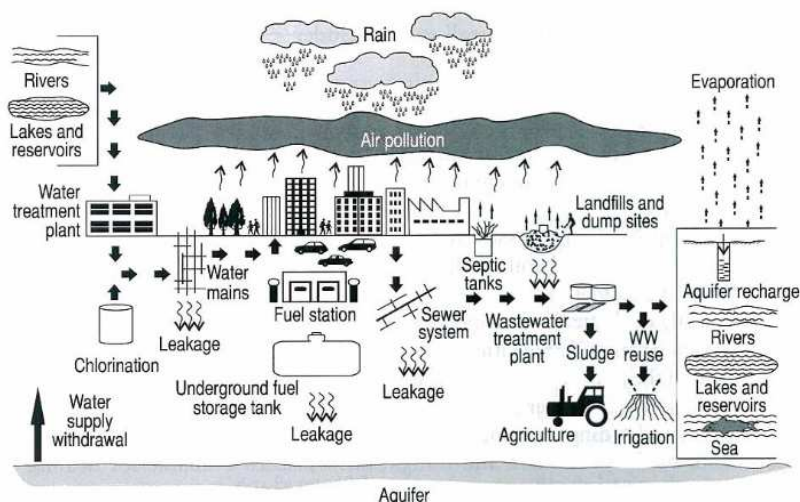


Figura 2: ciclo hidrológico del agua en la ciudad.

1.4.2 Efectos de la expansión urbanística en las aguas pluviales

La urbanización es uno de los procesos que afecta de manera más significativa a las condiciones naturales de una cuenca y a su ciclo hidrológico, reduciendo la interceptación natural y la evapotranspiración, impermeabilizando y compactando el suelo, modificando las vías naturales de drenaje y aumentando la contaminación de los recursos hídricos.

La concentración urbana en las ciudades, y su años, han puesto en evidencia los efectos de la alteración significativa del medio ambiente y la hidrología natural. En las ciudades en las que la planificación hidráulica no se ha anticipado a estos problemas, las evidentes, hasta tal punto que provocan daños por inundaciones incluso para lluvias habituales.

Desde mediados del siglo XX se ha reconocido y verificado con antecedentes cuantitativos, el impacto de la urbanización sobre la hidrología natural. Al comparar una cuenca urbanizada con sus condiciones previas, se advierte que en ellas escurre superficialmente un mayor volumen de agua, disminuyen la infiltración y la humedad en el suelo, aumentan significativamente los caudales máximos de crecidas con un tiempo de respuesta menor, y aumenta la cantidad y concentración de contaminantes. La Figura 3 representa la modificación de la respuesta hidrológica de una cuenca frente a un evento de precipitación tras el desarrollo urbano.

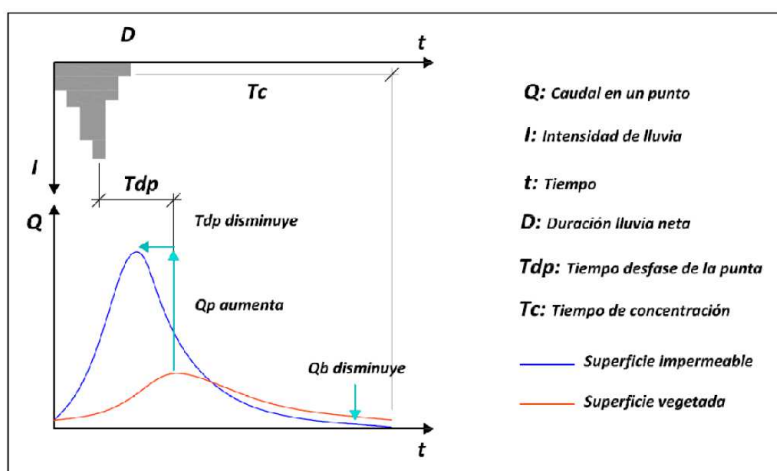


Figura 3: Efectos sobre el hidrograma en una cuenca forestal y en una cuenca urbana

I.4.3 Gestión de los servicios de Saneamiento

Las modalidades de gestión del servicio del saneamiento quedan contenido en artículos del Reglamento de Servicios de junio de 1955, y posteriormente se incluye en la Ley de Bases del Régimen Local. En el artículo 85, contiene la enumeración de las formas que han de adoptar las Entidades Locales en la gestión de los servicios de su competencia.

1. *Son servicios públicos locales los que prestan las entidades locales en el ámbito de sus competencias.*
2. *Los servicios públicos de la competencia local podrán gestionarse mediante alguna de las siguientes formas:*

A. Gestión directa:

- a) Gestión por la propia entidad local.*
- b) Organismo autónomo local.*
- c) Entidad pública empresarial local.*
- d) Sociedad mercantil local, cuyo capital social sea de titularidad pública.*

B. Gestión indirecta, mediante las distintas formas previstas para el contrato de gestión de servicios públicos en la Ley de Contratos del Sector Público.

Adoptará la Gestión indirecta algunas de las siguientes formas:

- a. Concesión
- b. Gestión interesada
- c. Concierto
- d. Arrendamiento
- e. Sociedad mercantil y cooperativas legalmente constituidas cuyo capital social sólo parcialmente pertenezca a la Entidad Local.

En la Gestión directa, la entidad Local puede asumir la gestión del servicio con sus propios órganos, sin ningún tipo de intermediarios y utilizando la propia plantilla de la Entidad Local, que actúan en dependencia directa de los Acuerdos y actos de aquella. Es el caso de la gestión directa sin organización especializada.

El Ayuntamiento de Logroño emplea un modelo de gestión directa en el servicio de aguas, como cada vez menos Entidades Locales lo utilizan y se externalizan cada vez más estos servicios (Fernández Pérez, 2004).

I.5 Evolución de la Gestión de las Aguas Pluviales

I.5.1 Estrategias convencionales

I.5.2.1 Introducción

Se pueden distinguir cuatro estadios en el proceso de resolución de los problemas de drenaje:

- a. Determinación del grado de protección proporcionado por las obras, es decir, la frecuencia “tolerable” de mal funcionamiento o inundación que podemos admitir. Desde un punto de vista económico no es lógico proporcionar el mismo grado de seguridad ante un fallo para todas las

obras, lo que puede suponer elevadas inversiones, sin tener en cuenta las pérdidas económicas que ese fallo supondría en cada caso.

- b. Seleccionar la lluvia de diseño, lo cual debe realizarse a partir del estudio de la información existente. Una lluvia de diseño puede ser todo lo complicada que se quiera, pero el nivel de sofisticación empleado en su obtención deberá ser acorde con el empleado en otros pasos del diseño del sistema de drenaje.
- c. Elección del proceso de transformación lluvia – escorrentía, en función del resultado que se quiera obtener.
- d. Determinación del tamaño adecuado del colector o canal para evacuar los caudales evaluados en el apartado anterior. Este ya es un problema hidráulico, relacionado con la capacidad de desagüe de las secciones propuestas en el diseño.

Ante los problemas planteados, el último paso es la decisión sobre un tamaño de colector a construir.

Para prevenir los daños relacionados con el control de la escorrentía urbana, así como la fluvial, se distinguirá entre medidas estructurales (aquellas que actúan sobre los calados y los caudales de avenida) y medidas no estructurales (que actúan sobre los daños que provocan las inundaciones, minimizándolos), que pasaremos a describir a continuación.

- Medidas estructurales. Son aquellas medidas que intentan actuar sobre los procesos naturales de formación y propagación de las avenidas. Modifican la magnitud de los caudales y/o los niveles de inundación. Implican la construcción de obras (como presas de laminación, encauzamientos, diques, motas, etc.) Tradicionalmente en España se han adoptado estas medidas hasta hace relativamente poco, en el momento que han surgido otras corrientes debido a la incidencia sobre el territorio que tienen. Sus ventajas radican en la eficacia para modificar el nivel de riesgo en una zona determinada (zona encauzada...) y favorecen la implantación y desarrollo de las poblaciones junto al río. Como desventajas, no eliminan completamente el riesgo, pudiendo incluso incrementarlo aguas abajo de la zona actuada, y tienen un elevado impacto ambiental.
- Medidas no estructurales. Estas medidas son más conocidas dentro de la protección frente a inundaciones de ríos y cauces naturales. Las medidas no estructurales no intentan interferir en la generación y propagación de las avenidas, sino reducir los daños que provocan, adaptando el uso del territorio al riesgo (por ejemplo, la creación de parques fluviales) y sin generar impacto ambiental.

Este tipo de medidas consisten fundamentalmente en una adecuada gestión del río y de las llanuras de inundación para reducir los daños causados por las avenidas.

Se pueden distinguir tres grupos de medidas no estructurales:

- o Las que modifican la susceptibilidad al daño de las estructuras existentes.
- o Las que gestionan el futuro desarrollo de la zona inundable.
 - Zonificación.
 - Restricciones a los usos del suelo.
 - Seguros
- o Las que dan una mejor respuesta frente a las inundaciones.
 - Sistemas de previsión de avenidas.
 - Protección Civil.

En el Libro Blanco del Agua en España, se plantean los siguientes criterios en las actuaciones de defensa frente a inundaciones:

- o Coordinación
- o Separación de daños.
- o Realismo.
- o Respecto al medio ambiente.
- o Prevención.
- o Transparencia.

La estrategia más eficaz consiste en una combinación de medidas estructurales y no estructurales: “fijar como objetivo unos umbrales de protección estructural adecuados que permitan lograr unos niveles homogéneos de seguridad en todo el territorio y cubrir los riesgos superiores con programas de medidas no estructurales”.

I.5.2 Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible (SUDS)

I.5.2.1 Introducción

Las técnicas de drenaje urbano sostenible (TDUS), son procedimientos destinados a que el sistema global de saneamiento mejore su eficacia en la recogida, transporte y depuración de las aguas pluviales. Estas técnicas, a veces llamadas Técnicas de Gestión de la Escorrentía Urbana, se denotan en la literatura anglosajona Best Management Practices, BMP.

Los beneficios obtenidos al emplear TDUS pueden ser de dos tipos: el control de la cantidad de agua y el control de la contaminación. Según Debo y Reese, 1995, los beneficios son:

- Reducción de los incrementos del valor del caudal punta causados por el desarrollo urbano.
- Mitigación de los problemas de capacidad del alcantarillado aguas abajo.
- Recarga de los recursos de agua subterránea.
- Reducción o eliminación de la necesidad de mejoras en las infraestructuras aguas abajo.
- Disminución de la erosión de los cauces a través del control de la velocidad y de la reducción del caudal.

El control de la contaminación con las TDUS presentan las siguientes ventajas:

- Reducción de la carga contaminante mediante sedimentación, reacciones químicas y mecanismos biológicos de depuración.
- Mejoras de las características del caudal que llega a la planta de depuración.
- Beneficios estético y ecológicos.
- Control de la sedimentación.
- Mejora de la calidad del agua a través de la filtración, en su caso, del agua de escorrentía.

I.5.2.2 Clasificación

Las TDUS pueden clasificarse desde numerosos puntos de vista. En la literatura se encuentran clasificaciones diferentes según los Autores, y con terminología aún no del todo consensuada.

Dos de las clasificaciones más coherentes son las que se presentan a continuación (Temprano et al., 1996):

- a. Según el grado de intervención de la estructura de la red.
 - Medidas no estructurales: son aquellas que no precisan una actuación en la estructura de la red y, por lo tanto, no requieren inversiones elevadas (pavimentos porosos, almacenamiento en las cubiertas, limpieza viaria o almacenamiento en las propias conducciones existentes).

Las técnicas no estructurales se centran en la optimización del funcionamiento del sistema unitario existente, en el control reglamentario de vertidos o en la modificación de las actividades de la cuenca. Pueden ser un elemento importante en el plan de reducción de reboses de alcantarillado unitario, aunque se debe tener en cuenta que en áreas altamente urbanizadas pueden no ser alcanzables los objetivos deseados.

- Medidas estructurales: son aquellas en las que es preciso operar en la estructura de la red o en la depuradora.
- b. Según el lugar del sistema de alcantarillado donde se apliquen.
 - Control en origen: son aquellas medidas que se aplican a elementos del sistema de drenaje previamente a su incorporación a la red de alcantarillado.
 - Control aguas abajo: son aquellas medidas que se aplican en la red de alcantarillado o en la EDAR.

El control en origen presenta las siguientes ventajas:

- Proporciona gran flexibilidad para elegir el lugar para la instalación.
- Se puede normalizar el diseño de la unidad de almacenamiento o infiltración.
- Se puede incrementar la eficiencia del sistema de conducción aguas abajo existente.
- El control del caudal en tiempo real pueden incrementar la capacidad del sistema.

Y los siguientes inconvenientes

- El mantenimiento y la regulación son difíciles y costosos, ya que hay que inspeccionar un gran número de unidades que proporcionan el mismo nivel de protección que los controles aguas abajo, que son menores en número pero superiores en tamaño.
- No son muy efectivos para controlar las inundaciones en zonas situadas muy aguas abajo.

El control aguas abajo presenta las siguientes ventajas:

- Tiene un coste de construcción reducido comparado con un gran número de unidades de control en origen.
- Tiene un reducido coste de funcionamiento y mantenimiento.
- Es más fácil de administrar su construcción y mantenimiento.

Y los siguientes inconvenientes:

- Dificultad de ubicación.
- Elevados costes de adquisición de terreno.
- En sistemas de alcantarillado unitario encajar un almacenamiento en el sistema de alcantarillado puede ser difícil.
- Puede tener mayores impactos ambientales que las técnicas de control en origen.

I.5.2.3 Tipología

Aunque no existe un consenso universal para la clasificación de las diferentes tipologías de SUDS (ni menos aún para su denominación en castellano), una de las más recurrentes en la literatura es la que se muestra a continuación.

a. Medidas no estructurales

Las medidas no estructurales previenen por una parte la contaminación del agua reduciendo las fuentes potenciales de contaminantes y por otra evitan parcialmente el tránsito de las escorrentías hacia aguas abajo y su contacto con contaminantes. Entre las medidas estructurales de mayor difusión cabe citar las siguientes:

- Educación y programas de participación ciudadana para:
 - Concienciar a la población del problema y sus soluciones
 - Identificar agentes implicados y esfuerzos realizados hasta la fecha
 - Cambio de hábitos
 - Hacer partícipe del proceso a la población, integrando sus comentarios en la implementación de los programas
- Planificar y diseñar minimizando las superficies impermeables para reducir la escorrentía.
- Limpieza frecuente de superficies impermeables para reducir la acumulación de contaminantes.
- Controlar la aplicación de herbicidas y fungicidas en parques y jardines.
- Controlar las zonas en obras para evitar el arrastre de sedimentos.
- Asegurar la existencia de procedimientos de actuación y equipamiento adecuado para tratar episodios de vertidos accidentales rápidamente y con técnicas secas en lugar de limpieza con agua.
- Limitar el riesgo de que la escorrentía entre en contacto con contaminantes.
- Control de las conexiones ilegales al sistema de drenaje.
- Recogida y reutilización de pluviales.

b. Medidas estructurales

Se consideran medidas estructurales aquellas que gestionan la escorrentía contaminada mediante actuaciones que contengan en mayor o menor grado algún elemento constructivo o supongan la adopción de criterios urbanísticos ad hoc.

Las medidas estructurales más utilizadas son las siguientes:

- Cubiertas vegetadas (Green-roofs): Sistemas multicapa con cubierta vegetal que recubren tejados y terrazas de todo tipo. Están concebidas para interceptar y retener las aguas pluviales, reduciendo el volumen de escorrentía y atenuando el caudal pico. Además retienen contaminantes, actúan como capa de aislante térmico en el edificio y ayudan a compensar el efecto “isla de calor” que se produce en las ciudades.
- Superficies Permeables (Porous / Permeable Paving). Pavimentos que permiten el paso del agua a su través, abriendo la posibilidad a que ésta se infiltre en el terreno o bien sea captada y retenida en capas sub-superficiales para su posterior reutilización o evacuación. Existen diversas tipologías, entre ellas: césped o gravas (con o sin refuerzo), bloques impermeables con

juntas permeables, bloques y baldosas porosos, pavimentos continuos porosos (asfalto, hormigón, resinas, etc.).

- Franjas Filtrantes (Filter Strips): Franjas de suelo vegetadas, anchas y con poca pendiente, localizadas entre una superficie dura y el medio receptor de la escorrentía (curso de agua o sistema de captación, tratamiento, y/o evacuación o infiltración). Propician la sedimentación de las partículas y contaminantes arrastrados por el agua, así como la infiltración y disminución de la escorrentía
- Pozos y Zanjas de Infiltración (Soakaways & Infiltration Trenches): Pozos y zanjas poco profundos (1 a 3 m) rellenos de material drenante (granular o sintético), a los que vierte escorrentía de superficies impermeables contiguas. Se conciben como estructuras de infiltración capaces de absorber totalmente la escorrentía generada por la tormenta de diseño para la que han sido diseñadas..
- Drenes Filtrantes o Franceses (Filter Drains): Zanjas poco profundas rellenos de material filtrante (granular o sintético), con o sin conducto inferior de transporte, concebidas para captar y filtrar la escorrentía de superficies impermeables contiguas con el fin de transportarlas hacia aguas abajo. Además pueden permitir la infiltración y la laminación de los volúmenes de escorrentía.
- Cunetas Verdes (Swales): Estructuras lineales vegetadas de base ancha ($> 0,5$ m) y talud tendido ($< 1V:3H$) diseñadas para almacenar y transportar superficialmente la escorrentía. Deben generar bajas velocidades ($< 1-2$ m/s) que permitan la sedimentación de las partículas para una eliminación eficaz de contaminantes. Adicionalmente pueden permitir la infiltración a capas inferiores.
- Depósitos de Infiltración (Infiltration Basins): Depresiones del terreno vegetadas diseñadas para almacenar e infiltrar gradualmente la escorrentía generada en superficies contiguas. Se promueve así la transformación de un flujo superficial en subterráneo, consiguiendo adicionalmente la eliminación de contaminantes mediante filtración, adsorción y transformaciones biológicas.
- Depósitos de Detención (Detention Basins) En Superficie: Depósitos superficiales diseñados para almacenar temporalmente los volúmenes de escorrentía generados aguas arriba, laminando los caudales punta. Favorecen la sedimentación y con ello la reducción de la contaminación. Pueden emplazarse en “zonas muertas” o ser compaginados con otros usos, como los recreacionales, en parques e instalaciones deportivas.
- Depósitos de Detención (Detention Basins) Enterrados: Cuando no se dispone de terrenos en superficie, o en los casos en que las condiciones del entorno no recomiendan una infraestructura a cielo abierto, estos depósitos se construyen en el subsuelo. Se fabrican con materiales diversos, siendo los de hormigón armado y los de materiales plásticos los más habituales.
- Estanques de Retención (Retention Ponds): Lagunas artificiales con lámina permanente de agua (de profundidad entre 1,2 y 2 m) con vegetación acuática, tanto emergente como sumergida. Están diseñadas para garantizar largos periodos de retención de la escorrentía (2-3 semanas), promoviendo la sedimentación y la absorción de nutrientes por parte de la vegetación. Contienen un volumen de almacenamiento adicional para la laminación de los caudales punta.

- Humedales (Wetlands): Similares a los anteriores pero de menor profundidad y con mayor densidad de vegetación emergente, aportan un gran potencial ecológico, estético, educacional y recreativo.

I.5.3 Legislación relacionada con el Saneamiento.

I.5.3.1 Marco Legislativo

Según la bibliografía básica, es necesario establecer un planeamiento combinado para el control y tratamiento de los vertidos: mejores técnicas disponibles, control de estándares de emisión (sustancias y concentraciones) y, si se impacta sobre el medio receptor, controles más estrictos.

La Directiva europea 91/271 sobre tratamiento de aguas residuales es poco explícita en cuanto a los vertidos en tiempo de lluvia desde los sistemas de saneamiento unitarios. Sólo de forma genérica se expresa que todo tipo de agua que entre en una red unitaria deberá ser tratada y cita, de forma explícita, la necesidad de minimizar los vertidos de las aguas de tormenta. Deja así a los Estados miembro la libertad de limitar la contaminación del agua de los reboses mediante el establecimiento de una determinada dilución en el momento de vertido o la imposición de un número de reboses al año.

La ORDEN MAM/1873/2004, de 2 de junio, por la que se aprueban los modelos oficiales para la declaración de vertido y se desarrollan determinados aspectos relativos a la autorización de vertido y liquidación del canon de control de vertidos regulados en el Real Decreto 606/2003, de 23 de mayo, de reforma del RD 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los Títulos preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas”, se establece la necesidad de controlar los vertidos de “redes separativas de pluviales” y “vertidos desde aliviaderos”.

Sin embargo, en España nunca se ha establecido una referencia legal que limite la contaminación vertida por los reboses de alcantarillado unitario sobre medios acuáticos fluviales, salvo por la “Instrucción para el proyecto de construcciones de vertidos desde tierra al mar”, Orden del 13 de julio de 1993, BOE de 27 de julio de 1993, cuestión que no se tendrá en cuenta en este trabajo por ser Logroño una ciudad que vierte sus aguas, tanto de reboses como tras la depuración, al río Ebro.

I.5.3.2 Directiva Marco del Agua y sistemas de saneamiento en tiempos de lluvia

El funcionamiento de un sistema de saneamiento tiene incidencia directa con el medio acuático receptor. Esa relación es diferente en función de si el sistema es unitario o separativo y si el sistema trabaja en tiempo seco o en tiempo de lluvia.

El día 22 de diciembre de 2000 se publicó en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas (CE) la Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000, también conocida como Directiva Marco de Aguas (DMA), por la que se establece un marco comunitario para la protección de las aguas superficiales continentales, de transición, costeras y subterráneas, para prevenir o reducir su contaminación, promover su uso sostenible, proteger el medio ambiente, mejorar el estado de los ecosistemas acuáticos y atenuar los efectos de las inundaciones y las sequías.

Dadas las numerosas y cada vez mayores presiones que soportan los recursos hídricos comunitarios, resulta vital utilizar instrumentos legislativos efectivos, para abordar los problemas con claridad, y contribuir a conservar estos recursos para generaciones futuras.

La Directiva Marco relativa al Agua (DMA) extiende el campo de la protección acuática a todas las aguas: establece el objetivo claro de que en el año 2015 debe conseguirse un “buen estado ecológico” para todas

las aguas europeas y el uso sostenible del agua. La nueva Directiva representa un planteamiento ambicioso e innovador, con vistas a la gestión del agua. Los elementos principales de la legislación incluyen:

- La protección de todas las aguas – ríos, lagos, aguas costeras y aguas freáticas
- El establecimiento de objetivos ambiciosos con el fin de asegurar que todas las aguas se encuentren en “buen estado ecológico” en el año 2015
- La necesidad de establecer una cooperación transfronteriza entre países, y también de todas las partes implicadas
- Asegurar la participación activa de todos los interesados, incluidas ONG y comunidades locales, en todas las actividades de gestión del agua
- Contar con políticas de fijación de precios del agua y garantizar que el que contamine pague
- Buscar un equilibrio entre los intereses del medio ambiente y los que dependen de él

La DMA es un documento de gran complejidad jurídica y técnica, tanto en su concepción como en su contenido, aplicación y desarrollo. Esta Directiva, adoptada de forma conjunta por el Consejo de la Unión Europea y el Parlamento esta formada por:

53 considerandos, o exposición de motivos

26 artículos

11 Anexos

1.5.3.3 Plan Nacional de calidad de las Aguas: Saneamiento y Depuración (2007 – 2015)

Este Plan Nacional recoge la obligación de la Unión Europea de disponer de un instrumento de planificación – programación que defina el camino que se va a seguir para cumplir las obligaciones de las Directivas Europeas en materia de calidad de aguas de nuestros ríos o nuestras costas. En este sentido, este segundo Plan continúa la labor realizada por el plan de saneamiento y Depuración 1995 – 2005.

La propuesta de actuaciones del Plan Nacional de Calidad de las Aguas (PNCA) 2007-2015 contempla inversiones por valor de casi 18.000 millones de euros.

El PNAC, en el apartado de “Estado actual de tratamiento de las cargas de episodios de lluvia” recuerda los resultados obtenidos en el PROMEDSU señalando que “En un estudio reciente del Ministerio de Medio Ambiente del año 1999 denominado “experiencia piloto de medición y estudio de las descargas de sistemas unitarios (DSU)”, se puso de manifiesto la importancia del control de la contaminación producida por descargas de sistemas unitarios, provocadas por el alivio de la mezcla de agua residual con pluvial durante tormentas. Con esta primera experiencia se comprobó el apreciable impacto que estas descargas tienen sobre la biota fluvial, especialmente por los elevados caudales, su rápida ocurrencia y dificultad de dilución. Dentro de las inversiones ejecutadas dentro del Plan Nacional de Saneamiento y Depuración (1995-2005) han sido pocas las actuaciones en materia de control de las aguas de tormenta”. Y a continuación, afirma “por ello obligación también señalada en la Directiva 91/271/CEE y por la constatación de la evidente contaminación aportada en los alivios por los episodios de tormenta, el nuevo PNCA ha identificado las actuaciones necesarias para que las aglomeraciones urbanas dispongan de tanques de retención o tormenta”.

Como puede verse este Plan sí toma seriamente en consideración la gestión de las aguas de tormenta y tiene presente que una presión importante sobre los medios receptores son las descargas de aguas pluviales en sistemas unitarios (DSU), por lo que considera la implantación de “tanques de tormenta” como

una técnica válida y eficiente de gestión de las aguas pluviales para evitar impactos transitorios en tiempo de lluvia de las mismas, que dañan la calidad del medio e impide en muchos casos la consecución del buen estado ecológico de las masas de agua. Por ello, la partida presupuestaria general para “tanques de tormenta” es de algo más de 3.000 millones de euros.

Es destacable también la inversión en “actuaciones encaminadas a fomentar la I+D+i en el campo del saneamiento y depuración” ya que “en los presupuestos del año 2007 se han recogido específicamente 12,5 millones de euros para la subvención de la investigación en estas materias en 2007, que en la orden de Convocatoria publicada el 19 de marzo de 2007, se acompañan de 8,75 para 2008 y 7,5 para 2009, lo que implica la adjudicación de subvenciones en este año 2007 por importe de 28,75 millones de euros”. El presupuesto total para esta partida es de unos 365 millones de euros y se incluyen en este capítulo los “nuevos diseño de taques de tormenta”.

I.5.3.4 RD 1620/2007 por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas

Recientemente, y debido a varios factores como la creciente escasez de agua para cubrir toda la demanda o al incremento de la conciencia medioambiental, se está cambiando la forma de enfocar la gestión de los recursos hídricos.

Las políticas de ahorro y la mejora de la eficiencia de los sistemas se están complementando con el uso de nuevas tecnologías para la búsqueda de recursos alternativos como la desalación o la reutilización de aguas residuales.

El RD 1620/2007 establece el régimen jurídico para la reutilización de las aguas residuales regeneradas para varios usos como el riego de jardines, el baldeo de calles o para sistemas contra incendios.

Siguiendo esta filosofía, la utilización de las aguas pluviales también comienza a considerarse dentro de la gestión del recurso hídrico. En la actualidad no existe un marco legislativo para esta agua, ya que el RD 1620/2007 no es aplicable a las aguas de escorrentía urbana. Sin embargo, esta normativa subsidiaria marca una dirección hacia la que se debe tender para poder aprovechar la potencialidad de esta fuente alternativa de suministro.

I.5.3.5 Ley 5/2000, de 25 de octubre, de saneamiento y depuración de aguas residuales de La Rioja

En su exposición de motivos, la ley expresa:

La Ley tiene como objetivo ambiental garantizar el buen estado de las aguas superficiales y subterráneas de La Rioja, mediante la acción coordinada de las distintas Administraciones Públicas con competencia en materia de saneamiento. Establece como directriz fundamental el principio de gestión integrada de los servicios públicos del agua y de la protección del medio ambiente.

A tal efecto, delimita las competencias respectivas de la Administración de la Comunidad Autónoma y de las Entidades Locales. Las competencias regionales se justifican en el carácter supramunicipal que tiene el saneamiento, dado que la calidad de los vertidos afecta, aguas abajo, al resto de los usuarios de la cuenca hidrográfica y a la protección de determinados bienes y valores ambientales competencia de la Comunidad Autónoma. Por esta razón se declaran de interés general de la Comunidad Autónoma ciertas obras y servicios de saneamiento.

En cuanto a las competencias municipales, la presente Ley, de acuerdo con lo dispuesto en la Ley 7/1985, de 2 de abril, reguladora de las bases del régimen local y la legislación básica en materia de tratamiento de las aguas residuales urbanas, contenida en el Real Decreto-Ley 11/1985 (sic), de 28 de diciembre, concreta las competencias específicas que tienen los municipios en materia de «alcantarillado y tratamiento de aguas residuales» (Art. 25.2.1). El alcantarillado, de acuerdo con la legislación básica estatal, constituye un servicio obligatorio de competencia municipal, si bien se establecen los necesarios mecanismos de coordinación. El resto de los servicios de saneamiento (colectores generales e instalaciones de depuración) se declaran de interés general, que no excluye la competencia local, aunque la sujeta a coordinación, de acuerdo con lo dispuesto en el Plan Director de Saneamiento. La gestión de tales, servicios, corresponde a los municipios, por sí o asociados, pero de acuerdo con el principio cooperativo que preside la Ley, las Entidades Locales pueden atribuir su gestión al Consorcio de Aguas y Residuos, llamado a convertirse por esta vía absolutamente voluntaria en el organismo gestor de los servicios públicos del agua y residuos, de acuerdo con la concepción integral de la protección del medio ambiente.

La planificación de la actuación de las Administraciones Públicas en, materia de saneamiento se fundamenta en el principio de prevención de la contaminación de todas las aguas, de acuerdo con la unidad del ciclo hidrológico. El Plan Director de Saneamiento y Depuración es el instrumento de naturaleza normativa mediante el que se coordina y programa la actividad administrativa, que tiene el carácter de Plan sectorial de coordinación de los previstos en la legislación básica de régimen local. La Ley regula con el detalle suficiente las determinaciones que debe contener el Plan Director; el procedimiento de su elaboración y aprobación, garantizando una amplia participación institucional; la actualización y la revisión del Plan, concebida en términos flexibles; regula los efectos de la aprobación del plan; el régimen de las obras e instalaciones de saneamiento, no sujetas a licencia municipal, pero sí al ineludible trámite de audiencia previa al municipio afectado, procedimiento absolutamente respetuoso de la autonomía municipal, como recientemente ha vuelto a recordar el Tribunal Constitucional; finalmente, se contempla la posible sujeción de los proyectos de obras de saneamiento a evaluación de impacto ambiental.

Así, se desarrolla esta Ley en 6 Capítulos de la siguiente forma:

CAPÍTULO I. PRINCIPIOS GENERALES

CAPÍTULO II. DE LAS COMPETENCIAS DE LA ADMINISTRACIÓN REGIONAL Y DE LAS ENTIDADES LOCALES

CAPÍTULO III. DE LA PLANIFICACIÓN EN MATERIA DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN

CAPÍTULO IV. DE LOS VERTIDOS

CAPÍTULO V. DE LAS INFRACCIONES Y SANCIONES

CAPÍTULO VI. REGIMEN ECONÓMICO-FINANCIERO

I.5.3.6 Plan Director de Saneamiento del Gobierno de La Rioja.

La revisión que se realiza se desglosa en varias fases de trabajo, en secuencia cronológica, de forma que los objetivos parciales fijados para cada fase permitan la redacción del Plan Director:

Fase I: Inventario de infraestructuras de conducción, saneamiento y depuración de aguas residuales.

Fase II: Diagnóstico de la situación actual.

Fase III: Revisión de objetivos y elaboración de alternativas.

Fase IV: Definición, valoración y programación de las actuaciones a realizar.

Fase V: Estudio económico y financiero del Plan Director.

Fase VI: Propuesta de enunciado del Plan Director 2007-2015 y aprobación.

Fase VII: Enunciado de la revisión del Plan Director.

La definición de las actuaciones que se van a realizar y el establecimiento de los criterios de prioridad de las mismas para el nuevo periodo de programación se hará en estricto respeto y aplicación de la normativa vigente. Así, se continuará con la ejecución de las obras de depuración, teniendo en cuenta en el establecimiento de los criterios de prioridad tanto el tamaño del núcleo como las características ambientales de los ecosistemas receptores. Igualmente la Revisión del Plan deberá desarrollar otros programas ya citados en el Plan anterior pero apenas desarrollados en esta primera fase como son, por ejemplo, el de aguas de tormenta, aguas parásitas, reutilización, etc.

Los programas y subprogramas de actuación que se contemplan en esta revisión del Plan Director de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales Urbanas de la Comunidad Autónoma de La Rioja son los siguientes:

1. Programa de infraestructuras de conducción y depuración de aguas residuales urbanas.
2. Programa de gestión de aguas de tormenta.
3. Programa de tratamiento y gestión de lodos de depuradora.
4. Programa de Gestión del Plan Director.
 - a. Subprograma de explotación y mantenimiento de las instalaciones de conducción y depuración.
 - b. Subprograma de saneamiento de aguas residuales industriales conectadas a la red de saneamiento municipal.
 - c. Subprograma de eliminación de aguas parásitas.
 - d. Subprograma de reutilización de aguas residuales para riego.
 - e. Subprograma de vigilancia y difusión.

1.5.3.7 Ordenanza Municipal del Uso de Alcantarillado y Control de Vertidos de Aguas Residuales del Ayuntamiento de Logroño

Tal y como se refleja en su exposición de motivos, la Ordenanza se dirige esencialmente a la regulación de las condiciones en las que se viene a producir la utilización de la red de alcantarillado municipal, así como establecer los medios y proceso de control de vertidos de las aguas residuales.

Los objetivos a conseguir con la ordenanza son:

- La protección de las canalizaciones municipales frente a ataques procedentes de sustancias o compuestos agresivos, abrasivos o corrosivos.
- La defensa del personal de explotación, tanto de la red de alcantarillado como, en su caso, de la depuradora, frente a agresiones procedentes de compuestos tóxicos o peligrosos, en cualquier caso perniciosos.
- Salvaguarda del sistema de depuración, ampliando, en lo posible, la eficacia de las operaciones y proceso de tratamiento de aguas residuales, empleados en la Planta Depuradora.
- Preservación del cauce como recurso hidráulico, integrante de un medio ambiente adecuado y justo.

Se considera, así mismo, necesaria y absolutamente imprescindible para la buena gestión del agua, a nivel municipal, la puesta en práctica de la Ordenanza pues sólo a su través la Administración podrá tener un conocimiento preciso de cuáles son los contaminantes presentes en las aguas de cada cuenca, quienes lo vierten y en qué cantidad, todo ello en orden a la elaboración de planes de actuación, correctores y protectores de la calidad de las aguas.

Esta ordenanza se compone de:

- TITULO I, DISPOSICIONES GENERALES
- TITULO II. CONDICIONES DE VERTIDO A LA RED DE SANEAMIENTO. Dividido en varios capítulos:
 - o Capítulo 1: Vertidos prohibidos
 - o Capítulo 2: Vertidos tolerados
 - o Capítulo 3: Instalaciones de pretratamiento
 - o Capítulo 4: Descargas accidentales
- TITULO III. CONTROL DE LOS VERTIDOS A LA RED DE SANEAMIENTO
 - o Capítulo 1: Solicitud de vertidos
 - o Capítulo 2: Autorización de vertidos
 - o Capítulo 3: Muestreo y análisis de vertidos
 - o Capítulo 4: Otras disposiciones
 - o Capítulo 5: Inspección y vigilancia
- TITULO IV. ALCANTARILLADO
 - o Capítulo 1: Disposiciones generales del uso del alcantarillado
 - o Capítulo 2: Instalaciones de acometidas a la red.
 - o Capítulo 3: De las instalaciones industriales
 - o Capítulo 4: Servidumbres
- TITULO V: RÉGIMEN DISCIPLINARIO
 - o Capítulo 1: Normas Generales
 - o Capítulo 2: Infracciones
 - o Capítulo 3: Sanciones
 - o Capítulo 4: Competencia, Procedimiento, Prescripción
- TITULO VI. RÉGIMEN ECONÓMICO – FINANCIERO
- DISPOSICIONES TRANSITORIAS

I.5.3.8 Plan de Saneamiento Integral de Logroño (1988).

Este plan fue redactado en 1988 como estudio para tener en consideración la renovación y rehabilitación de la red de saneamiento, la nueva ejecución de un colector que recogiera las aguas para verterlas al río Ebro aguas abajo de la ciudad, teniendo en cuenta que en el futuro se pudiera instalar una nueva Estación

Depuradora de Aguas Residuales, y prever una medida de defensa frente a las aguas que provenían de la zona sur que inundaban las áreas. También así se podía tener en cuenta las nuevas incorporaciones de aguas residuales de los futuros desarrollos previstos en el Plan de Ordenación Urbana vigente en ese momento.

Los principales objetivos de este Plan Director son:

- Definir las mejores innovaciones a realizar en la red de saneamiento y definir las instalaciones necesarias para tratar los efluentes.
- Valorar las actuaciones propuestas en el apartado anterior y confeccionar un programa de actuaciones, según prioridades.
- Definir la forma de financiación, proponiendo la tarifa a aplicar sobre el usuario del sistema de Saneamiento.

Los trabajos que se realizaron para cumplir con los objetivos del estudio fueron:

- Comprobación de los planos de la red de alcantarillado.
- Comprobación del estado físico de la red.
- Medición de caudales en los colectores de la ciudad y en las acequias de riego.
- Encuestas a industrias.

Los datos disponibles se elaboraron, sirviendo de base para:

- Estudio hidráulico de la red de alcantarillado.
- Definición de la planta para tratar las aguas residuales.
- Redacción de los anteproyectos de las obras incluidas en el plan.
- Confección del calendario de actuaciones y estudio de tarifas.

Entre las conclusiones elaboradas en el estudio hidráulico de la red, se enunciaron las siguientes premisas:

La red de Logroño es unitaria y puede considerarse dividida en nueve cuencas independientes que desaguan en otros tantos puntos en el colector General de la margen derecha del Ebro.

Para estudiar su comportamiento hidráulico, determinando los tramos que resultaban insuficientes para evacuar el agua de lluvia, se aplicó un modelo matemático, el “Storm Water Management Model” de la EPA de los Estados Unidos.

Previamente a este estudio se tuvo que definir la lluvia para la cual se había de comprobar el alcantarillado. A partir de los datos recogidos en la estación del Instituto Meteorológico en Logroño y de las publicaciones del ICONA, de Elías del Castillo, se obtuvieron las Curvas IDF.

Se decidió considerar como lluvia de diseño la asociada al periodo de retorno de 25 años. Para un aguacero de una hora de duración, que encaja con el tiempo de concentración medio de las cuencas de la ciudad, la intensidad a considerar es de 33,7 mm/h.

Considerando este periodo de recurrencia se obtiene una seguridad importante frente a inundaciones, sin que suponga un sobredimensionamiento excesivo de los colectores, pues a los aguaceros de 5 y 10 años y una hora de duración, les corresponden intensidades de 22,7 y 27,5 mm/h respectivamente.

Una vez definida la lluvia de diseño y previamente a la aplicación del modelo, cada una de las cuencas se dividió en varias subcuencas y se definió la red primaria de colectores que recibe las aportaciones de estas zonas.

El modelo consta de dos módulos, el RUNOF y el TRANSPORT.

El primero genera los hidrogramas de salida de cada una de las subcuencas, a partir del hietograma de la lluvia para la cual se estudia la red.

El módulo TRANSPORT estudia el comportamiento hidráulico de la red primaria para el caudal que se genera a partir de los hidrogramas determinados por el módulo anterior.

El mismo programa modifica las secciones de los conductos insuficientes, adaptándolas a los caudales que han de transportar.

Una vez redactado el Plan de Saneamiento de Logroño se extrajeron las siguientes conclusiones:

- El casco urbano se veía sometido, en algunas zonas, a frecuentes inundaciones en época de lluvias. Parte de estas inundaciones estaban provocadas por la llegada al casco urbano de agua de escorrentía procedente de la zona al sur del cinturón de Circunvalación.
- A la red de saneamiento estaban conectados una gran parte de los sobrantes de riego de la zona al sur de la ciudad, contribuyendo a aumentar los caudales y rebajar la concentración del agua residual.
- En el colector general se aforaron caudales diurnos de 1000 l/s, muy superiores a los de abastecimiento. Se determinaron también concentraciones de amoníaco en los colectores, obteniéndose valores muy bajos. Estos hechos confirman la entrada, en la red de saneamiento, de agua poco contaminada, procedente de las acequias de riego y de los bombeos que realizaban algunas industrias.
- Del agua suministrada en el abastecimiento, únicamente se facturaba el 55%.
- La construcción del colector de la Avda. Colón, que se acometió en seguida, solucionaría el saneamiento de una amplia zona de la ciudad.
- La zona situada al sur del Cinturón de Circunvalación podía generar, para una lluvia de 50 años de periodo de recurrencia, puntas de caudales de 35 m³/2, difíciles de evacuar por sistemas convencionales. Para solucionar este problema se propuso la construcción de tres cuencos para recoger y regular los caudales de escorrentías producidos en esa zona. El mayor de esos depósitos desaguaría a través del colector del río de la Cava y los otros dos lo harían hacia el Iregua mediante un colector.
- En los cuencos se interceptarían también los sobrantes de riego, conduciéndolos hacia el Iregua, para que no accedieran a la red de alcantarillado de la ciudad.

El saneamiento de El Cortijo se realizaría mediante lagunas de estabilización, en las proximidades del núcleo de población, desechando la solución de conducir sus efluentes hasta Logroño, por lo costoso del colector.

- Los efluentes del Barrio de Varea, una vez recogidos con un colector, se bombearán hasta el colector del Polígono de la Portalada, para ser conducidos por este conducto hasta el Colector General de Logroño.
- Los vertidos que se realizaban en la margen izquierda del Ebro, se recogerían mediante un colector y se bombearían hasta el Colector General de Logroño. Este bombeo se realizaría mediante una tubería que cruzaría el Ebro por el azud situado inmediatamente aguas abajo del puente de piedra, aprovechando las obras de remodelación de dicho azud.
- El tratamiento de las aguas residuales de la ciudad se realizaría en una planta que quedaría ubicada en las proximidades de la confluencia del Ebro y del Iregua.

Como las actuaciones previstas en el Plan de Saneamiento influirían sobre el régimen de caudales de agua residual, se recomienda construir la planta por fases, de forma que en cada actuación se obtenga experiencia para programar la siguiente. En este sentido se propuso implantar en 1.991 el tratamiento primario, en 1.996 el tratamiento secundario, y en 2.001 el tratamiento de fangos.

- Las obras a realizar en el Plan de saneamiento suponían una inversión de 2.950 millones de pesetas.
 - La financiación del Plan se realizaría mediante una tarifa aplicada al agua potable consumida. La tarifa se desglosaría en dos conceptos, correspondientes a la financiación de las inversiones y a cubrir los gastos de explotación y mantenimiento de las instalaciones.
 - Según el grado de subvención recibido, la tarifa base alcanzaría en el año 2.001 las 48,75 ptas/m³ si no se reciben subvenciones o bien 39,83 ptas/(m³ si se obtiene una subvención del 100% para la planta de tratamiento.
 - Para desarrollar el Plan de Saneamiento es preciso crear un sistema de gestión independiente que, entre otras misiones, se ocupara de proponer y recaudar la tarifa, planificar las inversiones, controlar los vertidos, definir la cuota de cada usuario, realizar estudios que permitieran mejorar el conocimiento del agua residual y del funcionamiento de los sistemas de tratamiento, ...
 - El estudio de la red de saneamiento se realizó mediante la aplicación de un modelo matemático. Para la calibración de este modelo era interesante instalar un pluviógrafo en el casco urbano y un sistema para control de caudales en el punto de desagüe de alguna de las cuencas. El control de caudal, que podría realizarse mediante un canal Parshall y un limnógrafo, sería fácil de instalar en las cuencas 2' y 10, aprovechando la construcción del colector de la C/ Canalejas y el de la C/ Luis de Ulloa.
 - Con el modelo calibrado se pueden hacer previsiones más precisas sobre la evolución de las necesidades en el drenaje de la ciudad, previendo las consecuencias de la variación de las hipótesis de partida manejadas en los estudios realizados en la elaboración del Plan. Concretamente, en zonas en que varíe el nivel de urbanización, se podrán definir los nuevos caudales a evacuar al modificarse el coeficiente de escorrentía de la zona.
- Gestión del plan.

En el punto de gestión del plan se establecen las conclusiones más importantes de cara a la gestión del Plan, que es el fin último de cualquier Plan que se redacta. En él, se ve que la recaudación que se aplica que debe adecuar la relación entre lo que el usuario paga y lo que cuesta el tratamiento de los efluentes que él realmente produce.

Conseguir que esos volúmenes se aproximen es una de las misiones que debe incluir la gestión del Plan. Por ello, se debe controlar la gestión de la red de abastecimiento, para evitar pérdidas y conexiones incontroladas, controlar el consumo del agua subterráneas, para evitarlos o incluirlos en el volumen de agua sobre el que repercutir los gastos de saneamiento, y ha de controlar la red de saneamiento para evitar las entradas de aguas por infiltración, riego u otras vías que contribuyen a diluir el agua residual, encareciendo su tratamiento.

Es habitual en los planes de saneamiento el establecer la recaudación en base al principio de que "quien contamina paga, y el paga más el que más contamina".

Este principio lleva aparejado el tener que controlar los vertidos para establecer su calidad y su nivel de cotización. Este mismo control se ha de realizar para evitar el vertido de determinados contaminantes, limitados por la ordenanza de vertidos, que pueden dañar las instalaciones o repercutir desfavorablemente sobre el tratamiento.

Quedó de manifiesto que abastecimiento y saneamiento, y en general el ciclo del agua, requieren una gestión unitaria.

Era habitual en otras regiones y países donde se está implantando el saneamiento el establecer para la gestión del agua, y concretamente para el saneamiento, un sistema económico independiente de otros servicios, para garantizar al usuario que su contribución para esos fines no se destina a completar otros presupuestos.

Todas esas funciones (planificación de inversiones, definición de tarifas, recaudación, control sobre abastecimiento y saneamiento, control de vertidos, ...) requiere una gestión coordinada que implica una dotación de personal y medios que no estaban previstos en la estructura administrativa anterior a la puesta en marcha del Plan.

Capítulo 2

Estado del Arte

II.1 Hidrología

II.1.1 Introducción

Simular el comportamiento de una cuenca hidrológica con la ayuda de un modelo matemático cobra sentido cuando la información obtenida con el mismo resulta imprescindible para lograr un objetivo difícilmente alcanzable por otros medios menos costosos. Los modelos facilitan la manipulación de las variables que intervienen en el proceso de conversión lluvia-caudal, aportando datos sobre la distribución espacial de la escorrentía superficial y mejorando la calidad de la cartografía temática sobre zonas inundables y zonas con riesgo de inundación (Triviño et al, 2004). El análisis de la escorrentía y de sus consecuencias, entendiéndose principalmente avenidas e inundaciones, se puede realizar mediante la utilización de modelos hidrológicos existentes. Habitualmente para trabajar con estas cuencas, en general pequeñas y sin estaciones de aforos, se emplean modelos agregados que partiendo de unas condiciones geomorfológicas y climáticas fácilmente observables, consideran que la lluvia es uniforme y las variables hidrológicas globales y constantes durante el hidrometeoro.

Estos modelos son útiles para obtener el valor de los parámetros de diseño necesarios en numerosos proyectos de ingeniería (Martínez et al, 2000), pero son claramente insuficientes para fijar con precisión las áreas inundables de un curso fluvial.

Para el manejo adecuado de cuencas hidrográficas, se requiere una gestión de los recursos hídricos conjuntamente con el resto de los recursos naturales que conforman el ambiente, empleando para ello variables que cuantifican y caracterizan la distribución espacial, temporal y probabilística de los fenómenos que intervienen. Por eso parece más acertado implementar modelos hidrológicos distribuidos o semidistribuidos porque utilizando la distribución espacial y la variación temporal de las precipitaciones se aproximan mucho más al funcionamiento real de las cuencas. Estos modelos se apoyan actualmente en el uso de herramientas de teledetección y sistemas de información geográfica (SIG), facilitando la generación de modelos y simulación de escenarios, orientando a una adecuada toma de decisiones sobre aspectos territoriales.

II.1.2 La modelación hidrológica

La modelación hidrológica es una de las manifestaciones de la revolución científico-técnica contemporánea ampliamente generalizada en países desarrollados. El desarrollo científico-técnico actual permite el empleo de tecnologías de avanzadas entre las que dicha modelación ocupa un lugar destacado como herramienta para el análisis y operación de los recursos hídricos. En la actualidad los modelos matemáticos son los más difundidos y utilizados en la práctica hidrológica internacional ya que permiten el funcionamiento de un sistema en situaciones que no se han producido y mejora la visión de estas, (González et al, 2000).

En la década del 60, en el campo de la Hidrología al igual que en otras ramas de la ciencia y la técnica, se experimentó un auge muy importante en la modelación matemática debido fundamentalmente a la potencia y rapidez de los ordenadores y a los avances de las investigaciones matemáticas. La aplicación de las tecnologías relacionadas con la modelación matemática de las cuencas contribuye a mejorar el conocimiento de las disponibilidades de los recursos hídricos y a desarrollar políticas racionales de administración de los recursos hidráulicos que garanticen el desarrollo sostenible.

Muñoz (1998) plantea que un modelo hidrológico comprende un conjunto de abstracciones matemáticas que describen fases relevantes del ciclo hidrológico, con el objetivo de simular numéricamente los procesos identificados en el estudio. Los resultados de la modelación son muy útiles en el apoyo, planificación y diseño de obras hidráulicas, como también para tener un mejor conocimiento de los procesos que intervienen en la transformación de lluvia-escurrentía (Montenegro et al, 1998).

La terminología utilizada en la modelación hidrológica pertenece a una teoría más general que recibe el nombre de Teoría de Sistema, en la que se manejan conceptos fundamentales como son las leyes, estructuras, variables y parámetros; y el conocimiento profundo de estos conceptos es lo que permite la concepción y utilización adecuada de los modelos (González et al, 2000). Un modelo en gran medida refleja las condiciones físico-geográficas y las bases de datos del lugar o zona para el que fue desarrollado.

Las distinciones que frecuentemente se hacen entre los diferentes tipos de modelos existentes pueden llevarse desde muchos puntos de vista, existiendo clasificaciones, generalmente de tipo dicotómico, según qué aspecto del propio modelo sea el que se tiene en cuenta a la hora de clasificar. Estas divisiones permiten separar modelos cuya formulación computacional se presta a una implementación práctica distinta, así como por motivos netamente didácticos, se consideran los siguientes criterios:

Modelos físicos y conceptuales o abstractos, Modelos de suceso y continuos, Modelos agregados y distribuidos y Modelos según su objetivo (Olaya, 2004).

Los modelos hidrológicos entendidos como una aproximación al funcionamiento real de ciclo del agua en una cuenca vertiente se pueden clasificar en físicos y abstractos (Triviño et al, 2004). Los primeros incluyen modelos que representan el sistema a una escala reducida. Los modelos abstractos representan el sistema en forma matemática y la operación del sistema se describe por un conjunto de ecuaciones que relacionan las variables de entradas, de estado y de salidas, a partir de las hipótesis y de los parámetros que describen el sistema (González et al, 2000). A su vez los modelos abstractos de acuerdo con la aleatoriedad de las variables empleadas pueden ser estocásticos o deterministas (Triviño et al, 2004).

Las variables de estos pueden estar en función del espacio y del tiempo, también pueden ser variables probabilísticas o aleatorias que no tienen un valor fijo en un punto particular del espacio y del tiempo, pero que están descritas a través de distribuciones de probabilidad. Un modelo determinístico no contempla aleatoriedad, una entrada dada produce siempre la misma salida bajo unas condiciones de estado fijas, (González et al, 2000).

En cuanto a la variabilidad temporal, los modelos determinísticos se dividen en modelos de flujo permanente y modelos de flujo no permanente. Un modelo estocástico tiene salidas que son por lo menos parcialmente

aleatorias, las variables son regidas en todo o en partes por leyes al azar, y por tanto caracterizadas en términos de probabilidad. Los modelos estocásticos se clasifican como independientes del tiempo y correlacionados con él: un modelo independiente del tiempo representa la secuencia de eventos hidrológicos que no influyen entre sí, en el caso contrario, el modelo representa una secuencia en la cual el suceso está influido por el evento anterior o los anteriores.

Los modelos determinísticos suelen tener una mayor posibilidad que los estocásticos para simular el escurrimiento del río a nivel horario o diario, dado fundamentalmente por el alto grado de reflejo de la realidad que tienen sus algoritmos en la simulación del ciclo hidrológico en su fase terrestre. Se tienen diferentes criterios a favor de los modelos determinísticos frente a los estocásticos y viceversa. En la actualidad se observa una actividad conciliadora entre ambas líneas de modelación, la cual tiene su campo de aplicación bastante delimitado. Los modelos estocásticos tienen su fundamento en el máximo aprovechamiento de la información contenida en las muestras analizadas. La ventaja fundamental que representan, en comparación con los determinísticos, es que su formulación estocástica posibilita la obtención de la incertidumbre en las estimaciones de los elementos constitutivos del modelo (González, et al, 2000).

Una primera división conceptual es la basada en el período de tiempo considerado como objeto de la modelación. Mientras que los modelos de suceso calculan los parámetros — especialmente hidrogramas — asociados a una lluvia concreta con una duración relativamente reducida (horas o días), los Agregados están principalmente dirigidos al estudio del régimen hidrológico sobre un intervalo de tiempo de magnitud muy superior al de los anteriores, debiendo incorporarse en la modelación ciertos elementos y procesos que pueden ser despreciados en los modelos de suceso.

En general, los modelos de suceso suelen situarse dentro de los denominados de proyecto, utilizados, entre otras cosas, para el dimensionamiento de obras o el análisis de la extensión de las zonas inundables. Por su parte, los modelos agregados se sitúan más cerca de los conocidos como modelos predictivos, más enfocados hacia la estimación a corto y mediano plazo a partir de datos observados, pudiendo incluir así mismo predicciones meteorológicas como datos de entrada (Olaya, 2004).

La división de mayor relevancia es, sin duda, la establecida en función del tratamiento que se da a las diferentes unidades en que se divide la zona objeto de análisis y las características de dichas unidades (Olaya, 2004). Los modelos agregados consideran las cuencas y subcuencas como unidades de trabajo, mientras que en los distribuidos las unidades, además de tener generalmente menor tamaño y estar definidas de forma regular, no tienen un significado hidrológico tan definido ni representan elementos hidrográficos concretos. La estructura de los MDTs y mallas de datos adicionales, así como de las imágenes aéreas o procedentes de sensores remotos, todas ellas ya divididas en unidades mínimas (celdas o píxeles), hace que resulte natural el emplear estas mismas unidades también como unidades hidrológicas, existiendo por tanto una tendencia natural a plantear sobre dicha estructura modelos de tipo distribuido.

A diferencia de los modelos de parámetros agregados, los distribuidos prestan mayor atención a la distribución espacial de los datos en la cuenca, pero no sólo a los asociados con el escurrimiento superficial del agua sino también a factores climáticos como las precipitaciones. Con ellos se supera la escala de trabajo habitual de los modelos hidráulicos, los cuales se ciñen casi exclusivamente al cauce como consecuencia de la utilización de las secciones transversales de los ríos para realizar los cálculos. Los modelos hidrológicos distribuidos se aproximan mucho más a la realidad al aceptar que la escorrentía es una respuesta hidrológica agragada en el espacio y en el tiempo que afecta de distinta manera a toda la superficie de la cuenca. Estos modelos simulan la escorrentía en un lugar concreto considerando la influencia del espacio adyacente, es decir, las zonas que directa o indirectamente intervienen en él vertiendo y drenando el agua precipitada (Triviño et al, 2004). Además ofrecen varias posibilidades tanto para el tratamiento de la precipitación como para la génesis de la escorrentía y la traslación de la misma sobre la

cuenca con el fin de sintetizar el hidrograma del evento. Las posibilidades del tratamiento de la precipitación son múltiples, habiéndose desarrollado rutinas que permiten tanto el tratamiento agregado como distribuido de la misma.

II.2 Hidrología Urbana

II.2.1 Introducción histórica

Los dos siglos anteriores han sido testigos del fenómeno migratorio del campo a la ciudad, y la creación de núcleos urbanos más y más grandes. A lo largo del siglo XIX la construcción de redes de alcantarillado en ciudades como París, Londres o Barcelona sufrió un fuerte impulso y en gran medida ello se debió a que se estableció la relación entre enfermedades endémicas y la ausencia de un correcto drenaje de las aguas residuales urbanas. El llamado movimiento higienista fue el origen de estas y otras actuaciones orientadas a mejorar la salud pública, pero a pesar de los buenos propósitos existentes detrás de estas acciones, se carecía de un criterio de diseño o de una metodología clara que especificara que y como se debía hacer en cada caso, dejando más bien a la intuición y al genio de algunos ingenieros el dimensionado de esas infraestructuras.

La segunda mitad del siglo XX aceleró este proceso de manera evidente. El rápido crecimiento urbano que se inició en esa época dio lugar a graves déficits de infraestructuras urbanas para el drenaje de las aguas de lluvia, lo que motivó importantes problemas de inundación. Todo ello impulsó la aplicación de los conceptos clásicos de la Hidráulica e Hidrología al medio urbano: estudio de la lluvia, de la transformación lluvia-escurrentía y del comportamiento hidráulico del alcantarillado. De este modo hizo su aparición una nueva disciplina: la Hidrología Urbana.

A partir de los años ochenta, una vez ya se ha realizado un notable avance en el conocimiento de los fenómenos ligados a la cantidad (caudales), se ha impulsado el estudio de los fenómenos ligados a la calidad (carga contaminante) del drenaje urbano. El interés de este nuevo enfoque ambientalista del estudio del drenaje urbano es motivado por los graves problemas de contaminación que pueden crear las aguas de escurrentía urbana que son vertidas por la red de alcantarillado a un determinado medio receptor (normalmente río o mar).

Observamos, pues, que en el estudio y realización de infraestructuras de drenaje urbano ha existido una evolución en los objetivos a conseguir. Estos objetivos podrían calificarse, en orden cronológico, como: higiénicos, hidráulicos y ambientales.

II.2.2 Influencia de la urbanización en el proceso de escurrentía

Se ha comentado la tendencia al desplazamiento de la población desde zonas rurales hacia zonas urbanas. En la actualidad más del 50% de la población mundial vive en zonas urbanas habiéndose incrementado en más de un 80% en los últimos 20 años. En España entre 1980 y 1981 el total de población en capitales de provincia se multiplicó por 4.5 y la tendencia sube, agravada por la concentración en zonas urbanas de la nueva inmigración.

La urbanización de una cuenca modifica su respuesta hidrológica frente a una determinada lluvia. La urbanización conlleva la alteración de las redes de drenaje natural (construcción de colectores y encauzamientos que aumentan la velocidad del agua acalla aguas debajo de la cuenca) y un incremento de las zonas impermeables en superficie además con materiales menos rugosos, todo ello con el criterio de drenar lo más eficiente y rápido posible el área urbanizada. Esta dinámica afecta a la hidrología de la

cuenca y muy especialmente a las zonas situadas aguas abajo. La urbanización aguas arriba modifica el hidrograma que reciben esas zonas, de forma que se incrementa el volumen de escorrentía y el caudal máximo.

Asimismo es menor el tiempo que transcurre entre el inicio de la escorrentía provocada por la lluvia y el máximo caudal: disminuye el tiempo de concentración. Todo ello conlleva que la zona aguas abajo esté afectada con mayor frecuencia por caudales que pueden crear problemas de inundación, tanto más importantes cuanto menores sean las pendientes. La disminución del tiempo de respuesta es debido, como ya se ha comentado anteriormente, a la mayor velocidad del agua en una cuenca urbana que en una cuenca natural. En este aumento de velocidad juega un papel importante la red de colectores.

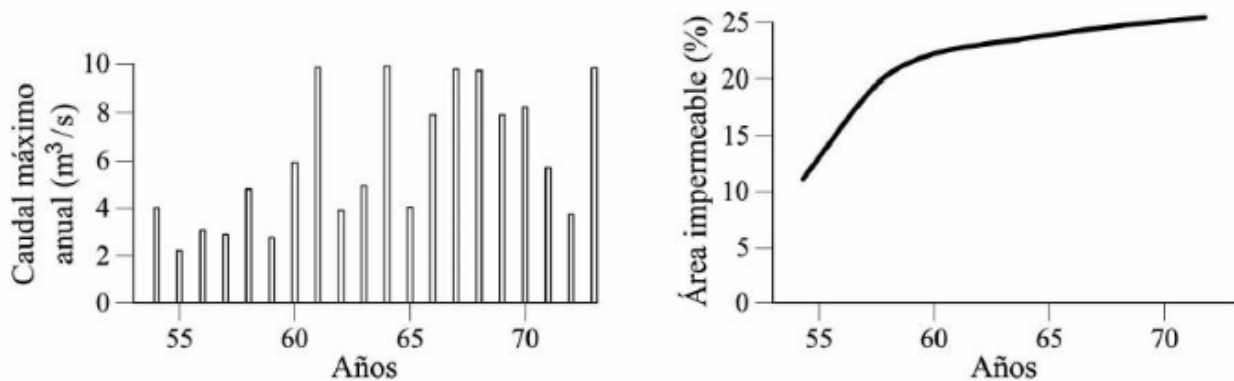


Figura 4: Caudal máximo anual y porcentaje de superficie impermeabilizada.

La problemática es mucho más acusada en las regiones mediterráneas donde suele darse un rápido y desordenado crecimiento urbano (sobre todo en el litoral) a la vez que existen unas condiciones hidrológicas adversas (Arandes, 1992). Estas condiciones hidrológicas son: lluvias localmente muy intensas y cuencas con fuerte pendiente.

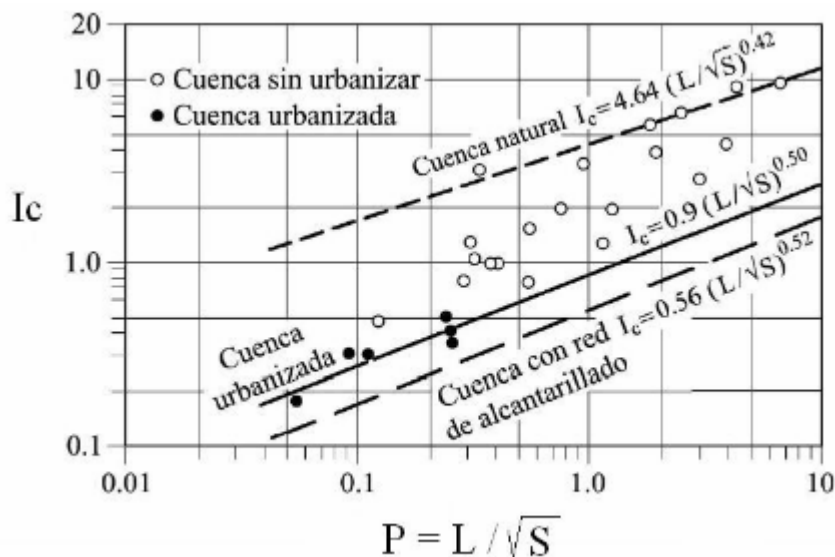


Figura 5: Incidencia de la urbanización en el tiempo de respuesta I_c en minutos.

II.2.3 Problema general del drenaje Urbano: subproblemas

Diferentes autores suelen distinguir 4 subproblemas principales dentro del llamado Problema general del Drenaje Urbano. Se pueden enumerar según su secuencia física como:

1. Determinar la cantidad de agua con la que se trata.
2. Introducir el agua en la red.
3. Diseñar una red de conductos suficiente para transportar los caudales de cálculo.
4. Verter dichos caudales a un medio receptor.

De los cuatro subproblemas de drenaje urbano, el primero de ellos es el problema hidrológico, es decir, determinar la cantidad de agua que debemos evacuar desde la superficie de la ciudad. El segundo se refiere a que el agua de escorrentía que se genera en superficie, sea recogida e introducida en la red de alcantarillado subterránea. El tercer problema es el llamado problema hidráulico: diseñar una red con capacidad suficiente para que los caudales captados circulen sin problemas hasta el punto de desagüe, mientras que el cuarto de los subproblemas se refiere a estudiar las consecuencias desde el punto de vista de cantidad y calidad sobre el medio receptor.

II.2.3.1 Nivel de seguridad de la red y Caudales de proyecto

Para el diseño de un colector o de la red en su totalidad, necesitamos definir un nivel de seguridad y unos caudales de paso, asociados a ese nivel de seguridad. Los niveles de seguridad se pueden estimar a partir de una relación coste – beneficio, evaluando los costes de construcción de una red para diferentes periodos de retorno, comparándolos con los costes de los daños esperables durante un horizonte de tiempo asociado a la vida útil de la infraestructura. La suma de ambas componentes debería dar un mínimo para el periodo de retorno óptimo. Sin embargo este proceso es complicado en la estimación de daños asociados.

Debido a ello se suele recurrir a fijar unos periodos de retorno de referencia. En general nos encontramos con valores en la mayoría de las ciudades de España en torno a los 10 años, si bien en alguna ciudad se ha optado por 25 años. Se recuerda que una lluvia es de periodo de retorno T años si la probabilidad de ser igualada o superada a lo largo de un determinado año es $1/T$.

Fijado el nivel de seguridad, queda evaluar los caudales asociados a ese periodo de retorno y se debe utilizar alguna metodología que permita estimar dichos caudales. En general se abusa del empleo del método racional, que tiene el inconveniente que da poca información sobre el modelo de comportarse de la cuenca. Da tan solo un valor de caudal máximo a la salida de la cuenca, pero no cómo se comporta o cuál es la dinámica de la zona urbana frente a la lluvia. No se sabe si el caudal punta se dará al inicio del suceso de lluvia, al final, si la subida de caudales es rápida o lenta, o mucho más interesante, cuál es la evolución del volumen de escorrentía a lo largo del tiempo, parámetro de vital importancia por ejemplo para concebir cierto tipo de soluciones anti-inundación.

Existen otras opciones de cálculo, como los modelos de depósitos o las aproximaciones de onda cinemática sobre planos inclinados, que dan respuesta a la pregunta de cuáles la historia temporal de caudales en una cuenca urbana ante un determinado suceso de lluvia. Modelos comerciales de dominio público como SWMM 5.0 o HEC-HMS incluyen estas opciones por lo que el no utilizarlas es más atribuible a la falta de interés por el problema.

II.2.3.2 Captación de las aguas en superficie

Los caudales de escorrentía se introducen en la red de drenaje y en los puntos previstos para que el agua no circule descontrolada por la superficie de la ciudad.

En numerosas ciudades algunas superficies, como los tejados, suelen estar directamente conectados a la red de drenaje, asegurando así la coaptación de la escorrentía en la misma zona en que cae. Para la lluvia sobre aceras, viales, plazas y espacios abiertos contamos en superficie con rejillas de captación, denominadas sumideros o imbornales, que recogen el caudal fruto del proceso de transformación de la lluvia en escorrentía, que circula por la calle y aceras, e introducirlo en la red de drenaje.

En el proceso de diseño de una red de drenaje, estamos haciendo siempre la hipótesis implícita de que la lluvia caída que se transforma en escorrentía superficial, entra en la red de drenaje en la misma zona en que cae. Definimos en base a esa hipótesis una serie de subcuencas hidrológicas cuyos límites están fijados en el supuesto que el agua superficial no los supera. Cuando eso no se cumple, el esquema hidrológico e hidráulico que hemos supuesto en la ciudad puede saltar en pedazos.

Los elementos de captación que ofrecen las diferentes empresas suministradoras cuentan con una información en general escasa sobre la capacidad del sumidero o imbornal para recoger agua.

En la actualidad se está entrando en una serie de consideraciones a la hora de elegir los tipos de sumideros a ubicar que no son las más adecuadas desde el punto de drenaje urbano. Se eligen elementos por consideraciones estéticas en primer orden. Se imponen criterios tales como que el sumidero sea del mismo ancho que la rigola de la calle.

II.2.3.3 Cálculo hidráulico de las redes de drenaje urbano

El tercero de los subproblemas se refiere al cálculo hidráulico de la red de alcantarillado. Este es uno de los temas que se encuentran aún peor tratados. En relación a estos métodos de cálculo, debe indicarse que se usa demasiado el cálculo en régimen permanente uniforme, el del llamado calado normal. Esta es una mala aproximación para el cálculo de la red. Consideraciones sobre este método de cálculo:

- es un método que calcula uno a uno los colectores, sin tener en cuenta el concepto de red de drenaje, concepto que supone la existencia de interacciones entre los conductos de la red. Dado un caudal de paso, una pendiente, una tipología del conducto un material tipo para las paredes, queda fijado el nivel de agua y el tamaño del colector sin tener en cuenta lo que hay aguas arriba o aguas abajo.
- No considera la longitud del colector, de manera que el conducto de 2 metros de largo o de 2000 metros, el nivel de agua y el tamaño de colector es en consecuencia el mismo.
- Es un tipo de flujo que se puede denominar raro, pues no se suele dar en la naturaleza más que como situación de tipo asintótico en conductos muy largos, mientras que los colectores de una red de drenaje suelen ser cortos.
- Lo mejor que podemos decir es que es fácil de calcular y existen una serie de nomogramas, gráfico, etc. Que lo hacen muy sencillo el proceso de cálculo.

El empleo de aproximaciones mejores, como sea el uso de la curva de remanso o una aproximación de flujo gradualmente variable es deseable y hay alternativas de cálculo económicas, como HEC-RAS o SWMM 5.0. Por consiguiente, parece que ha llegado la hora de desterrar los procesos de diseño realizados tan solo con régimen permanente uniforme, reemplazándolos con mejores aproximaciones de cálculo.

II.2.3.4 Vertido al medio receptor.

Hasta finales de los 70s el vertido desde la red al medio exterior se consideraba como un hecho sin trascendencia, y tan solo se consideraba un problema cuando la cota final del colector estaba por debajo de la cota del río o el nivel del mar, y debía preverse alguna estación de bombeo al final de la red para asegurar el correcto vertido final. Este es un problema que podemos calificar de tipo cuantitativo. Pero en los últimos años el problema de la calidad de esa agua de escorrentía producida sobre un medio urbano, con una carga contaminante no despreciable y los problemas de vertido al medio natural ha empezado a inquietar, fundamentalmente debido a la cada vez más estricta legislación al respecto. Es sobre las características de esta agua de escorrentía y algunas de sus consecuencias sobre lo que bascula el cuarto problema del drenaje urbano.

Este fenómeno de vertido es conocido con las siglas CSO (Combined Sewer Overflows en inglés), lo que en castellano serían los vertidos procedentes de una red de alcantarillado de tipo unitario en tiempo de lluvia. En tiempo seco, en la superficie de nuestras ciudades se acumula una cantidad no despreciable de materias contaminantes, a pesar de los esfuerzos de nuestros equipos de limpieza. Esa carga contaminante puede ser arrastrada por la escorrentía de un suceso de lluvia y cuando se supera la capacidad de tratamiento de la planta depuradora, se produce un vertido al exterior. En caso de redes unitarias como las nuestras, el vertido incluye una fracción de agua residual doméstica, que agrava el problema.

El mayor peligro se produce cuando una lluvia de tipo medio, provoca un caudal ligeramente superior pero no mucho mayor a la capacidad de la planta de tratamiento. En esas condiciones el grado de dilución del vertido al medio receptor es mucho menor que en un día de lluvia intensa, y por tanto las concentraciones de materias contaminantes mucho más elevadas y potencialmente más peligrosas. Si a ello sumamos el hecho que, por ejemplo, una gran parte de nuestros ríos presenta un caudal circulante bajo, la capacidad de dilución del medio receptor es reducida, acentuándose los problemas de contaminación en los cauces. Cuando la zona de vertido se encuentra junto a un espacio de uso público, por ejemplo una playa, este lugar puede quedar gravemente afectado por el arrastre de residuos, contaminación de las aguas, etc. inutilizando la capacidad del mismo para usos recreativos durante varios días. El efecto del vertido de materia orgánica tiene también consecuencias negativas para la fauna piscícola, pues en su proceso de oxidación esta materia orgánica consume el oxígeno disuelto del agua, lo que puede provocar la mortandad de los peces en un entorno de la zona de vertido. Según se ha observado en otros países, la mayor carga contaminante está asociada a los primeros minutos de lluvia.

Quiere ello decir que muchas veces, los primeros caudales transportan concentraciones más altas y por tanto con un riesgo contaminante mucho mayor que por ejemplo los caudales máximos, donde dado el gran volumen de agua circulante por unidad de tiempo, se produce una dilución mayor de las sustancias que transporta. Si podemos determinar relaciones entre el hidrograma de caudal circulante por la red de alcantarillado y la evolución temporal de la carga contaminante, el denominado polutograma, podría darse el caso de que almacenando una pequeña porción de las primeras aguas de escorrentía se redujera de una forma notable la carga contaminante vertida al medio receptor. Este análisis conjunto de los aspectos de cantidad y calidad del agua de escorrentía, debería verificarse de forma experimental.

Finalmente, y tal y como se ha indicado con anterioridad, en el caso de vertido a un río los reducidos caudales habituales de muchos ríos españoles presentan un inconveniente añadido al no poder diluir los efectos del vertido procedente de una red de alcantarillado. Aquellas cantidades de sustancias que vertidas en un río con un caudal alto supondrían unas concentraciones pequeñas, en el caso contrario se incrementan sencillamente por el hecho de circular un reducido caudal por el río. El régimen hidráulico de circulación del río supone también una evolución a lo largo del mismo de esa carga contaminante, mediante procesos de transporte. Cuando aguas abajo existen otros usos para el agua del río, recreativos, de abastecimiento, etc. es necesario poder predecir las consecuencias de estos vertidos, evaluando las

variaciones en el tiempo y en el espacio de la concentración de sustancias contaminantes, verificando que sus valores se encuentren dentro de los límites admisibles para cada uso. Además no hay que perder de vista que en estos momentos los planes de saneamiento de las cuencas españolas tienden a reducir o eliminar los vertidos de aguas residuales sin tratar a los cauces naturales. Quiere ello decir que una vez logrado el objetivo del tratamiento integral, los únicos puntos de vertido a un río serán en muchos casos los procedentes de redes de alcantarillado unitario.

II.3 Hidrología urbana de crecidas

II.3.1 Introducción

El rápido crecimiento urbano que se inició en la segunda mitad del siglo XX dio, lugar a graves déficits de infraestructuras urbanas para el drenaje de las aguas de lluvia, lo que motivó grandes problemas de inundación. Todo ello impulsó la aplicación de los conceptos clásicos de la hidráulica y la hidrología al medio urbano: estudio de la lluvia, estudio de la transformación de lluvia en escorrentía y del comportamiento hidráulico del alcantarillado. De este modo, hizo su aparición una nueva disciplina: la hidrología urbana. A partir de los años setenta, una vez ya realizado un notable avance de los fenómenos ligados a la cantidad (caudales) se han imputado otros estudios de los fenómenos ligados a la calidad (carga contaminante) en el drenaje urbano. El interés de este nuevo enfoque ambientalista en el estudio de drenaje urbano, es motivado por los graves problemas de contaminación que pueden crear las aguas de escorrentía urbana vertidas directamente al medio receptor.

Observamos, pues, que en el estudio y realización de infraestructuras de drenaje urbano ha existido una evolución en la problemática a resolver: higiénicas, hidráulicas y ambientales. El problema general de drenaje urbano resulta de lo más complejo y, por este motivo, se requiere una herramienta de cálculo sencilla y ágil, a la vez que rigurosa para el diagnóstico del estado actual de nuestras redes o para el diseño de nuevas infraestructuras. Los problemas de modelación hidrológica urbana, han sido reconocidos por los investigadores de la ciencia desde hace varias décadas. El grado de información que pueden proporcionar las bases de datos (UDB) sirve de gran ayuda para la reconstrucción de la respuesta hidrológica de una cuenca urbana frente a una tormenta, obteniendo la forma del hidrograma en un punto analizado.

La idea de vincular la respuesta hidrológica de una cuenca hidrográfica a su geomorfología ha dado lugar a un vuelco completo de los estudios en las últimas dos décadas. El Hidrograma Unitario Geomorfológico Instantáneo (GIUH) se introdujo por primera vez utilizando conceptos probabilísticas (Rodríguez–Iturbe y Valdés, 1979, Gupta 1980).

La propuesta de la teoría, asume que la estructura de la red de drenaje y los viajes de partículas de agua se representan mediante funciones de distribución.

Posteriormente, han dado avances considerables en nuestra comprensión del escurrimiento del terreno y su interacción (Rodríguez – Iturbe y Rinaldo, 1997) y la regionalización de la escorrentía (Gupta y Waymire, 1998). Más recientemente, estudios similares de GIUH, se han basado en la descripción explícita del flujo en la red, derivadas de modelos digitales de elevación del terreno (Maidment y Olivera (1999).

Los SIG han supuesto una gran ayuda para relacionar la información, y ayudar a reproducir el proceso: precipitación – escorrentía y su modelación, (Grayman ,1982; Djokic y Maidment, 1991; Greene y de Crucero, 1995). El flujo del agua en sus cauces preferentes se deriva a partir de modelos digitales de elevación de la superficie (Smith y Brilly, 1992).

La mayoría de autores que formulan el problema de la modelación hidrológica urbana han utilizado modelos de simulación para analizar el comportamiento de la red, algunos de libre distribución, tales como los proporcionados por la agencia americana de protección del medio ambiente (EPA), el programa Storm Water Management Model (SWMM), o modelos comerciales, como el Mouse (Instituto Hidráulico de Dinamarca, 1998), que combina un módulo hidrológico que simula los hidrogramas de las cuencas urbanas, con la propagación de estos hidrogramas en la tubería principal, generalmente sobre la base de las ecuaciones de Saint – Venant (propagación en la red de colectores) o la utilización de una de sus simplificaciones, como es la teoría de onda cinemática.

II.3.2 Situación actual

Más de la mitad de la población del planeta y en particular la de España vive en aglomeraciones urbanas. El crecimiento del número de ciudades, del tamaño de las mismas, las elevadas condiciones de impermeabilidad y en algunos casos la climatología irregular, con tormentas intensas en periodos de tiempo cortos, genera cada año un rosario de problemas de inundación que si bien son pequeños en extensión (pocos Kilómetros cuadrados), tienen una gran repercusión entre los ciudadanos y suponen cuantiosos daños materiales dado el elevado valor de los bienes que se almacenan en cualquier entorno urbano, y en ocasiones también de tipo humano. Santa Cruz de Tenerife en el año 2001, Alicante en 1999, Cambrils en 2002 y otras muchas poblaciones de la costa mediterránea son ejemplos de sitios donde se han producido cuantiosos daños materiales acompañados de pérdidas de vidas humanas.

La seguridad de las actividades ciudadanas durante un suceso de lluvia, como el tráfico peatonal y vehicular, y la no inundabilidad de viviendas, es el objetivo principal que guía el funcionamiento de un sistema de drenaje.

Sucesos de lluvia extremos combinados con una insuficiente capacidad del sistema de drenaje pueden producir inundaciones de áreas urbanas y problemas asociados a la circulación vehicular y peatonal (aquaplaning, salpicaduras, peligro de arrastre y vuelco para peatones y vehículos, etc.).

Estudios recientes relacionan los criterios de riesgo asociado a escorrentía en zonas urbanas al comportamiento hidráulico del sistema de calles durante un suceso extremo de lluvia y eso se justifica al pensar en la gran capacidad de transporte de agua que muchas de ellas pueden tener. En este marco resulta evidente que tanto la planificación como el proyecto en el campo del drenaje urbano no pueden prescindir de la consideración de estos criterios de riesgo sino que los mismos se convierten en parámetros de diseño para el ingeniero a la hora de definir, por ejemplo, el sistema de captación (Wong y Moh Wung-Hee, 1997).

Generalmente dos casos específicos se consideran como posibles causas de pérdidas de vidas humanas durante eventos de lluvia extremos:

- Vuelco y/o deslizamiento de peatones y vehículos;
- Peligro de quedarse atrapado en vehículos y edificios.

En el primer caso, los peatones, frecuentemente inconscientes de la peligrosidad que pueden tener los caudales de escorrentía circulantes por nuestras calles, pueden ser arrastrados por el flujo. Para este tipo de fenómeno, estudios experimentales proponen un límite de seguridad del producto entre el calado del flujo (en metros) y la velocidad (en metros por segundos). Según recientes estudios, para adultos, este producto suele estar en el rango entre 0.5 y 1 (Abt et al., 1989; CCRFDC, 1999).

En relación al segundo caso, hay datos que demuestran que muchos fallecimientos durante inundaciones ocurren cuando conductores de vehículos deciden seguir conduciendo no obstante las difíciles condiciones

de seguridad generadas por la presencia de grandes caudales de escorrentía. En estos casos puede ocurrir que los conductores queden atrapados en sus propios vehículos o que los mismos vehículos sean arrastrados por la corriente debido a la pérdida de adherencia y a la fuerza de arrastre del flujo sobre ellos.

II.3.3 Hitos en España

Si bien en cuanto a la red de saneamiento el libro de referencia hasta el final del s. XX en España era la publicación de Aurelio Hernández, relacionada con los servicios urbanos del agua, elaborando tres libros de gran relevancia como son “Saneamiento y Alcantarillado”, “Abastecimiento y distribución de Agua”, y “Depuración de Aguas residuales”. Estas publicaciones son la referencia en cuanto al diseño de redes de saneamiento y los distintos conocimientos adquiridos sobre la gestión del agua urbana, el cálculo de redes, los materiales de construcción, y una recopilación de los pliegos de condiciones de las obras relacionadas con el saneamiento y el agua potable, así como de la depuración de aguas. También es un recopilatorio extenso, aunque limitado a las fechas de sus distintas ediciones, de la legislación vigente.

No es hasta principios del siglo XXI cuando se comienza con la hidrología urbana a elaborarse potentes libros de referencia para la gestión de las aguas pluviales.

Como órgano de referencia en la hidráulica, el CEDEX, bajo la coordinación de Luis Balairón publica en 2009 como última edición la “Guía Técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano”. No solo constituye una nueva referencia en lo referente tanto al diseño, a los materiales, a la gestión y explotación de las redes de saneamiento, sino que introduce los nuevos conceptos de las nuevas prácticas de Drenaje Sostenible y a gestión mediante Sistemas de información geográfica, en su capítulo número 9 de explotación avanzada de las redes de saneamiento y drenaje urbano.

Posteriormente, se publica en 2008 por el CEDEX la “Gestión de las Aguas pluviales. Implicaciones en el diseño de los sistemas de saneamiento y drenaje urbano”. El libro constituye una ayuda importante en la dirección de disponer una buena documentación técnica en la materia de la legislación para la gestión de vertidos de la red urbana de drenaje a raíz de las nuevas leyes, de la directiva Marco del Agua y fundamentalmente de la Directiva 91/271/CE. Entre sus contenidos aborda los retos tecnológicos a los que se deben enfrentar los gestores de las modernas redes de saneamiento y drenaje urbano para mitigar la contaminación asociada a las aguas de escorrentía urbana: técnicas de modelación de los sistemas de drenaje, caracterización de la contaminación, impactos en el medio receptor, técnicas para el drenaje urbano, etc.

Un hito importante es la creación del grupo de investigación FLUMEN, dada la importante generación de tesis y de publicaciones, además de software y manuales, y la promoción de cursos de hidráulica e hidrología relacionada con los servicios urbanos.

FLUMEN nació, hace más de quince años, como Grupo de Investigación multidisciplinar en el ámbito de la Dinámica Fluvial y de la Ingeniería Hidrológica reconocido por la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) y la Universitat de Barcelona (UB), y formado por ingenieros (Dpto. de Ingeniería Hidráulica, Marítima y Ambiental de la UPC) y biólogos (Dpto. de Ecología de la UB, Depto. De Medio Ambiente y Ciencias del Suelo de la Universitat de Lleida). La actividad desarrollada por FLUMEN está estrechamente vinculada a la Facultad de Biología de la UB y la ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la UPC.

El Instituto Flumen se constituye en 2012, como un Instituto de Investigación Mixto de titularidad compartida entre el Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE) y la UPC. El Instituto Flumen, con actividad de I + D + i en Dinámica Fluvial e Ingeniería Hidrológica, da respuesta a la estrecha colaboración entre FLUMEN y CIMNE tanto en el ámbito de la investigación como en la docencia de postgrado. Áreas de actividad consolidada de FLUMEN:

1. Dinámica de ríos: Avenidas e inundaciones. Medidas protectoras. Restauración de espacios fluviales. Hidráulica de puentes. Erosión y sedimentación. Incidencia de las infraestructuras en la dinámica fluvial.
2. Dinámica de embalses. Limnología de embalses. Hidrodinámica de embalses. Incidencia de los embalses en el comportamiento natural del río
3. Hidrología Urbana. Lluvia y generación de caudales en zona urbana. Riesgo de inundación en zona urbana. Diseño de grandes colectores. Elementos singulares.
4. Hidráulica de canales. Diseño hidráulico. Control y automatización
5. Hidráulica de presas. Aliviaderos. Aliviaderos escalonados. Desagües

En el seno de este Grupo de Investigación, en el área de hidrología urbana, Manuel Gómez Valentín coordina el Curso de Hidrología Urbana, que además de tener carácter presencial, edita su libro del mismo nombre en 2008.

A través de diversos temas se da un repaso a los procesos hidrológicos que se desarrollan en zona urbana, siguiendo el ciclo hidrológico en la ciudad y presentando algunas de las aproximaciones más novedosas en los campos hidrológico e hidráulico, a la vez que se plantean criterios de diseño y metodologías de solución que son aprovechables por los técnicos responsables de su diseño y mantenimiento.

II.4 Técnicas de Drenaje Urbano Sostenible

La evolución de las infraestructuras de drenaje y saneamiento de una ciudad se inició mediante la canalización y control de las aguas residuales; posteriormente, encauzando las escorrentías producidas por las aguas de tormenta tendiendo a limitar el riesgo de sufrir inundaciones.

Todo ello ha dado lugar a los sistemas convencionales de saneamiento y drenaje en las ciudades, basados en colectores cuyo objetivo primordial es evacuar lo antes posible las escorrentías generadas en tiempo de lluvia hacia el medio receptor. Resueltos a priori estos problemas, aparece recientemente otro, el de la calidad de las escorrentías urbanas en tiempo de lluvia y el impacto que sus vertidos generan en el medio receptor.

Hoy en día las aguas de lluvia, lejos de ser aguas limpias, son una fuente importante de contaminación, máxime si la red es unitaria y más aún cuando los índices de urbanización superan las planificaciones iniciales. El crecimiento de las zonas impermeables en las ciudades modifica los flujos naturales del ciclo hidrológico, tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo. La reducción de espacios vegetados reduce en primera instancia la intercepción natural y la evapotranspiración. El aumento de la impermeabilidad redundará en una reducción de la infiltración. Como consecuencia de todo ello, se generan volúmenes de escorrentía netamente mayores acelerando los tiempos de respuesta (figura 3), e incrementando el riesgo de inundaciones.

Las actividades humanas generan, tanto en la atmósfera como en la superficie de las cuencas urbanas, una amplia gama de contaminantes: sedimentos, materia orgánica, nutrientes, hidrocarburos, elementos patógenos (bacterias y virus), metales, pesticidas, etc. En forma de contaminación difusa. Durante los eventos de precipitación, la contaminación acumulada en la superficie es conducida hacia la red de colectores, lo que se une al arrastre de sedimentos en el caso de redes unitarias (la mayoría de los sistemas españoles). El impacto en el medio receptor se traduce en problemas derivados del descenso de la concentración de oxígeno disuelto (que puede provocar la mortandad de especies y la reducción de la oxidación natural de elementos tóxicos), el incremento de las concentraciones de nutrientes (con el consiguiente riesgo de eutrofización), la contaminación por agentes patógenos (que puede derivar en

problemas de salud pública, por ejemplo, en aguas de baño), la acumulación de elementos tóxicos (que puede tener consecuencias en la cadena trófica, etc.). Socialmente, además, aumentan los costes de potabilizar el agua. Los SUDS engloban un amplio espectro de soluciones que permiten afrontar el planeamiento, diseño y gestión de aguas pluviales dando tanta importancia a los aspectos medioambientales y sociales como a los hidrológicos e hidrogeológicos.

Pero la utilidad de estas medidas va más allá de la gestión de las escorrentías urbanas en tiempo de lluvia. El sistema concebido inicialmente para resolver problemas en tiempo húmedo, es además útil para gestionar otros tipos de escorrentía superficial en tiempo seco, como la producida por sobrantes de riego, baldeo de calles, vaciado de fuentes y estanques ornamentales, etc.

En este sentido, cabe mencionar la posibilidad de reutilización de las aguas grises, que con un mínimo tratamiento (bien por medio de SUDS o con pequeños equipos de depuración), lo que podría aportar un caudal constante de abastecimiento para ciertos usos con exigencias cualitativas menores (saneamiento, riego, etc.).

Los objetivos de los SUDS se podrían resumir en los siguientes aspectos (VSC, 1999):

- Proteger los sistemas naturales de l ciclo del agua en entornos urbanos.
- Integrar el tratamiento de las aguas de lluvia en el paisaje.
- Proteger la calidad de las aguas receptoras de escorrentías urbanas.
- Reducir volúmenes de escorrentía y caudales punta procedentes de zonas urbanizadas mediante elementos de retención y menos áreas impermeables.
- Incrementar el valor añadido minimizando costes: Minimizar el coste de las infraestructuras de drenaje al mismo tiempo que aumenta el valor del entorno.
- La reducción del volumen de escorrentía y caudales punta redundará en un mejor funcionamiento de las estaciones depuradoras, al darse las siguientes condiciones:
- Reducción de costes al reducirse el volumen de los influentes.
- Reducción de costes al no alterarse frecuentemente el patrón de contaminantes para el que la depuradora ha sido diseñada.
- Reducción del número de vertidos (DSU) a la entrada de la depuradora.

Desde esta perspectiva, el empleo de SUDS no sólo mejora la gestión de las aguas pluviales, sino la gestión del agua en general, tanto en cuanto al abastecimiento como al drenaje y posterior tratamiento.

Tabla 1: Comparativa Sistema Convencional Colectores y Sistema Alternativo SUDS

	SISTEMA CONVENCIONAL COLECTORES	SISTEMA ALTERNATIVO SUDS
Coste de construcción		
Costes de operación y mantenimiento	Establecidos	No establecidos: falta experiencia
Control de inundaciones en la propia cuenca	Sí	Sí
Control de inundaciones aguas abajo	No	Sí
Reutilización	No	Sí
Recarga/Infiltración	No	Sí
Eliminación de contaminantes	Baja	Alta
Beneficios en servicios al ciudadano	No	Sí
Beneficios educacionales		Sí
Vida útil	Establecida	No establecida: falta experiencia
Requerimientos de espacio	Infisgnificantes	Dependiendo del sistema pueden ser importantes
Criterios de diseño	Establecidos	No establecidos: falta experiencia

En cuanto a su grado de implantación, conviene mencionar que en los Estados Unidos, al igual que ocurría en muchos otros lugares, durante muchos años se enfocó la legislación en materia de drenaje urbano al problema de las inundaciones.

Sin embargo, ya en la década de los 70 se reconoció el problema de la contaminación difusa, reflejando en 1987 esta problemática en la Clean Water Act que derivó en programas específicos de actuación para resolver este problema. La progresiva concienciación durante las dos últimas décadas de la necesidad de mejorar la calidad de las aguas condujo a la aparición del concepto de Best Management Practices (BMPs). Desde el desarrollo de las BMP, varios estados y gobiernos locales han adoptado un gran número de leyes, normativas y ordenanzas para fomentarlos u obligar a su utilización. Un proceso similar es el que se produjo en Australia y en la Unión India a finales de la década de los 90, contando en la actualidad con normativa, legislación y manuales de diseño propios.

En Europa, la gestión de las escorrentías urbanas se ha centrado en el control de las inundaciones, y no ha sido hasta hace aproximadamente una década cuando se ha empezado a tomar conciencia del problema de la contaminación difusa. A partir de entonces, comienzan a adoptarse criterios combinados de cantidad y calidad, intentando maximizar la integración paisajística y el valor social y ambiental de las actuaciones. Como ejemplos de implantación integral de técnicas SUDS en una actuación urbanística cabe citar el proyecto Porte des Alpes en Lyon (Francia) donde se adoptaron técnicas SUDS conjugando varias tipologías para dar respuesta a la falta de una salida natural de drenaje y otros condicionantes. De las actuaciones en zonas ya consolidadas cabe citar las de Nijmegen (Holanda), centradas en la idea de desconectar áreas impermeables (tejados y superficies pavimentadas) de la red de colectores, utilizando en su lugar soluciones tipo SUDS para gestionar estas escorrentías (cubiertas vegetadas, pavimentos porosos, almacenamiento para posterior reutilización en cisternas de inodoros y riego de jardines, etc.).

En el caso de España, estas tecnologías se encuentran en un estado incipiente. Un escollo importante y argumento habitual de los técnicos más escépticos, es la diferencia evidente entre los patrones de lluvia en el Mediterráneo y el norte de Europa (cuna de desarrollo de los SUDS), a pesar de haber una fuerte

implantación en zonas de Estados Unidos y Australia con climatología más similar a la española, donde estas técnicas están muy extendidas.

En los últimos años se están empezando a desarrollar estos sistemas. La tipología más desarrollada en España es la que corresponde a los depósitos de laminación y/o retención, por tener cierta tradición.

De este modo, en Barcelona existen en servicio 10 depósitos de uso mixto (con objetivos tanto anti-DSU como de control de inundaciones), con un volumen útil total de 0,4 hm³. Además, existen otros 31 planificados en la ciudad y su área metropolitana que añaden 1,15 hm³ más.

En Madrid, se ha desarrollado el Plan de Mejora de la Calidad de las Aguas del río Manzanares, en cumplimiento de la Directiva 2000/60/CE, mediante la construcción de tanques de tormenta que aseguren la calidad del tramo urbano de río y del ecosistema fluvial aguas abajo del mismo. En total, se han planificado 27 depósitos, con un volumen total de 1.300.000 m³; los depósitos de Arroyofresno y Butarque cuentan cada uno de ellos con 400 000 m³.

La aparición de publicaciones españolas divulgando experiencias en otros países como el Manual de Diseño: La Ciudad Sostenible (8), así como el desarrollo de normativa local, está promoviendo que se adopten estas tecnologías desde la fase de planeamiento. En Madrid, la Ordenanza de Gestión y Uso Eficiente del Agua en la Ciudad de Madrid (9), en su artículo 8 establece que en las actuaciones de urbanización debe minimizarse la proporción de pavimentos impermeables, con objeto de favorecer la infiltración, estableciendo unos mínimos de permeabilidad en aceras, bulevares, medianas, plazas y zonas verdes urbanas. Así, empiezan a aparecer planes urbanísticos concebidos desde su inicio con una perspectiva de SUDS; este es el caso de actuaciones en los barrios de Torre Baró y La Marina del Prat Vermell en Barcelona o Plata y Castañar en Villaverde en Madrid.

Aunque de forma más aislada, otras tipologías de SUDS han ido implantándose en los últimos años. Entre ellas destacan los pavimentos permeables, en ocasiones combinados con pequeños depósitos de laminación y reutilización de agua para riego, cunetas longitudinales de las carreteras, etc. A este respecto cabe destacar el fuerte esfuerzo de la Confederación Hidrográfica del Norte en la materia.

II.5 El Plan Director de Saneamiento Urbano

II.5.1 Introducción

Un buen trabajo de investigación es “Métodos e instrumental de los planes directores de saneamiento” (González Lera, 2006), elaborada en la Universidad Politécnica de Cataluña.

En ella, el objetivo fundamental es proponer una metodología válida para que se pueda afrontar desde una administración local el desarrollo de un PDA. En todos los apartados anteriores se han expuesto una serie de condicionantes que hay que conocer para poder afrontar con éxito éste trabajo, pero será en el desarrollo de la metodología de trabajo cuando se definan todos los pasos necesarios para afrontar con éxito la redacción del PDA.

Para establecer un esquema de trabajo a la hora de realizar el PDA, se ha tenido en cuenta una serie de criterios que serán los que definan todas las medidas propuestas en la metodología. Los criterios son los siguientes:

- Se seguirá en la medida de lo posible el Anejo 6 del Pla de Sanejament d'Aigües Residuals Urbanes 2005, en el que se detalla de forma breve la información necesaria para redactar un PDA y los documentos que ha de contener.

- Para la simulación del comportamiento de la red se utilizará el modelo SWMM. La elección se debe a dos motivos fundamentales, su fácil acceso por ser un software de distribución gratuita, y su potente y estable esquema numérico de cálculo, válido para su utilización en la prácticamente totalidad de las situaciones posibles. La obtención de datos estará adaptada al modelo, aunque es posible extrapolar el esquema de trabajo a cualquier otro modelo comercial existente.
- Se propondrá la informatización de las características estructurales de la red mediante un SIG. La redacción del PDA supone una gran oportunidad para establecer ésta herramienta dentro de la gestión municipal del alcantarillado.
- Entre las medidas y soluciones propuestas para mejorar el funcionamiento de la red, se hará especial hincapié en las Best Management Practices (BMP), por considerar que su protagonismo cada vez será mayor en los sistemas de drenaje urbanos.

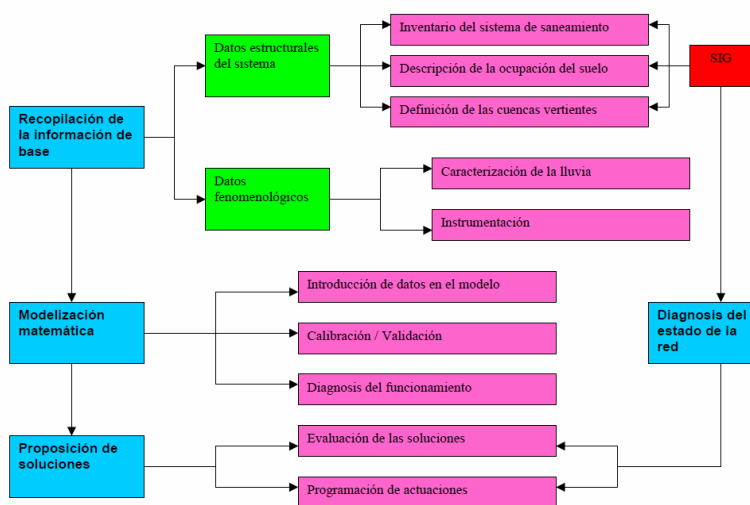


Figura 6: Fases de elaboración de un Plan Director de Saneamiento.

II.5.2 Conclusiones del estudio

Del estudio anterior sobre los métodos e instrumental de los Planes Directores de Alcantarillado se desprenden las siguientes conclusiones:

- Hasta finales de la década de los 80, los métodos de dimensionamiento de las redes de alcantarillado seguían siendo los mismos que a principios de siglo: método racional para el cálculo de la escorrentía y ecuación de pérdidas de Manning para el cálculo hidráulico en los conductos.
- En la década de los 90 se introducen los modelos de simulación de redes de alcantarillado para el análisis de los sistemas de saneamiento.
- La aparición de la empresa de capital mixto CLABSA ha revolucionado la manera de entender la planificación de los sistemas de saneamiento, introduciendo métodos y tecnologías punteras en su gestión y mantenimiento.
- El análisis de la red secundaria en un Plan Director de Alcantarillado es una oportunidad para definir los criterios de la red de alcantarillado en las reformas urbanísticas que se lleven a cabo en el futuro.
- En los últimos 25 años se han publicado una serie de directivas europeas sobre calidad de aguas que han obligado a reducir progresivamente el volumen de contaminantes vertidos por las redes de

alcantarillado, hecho que ha conllevado la construcción de depuradoras en prácticamente todos los núcleos urbanos de Catalunya.

- Los objetivos propuestos por la Directiva Marco de Aguas obligarán a replantear la gestión de las redes de saneamiento, convirtiendo los PDA en una herramienta imprescindible para controlar los vertidos de contaminantes. De especial importancia será el control de las Descargas de los Sistemas Unitarios en tiempo de lluvia.
- La Generalitat tiene competencias plenas en materia de saneamiento, ejercidas a través de la Agencia Catalana de l'Aigua. Ésta, a su vez, delega en las Entitats Locals de l'Aigua las competencias sobre los elementos del sistema de saneamiento en alta, siendo la red de alcantarillado de competencia municipal.
- La responsabilidad de los municipios en la gestión de las redes de alcantarillado provoca que muchas veces no se ejecuten las inversiones necesarias para su buen funcionamiento, a veces por falta de financiación y a veces por falta de voluntad política. El Plan Director de Alcantarillado puede ser una herramienta muy útil para planificar éstas inversiones y programar las actuaciones necesarias de forma racional.
- El Plan Director de Alcantarillado puede redactarse como Plan Especial Sectorial, con lo cual adopta un formato de documento urbanístico de obligado cumplimiento dentro del ámbito municipal.
- Es necesario redactar unas recomendaciones técnicas para el dimensionamiento de redes de alcantarillado que actualicen la metodología de cálculo con las nuevas herramientas de simulación de redes de alcantarillado, tal como se ha hecho para el estudio de inundaciones en el ámbito local.

Capítulo 3

Materiales y métodos

III.1 Introducción

A continuación se procede a describir los materiales y métodos que se han empleado para la elaboración del modelo hidrológico-hidráulico que simula la red de saneamiento en la cuenca 11 de Logroño, la correspondiente al barrio de Varea, y cuyos resultados, junto con el conocimiento legislativo y de las nuevas tendencias de Drenaje Sostenible, van a ser las que den paso a la redacción de unas recomendaciones y conclusiones a aplicar en esta red.

Este apartado se estructura en los puntos básicos de un estudio hidrológico-hidráulico básico

III.2 Características de la Cuenca objeto del estudio.

III.2.1 Características Generales de la Cuenca de Varea

El barrio de Varea se encuentra en la parte Este de la ciudad de Logroño, en La Rioja, en la margen derecha del río Iregua y del Ebro.

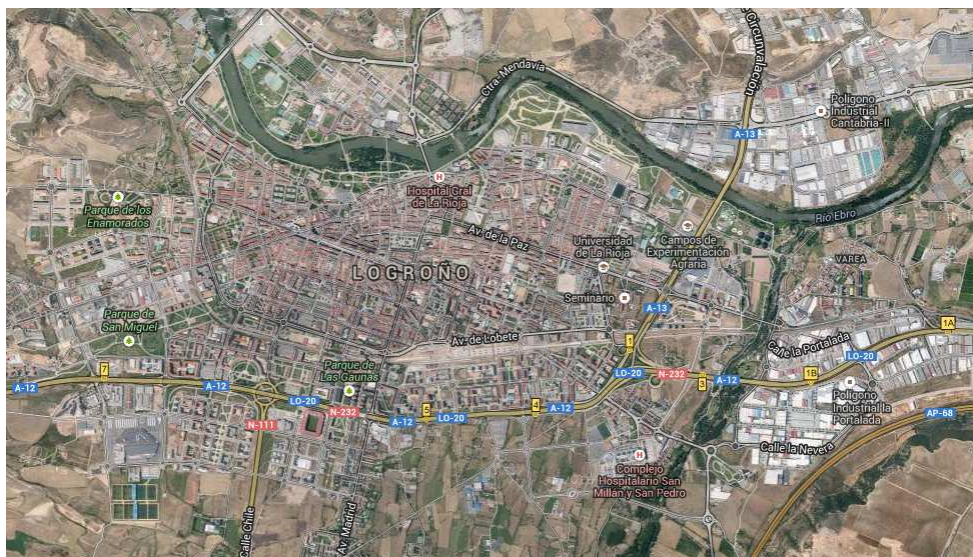


Figura 7: Imagen de Logroño, con varea al Este



Figura 8: Imagen de Varea, con la EDAR al Oeste

El área total de la cuenca objeto de estudio es de 23,2 Ha, toda la cuenca tiene pendiente Sur – Norte, efecto de la terraza inundable del Ebro que existe en la parte Norte. Varea se encuentra en un pequeño montículo justo en la zona alta del área inundable. Tal y como se muestra en el mapa a continuación, la calle Cadena ejerce de límite a la inundación del Ebro para un periodo de retorno de 50 años.

Los límites de la cuenca representados se han determinado en base a la topografía superficial, a la disposición de la red de alcantarillado y al punto de drenaje de los tejados. La delimitación de las superficies de aportación de escorrentía a la red se realizará más adelante en el apartado de discretización en subcuencas.

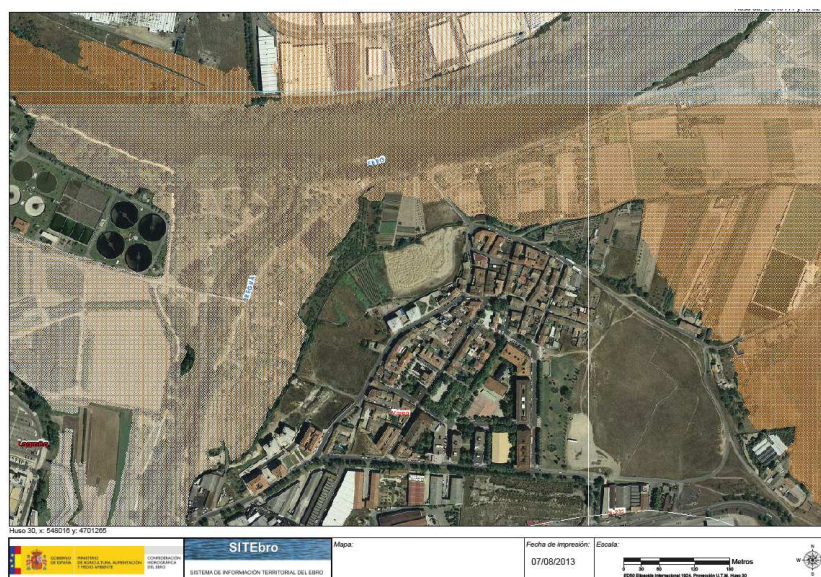


Figura 9: Planta de Inundación provocada por el Ebro y el Iregua para un periodo de retorno T500 años. Fuente: CHE

Es importante señalar que este fue un asentamiento romano por ser una ruta de comercio a través del Ebro, siendo en este lugar donde finaliza el tramo navegable hasta el mediterráneo en aquellos tiempos.

III.2.2 Descripción de la red de calles

La red de calles sigue un entramado normal con desarrollo fundamental de Sur a Norte (de zona alta a zona baja). La red principal de calles tiene una distribución normal de dos aceras y calzada, ésta última con bombeo del 2% hacia las rigolas y aceras con pendiente del 2% hacia la calzada. Las alturas de los bordillos sobre la rigola pasan de la zona sur hacia la zona norte de mayor a menor altura, siendo de unos 15 cm vistos en la zona Sur y de apenas unos centímetros en la zona Norte.

En los entramados más antiguos, en la zona norte, las calles son peatonales o de uso preferente peatonal, con tratamiento único acera-calzada, pendiente hacia zona de recogida central de un 2% y red de sumideros en el centro de la calle.

III.2.3 Descripción de la red de alcantarillado

La red de alcantarillado es antigua y fabricada fundamentalmente en colector ovoide de hormigón de dimensiones 60x40, salvo un colector que rodea por la margen Este de sección rectangular. La red recoge todas las aguas, y las va conduciendo dirección Sur – Norte y Este – Oeste hacia el bombeo existente en la desembocadura del Iregua en el Ebro. Antiguamente en este punto estaba uno de los tres colectores que vertían las aguas al Ebro, pero desde la instalación de la depuradora del Ebro por el Consorcio de Aguas y Residuos del Gobierno de La Rioja, las aguas se bombean desde este punto hacia el colector que recoge las aguas de la cuenca del Iregua para depurar en esta E.D.A.R., gestionada por el Consorcio de Aguas y Residuos.

Existen dos aliviaderos de la red que salen de la denominada C/ Cadena y van a verter al Ebro. El colector que sirve de alivio tiene su cota inmediatamente superior al tubo que drena en el pozo que es origen de este alivio.

En la entrada de la cámara de bombeo existen dos aliviaderos por si entra en carga la cámara de bombas y dentro de la cámara hay otros dos aliviaderos en paralelo por si dejan de ser efectivas las bombas.

III.3 Los Sistemas de Información Geográfica

III.3.1 Conceptos Generales

III.3.1.1 Introducción

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) han irrumpido en el mundo de la técnica, y concretamente en España, de manera muy rápida, gracias al abaratamiento de los equipos informáticos. Esta irrupción rápida ha propiciado que todo el mundo hable de ellos y planee utilizarlos, a menudo sin tener muy claro qué son en realidad y qué son capaces de hacer.

Existen numerosas definiciones de SIG sin que exista realmente un consenso, ya que las definiciones varían según el punto de vista (técnico, informático, comercial, etc.).

Según ESRI (Environmental Systems Research Institute Inc) 1990, “Un SIG es un conjunto organizado de hardware, software y datos geográficos, diseñado específicamente para capturar, almacenar, poner al día, manipular, analizar y mostrar todo tipo de información referenciada geográficamente”.

Luis Quintas Ripoll (CEDEX) propone que “Un SIG es un sistema de gestión de bases de datos gráficos, especializado en información geográfica”.

III.3.1.2 Bases de Datos y Sistemas de Gestión de Bases de Datos

Dentro del mundo alfanumérico, para manipular grandes cantidades de datos aparecieron en primer lugar las bases de datos o “bancos de datos”. Se trataba de almacenar ordenadamente datos en un juego de ficheros, y, mediante unas aplicaciones y un sistema de índices, gestionarlas.

Al aumentar la complejidad de estos bancos de datos se producen problemas cada vez más graves para asegurar la consistencia y la integridad de los datos, conservando la eficiencia en el tratamiento de los datos por parte de todos los usuarios. Para resolver estos problemas aparecen los Sistemas de Gestión de bases de Datos (SGBD), que convierten el acceso a los datos y su gestión en una aplicación cerrada (“caja negra”), interponiéndose entre los usuarios y los ficheros, y haciéndose cargo de todos los problemas de explotación, mantenimiento y comprobación de los datos. De esta manera, el usuario pierde de vista todos los detalles relativos al almacenamiento físico de los datos tratando con ellos sólo a través de un lenguaje conceptual sencillo.

Este lenguaje conceptual permite realizar de manera sencilla todas las operaciones complicadas de administración de los datos (creación de tablas, registros y atributos, indexación, copias de seguridad, permisos de acceso), de validación de datos (eliminación de redundancias e incoherencias, comprensión de datos, etc.) y de consulta (búsquedas condicionadas). Puede ser incluido en lenguajes de programación de 3ª generación y conectar así con aplicaciones externas. En estos sistemas aparece la figura del Administrador de la base de datos, con poder para organizar el sistema de permisos de acceso y actuación sobre las tablas. Otra importante aportación de los SGBD es un lenguaje de 4ª generación para la creación de interfaces de usuario (menús) y separar definitivamente a los usuarios finales de la estructura de datos.

III.3.1.3 CAD y SIG

Aunque los CAD (Computer Aided Design, Diseño Asistido por Ordenador) son productos que están creciendo mucho en complejidad, básicamente consisten en una aplicación para generar ficheros de dibujo. En estos ficheros se generan todas las instrucciones necesarias para su reproducción gráfica: elementos gráficos, colores, gruesos, escala, etc. Para su realización se dispone de un lenguaje de comandos y unos menús.

En el caso de un SIG, se trata realmente de un sistema de gestión de bases de datos gráficos, y como se verá más adelante, ofrece debido a su naturaleza de SGBD muchas más prestaciones para el análisis que estas aplicaciones gráficas. Los SIG más potentes, además de tratar los elementos geográficos en base de datos, también tienen asociada una SGBD alfanumérica.

Los SGBD internos del SIG están organizados entre sí para poder gestionar de manera muy eficiente todo tipo de información gráfica, y muy especialmente, la información geográfica.

III.3.1.4 Información Geográfica

Hay que distinguir entre datos geográficos e información geográfica. Datos geográficos son aquellos datos que tienen una referencia geográfica sobre la superficie terrestre. Información geográfica es un juego interrelacionado de datos geográficos que representan una realidad territorial y que se han sido seleccionados con una finalidad determinada. La información geográfica es pues fruto de un proceso interpretativo y subjetivo en virtud del cual un conjunto de elementos gráficos pasa a representar una realidad geográfica o un conjunto de elementos geográficos del mundo real.

Unas líneas en un plano pueden ser datos geográficos si están correctamente georreferenciados. Pero para que se consideren información geográfica de un río, por ejemplo, deberán contener información suplementaria para que se sepa que corresponden a un río, y no a otro elemento geográfico, un camino o un linde. Deberá tener una continuidad entre tramos y una dirección, porque en caso contrario no podrá representar las características de un río.

Sintetizando estas ideas, para que unos datos geográficos puedan configurarse como información geográfica, deben reunir ciertas características, que pueden resumirse en las tres siguientes:

- Georreferenciación. Los datos tienen que estar definidos en el espacio mediante un sistema de coordenadas geográficas referido a un sistema de proyección.
- Atributos. Tienen que poderse relacionar el dato geográfico con unos atributos alfanuméricos que definen y describen su naturaleza real.
- Relación espacial con otros elementos similares. Tiene que ser posible conocer cómo se relaciona con otros elementos similares o distintos: contigüidad, continuidad, sentido, proximidad, etc. Es lo que se denomina como relaciones topológicas o topología.

Faltaría el tiempo (instante de existencia del dato).

III.3.2 Organización de la Información Geográfica en un SIG

III.3.2.1 La captura de datos

Para poder almacenar datos geográficos en un ordenador, existen dos sistemas fundamentales: la digitalización y el escaneado.

La digitalización almacena vectores gráficos por sus coordenadas a partir de una tableta digitalizadora.

El escaneado consiste en la medida de un valor para todos y cada uno de los puntos del plano mediante un barrido electrónico. El dispositivo clásico es el escáner, pero también se obtienen imágenes de este tipo con satélites científicos provistos de sensores específicos.

III.3.2.2 Almacenamiento de datos gráficos. Tipos de SIG

Para el almacenamiento de los datos gráficos de una forma lo más sencilla posible, los SIG utilizan unas primitivas gráficas que convertirán la complejidad del mundo real en un conjunto sencillo de elementos asimilables por el ordenador.

Dados los sistemas de captura de los datos, existen dos tipos de SIG, vectorial y matricial, correspondientes a cada tipo de captura.

No existen realmente sistemas vectoriales puros ni sistemas matriciales puros, porque los dos tipos de datos son necesarios para representar el mundo real. Los SIG de topo vectorial han incluido módulos matriciales, y los SIG matriciales han incluido módulos vectoriales.

- SIG Vectorial.

El SIG se encarga de almacenar estos datos (nº de puntos que lo forman, coordenadas, etc.) en forma de “coberturas”. Una cobertura es un conjunto homogéneo de datos geográficos que cubren el territorio, es decir, una información geográfica concreta.

Como se trata de elementos geográficos, todos ellos deben estar referidos a un sistema de coordenadas en un sistema de proyección, directamente o a través de referencia geográfica en los que apoyarse. Para evitar redundancias y errores, el SIG no almacena dos veces una línea perteneciente a dos polígonos contiguos, sino que la almacena una sola vez y crea las tablas adecuadas para atribuir a cada polígono las líneas que lo componen, y a cada línea, sus vértices y nodos.

- SIG Matricial.

En SIG de tipo matricial, la única primitiva gráfica es el píxel o celda. En cada celda se almacena un valor al que se suele llamar categoría, y que representa un parámetro del mundo real. Estas celdas están georreferenciadas respecto de un sistema de coordenadas definidas en un sistema de proyección. El SIG debe almacenar todos y cada uno de los valores de las celdas, pero como esto supondría una ocupación de disco enorme, generalmente se utilizan diferentes métodos de compresión.

En el caso de los SIG matriciales no existe el concepto de topología, no hace falta: el SIG sabe perfectamente dónde se halla cada celda y qué celdas son sus contiguas.

III.3.2.3 Topología

Una de las capacidades más interesantes de los SIG vectoriales es la posibilidad de generar la topología de una cobertura, es decir, almacenar, además de la geometría de los elementos, sus relaciones con otros elementos de la cobertura.

Las coberturas de puntos no tienen topología posible, puesto que no existe relación espacial entre puntos.

En las coberturas de líneas la relación topológica principal es la conectividad, mediante vértices iniciales de líneas y vértices finales de cada elemento a los que se denomina nodos. Tomará nota de si los nodos conectan con otros elementos línea, de manera que conocerá las conexiones entre todos ellos.

Otra relación topológica sería la de sentido o dirección.

En las coberturas de polígonos la relación principal es la de inclusión. El SIG sabe que el polígono forma parte de una superficie cerrada con un área dada, y sabrá si un punto está dentro o fuera de ella. Los polígonos cerrados podrán emparejarse con un punto, llamado etiqueta, en el que podrán reflejarse sus atributos. Como las líneas comunes con otros polígonos son compartidas, también sabrá qué polígonos son contiguos. Al generarse la topología mediante el correspondiente comando, todas las tablas en que se describen estas relaciones son creadas con la información.

III.3.2.3 Ventajas e inconvenientes de los SIG Vectoriales vs. Matriciales

Ventajas del SIG vectorial:

- Adecuado para representar elementos geográficos bien definidos: ríos, carreteras, etc.

- Estructura de datos compacta, generando ficheros poco voluminosos.
- Generación de topología, ofreciendo posibilidades de análisis muy potentes.

Desventajas del SIG vectorial:

- Estructura de datos compleja.
- Dificultad de aprendizaje.

Ventajas del SIG matricial:

- Adecuado para representar elementos geográficos poco definidos (difusos o de variación espacial progresiva: tipos de suelo, humedad del suelo, modelos digitales del terreno, etc.).
- Estructura de datos sencilla.
- Operaciones de análisis sencillas y potentes.
- Facilidad de aprendizaje.

Desventajas del SIG matricial.

- Estructura de datos poco compacta, generando grandes ficheros de datos.
- Análisis limitado, por no tener funciones topológicas sofisticadas y por limitaciones de resolución.

III.3.3 Operatividad de los SIG

III.3.3.1 Interrogación y análisis

Una vez elaboradas correctamente las distintas coberturas es cuando pueden efectuarse operaciones de análisis con la información geográfica almacenada y recoger los frutos de todo el trabajo invertido para ello. También ahora es cuando más se pone de manifiesto la diferencia entre un CAD y un SIG y la potencia superior de estos frente a aquellos.

Mediante operaciones de interrogación y análisis se podrán generar nuevas coberturas obtenidas de las coberturas iniciales, que a su vez podrán ser utilizadas en nuevas operaciones. Estas operaciones pueden agruparse a grandes rasgos en cuatro grupos:

- Operaciones de consulta y recuperación.
- Operaciones de superposición.
- Operaciones de proximidad.
- Operaciones de contigüidad.

III.3.3.2 Operaciones de consulta y recuperación

Son las operaciones más sencillas que se pueden efectuar. El SIG permite efectuar consultas selectivas a los datos almacenados y obtener mapas temáticos mediante la formulación de una pregunta al sistema, en la que pueden involucrarse tanto elementos geográficos de las coberturas como sus atributos asociados (atributos de los elementos o distancias geográficas o áreas...).

Mediante el uso de operadores aritméticos (>, >=, <, <=, etc) y lógicos (and, or, nor, etc.) pueden hacerse consultas más elaboradas.

En el caso del SIG matricial también puede efectuarse interrogaciones a las categorías de la celda. La interrogación más potente es la clasificación, operación mediante la cual se le pide al SIG que clasifique los valores de las celdas en unos rangos de valores determinados.

III.3.3.3 Operaciones de superposición

Este tipo de operaciones son indispensables en un SIG para su buen funcionamiento. Las operaciones de superposición entre coberturas puede efectuarse entre datos geográficos, superponiéndose solamente elementos geométricos y generándose la topología posteriormente.

Estas superposiciones pueden hacerse mediante operadores aritméticos y lógicos (unión, intersección, identidad, etc.).

Las posibilidades de superposición en los SIG matriciales son múltiples por ser una operación muy sencilla: se opera directamente con los valores de las celdas celda a celda.

III.3.3.4 Operaciones de proximidad

Son operaciones que permiten obtener unas características en un punto a partir de las características de elementos que tienen a su alrededor (área de influencia). Para efectuar la operación habrá que definir el punto en que se va a realizar la operación, el ámbito de proximidad que va a intervenir en la operación y la función o algoritmo que se va a utilizar para ello. Las operaciones más usuales son las interpolaciones (por mínimos cuadrados, Kriging, etc), cálculo de isolíneas y poligonación (Thiessen, etc.).

Otras operaciones típicas de proximidad son los filtros.

III.3.3.5 Operaciones de conectividad.

Son funciones que efectúan una acumulación de valores a lo largo de un recorrido por determinados elementos geográficos (líneas, polígonos o celdas) teniendo en cuenta sus atributos.

Son funciones útiles para realizar operaciones de trazado o difusión espacial. Se utilizan tres parámetros:

- Uno para especificar la forma e interconexión de los elementos a recorrer.
- Otro para definir las reglas con que se recorren,
- Para unidad de medida.

En el SIG vectorial se utiliza la topología para realizar estas operaciones: trazados óptimos, análisis de redes, visibilidad, etc.

En el caso matricial, estas operaciones son sencillas al efectuarse celda a celda, como pueden ser mapas de orientaciones y pendientes, trazado de divisorias de cuencas, red hidrográfica....

III.3.3.6 Representación gráfica de la información geográfica.

El último grupo de herramientas que debe ofrecer un SIG son aquellas funciones necesarias para una buena representación gráfica de las coberturas, tanto de datos como resultados del análisis.

III.3.4 gvSIG

III.3.4.1 Introducción.

El origen de gvSIG se remonta al año 2004, en el seno del proyecto de migración a software libre de los sistemas informáticos de la Conselleria de Infraestructuras y Transporte (CIT). Inicialmente nace con unos objetivos acordes a las necesidades de la CIT. Estos objetivos se ven rápidamente ampliados, fruto por un lado de la naturaleza del software libre -que facilita enormemente la expansión de la tecnología y del conocimiento y establece las bases sobre la que constituir una comunidad- y por otro de un visión de proyecto materializada en unas líneas de demarcación y un plan acorde para llevarlas a cabo.

Actualmente la Asociación para la Promoción de la Geomática Libre y el desarrollo de gvSIG (en adelante, Asociación gvSIG) es la responsable de la sostenibilidad del proyecto gvSIG. La Asociación gvSIG es una asociación sin ánimo de lucro que engloba a las principales organizaciones impulsoras del proyecto gvSIG. En torno a los valores democráticos y solidarios propios del Software Libre, la Asociación gvSIG plantea el desarrollo de un nuevo modelo de negocio basado en la Cooperación y el Conocimiento compartido donde parte del beneficio generado revierta en el fortalecimiento del Proyecto gvSIG.

III.3.4.2 Qué es gvSIG

El programa gvSIG está orientado al manejo de información geográfica. Se caracteriza por una interfaz amigable y sencilla, con capacidad para acceder ágilmente a los formatos más usuales (ráster y vectoriales). gvSIG además es capaz de integrar datos en una vista, tanto locales como remotos, a través de un origen WMS (Web Map Service), WFS (Web Feature Service,) WCS (Web Coverage Service) o JDBC (Java Database Connectivity).

Está orientado a usuarios finales de información geográfica, profesionales o personal de Administraciones Públicas (Ayuntamientos, Diputaciones, Consejerías o Ministerios).

También resulta de especial interés para los ambientes universitarios, debido a su componente I+D+I (Investigación+Desarrollo+Innovación). La aplicación es de código abierto, con licencia GPL (General Public License o licencia pública general) y gratuita. Se ha hecho especial hincapié desde sus inicios, en que gvSIG sea un proyecto extensible, de forma que los desarrolladores puedan ampliar las funcionalidades de la aplicación fácilmente, así como desarrollar aplicaciones totalmente nuevas a partir de las librerías utilizadas en gvSIG (siempre y cuando cumplan la licencia GPL).

Esta es la razón por la que se ha elegido este software de SIG para la realización de este Trabajo Fin de Master.

III.4 Análisis y Caracterización Hidrológica

III.4.1 Análisis y tratamiento de los datos pluviométricos

III.4.1.1 Objetivo de los estudios pluviométricos.

Los estudios pluviométricos requeridos en la estimación de los caudales de diseño para el cálculo de las estructuras de drenaje urbano mediante métodos hidrometeorológicos tienen por finalidad la determinación de la lluvia correspondiente a un determinado periodo de retorno o a unas condiciones prefijadas: Precipitación máxima probable (PMP).

La definición de la lluvia para una duración dada debe incluir, no sólo la cantidad total, sino también su distribución temporal y su valor areal sobre la cuenca objeto de estudio. El tratamiento conjunto de estos factores es complejo y los métodos empleados siguen los siguientes pasos, una vez prefijada la duración a considerar (Ferrer Polo, 2000):

- estimación de la cantidad de lluvia en un punto para dicha duración, directamente o a partir de valores obtenidos para otra duración considerada de referencia.
- Reducción de los valores puntuales anteriores en función del tamaño de la cuenca para considerar el efecto de no simultaneidad de lluvias y obtener lluvias areales.
- Determinación de la distribución temporal de la lluvia a lo largo de la duración considerada si el método hidrológico así lo requiere.

III.4.1.2 Determinación de la lluvia con un determinado período de retorno.

i. Cantidad total de lluvia en un punto.

A estimación de la cantidad total de lluvia suele abordarse mediante el análisis estadístico de los datos registrados en las estaciones pluviométricas de la zona, expresando normalmente los resultados en forma gráfica como isoyetas de un determinado período de retorno.

En el análisis estadístico de lluvias máximas suelen emplearse modelos de series anuales de máximos, con lo que sólo se considera el mayor valor de cada uno de los años con datos, y métodos paramétricos que utilizan diversas leyes de distribución cuyos parámetros son ajustados a partir de los datos. La modelación estadística de máximas lluvias presenta análoga problemática a la existente en el caso de caudales (Ferrer, 1992), aunque más suavizada por el menor coeficiente de variación y de sesgo que suelen mostrar los datos pluviométricos.

Esta modelación requiere la elección de:

- Ley de distribución de la población.
- Método de estimación de parámetros y cuantiles
- Esquema de uso combinado, en su caso, de datos locales y regionales.

Por lo que un análisis completo viene definido por la combinación seleccionada de los tres factores.

Los modelos más empleados en la actualidad se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 2: Definición de modelos estadísticos

Distribución	F(x) o F(x)	Parámetros	Procedimiento de uso conjunto de datos locales y regionales	Método de ajuste
GEV (Valores extremos Generalizados)	$F(x) = \exp \left\{ - \left[1 - \kappa \left(\frac{x - \mu}{\alpha} \right) \right]^{1/\kappa} \right\}$	μ, α, κ	Cy y Cs regionales: índice de avenidas con media regional de los PWM adimensionales.	PW-m (Momentos ponderados probabilísticamente)
LP3 (Log-Pearson III)	$f(x) = \frac{\left(\frac{\log x - \mu}{\alpha} \right)}{x \alpha \Gamma(\kappa)} \exp \left\{ - \left(\frac{\log x - \mu}{\alpha} \right) \right\}$	μ, α, κ	Cs regional: obtenido como media de los valores locales	LMOM (Log-momentos)
TCEV (Valores extremos con dos componentes)	$f(x) = \exp \left(- \alpha_1^{e^{-x/\theta_1}} - \alpha_2^{e^{-x/\theta_2}} \right)$	$\alpha, \theta_j=1,2$	Cs regional: utilización del conjunto de datos previamente estandarizados y aplicando la hipótesis estación-año	ML (Max. Verosimilitud)
GUMBEL	$F(x) = \exp \left[- \exp \left(\frac{x - \mu}{\alpha} \right) \right]$	μ, α	Exclusivamente datos locales	ML
SQRT-ETmax	$F(x) = \exp \left[- \kappa (1 + \sqrt{\alpha x}) \exp(-\sqrt{\alpha x}) \right]$	α, κ	Exclusivamente datos locales	ML

Es necesario regionalizar para la mejor estimación de los parámetros relacionados con el sesgo de la población. Esta necesidad de regionalizar queda mitigada con los modelos de leyes de sólo dos parámetros indicados en la tabla anterior: Gumbel y SQRT-ETmax, pero a costa de perder flexibilidad en la reproducción de las características estadísticas observadas en los datos.

En el estudio de Ferrer Polo, se concluye que la ley SQRT-ETmax, que asume un valor de Cs superior al resultante de Gumbel y que es función del valor del coeficiente de variación (Cv) es la ley de distribución que mejor se ajusta a la distribución de las pluviometrías, conduciendo a resultados más realistas y más conservadores que los obtenidos con Gumbel. El resto de los modelos indicados, si bien tienen una inadecuada capacidad descriptiva, plantean problemas al utilizar datos de una única estación debido a la gran variabilidad de los resultados alcanzados y suelen requerir un proceso previo de regionalización.

En la publicación Máximas pluviometrías Diarias de la España Peninsular se aportan las siguientes razones para seleccionar esta función de distribución como método de trabajo:

- a. Es el único de los modelos analizados de la ley de distribución, que ha sido propuesto específicamente para la modelación estadística de máximas lluvias diarias.
- b) Está formulada con sólo dos parámetros lo que conlleva una completa definición de los cuantiles en función exclusivamente del coeficiente de variación con lo que se consigue una mayor facilidad de presentación de resultados.
- c) Por la propia definición de la ley proporciona resultados más conservadores que la tradicional ley de Gumbel.
- d) Conduce a valores más conservadores que los otros modelos de ley analizados para las 17 regiones con cuantiles menores, mostrando unos resultados similares en el resto de las regiones.
- e) Demuestra una buena capacidad para reproducir las propiedades estadísticas observadas en los datos, lo que se comprobó mediante técnicas de simulación de Montecarlo.

ii. Obtención de la lluvia en un punto para diferentes duraciones.

La relación precipitación/duración es más importante para cuencas pequeñas que la relación precipitación/área (Moisello, 1993). Por esa razón se han centrado la mayor parte de los estudios en la variabilidad temporal de la precipitación.

Una curva IDF supone una relación entre las intensidades medias máximas esperables, para cada duración de una precipitación, con un periodo de retorno considerado. El proceso de obtención está suficientemente descrito en muchos textos de hidrología (Chow, 1988). La ventaja de trabajar en cuencas urbanas es que los periodos de retorno que se suelen considerar en zonas urbanas son bajos, por lo que la longitud de la serie temporal para obtener una curva IDF fiable puede ser tan solo 20 a 30 años.

Se denominan curvas intensidad-duración a aquellas que resultan de unir los puntos representativos de la intensidad media en intervalos de diferente duración, para un mismo período de retorno. Son curvas que decrecen con la longitud del intervalo de tiempo considerado, puesto que se trata de intensidades medias.

En la normativa actual de carreteras (Instrucción 5.2 – IC de Drenaje Superficial de Carreteras (MOPU, 1990), en su capítulo 2 se propone una nueva familia de curvas intensidad-duración, basadas en Témez (1987), que permite considerar explícitamente la situación geográfica de la cuenca objeto de estudio.

El proceso de obtención de las curvas intensidad-duración propuestas sigue el siguiente esquema:

- Obtención de series de máximas intensidades (mm/h) anuales para distintas duraciones, por cociente entre la lluvia recogida y cada una de dichas duraciones.
- Análisis estadístico de las series anteriores para obtener los cuantiles correspondientes a los distintos periodos de retorno.
- Para cada periodo de retorno deseado, el conjunto de puntos correspondientes a las distintas duraciones consideradas permite obtener la curva deseada.

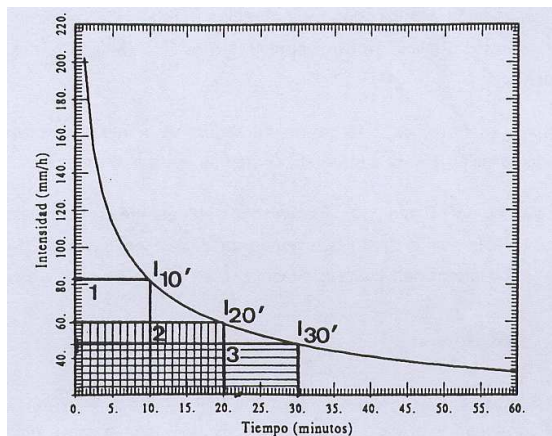


Figura 10: Curvas IDF

El análisis de las curvas de una misma estación pluviométrica correspondiente a los diferentes períodos de retorno permite comprobar la existencia de una sensible afinidad entre ellas. Por ello, pueden reducirse a una única ley adimensional, si se expresan las intensidades en porcentaje respecto a la intensidad media asociada a una duración dada de referencia. Esta duración conviene que se ala diaria ($I_d = P_d/24$). La ley adopta la forma

$$\frac{I}{I_d} = \phi(D)$$

La ley anterior es característica de cada estación y función de la distribución temporal de sus aguaceros tipo, variando de unas regiones a otras en función de las diferencias en su régimen pluviométrico.

Mediante la Instrucción 5.2, se propone la caracterización de esta ley mediante el parámetro (I_1/I_d), cociente entre la intensidad horaria y la diaria, que ha sido regionalizado a nivel nacional según se muestra en la figura. El valor de este parámetro está comprendido entre 8 para Galicia y 11 para la zona levantina, mostrando así la distinta torrencialidad de las lluvias.

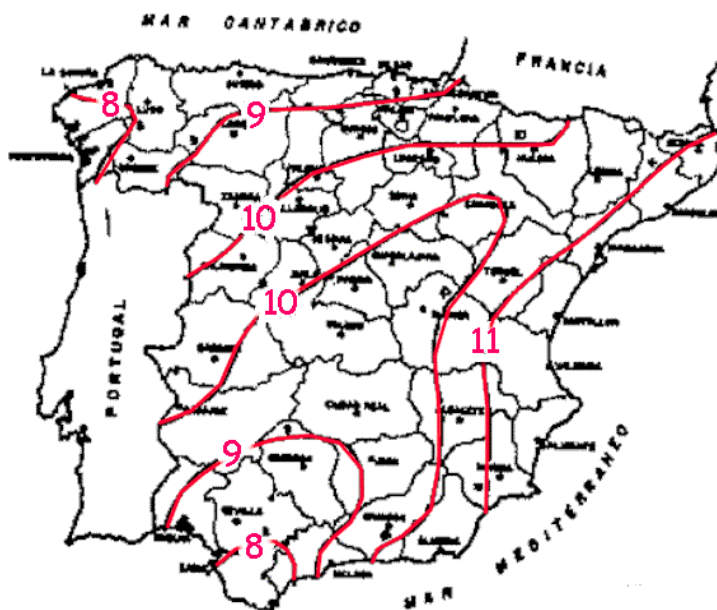


Figura 11: Mapa establecimiento de la relación I_1/I_d (Fuente: Ministerio de Fomento)

La expresión analítica propuesta responde a la siguiente formulación:

$$\frac{I_t}{I_d} = \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{28^{0,1} - t^{0,1}}{28^{0,1} - 1}}$$

Siendo:

I_t (mm/h): Intensidad media correspondiente al intervalo de duración t deseado.

I_d (mm/h): Intensidad media diaria de precipitación, correspondiente al período de retorno considerado. Es igual a $P_d/24$.

P_d (mm): Precipitación total diaria correspondiente a dicho período de retorno.

I_t/I_d : Cociente entre intensidad horaria y la diaria, independiente del periodo de retorno y que puede obtenerse de la figura anterior.

$T(h)$: duración del intervalo al que se refiere I_t .

La relación precipitación/duración es más importante para cuencas pequeñas que la relación precipitación/área (Moisello, 1993). Por esa razón se han centrado la mayor parte de los estudios en la variabilidad temporal de la precipitación.

Una curva IDF supone una relación entre las intensidades medias máximas esperables, para cada duración de una precipitación, con un periodo de retorno considerado. El proceso de obtención está suficientemente descrito en muchos textos de hidrología (Chow, 1988). La ventaja de trabajar en cuencas urbanas es que los periodos de retorno que se suelen considerar en zonas urbanas son bajos, por lo que la longitud de la serie temporal para obtener una curva IDF fiable puede ser tan solo 20 a 30 años.

III.4.2 Obtención de la Precipitación de diseño.

III.4.2.1 Obtención de la Precipitación máxima en 24 horas.

Para la obtención de las lluvias máximas en 24 horas se empleó la publicación del Ministerio Máximas Pluviometrías Diarias de la España Peninsular.

La finalidad del documento es la de presentar un método operativo que de una manera breve y fiable, proporcione un valor de las “Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular” que sirva de base de partida para el cálculo de los caudales a desaguar por los pequeños cauces existentes en las obras de carreteras, supliendo así la ausencia de aforos en los mismos. En este estudio se han distinguido las siguientes fases:

1. Selección de estaciones pluviométricas y recopilación de sus datos correspondientes a las máximas lluvias diarias.
2. Modelación estadística de las series anuales de máximas lluvias diarias realizando una estimación regional de parámetros y cuantiles.
3. Análisis de la distribución del valor medio de las series anuales de máximas lluvias diarias, estimado directamente a partir de las muestras.
4. Resumen y presentación de los resultados alcanzados tanto en la forma tradicional de planos, como en versión informática aprovechando la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Dado el carácter eminentemente práctico de este documento se aborda básicamente lo referido en la 4 de las fases inmediatamente enunciadas. Para ello, y tras una revisión de los principales resultados obtenidos en las etapas anteriores, se incluyen los planos finalmente elaborados, así como el resumen de las principales características del SIG empleado y de la aplicación informática desarrollada (GISPLU), que permite para los periodos de retorno dados, la consulta de los cuantiles de máximas lluvias diarias en cualquier punto de la geografía peninsular española.

Así, este trabajo permite, mediante la introducción de las coordenadas del punto en el que se desean conocer las lluvias de diseño, la obtención de las mismas. Surge como resultado del estudio de todas las estaciones pluviométricas existentes en la península con una serie de datos mínima de 30 años en el momento del estudio, y de su tratamiento geoestadístico mediante krigeado para determinar la lluvia de diseño en el punto exacto, en base a la influencia de la distancia a las estaciones que pueden llegar a influir.

III.4.2.2 Obtención de la tormenta de diseño o hietograma a partir de curvas IDF.

Las curvas IDF representan un nivel de información global referente al comportamiento pluviométrico de una zona. Su construcción se realiza analizando los registros de todas las tormentas y sus periodos más intensos de precipitación. Estas intensidades se ordenan para cada uno de los periodos de tiempo considerados (5, 10, 15 minutos, etc) en función de su valor, realizando un tratamiento estadístico de los datos y asignando periodos de retorno. Los resultados se presentan en forma de curva, pudiéndose ajustar alguna expresión de tipo analítico.

Dado que las curvas IDF recogen una información histórica de la pluviometría de la cuenca, pueden ser un punto de partida para construir a partir de ellas la lluvia de proyecto que empleamos en nuestro proceso hidrológico.

Mediante el método de los bloques alternados, el método más extendido para obtener una lluvia de proyecto a partir de la curva IDF. El histograma producido por medio de este procedimiento, especifica la precipitación en un número n de intervalos de tiempo Δt , para una lluvia de duración total $T_d = n \Delta t$. Una vez seleccionado el periodo de retorno deseado, se toman los datos de intensidades de precipitación de la curva IDF para duraciones Δt , $2 \Delta t$, $3 \Delta t$, ..., así como la precipitación total obtenida multiplicando las intensidades por las duraciones de lluvia. Se trata de estimar los intervalos más desfavorables de precipitación, de acuerdo con la figura 18. Para el tiempo Δt , por ejemplo 5 minutos, la cantidad de lluvia máxima es el dato directo de la curva IDF. Por lo tanto tenemos un bloque de lluvia con duración 5 minutos y con intensidad de precipitación la que indica la IDF

$$P_{\text{bloque1}} = I_{5 \text{ min utos}} * 5$$

Para el tiempo $2 \Delta t$, 10 minutos, la cantidad de lluvia máxima en esos 10 minutos corresponde al dato de la curva IDF, un bloque de lluvia de duración 10 minutos. Pero dentro de esos 10 minutos, admitimos que los 5 minutos más desfavorables corresponden a una precipitación igual al bloque de lluvia calculado en el primer paso. Luego para los segundos 5 minutos, el bloque de lluvia que incluiremos en nuestro hietograma de diseño será uno que produzca una precipitación igual a:

$$P_{\text{bloque2}} = I_{10 \text{ min utos}} * 10 - I_{5 \text{ min utos}} * 5$$

O lo que es lo mismo

$$P_{\text{bloque2}} = I_{10 \text{ min utos}} * 10 - P_{\text{bloqu1}}$$

Para un tiempo $3 \Delta t$, 15 minutos, la precipitación del tercer bloque de 5 minutos de lluvia será:

$$P_{\text{bloque3}} = I_{15 \text{ min utos}} * 15 - I_{10 \text{ min utos}} * 10$$

O lo que es lo mismo

$$P_{\text{bloque3}} = I_{15 \text{ min utos}} * 15 - P_{\text{bloque1}} - P_{\text{bloque2}}$$

Estos bloques de lluvia se van distribuyendo de forma alternada, alrededor del bloque de lluvia de mayor intensidad, uno a cada lado, o bien se redistribuyen en el tiempo, dando al histograma una forma acorde con el aspecto de las tormentas de la zona, siempre y cuando se disponga de información al respecto.

III.4.3 Estimación del Tiempo de Concentración.

El tiempo de concentración dentro de zona urbana es el tiempo que tarda una gota desde el punto más alejado de la salida de la cuenca en alcanzar dicha salida. La especificidad de la hidrología urbana se refleja en que el agua recorre habitualmente dos tipos de camino: uno superficial, hasta alcanzar algunas de las estructuras de captación y ser engullida en la red, y dos, por la propia red de drenaje. Las características de los dos caminos son radicalmente distintas, por un lado la superficie de la ciudad (tejados, acera, cunetas, rigolas...) presentan un comportamiento más bidimensional, con un material más rugoso y un camino menos definido. Por el contrario, la red de drenaje presenta una trama de drenaje muy bien definida donde el flujo es fundamentalmente de tipo unidimensional, y en general con materiales en las paredes más lisos que en la superficie.

En estas condiciones, se suele dividir el tiempo de concentración en dos sumandos, a saber tiempo de entrada y tiempo de viaje:

$$T_c = T_{\text{entrada}} + T_{\text{viaje}}$$

Donde cada uno de ellos representa dos caminos comentados con anterioridad. Trasladamos el problema a resolver, la estimación del T_c , a la estimación de los otros dos tiempos, si bien cada uno de ellos con una metodología diferente acorde con su realidad.

III.4.3.1 Tiempo de entrada

En este caso, se va a proceder a empear la expresión propuesta por Témez:

$$T_e = 0,3 \left(\frac{L}{J^{0,25}} \right)^{0,76}$$

Si el terreno de escorrentía es más urbano, se puede aproximar el tipo de flujo creado por el denominado overland flow, típico de flujo en un plano. Dicho flujo puede ser descrito por una aproximación de tipo onda cinemática, que aplicando las transformaciones correspondientes y planteando la solución de las ecuaciones, se puede obtener el tiempo correspondiente para la longitud L :

$$t_e = \left(\frac{Ln}{\sqrt{I_o(i-f)^{2/3}}} \right)^{3/5}$$

Cmo orden de magnitud indicar que en zona urbana con la densidad de edificación de nuestras ciudades, el tiempo de entrada suele estar entre 5 a 20 minutos.

III.4.3.2 Tiempo de viaje

El tiempo de viaje es el que tarda el agua en discurrir por el interior de la red. En primera aproximación se puede estimar como el cociente entre la longitud recorrida y la velocidad del agua:

$$t_{\text{viaje}} = \frac{L}{v}$$

La longitud recorrida se estima de los planos en planta de la red, pudiendo definirse con bastante precisión. La velocidad del agua dentro de la red no es conocida a priori. El valor de la velocidad depende de las condiciones geométricas de la red (sección, pendiente, rugosidad) y del caudal circulante. Dado que la velocidad varía con el caudal de paso, la estimación del tiempo de viaje se resuelve por procesos iterativos.

III.4.4 Transformación lluvia-escorrentía SWMM 5.0.

SWMM es un paquete de cálculo hidrológico e hidráulico desarrollado entre 1969 y 1971, y apoyado por la EPA norteamericana, de acceso libre a través de internet, lo que ha hecho que se haya convertido en un referente de cálculo en el ámbito del drenaje urbano. Desde sus inicios hasta antes de la actual versión 5.0, SWMM estuvo estructurado en bloques de cálculo (rutinas), donde cada bloque simulaba numéricamente algún proceso hidrológico o hidráulico en particular. Ahora esta división en bloques de cálculo ha desaparecido de la nueva versión de SWMM.

En las versiones anteriores a la 5.0, el cálculo hidrológico de caudales se realiza en el bloque RUNOFF, donde se propone metodología que se denomina a veces de tipo onda cinemática, aunque en realidad es una formulación mixta entre modelo de depósito y de onda cinemática. La nueva versión mantiene esta metodología de cálculo de caudales de escorrentía superficial. Esta formulación mixta supone que la subcuenca objeto de estudio, definida a partir de su área, pendiente transversal, rugosidad superficial, et., tiene un comportamiento de tipo depósito lineal. Asume una cierta abstracción inicial, de manera que hasta que no se ha producido una cierta precipitación umbral, no se genera escorrentía. A partir de ese momento, el depósito representado en la figura 5 viene gobernado por una ecuación de conservación de la masa del tipo:

$$I - Q = \frac{dS}{dt}$$

Donde el término de caudal de salida del depósito se expresa asumiendo que el nivel de agua disponible para general caudal de escorrentía ((H-ho) coincide con el calado normal correspondiente al caudal de salida o caudal de escorrentía. Así tendremos:

$$A * i(t) - 0,5 \left(W * (H_{i+1} - h_o)^{5/3} * \frac{\sqrt{I_0}}{n} + W * (H_i - h_o)^{5/3} * \frac{\sqrt{I_0}}{n} \right) = A \frac{H_{i+1} - H_i}{\Delta t}$$

Donde cada uno de los términos indicados en la ecuación representa:

A Superficie en planta de la subcuenca.

I (t) Intensidad de precipitación caída en la subcuenca

W Ancho de la subcuenca

H Altura de agua en la subcuenca

Ho Abstracción inicial o umbral de escorrentía de la subcuenca

lo pendiente media de la subcuenca

N Coeficiente de rugosidad superficial

La formulación propuesta combina una estructura tipo de pósito (H valor de la altura del agua en el mismo) con un caudal de salida del mismo aproximado por una expresión de alado normal, igual al que utiliza la onda cinemática. No describe el comportamiento del agua en la cuenca sino tan solo el caudal a la salida de la misma. El modelo recomienda como parámetros de ajuste el ancho de cuenca W y el coeficiente de rugosidad n, de la superficie de la cuenca. La sugerencia de considerar W como parámetro de ajuste debería sustituirse por la preferencia de empleo de n.

Tabla 3: Coeficiente de rugosidad según materiales

Tipo de superficie	Coef. Rugosidad n	Rango habitual
Pavimento hormigón/betún	0.011	0.01-0.013
Arena fina	0.01	0.01-0.16
Terreno de grava	0.02	0.012-0.030
Pradera de hierba corta	0.1-0.2	
Arcilla – limo	0.02	0.012-0.033
Terreno irregular (natural)	0.13	0.01-0.32
Hierba	0.45	0.39-0.63

La ecuación se resuelve por métodos numéricos, actualizando el valor del nivel de agua y del caudal de aportación correspondiente. En caso de trabajar con cuencas más grandes, el bloque RUNOFF permite la inclusión de una serie de canales de aportación (para reproducir el efecto del flujo en cunetas o en calzada junto a bordillo) que conforman un mini-esquema de recogida de escorrentía superficial dentro de la cuenca.

III.5 Simulación Matemática

III.5.1 Introducción al EPA SWMM 5.0

III.5.1.1 Selección del modelo a emplear

El modelo de gestión de aguas pluviales EPA SWMM (Storm Water Management Model) de la Agencia de Protección del Medioambiente de los Estados Unidos (USEPA, U.S. Environmental Protection Agency), es un modelo numérico que permite simular el comportamiento hidrológico hidráulico de un sistema de drenaje urbano, tanto en términos de cantidad de agua como en la calidad de la misma. Este modelo lleva más de treinta años de uso en los Estados Unidos y se ha difundido por todo el mundo, siendo una herramienta de cálculo reconocida a nivel mundial.

Desde sus inicios hasta antes de la actual versión 5.0, SWMM estuvo estructurado en bloques de cálculo (rutinas), donde cada bloque simulaba numéricamente algún proceso hidrológico o hidráulico en particular. Según Butler y Davies (2004), los principales bloques de cálculo que utilizan las versiones anteriores a la 5.0 son:

- RUNOFF, el cual simula la generación de escorrentía superficial y de contaminantes sobre la cuenca en estudio debido a la precipitación

- TRANSPORT, el cual propaga el flujo y los contaminantes a través del sistema de alcantarillado. Este bloque simula el flujo no permanente usando la aproximación de la onda cinemática
- EXTRAN, el cual propaga el flujo (pero no los contaminantes) resolviendo las ecuaciones completas del régimen no permanente unidimensional (ecuaciones de Saint Venant)
- STORAGE/TREATMENT, el cual estudia el comportamiento del flujo y los contaminantes a través de depósitos de almacenamiento o estaciones de tratamiento de aguas.
- EPA SWMM fue inicialmente desarrollado en lenguaje FORTRAN entre los años 1969 y 1971, y tal vez fue uno de los primeros modelos numéricos hidrológicos-hidráulicos desarrollado especialmente para sistemas de drenaje urbanos. Desde entonces, SWMM ha sido objeto de diversas mejoras y, por lo tanto, se han producido diferentes versiones del mismo.

En el año 2002, la EPA's Water Supply and Water Resources Division y la firma consultora CDM acordaron desarrollar una versión de SWMM completamente reescrita. El objetivo de este proyecto fue aplicar técnicas modernas de programación para producir un programa más fácil de mantener, extender y usar. De esta forma, la nueva versión de SWMM desarrollada en este proyecto, EPA SWMM 5.0, presenta dos grandes diferencias respecto a las versiones antecesoras:

1. Todo el código de cálculo fue escrito sobre una plataforma independiente usando el lenguaje de programación C, y.
2. la presencia de una interfaz gráfica de usuario, escrita en Delphi, que trabaja bajo el sistema operativo Windows.

Al mismo tiempo, un riguroso programa de certificación de calidad fue desarrollado para asegurar que los resultados numéricos producidos por el nuevo SWMM 5.0 fueran compatibles con aquellos obtenidos del anterior SWMM 4.4. Dentro de este programa de certificación de calidad de SWMM 5.0, el mayor desafío en términos numéricos fue la implementación de la rutina de cálculo de propagación del flujo tipo Onda Dinámica conocida como EXTRAN (de Extended Transport), pues más que simplemente transcribir el código de cálculo línea a línea, en SWMM 5.0 se reestructuró el código de una forma más mantenible y de fácil lectura. Además, se modificó ligeramente el esquema numérico con el fin de producir soluciones numéricamente más estables en menos tiempo.

Es así como en octubre del 2004 la nueva versión de SWMM, SWMM 5.0, es entregada a dominio público en conjunto con el nuevo manual de usuario, los códigos de programación y otros documentos relacionados con la nueva versión.

III.5.1.2 Modelo conceptual del sistema de drenaje

SWMM 5.0 considera el sistema de drenaje como una colección de elementos y flujos diversos (Objetos) dentro de módulos o capas. Cada una de estas capas representa en forma general diversos procesos hidrológicos o hidráulicos tal como la precipitación o el flujo de aguas pluviales a través de alcantarillas. La siguiente figura muestra el esquema del modelo conceptual de sistema de drenaje que utiliza SWMM 5.0.

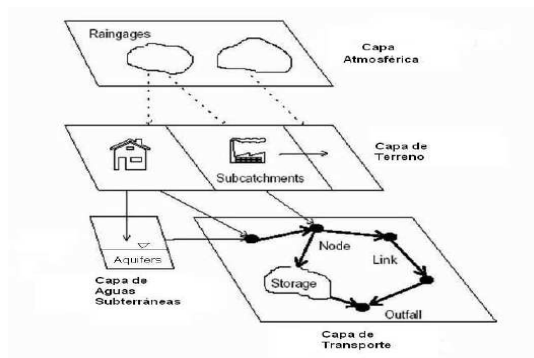


Figura 12: Modelo conceptual del SWMM 5.0

En el esquema de la figura 13, la capa inicial es la Atmosférica, en la cual se genera la precipitación que cae sobre la capa de Terreno. Este proceso de precipitación es representado en SWMM 5.0 mediante objetos tipo Rain Gage (pluviómetro).

Siguiendo el proceso hidrológico, la capa de Terreno recibe la precipitación proveniente de la capa Atmosférica en forma de lluvia o nieve. En este módulo de Terreno se producen dos procesos hidrológicos: las pérdidas de precipitación, y la escorrentía superficial. Dentro del primer proceso, que considera los fenómenos de infiltración, almacenamiento en depresiones, intercepción, y humidificación superficial, una parte del volumen precipitado se mantiene dentro del módulo de Terreno, y otra fracción se envía como flujo hacia el módulo de Aguas Subterráneas. En el segundo proceso (escorrentía superficial), se envía flujo y cargas contaminantes hacia la capa de Transporte. Ambos procesos son representados en la capa de Terreno mediante objetos tipo Subcatchment (área captadora o subcuenca).

El módulo de Aguas Subterráneas recibe la infiltración proveniente del módulo Terreno y transfiere una parte hacia la capa de Transporte. Esta capa de Aguas Subterráneas es modelada mediante objetos tipo Aquifer (Acuífero). Por otro lado, la capa de Transporte es la que representa a la red de drenaje en sí misma, la cual puede estar compuesta de secciones de cauce natural, conductos, bombas, reguladores de flujo, así como por elementos de almacenamiento (depósitos de retención), siendo todos ellos los que transfieren el flujo y la carga contaminante hacia los puntos de salida de la red o hacia plantas depuradoras. Los flujos de entrada para este módulo pueden venir de la escorrentía superficial (módulo de Terreno), del flujo interno del módulo de Aguas Subterráneas, de flujos de aguas residuales, o de hidrogramas de entrada detenidos por el usuario. Los elementos de la capa de Transporte son representados por EPA SWMM 5.0 como objetos tipo Node (nodo) y Link (conector).

Es importante destacar el hecho de que no necesariamente todas las capas podrán estar en un modelo particular construido con SWMM 5.0. Por ejemplo, se podrá analizar solo la capa de Transporte utilizando como entrada algunos hidrogramas definidos por el usuario.

III.5.1.3 Métodos de Cálculo

SWMM 5.0 es un programa hidrológico- hidráulico cuyas rutinas de cálculo se desarrollan sobre los principios de Conservación de la Masa y Conservación de la Cantidad de Movimiento para calcular caudales, calados, velocidades, concentraciones, y otras variables de interés, sobre intervalos de tiempo discretos. Procesos tales como la escorrentía superficial, infiltración, propagación del flujo en la red, y el transporte de contaminantes, son simulados usando estos principios.

La escorrentía superficial que se produce en cada Subcatchment es calculada por SWMM 5.0 asumiendo que cada subcuenca se comporta como un depósito no lineal. El modelo de depósito no lineal es un modelo "agregado" que aplica la ecuación de Conservación de la Masa y una ecuación tipo Onda Cinemática para calcular el caudal de escorrentía superficial a la salida de cada subcuenca. En este modelo de depósito se requieren parámetros tales como el área en planta y el ancho característico de la subcuenca, así como la rugosidad superficial de ella, entre otros parámetros. Además, la infiltración que podría producirse en cada Subcatchment puede ser calculada usando alguno de los tres diferentes métodos que SWMM 5.0 incorpora: método de Horton, método de Green-Ampt, y el método del Número de Curva del NRCS.

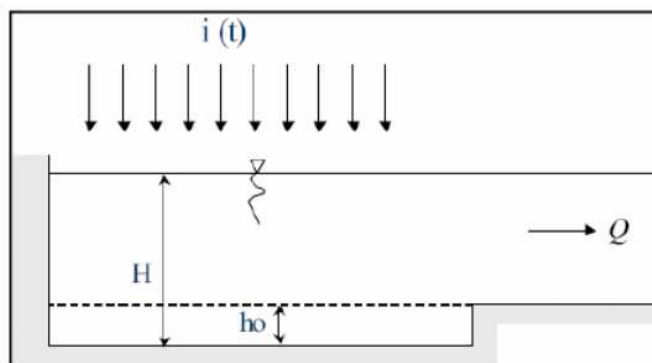


Figura 13: Esquema conceptual del Modelo de depósitos

EPA SWMM 5.0 permite elegir entre tres diferentes metodologías de cálculo del flujo en la red de drenaje. La primera, denominada como Steady Flow Routing, consiste en asumir que en cada intervalo de tiempo de cálculo las condiciones del flujo no cambian; es decir, se tiene flujo permanente. La segunda metodología es denominada como Kinematic Wave (onda cinemática), y en esta se considera la variabilidad temporal del flujo. Este método resuelve la ecuación de Conservación de la Masa y una aproximación de la ecuación de Conservación de la Cantidad de Movimiento. El tercero de estos métodos consiste en la resolución de las ecuaciones completas de Saint Venant (Conservación de la Masa y Cantidad de Movimiento), denominado como método de la Onda Dinámica (Dynamic Wave). Este método es el físicamente más correcto, aunque demanda un mayor tiempo de proceso computacional.

III.5.1.4 Elementos del sistema de drenaje y su representación EPA SWMM 5.0

EPA SWMM 5.0 representa los diversos elementos del sistema de drenaje (conductos, pozos, depósitos, etc.) y los procesos hidrológicos - hidráulicos que ocurren en el sistema (precipitación, infiltración, etc.) mediante Objetos. SWMM 5.0 considera dos tipos de objetos:

Visuales, los cuales pueden ser visualizados por el usuario en el área de trabajo de SWMM5.0. En general los objetos visuales representan elementos físicos del sistema de drenaje o procesos hidrológicos dentro de este.

No visuales, los cuales no se encuentran en el área de trabajo del programa. Estos objetos describen características y procesos adicionales dentro del sistema de drenaje.

A continuación se presentan los objetos de más uso al momento de realizar un modelo con EPA SWMM 5.0. La totalidad de estos, tanto visuales como no visuales, pueden ser consultados en el manual de usuario de EPA SWMM 5.0 (User's Manual).

a. Objetos Visuales

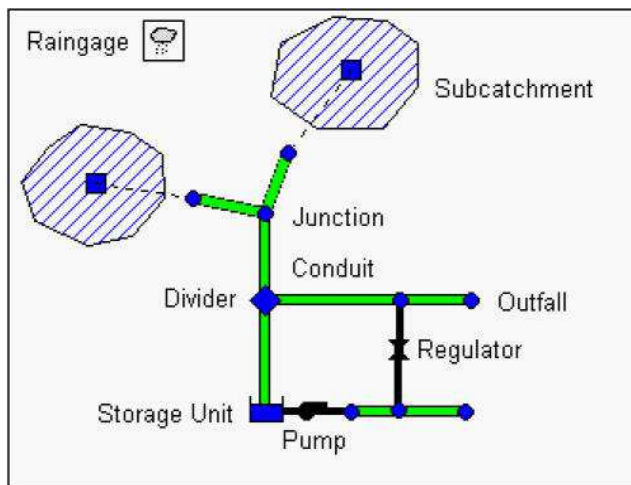


Figura 14: Objetos visuales en SWMM 5.0

La figura muestra cómo se puede disponer de los objetos visuales de tal forma que representen un sistema de drenaje.

El objeto que representa a la precipitación es el Rain Gage. Este objeto proporciona la precipitación sobre una o más subcuencas, y es uno de los dos objetos imprescindibles para representar el proceso de escorrentía superficial sobre el área de drenaje. La información de precipitación puede ser suministrada por el usuario a través de una serie temporal de definida por este, o se puede utilizar un archivo externo de datos de precipitación.

El otro objeto necesario para modelar la escorrentía superficial es el Subcatchment, denominado como subcuenca en nuestro idioma. Este objeto representa la unidad o porción hidrológica básica de superficie de terreno cuyas características topográficas e hidrológicas - hidráulicas dirigen la escorrentía hacia un único punto de salida de la subcuenca. Es muy importante destacar que es el usuario el responsable de discretizar el área de drenaje en subcuencas lo más homogéneas posibles en términos de pendientes y rugosidades superficiales, e identificar los puntos de salida para cada subcuenca. En SWMM 5.0 los puntos de salida de las subcuencas pueden ser objetos tipo Node pertenecientes a la red de drenaje, u otras subcuencas. Cada objeto tipo subcuenca requiere de datos tales como, por ejemplo, el área en planta y el ancho de ésta, el Rain Gage asociado a ella, la pendiente media que posee, entre otros.

Un objeto tipo Subcatchment puede contener una porción de área impermeable y otra permeable. Para cada una de estas áreas se requieren sus magnitudes como porcentaje del área del Subcatchment, y sus respectivas rugosidades. Por otro lado, en cada objeto de subcuenca se pueden considerar otros procesos hidrológicos tales como la infiltración de la precipitación hacia la zona no saturada del subsuelo; la acumulación y la fusión de la nieve caída; el flujo de aguas subterráneas entre un acuífero y un nodo del sistema de drenaje; y la acumulación y transporte de contaminantes sobre cada subcuenca.

En relación a la red de drenaje (figura 14), ésta es representada en SWMM 5.0 por dos tipos genéricos de objetos: objetos tipo Node (nodo) y tipo Link (conector). Dentro de la primera clase existen diversos tipos de nodos:

- Junction (unión), cuya función en el esquema de SWMM 5.0 es el de unir dos o mas objetos conectores. Este tipo de objeto puede representar los pozos de un sistema de alcantarillado, el

cruce de calles, la unión de dos o más canales de drenaje, o algún nodo de conexión. La información básica que se debe suministrar a una unión en SWMM 5.0 corresponde a su cota de fondo y a su altura hasta la superficie de terreno, parámetros que son mostrados en la figura 3.

- Outfall (descarga), que dentro del esquema de SWMM 5.0 corresponde a nodos terminales de la red, donde se definen las condiciones de contorno aguas abajo cuando se utiliza el método de la Onda Dinámica para propagar el flujo en la red. Dichas condiciones de contorno pueden ser del tipo calado crítico o calado normal del conducto que conecta con el Outfall, elevación fija de la lámina de agua en el nodo, tabla de mareas del tipo elevación de la lámina de agua versus hora del día, o una serie temporal entre la elevación de la lámina de agua y el tiempo. Un nodo de descarga solo puede tener un conducto que lo conecta, y requiere como principales datos la cota de fondo y el tipo de condición de contorno a emplear.
- Storage Unit (elemento de almacenamiento), es un nodo que tiene capacidad de almacenamiento de volumen de agua. Así, este tipo de nodo es el indicado para representar depósitos de retención de cualquier tamaño o configuración (con o sin derivación). La relación volumétrica de almacenamiento de este nodo puede ser descrita a través de una tabla de área superficial de la lámina de agua versus calado definida por el usuario, o a través de la función potencial siguiente:

$$Area(depth) = A0 + A1depth^{A2}$$

donde Área es el área superficial de la lámina de agua, depth es el calado en el elemento de almacenamiento, y A0, A1, y A2 son coeficientes en función de la geometría del depósito.

- Flow Divider (divisor del flujo), es un nodo especial que deriva el flujo de llegada hacia un conducto, de una manera determinada. A diferencia de otros programas que permiten la derivación del flujo de llegada usando solo una tabla de flujos de entrada al nodo versus el flujo derivado, SWMM 5.0 proporciona cuatro maneras diferentes de derivar el flujo. Cada una de estas formas de derivación en sí es un objeto Flow Divider en particular:
 - Cuto divider, el cual deriva todo el flujo de entrada cuando este es mayor que un cierto valor límite impuesto por el usuario.
 - Over flow divider, el cual deriva todo el flujo de entrada cuando se ha alcanzado la capacidad máxima de transporte del conducto de agua abajo.
 - Tabular divider, el cual utiliza una tabla proporcionada por el usuario que expresa el flujo derivado como una función del flujo de entrada.
 - Weir divider, el cual calcula el flujo derivado usando la siguiente ecuación tipo vertedero:

$$Q_{div} = C_w (f * H_w)^{1.5}$$

donde Qdiv es el flujo derivado, Cw es el coeficiente del vertedero, Hw es la carga máxima sobre el vertedero, y f es calculado como:

$$f = \frac{Q_{in} - Q_{min}}{Q_{max} - Q_{min}}$$

donde Qin es el flujo de llegada al nodo Flow Divider, Qmin es el caudal al cual la derivación comienza, y Qmax es

$$Q_{max} = C_w * H_w^{1.5}$$

Los parámetros que son ingresados por el usuario corresponden a Q_{min} , C_w , y H_w .

Es importante tener presente que los objetos divisores de flujo solo operan como tal cuando el método de propagación del flujo utilizado es el de la Onda Cinemática (Kinematic Wave). Bajo los otros dos métodos de cálculo hidráulico proporcionados por SWMM 5.0, los divisores de flujo son considerados tan solo como simples nodos tipo Junction.

Los elementos de conexión tipo Link que utiliza SWMM 5.0 consisten en conductos que transportan el flujo por la red de drenaje o en elementos especiales. Estos objetos son los siguientes:

- Conduit (conducto), que corresponde a los conductos que transportan el flujo a través de la red. Este tipo de objeto representa a las tuberías, alcantarillas o canales por los cuales el agua se mueve desde un nodo a otro. Este objeto se caracteriza en SWMM 5.0 por su longitud, la identificación de sus nodos inicial y final, su sección transversal, y su coeficiente de rugosidad, entre otros parámetros. En relación a la sección transversal de un conducto, SWMM 5.0 permite al usuario elegir entre 21 formas predefinidas por el programa, además de incorporar secciones transversales naturales irregulares definidas por el usuario.
- Flow Regulator (regulador de flujo), que representa a elementos hidráulicos o estructuras hidráulicas especiales, utilizadas para controlar el flujo, para derivar flujo o para prevenir entradas en carga no aceptables en la red de drenaje. Este elemento es representado por SWMM 5.0 como un conector entre dos nodos, donde el elemento en sí está ubicado en el nodo de aguas arriba. Además este elemento tiene la opción de considerar una válvula de no retorno, para impedir el flujo en un sentido. Si un objeto regulador de flujo es utilizado como elemento de salida de un objeto Storage Unit, tal como muestra la figura 2, entonces el regulador es considerado como tal en todos los métodos de propagación del flujo proporcionados por SWMM 5.0. En caso contrario, el regulador es considerado solo en el método de propagación de la Onda Dinámica (Dynamic Wave). Los reguladores de flujo que pueden ser modelados con SWMM 5.0 corresponden a:
 - o Orifice (orificio), que es una abertura en los muros o en la base de los pozos o en depósitos de almacenamiento, con el objetivo de restringir el flujo. La siguiente figura 15 muestra dos tipos de disposición de orificios en alcantarillados.

EPA SWMM 5.0 considera que un objeto tipo orificio puede tener forma circular o rectangular, y estar ubicado en el fondo o a un costado del nodo de aguas arriba. En términos hidráulicos, el orificio puede descargar flujo de acuerdo a las situaciones que las figuras 15 y 16 muestran a continuación.

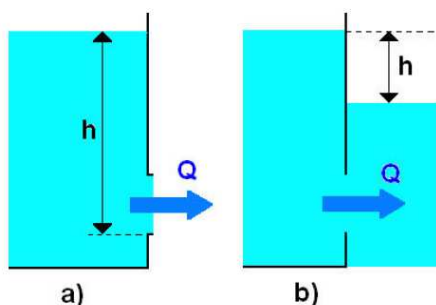


Figura 15

Cuando el orificio está totalmente sumergido, SWMM 5.0 utiliza la siguiente ecuación para calcular el flujo a través de él:

$$Q = C_d * A * \sqrt{2gh}$$

Donde Q es el caudal que desagua por el orificio, C_d es el coeficiente de descarga del orificio, A es el área del orificio, g es la aceleración de gravedad, y h es la carga a través del orificio. De acuerdo a la figura 6, la carga h puede ser determinada dependiendo de la situación de desagüe que se produzca en el orificio: desagüe libre, en la cual h corresponde a la diferencia entre el nivel de la lámina de agua en el nodo aguas arriba del orificio y la cota del borde inferior del orificio, y desagüe anegado, donde la carga h corresponde a la diferencia entre los niveles de la lámina de agua de los nodos que se conectan a través del orificio (.

Si el orificio está sumergido en una fracción f (ver figura 16), entonces SWMM 5.0 usa una ecuación modificada para el cálculo del caudal que descarga el orificio:

$$Q = C_d A \sqrt{2gD} f^{1,5}$$

donde D es la altura de la abertura del orificio.

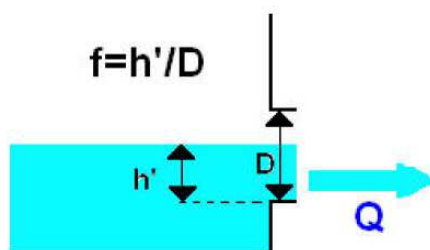


Figura 16

Rules (reglas de control) el área del orificio, lo que permite al usuario modelar compuertas y el efecto del manejo de éstas sobre la red.

- o Weirs (vertederos), que corresponden a aberturas no restringidas en el sentido vertical, y orientadas transversalmente o paralelamente al flujo, utilizadas tradicionalmente como estructuras de medición del caudal. En SWMM 5 se pueden considerar cuatro tipos de vertederos, los cuales utilizan diferentes ecuaciones para el cálculo de caudal de acuerdo a la tabla:

Tabla 4: Tipos de vertedero y ecuación que los regula

Tipo de vertedero	Forma de la sección transversal	Ecuación
Transversal	Rectangular	$Q = C_w * L * h^{3/2}$
Lateral	Rectangular	$Q = C_w L * h^{5/3}$
Hendidura en V	Triangular	$Q = C_w S * h^{5/2}$
Trapezoidal	Trapezoidal	$Q = C_w * L * h^{3/2} + C_{ws} * S * h^{5/2}$

donde Q es el caudal que descarga el vertedero, C_w es el coeficiente de descarga del vertedero, L es la longitud del vertedero, h es la carga a través del vertedero, S es la pendiente de los costados de la hendidura, y C_{ws} es el coeficiente de descarga a través de los costados del vertedero trapezoidal.

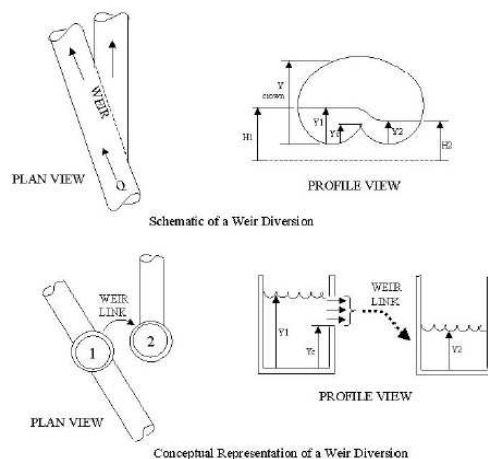


Figura 17: Tipos de vertederos

La figura muestra un esquema de la transferencia de flujo a través de un vertedero, y su representación en SWMM 5.0.

Dado que los conductos del sistema de alcantarillado son cerrados, los vertederos ubicados dentro de estos se encuentran restringidos verticalmente y podrían, por lo tanto, entrar en carga. Cuando sucede esto, SWMM 5.0 automáticamente cambia la ecuación de cálculo (ver tabla 4) por una tipo orificio para el cálculo del flujo a través del vertedero. De forma similar a lo que sucede con los objetos orificio, en los weir se pueden aplicar reglas de control para manejar dinámicamente la altura del umbral del vertedero.

- o Outlet, que es un nuevo elemento agregado a esta versión SWMM 5.0. Este regulador tiene la particularidad de representar relaciones especiales de carga-caudal que no pueden ser caracterizadas por bombas, orificios, o vertederos. Esta relación de carga caudal puede ser definida mediante una tabla definida por el usuario, o bien mediante una función establecida por SWMM 5.0 como:

$$Q(h) = A * h^B$$

donde Q es el caudal que descarga el Outlet, A y B son coeficientes de la función, y h es la carga a través del Outlet.

b. Objetos no visuales

En esta categoría de objetos se encuentran diversos elementos que representan diferentes procesos hidrológicos tales como la evaporación (objeto Climatology), acumulación y fusión de nieve (objeto Snow Pack), y movimiento de las aguas subterráneas (objeto Aquifer). También es posible definir algunas variables meteorológicas tales como la temperatura del aire y la velocidad del viento, ambas con el fin de ayudar en los cálculos de precipitación de nieve y fusión de esta durante la estimación de la escorrentía superficial.

También existen diferentes objetos no visuales relacionados con la red de drenaje tales como Transects, los que permiten definir secciones transversales irregulares en los conductos; External

Inflows , que corresponden a flujos externos que entran en la red de drenaje a través de los nodos de esta; o Control Rules, que consisten en reglas que gobiernan la operación de los reguladores de flujo o bombas durante el transcurso de la simulación.

En relación a la calidad de las aguas que transporta la red de drenaje, el objeto Pollutant simula la generación, la entrada en la red, y la propagación de contaminantes definidos por el usuario. Asociado a la generación de contaminantes en cada subcuenca, los objetos Land Uses permiten considerar la variación espacial de los tipos de actividades que se desarrollan en cada subcuenca, y cuantificar la acumulación (Buildup) y la remoción (Washo) de contaminantes de la superficie de esta. Otro proceso que puede ser simulado es el de tratamiento de las aguas, utilizando un objeto Treatment.

Otros objetos no visuales que contribuyen a la simulación en SWMM 5.0 corresponden a los Curves, Time Series, y Time Patterns. Los objetos Curves (curvas) son representados mediante tablas, las cuales describen relaciones entre dos variables. SWMM 5.0 dispone de seis diferentes tipos de Curves:

- Storage Curve, el cual describe la relación entre el área superficial y el calado en un nodo tipo Storage Unit.
- Diversion Curve, el cual relaciona el caudal derivado y el caudal de entrada a un nodo tipo Tabular Divider.
- Tidal Curve, el cual permite describir una tabla de mareas, relacionando la elevación de la lámina de agua en un nodo tipo Outfall, de acuerdo a las horas del día.
- Pump Curve, el cual relaciona el caudal a través de un objeto tipo Pump (bomba) con el calado o con el volumen en el nodo agua arriba, o con la diferencia de carga entre los nodos extremos del objeto Pump.
- Rating Curve, el cual describe la relación carga-caudal a través de un objeto tipo Outlet.
- Control Curve, el cual determina como el ajuste de control de una bomba o de un regulador de flujo varía en función de una variable de control (por ejemplo, el nivel de la lámina de agua en un nodo en particular). Esta variabilidad es especificada en un tipo de regla de control especial llamada Modulated Control Rule.

Los objetos Time Series (series de tiempo o series temporales) describen como varían con el tiempo ciertas propiedades de un determinado objeto, por ejemplo la precipitación de un Rain Gage, la temperatura en un Subcatchment, o el hidrograma de entrada de flujos externos en un Node, entre otros. Finalmente, los objetos Time Patterns (patrones temporales) permiten que los flujos de aguas residuales que se producen en "tiempo seco" (tiempo sin precipitaciones) puedan variar mensualmente, diariamente, semanalmente o en forma horaria, según una forma definida por el usuario.

III.5.2 Modelación del drenaje urbano con EPA SWMM 5.0: Modelo Tradicional vs. Modelo Dual

III.5.2.1 Introducción al Modelo Dual

En general, se puede decir que un sistema de drenaje dual urbano está formado por tres sistemas: un sistema superficial de transporte de escorrentía (sistema mayor), un sistema soterrado de transporte del flujo pluvial (sistema menor) y un sistema de captación de la escorrentía superficial (Figuras 18).

El sistema superficial está compuesto en la mayoría de los casos por las calles, las cuales son los elementos primarios de transporte de la escorrentía superficial. La propagación del flujo en éstas se puede

realizar utilizando una aproximación unidimensional (1D) o bidimensional (2D) del flujo no permanente en lámina libre. Si el flujo en la calle permanece confinado por los bordillos, una aproximación 1D parece ser la mejor opción, pues el coste computacional es mucho menor en relación a una aproximación 2D (Leandro, et al., 2009).

Por otro lado, la red de colectores está compuesta por conductos cerrados y pozos de registro. Es una práctica común considerar la propagación del flujo en colectores como unidimensional no permanente en lámina libre. El funcionamiento en lámina libre permite la conexión del colector con la superficie de la ciudad, lo que facilita la incorporación de caudales. En ciertas situaciones, si se presenta un caudal superior en el colector al considerado en el proyecto, éste podría entrar en carga. En estos casos, el flujo puede salir hacia la calle a través de los pozos o de las rejillas produciendo inundación superficial. Evidentemente, ello es tanto más probable cuanto menos profundo sea el colector.

El sistema de captación superficial de la escorrentía está compuesto de las rejillas, sumideros e imbornales que existen en la superficie del medio urbano, cuyo objetivo es captar la escorrentía superficial e introducirla en la red de colectores en los puntos previstos para ello (Gómez, 2008). Cuando el colector entra en carga la transmisión de flujo invierte su sentido permitiendo, al flujo que circula por la red, salir hacia la calle. Así, el sistema de captación tiene un rol importante dentro de un sistema de drenaje dual urbano pues es donde se producen las transferencias de flujo de manera bidireccional. Estas transferencias de flujo se pueden modelar utilizando ecuaciones tipo aliviadero u orificio, asegurando de esta forma una restricción al flujo entre la red superficial y la red de colectores en ambos sentidos.

Como se aprecia en las Figuras, la dirección del flujo en los elementos de captación vendrá condicionada por la relación entre los niveles piezométricos que se tenga en la calle y en el colector en el punto donde se encuentra el imbornal o sumidero. De esta manera, cuando el nivel de la lámina de agua en el colector está por debajo del nivel de la calle, el nivel piezométrico del colector no influye en la eficiencia de captación del sumidero, y el flujo va desde la calle hacia el colector en descarga libre. Si el nivel piezométrico aumenta en el colector de tal manera que éste se encuentre por encima del nivel de la calle, pero por debajo del nivel de la lámina de agua del flujo en la calle, la reja sigue captando flujo hacia el colector pero condicionada por el nivel piezométrico del colector. Por último, si en el punto donde se encuentra la reja de captación el nivel piezométrico del colector está por encima del nivel de la lámina de agua en la calle, el flujo va desde el colector hacia la superficie.

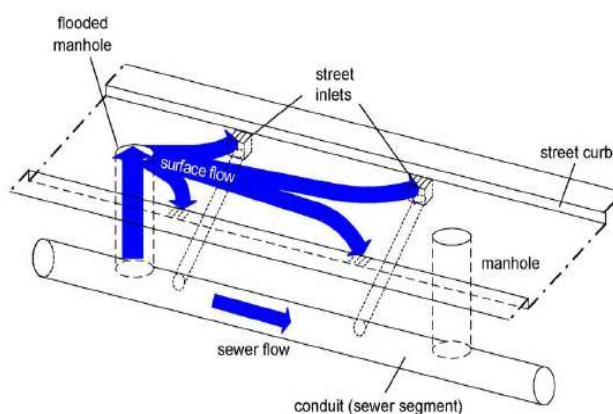


Fig. 3. Interaction of surface and sewer flow ('dual drainage concept').

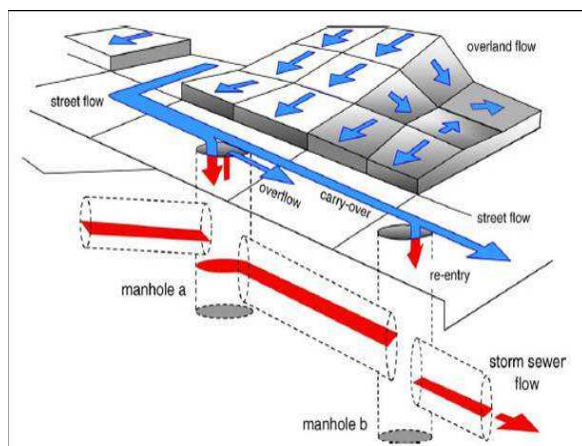


Figura 18: Esquemas conceptuales del funcionamiento del flujo en la red de saneamiento, entradas y salidas

III.5.2.2 Introducción al modelo tradicional

En este modelo, mencionado de aquí en adelante como modelo Tradicional o modelo Simple, se adopta en todo momento la hipótesis de que la lluvia caída que se transforma en escorrentía superficial entra en la red de drenaje en la misma zona en que cae. En base a esta hipótesis, se define una serie de subcuencas hidrológicas cuyos límites están fijados en el supuesto que el agua superficial no los supera.

La red de alcantarillado se representa en el modelo mediante pozos (nodos) y tramos de colectores (conductos). Los parámetros que definen ambos tipos de elementos son los mismos que los presentados para el modelo Dual. Se considera que la totalidad de la escorrentía producida en una subcuenca se introduce en el sistema de alcantarillado en el pozo perteneciente a dicho sistema y que se encuentra más próximo a la salida de ésta.

En este modelo no se incorporan los elementos de captación. La no existencia de una red superficial de conductos impide considerar en este modelo la salida de flujo de la red de colectores hacia la calle y su contribución, nuevamente, a la escorrentía superficial. Cuando la red menor actúa en carga y la cota del terreno se ve superada por el nivel piezométrico del flujo en la red de colectores, SWMM 5.0 considera que el flujo saliente se pierde del sistema.

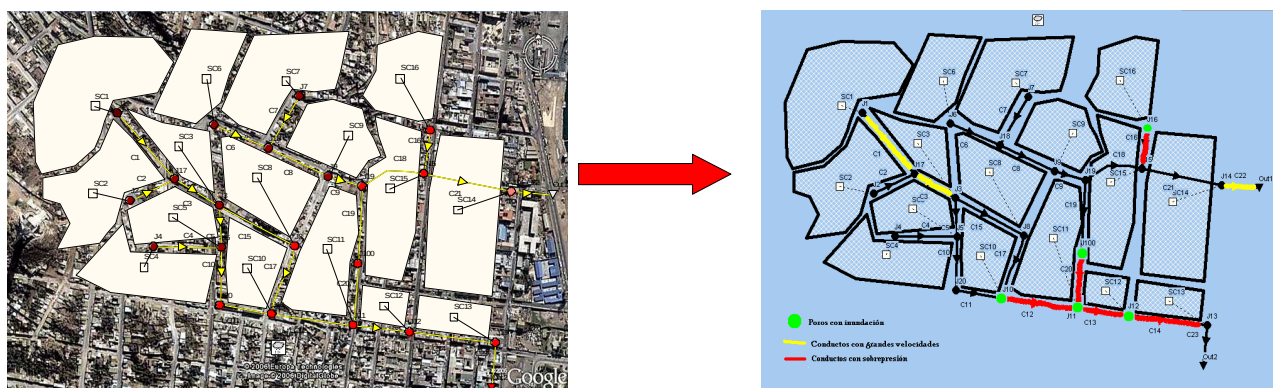


Figura 19: esquema de conexión de las subcuencas a la red de saneamiento en un modelo tradicional

III.5.2.3 Comparación modelo tradicional vs. Modelo dual

En la tesis “Estudio de la cuenca de La Riereta en Sant Boi de Llobregat mediante un modelo de drenaje dual utilizando SWMM 5” (Murcia Baleguer, 2011), se realiza una comparación entre ambos tipos de simulación, estableciendo unos puntos en base a los cuales selecciona el tipo de modelo a emplear en su tesis. El resultado del análisis comparativo es el siguiente:

- La elaboración de un modelo Dual, debido a la discretización en subcuencas de reducidas dimensiones, requiere un muy buen conocimiento de la zona de estudio en comparación con la información que se requiere para un modelo Tradicional donde se realiza una discretización más grosera.
- Para un modelo Dual, la calidad de los datos de base que hay que suministrar al programa de cálculo está todavía más en relación directa con la confianza en los datos finales que en el modelo Tradicional, por lo tanto, datos de partida adecuados de lluvia, de caudales de escorrentía y de geometría de la red son indispensables.
- La transferencia de caudales entre el nivel calle y el nivel red de alcantarillado, en ambos sentidos, se modela a través de simular en detalle la hidráulica de cada sumidero y de cada pozo de registro, para poder describir la entrada de agua en la red y la salida al exterior en caso de entrada en carga de la misma.
- La utilización de un modelo Dual supone un volumen y un tiempo de trabajo adicional notable respecto utilizar un modelo Tradicional. El incremento del tiempo de trabajo no es consecuencia de un aumento del tiempo de cálculo con el ordenador, sino del tiempo necesario para describir la cuenca adecuadamente mediante las herramientas que el SWMM nos proporciona.
- En el caso de simulación de eventos de lluvia poco intensos, los hidrogramas obtenidos en la salida de la cuenca por el colector para ambos modelos (Tradicional y Dual) presentan valores de volúmenes totales de escorrentía y tiempos al pico muy próximos a los registrados para dichas series, siendo siempre los errores relativos menores al 10%. No es el caso de los valores de los caudales pico que, debido al modelo de cálculo utilizado por el SWMM para determinar la escorrentía en las subcuencas (modelo de depósitos modificado con la Onda Cinemática), tienden a ser menores (20-30%) que los observados. La intervención de los elementos tipo orificio que permiten la inversión del flujo en el modelo Dual a través de los elementos de captación intervienen en contadas ocasiones para estos eventos y los calados y velocidades que se registran a lo largo de la simulación en superficie son, a excepción de un punto de inundación local, muy pequeños. Por lo tanto, siendo de mayor importancia el ajuste del volumen total de escorrentía, conociendo los motivos de la laminación del caudal pico y sabiendo que el comportamiento del flujo en superficie no presenta problemas significativos, podemos utilizar indistintamente cualquiera de los dos modelos propuestos para eventos de baja intensidad.
- Para la simulación de las tormentas de proyecto de 2, 5 y 10 años, es decir, para eventos de lluvia mucho más intensos que los anteriores, si se utiliza el modelo Tradicional los volúmenes de flujo que salen del colector por los nodos de la red cuando ésta se encuentra funcionando en carga suponen un 20-30% de los volúmenes totales precipitados en cada caso. Estos volúmenes, una vez han abandonado el colector, no se volverán a considerar en ningún momento, ignorando su comportamiento en superficie, los daños que provocan o si aguas abajo existe la posibilidad de que se vuelvan a incorporar a la red subterránea. Por lo tanto, para eventos de grandes intensidades, si queremos conocer con exactitud la interacción entre la red menor y la red mayor o el comportamiento del flujo en superficie, debemos hacer uso de un modelo Dual donde quedan contemplados estos fenómenos. A partir de los resultados obtenidos, se puede observar como casi

la totalidad del flujo que sale de la red de colectores y pasa a circular por la red de calles, se introduce nuevamente al sistema subterráneo, siendo únicamente un 2% del volumen precipitado el que se evacúa de la cuenca por superficie.

- Los errores de continuidad que aparecen son propios de la metodología numérica sobre la que se basa SWMM. El incremento de éstos para la simulación de las tormentas de proyecto en el modelo Dual se debe a la presencia de elementos tipo orificios para modelar la salida de flujo a través de los elementos de captación que, en algunos casos, provoca la aparición de ligeras inestabilidades durante la transición de flujos.
- El agua que sale del sistema cuando entra en carga y que no es analizada mediante la metodología Tradicional, puede alcanzar calados y velocidades que supongan un peligro para el peatón o inundaciones localizadas. Estos problemas sólo se detectan en caso de utilizar el enfoque de cálculo Dual, donde podemos evaluar los caudales, calados y velocidades del agua en superficie en cualquier punto de la ciudad y en cualquier instante de tiempo.
- Para diagnosticar el estado de la ciudad en caso de lluvias intensas, podemos comparar los parámetros del flujo en calles con los criterios de riesgo que se utilizan en medio urbano (calados o velocidades máximas, etc.) para evaluar el grado de peligrosidad que supone para la población esa tormenta en concreto.

Elegiremos en este trabajo el modelo tradicional pues es el modelo empleado en el Plan de Saneamiento Integral de la ciudad de Logroño de 1988, se pretenden estudiar caudales de periodo de retorno bajos, y porque no existen problemas de inundaciones conocidos en la red de saneamiento de Varea, por lo que el flujo superficial no es importante en este barrio para los periodos normales de eventos pluviométricos asociados a periodos de retorno bajos.

III.5.3 Elección del Nivel de Seguridad en el sistema de drenaje.

III.5.3.1 Periodo de retorno considerado en el diseño de la red

Cualquier diseño en el campo de la Ingeniería Hidráulica e Hidrológica asume una vida útil de la instalación. Se espera que durante ese periodo de tiempo se cumplan las especificaciones y criterios utilizados en su diseño y al cabo de la misma se pueda dar por amortizada dicha instalación. Ese horizonte de vida útil en ocasiones está definida de manera muy concreta y determinada, como por ejemplo en obras provisionales como puedan ser las ataguías.

Sin embargo, en instalaciones como las que nos encontramos, colectores, el concepto de vida útil no está tan claramente establecido. Es el técnico responsable de la infraestructura quien debe manejar el problema de diseñar una instalación considerando los daños que pueden producirse en caso de un fallo en el funcionamiento de la misma. Ahora bien, se debe resolver la cuestión de para qué tipo de eventos de lluvia debemos diseñar esta infraestructura sin que se supere la capacidad de desagüe de la red.

El criterio de selección del nivel de seguridad se suele realizar en el ámbito hidrológico – hidráulico recurriendo al concepto de Periodo de Retorno. Decimos que un valor de nivel o caudal, por ejemplo un caudal de valor Q_0 , es de periodo de retorno T años, cuando como media se produce un caudal mayor que Q_0 una vez cada T años. Quiere ello decir que si tuviéramos información del comportamiento de la variable en cuestión durante un horizonte de tiempo de muchos años, N , veríamos que tiene periodo de retorno T años como el cociente entre el número de veces m que se ha superado el valor Q_0 , y el número total de años del que se dispone información, N . veríamos que tiene periodo de retorno T años como el cociente

entre el número de veces, m , que se ha superado el valor Q_0 , y el número total de años del que se dispone información, N .

$$\frac{1}{T} = \frac{m}{N}$$

Esta definición anterior está expresada en términos de frecuencia de superación de a variable Q y se puede utilizar de manera aproximada cuando el número de años con datos de lluvia o caudal no es muy grande, para hacer una predicción de comportamiento futuro debemos pasar el dominio de la probabilidad. Un suceso de periodo de retorno T , presenta una probabilidad de ser superado en un año, P , que se puede expresar como:

$$P(X > Q) = \frac{1}{T}$$

Cuando analizamos un periodo de n años, podemos preguntarnos cuál es la probabilidad de que no sea superado una vez al menos el valor de referencia, por ejemplo el caudal Q . Si se llama $P(X < Q)_n$ la probabilidad de que Q no se iguale o supere en un periodo de n años, asumiendo que los eventos de caudal son sucesos independientes, se puede escribir:

$$P(X < Q)_n = P(X < Q^n) = [1 - P(X > Q)]^n$$

Si queremos expresar la probabilidad de que se vea superado una vez en los n años, será:

$$P(X > Q)_n = 1 - [1 - P(X > Q)]^n$$

Si lo expresamos en términos de periodo de retorno, se puede escribir:

$$P(X > Q)_n = 1 - \left[1 - \frac{1}{T}\right]^n$$

Se puede expresar la probabilidad de que un suceso de periodo de retorno T años se supere en un periodo de tiempo de n años en la tabla siguiente, expresada en tanto por ciento dicha probabilidad.

Tabla 5: probabilidad de que se produzca el suceso para cada periodo de retorno

Periodo de tiempo n años	T=5	T=10	T=50	T=100	T=500
1	20	10	2	1	0.2
2	36	19	4	2	0.4
5	67	41	10	5	1
10	89	65	18	10	2
20	99	88	33	18	4
50	99.9	99.5	64	40	10
100	99.9	99.9	87	63	18
500	99.9	99.9	99.9	99.9	63

III.5.3.2 Análisis de coste-beneficio para la determinación del periodo de retorno

En un enfoque clásico de cualquier actuación, se debe analizar la inversión óptima a realizar en función de la maximización de beneficio obtenido. Para la red de drenaje se debe plantear cuál sería el costo asociado a la construcción, tras evaluar los caudales de cálculo para lluvias de diferentes periodos de retorno (2, 5, 10 años, etc.), calcular los caudales y diseñar la red adecuada. El resultado será una curva de costes creciente con el periodo de retorno considerado, tal y como se muestra en la figura 20.

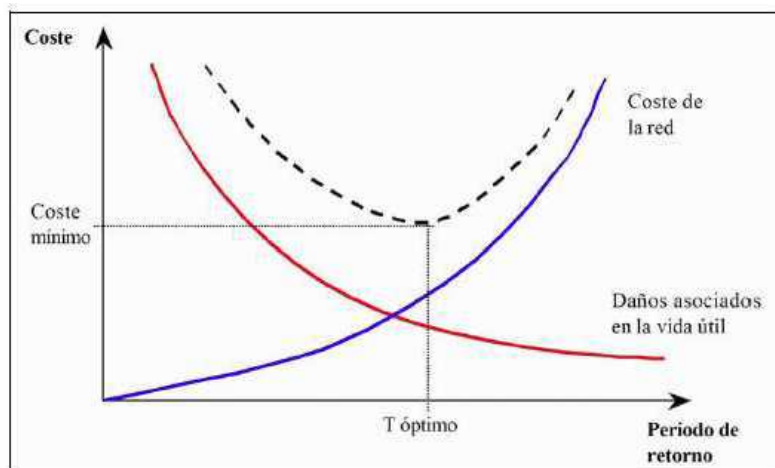


Figura 20: curva de costes frente a periodo de retorno de construcción de estructuras de control

El coste total de la infraestructura durante su periodo de vida útil es la suma de los costes de construcción y de los daños durante esa vida útil. La composición de las dos curvas produce una curva suma, cuyo mínimo debería señalar el periodo de retorno más económico en el diseño de la red de alcantarillado. Este proceso sería el deseable para dimensionar desde un punto de vista la rentabilidad económica de la obra a construir. Sin embargo, sería complicado calcular la curva de daños por inundación. Existe una parte objetiva, como puede ser la valoración pericial por compañías de seguros de los daños de los bienes que tiene asegurados, o los costes por daños o lucro césate de compañías de servicios públicos (teléfonos, luz, transportes ferroviarios o carretera, etc.), pero existen otros daños de cariz local o individual, derivados de los problemas que sufre cualquier residente bien en su casa por no poder salir al quedarse bloqueado, o los costes en tiempo derivados de quedar retenidos sin acceder a su casa o trabajo.

Este estudiante estima que, además, este último término es muy complicado de valorar dada la subjetividad que tiene el ciudadano a la hora de estimar el daño que se le produce y la tendencia elevada que tiene de exigir daños y perjuicios a la Administración competente ante cualquier suceso que pueda ser susceptible de exigir responsabilidad patrimonial a dicha Administración.

Este procedimiento no se utiliza de manera habitual por los inconvenientes planteados en la valoración de daños. Ante los problemas descritos, se suele recurrir a fijar un periodo de retorno de referencia para los caudales de diseño (o lluvias de diseño) a utilizar en el dimensionado y cálculo de la red de drenaje (Butler, 2004).

III.5.3.3 Selección de un periodo de retorno de diseño en la red de drenaje

Existen diferentes opciones de selección de periodo de retorno que se utilizan en los distintos países, en función de las latitudes, casuísticas y criterios económicos empleados.

Si bien en España no había normativa específica para el diseño, se empleaban los criterios de existentes en la bibliografía tradicional ingenieril y en los pliegos de Prescripciones Técnicas para las redes de abastecimiento y saneamiento del Ministerio de Fomento de 1973, y más actualmente las normas del Canal de Isabel II. Revisando los valores más habituales encontrados en diferentes ciudades españolas, encontramos que el valor de 10 años es el más habitual. Alguna considera valores de 25 años o un criterio de exigencia que ciertas zonas de la ciudad, definidas como estratégicas en caso de inundación, tengan un nivel de seguridad mayor como por ejemplo vías de emergencia o de evacuación o acceso de servicios de urgencia, a las que se les exige periodos de retorno de 50 años.

Europa ha hecho un esfuerzo en los últimos años, cuando en el Comité Europeo de Normalización CEN /TC 165 se elaboró la EN-752, norma europea con 7 apartados que algunos países han traspuesto en su normativa interna (Francia, Alemania, Dinamarca, etc.). Eb concreto, la parte 4 se refiere a los conductos de la red de alcantarillado. Entre los aspectos interesantes que recoge, indicar que la expresión de Colebrook-White y la de Manning son las recomendadas como más adecuadas para el cálculo de pérdidas de carga, pero donde supone un cierto cambio con las prácticas habituales es al introducir el concepto de diseño de la red en función de la frecuencia de inundación (Gómez, M. 2008).

Hasta ahora se estaba diseñando en función del periodo de retorno de la lluvia caída, asumiendo que lluvias de periodo de retorno T años generan caudales de periodo de retorno también de T años, circunstancia que en el medio urbano es más razonable de aceptar que en el medio rural dada la elevada impermeabilidad y la escasa o nula dependencia de la humedad del terreno permeable, ya que este casi no existe.

La norma exige para el referente más cercano a las ciudades, tipo centro ciudad, una frecuencia de inundación de 1 vez cada 30 años. Esto suele estar por encima de los valores que se manejan habitualmente. En la norma, además, se indican los procesos de cálculo hidráulico y la sugerencia de emplear un modelo de simulación aceptado por la autoridad municipal.

Tabla 6: Frecuencias de inundación sugeridas en la EN 752

Zona de estudio	Frecuencia de Inundación
Área rural	1/10
Área residencial	1/20
Centro ciudad, zonas industriales y comerciales	1/30
Metro – pasos subterráneos	1/50

III.5.4 Elaboración del Modelo Tradicional

III.5.4.1 Lluvia

Los Rain Gages (pluviómetros) son los elementos del SWMM 5.0 que proporcionarán la información de lluvia sobre las subcuencas. Los datos de los eventos de lluvia se introducirán en el programa como Time-Series Data (series temporales de datos), objeto definido en SWMM 5.0 para describir propiedades de algunos objetos del modelo que varían con el tiempo. Los datos de lluvia en este trabajo se describen en el punto IV.1.2.6 Precipitaciones. El intervalo de tiempo usado para definir las lluvias será de 5 minutos para las tormentas de proyecto.

III.5.4.2 Discretización de las subcuencas

A la vista de la zona urbana a analizar, es conveniente dividir la cuenca de estudio en porciones más pequeñas, subcuencas, que sean lo más homogéneas posibles. El tamaño de la subcuenca de estudio

queda fijada también por la información de los pozos de registros existentes, por lo que en una población española normalmente encontraríamos subcuencas desde 0.25 Ha como límite inferior hasta subcuencas de varias Hectáreas. No es conveniente llegar a valores elevados de 20 ó 30 Has, pues se puede desvirtuar la respuesta global de la cuenca al tener un detalle elevado en una parte de la misma y una aproximación más grosera en otra parte.

El proceso de discretización es muy importante en la hidrología urbana, porque permite describir la cuenca a un nivel de detalle muy minucioso, pudiendo llegarse a analizar a nivel de tejado por tejado y calle por calle, representando así, de una manera más real, el comportamiento hidrológico e hidráulico de una cuenca.

En el estudio que nos ocupa agruparemos los tejados contiguos que presentan las mismas características en una misma subcuenca con el objetivo de simplificar el modelo.

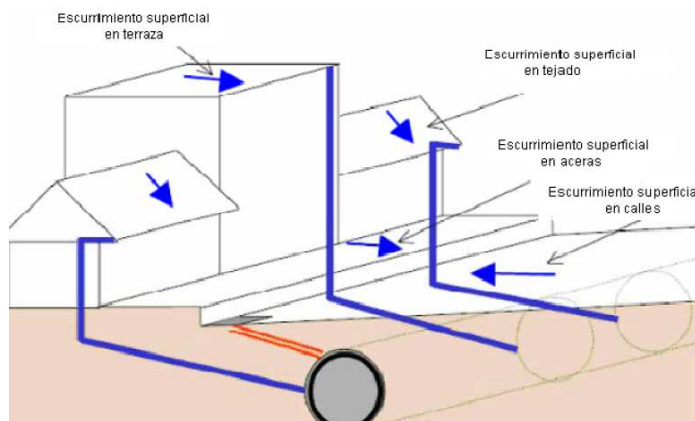


Figura 21: Flujos en las superficies urbanas

Todas aquellas subcuencas que representan a los tejados podrán estar conectadas directamente a la red de drenaje o contribuir a la escorrentía superficial de la subcuenca que represente la acera colindante a dicho tejado.

En el modelo se definen un total de 71 subcuencas que representan la totalidad de los tejados directamente conectados a los colectores. Las áreas que presentan, así como sus anchos, son de dimensiones variadas. Presentan pendientes del 2% o el 28% dependiendo de si son cubiertas planas o tejados inclinados, respectivamente. La mayoría de ellas se han considerado 100% impermeables y con un coeficiente de rugosidad de Manning de la superficie (n_{imperv}) de 0.01. La escorrentía producida en estas subcuencas pasará a formar parte del flujo en la red de colectores en el nodo más próximo a ella.

Debido a la impermeabilidad del terreno se ha aplicado un sistema de pérdidas lineales. Podemos emplear este modelo de pérdidas porque consideramos que la capacidad de infiltración no varía mucho a lo largo del tiempo de duración de lluvia.

El método escogido para calcular las pérdidas es el de Horton. Las áreas y los anchos de estas subcuencas presentan distintos valores y han estado medidos directamente sobre plano. Se ha supuesto una pendiente del 0,5% para todas ellas, pues no presentan grandes desniveles y no se dispone de información suficiente para conocer la pendiente exacta.

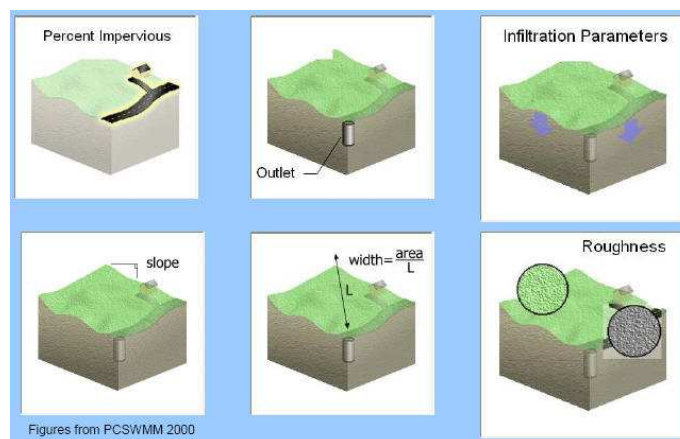


Figura 22: Parámetros a introducir en las subcuencas en el modelo SWMM 5.0

Como el primer paso de todo estudio de transformación lluvia - caudal, al aplicar SWMM 5.0 debemos estimar la fracción de lluvia caída que se va a transformar en escorrentía de superficie, parte que denominaremos lluvia neta, a base de restar de la lluvia total caída las posibles pérdidas de precipitación que se produzcan. SWMM 5.0 permite distinguir las zonas permeables e impermeables dentro de cada subcuenca, aplicando parámetros diferentes para cada una de las dos zonas.

De los 4 mecanismos de pérdidas que se suelen aplicar en cualquier estudio hidrológico, a saber: interceptación, evapotranspiración, almacenamiento en depresiones e infiltración, SWMM 5.0 realiza un tratamiento diferenciado en algunos de ellos. Respecto a la evaporación, por ejemplo, permite la evaporación desde las masas de agua incluidas en el modelo (depósitos a cielo abierto, agua retenida en la superficie de la cuenca, o en los acuíferos de nidos en el modelo) bien con una tasa constante o con una variación definida por el usuario. Eso sí, se considera un valor constante para todo el día, con lo que puede ser útil para el caso de simulaciones continuadas durante varias semanas o meses, pero que en caso de análisis de eventos de lluvia aislados, o en fase de diseño, no es de gran utilidad y se pueden despreciar las pérdidas por evaporación.

- Pérdidas por infiltración

Adicionalmente a las pérdidas anteriores, SWMM 5.0 realiza un tratamiento específico de las pérdidas por infiltración. La complejidad del comportamiento del estrato superficial del terreno, normalmente en condiciones no saturadas, es bien conocida siendo objeto de estudios de detalle por especialistas. La variabilidad espacial de la capacidad de infiltración del suelo añade un grado de dificultad adicional ya que los datos de campo se estiman mediante ensayos en pequeñas porciones del terreno. Es notable la dispersión existente en los datos experimentales obtenidos mediante ensayos de infiltración in situ. En este sentido, no hay que olvidar que en la mayoría de cuencas experimentales tan solo nos limitamos a medir la precipitación, la mayoría de las veces en un solo punto, y el caudal de salida, sin posibilidad alguna de registrar de forma directa el proceso de pérdidas. La capacidad de infiltración de un terreno depende del tipo de suelo existente, la pendiente del terreno, el grado de humedad previo del mismo suelo, su índice de porosidad, etc.

Por todo lo dicho antes, el proceso de estimación de pérdidas presenta una notable dosis de empirismo. SWMM 5.0 permite tres modelos de infiltración: Horton, Green-Ampt y Número de Curva, este último añadido a los dos anteriores ya existentes en la versión anterior de SWMM.

Hay que seleccionar un modelo de infiltración para todas las subcuencas antes de introducir los datos. Es decir, no es posible que unas subcuencas se modelen con el método de Horton y otras con el del Número

de Curva. Todas deben utilizar el mismo método. Debe indicarse en la categoría Options, o bien se puede cambiar en la pestaña Project, submenú Default.

- Método de Horton

La ecuación de Horton se desarrolla a partir de proponer que la variación de la capacidad de infiltración en cualquier momento, es proporcional a la diferencia entre la capacidad actual de infiltración en el terreno y la capacidad límite asintótica de infiltración que presenta ese terreno.

$$\frac{df}{dt} = -K(f - f_{\infty})$$

donde f (mm/h) es la capacidad de infiltración actual, f_1 (mm/h) es la capacidad de infiltración del terreno para tiempo infinito y K es la constante de proporcionalidad. Si aceptamos que a tiempo cero la capacidad de infiltración del terreno es de valor f_0 , podemos integrar la ecuación anterior para obtener:

$$f = f_{\infty} + (f_0 - f_{\infty})e^{-Kt}$$

La ecuación anterior no es directamente aplicable pues la capacidad de infiltración del terreno

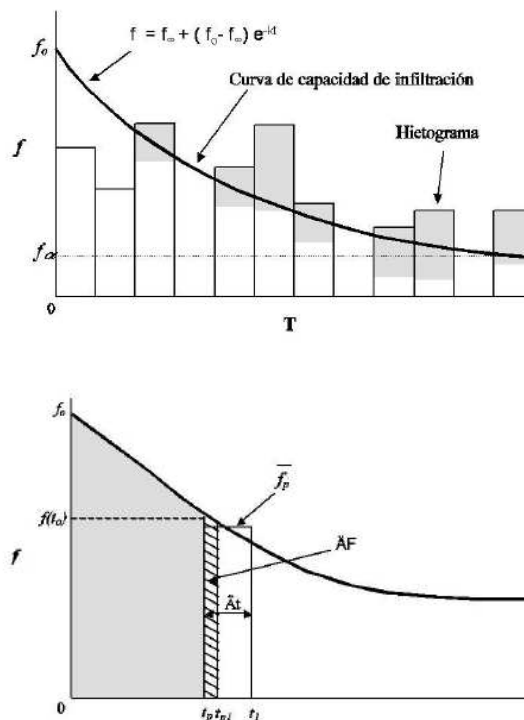


Figura 23: Uso de la infiltración acumulada. Definición del 'ponding time'

no decrece tan rápidamente a menos que la intensidad de precipitación sea siempre superior a la capacidad de infiltración. Si la curva de infiltración está por encima del hietograma, la capacidad de infiltración será igual a la intensidad de lluvia, $i(t)$. Es decir:

$$f(t) = \text{mínimo}[f, i(t)]$$

Como los valores habituales de infiltración inicial en un terreno son en general superiores a la intensidad inicial de un suceso de lluvia, una aplicación directa de la expresión de Horton supone una reducción de la

capacidad de infiltración del terreno independientemente de la cantidad de agua que se ha infiltrado en el suelo. Este problema se aborda trabajando con la función de infiltración acumulada, $F(t)$:

$$F(t) = \int_0^t f(t) = f_{\infty}t + \frac{f_0 - f_{\infty}}{K}(1 - e^{-Kt})$$

Se puede estimar el tiempo t_p en que la cantidad de agua de precipitación iguala a la infiltrada en el terreno. Dicho tiempo se denomina *ponding time* o instante de inicio de escurrimiento y representa el instante a partir del cual se produce una escorrentía neta. SWMM 5.0 proporciona unos valores orientativos para los parámetros del método de Horton, pero como se puede comprobar, con una horquilla de variación a veces muy amplia. En total, como hemos recordado al principio, debemos estimar 3 parámetros.

Todo el proceso de subdivisión de las subcuencas, de estimación de áreas y anchuras y de establecimiento de permeabilidad de cada una de ellas se hizo mediante gvSIG, montando una vista en las que estaban insertadas las capas de cartografía 1/500, el plano de la red de saneamiento y ortofoto. El proceso seguido fue de introducción manual de las subcuencas y posteriores cálculos geométricos mediante el módulo SEXTANTE de gvSIG.



Figura 24: División en subcuencas con la aplicación gvSIG

III.5.4.3 Conectores

Los elementos por donde circula el flujo, en el caso de la red subterránea, son los colectores. Los tramos de colector se definirán mediante nodos (Junctions) y conductos (Conduits). La incorporación de flujo a la red

de colectores modelada, solamente se podrá realizar en esos puntos del sistema que hayamos representado mediante un elemento nodo.

La modelización incorpora un total de 166 Junctions que representan puntos del sistema. Simbolizan los pozos de registro. Para este subsistema, los Conduits definen tramos de colectores, situados entre dos Junctions sucesivas. Su pendiente vendrá definida por las cotas de solera definidas para las Junctions que se encuentran en los extremos de dicho conducto. Se ha empleado un total de 169 elementos tipo Conduit para modelar el sistema de colectores. Sus longitudes varían entre 3.57 y 93 metros y sus pendientes están comprendidas entre el 0.0% y el 14%. Para todos ellos se supone un coeficiente de rugosidad de Manning de 0.016 (valor recomendado para conductos de hormigón).

Los colectores ubicados dentro del área de estudio presentan, como se ha dicho en el apartado de descripción de la cuenca, distintas geometrías de secciones transversales.

III.5.4.4 Pozos de Registro

A pesar de que el intercambio de flujo entre los dos sistemas se realiza mayoritariamente a través de las rejillas de captación en algunas situaciones, cuando el nivel piezométrico del colector está muy por encima de la cota de calle, puede llegar a existir salida de flujo a través de los pozos de registro. No se contemplará la opción de entrada de flujo a través de sumideros en ningún caso.

III.5.4.5 Aliviaderos

Un vertedero puede servir también como elemento de regulación del flujo, de manera que en cuanto el nivel alcance un valor de referencia (cota del labio del vertedero) se comienza a derivar caudal por ejemplo hacia otro conducto.

Para SWMM 5.0 un vertedero también es un conducto especial (Link), que une dos nudos (Nodes). Acepta vertederos frontales o laterales. Utiliza el mismo esquema de cálculo que en la versión 4 de SWMM, con una ecuación general de la forma

$$Q = C_d L_h^n$$

donde Q, es el caudal de paso sobre el vertedero, Cd el coeficiente de desagüe del mismo, L, la longitud del vertedero, y n es el exponente a considerar en la expresión según sea por ejemplo vertedero frontal rectangular, donde n = 1,5

El vertedero no aporta área de almacenamiento en los nudos aguas arriba o aguas abajo. En principio solo se aplicará a estudios con onda dinámica.

III.5.4.6 Salida de la cuenca: Estación de Bombeo

- Depósito de almacenamiento.

Para su definición tan sólo es necesario indicar las cotas de fondo y la superficie en planta del depósito, con su altura máxima. Se ha incorporado en esta versión la posibilidad de definir mediante una función o una tabla definida por el usuario, la curva altura/superficie en planta del depósito. Pero los demás elementos hidráulicos del depósito, tipo entradas, salidas reguladas, aliviaderos de seguridad, etc., se incorporan mediante la inclusión de elementos reguladores de flujo.

- Bombeo

Otro elemento de regulación que incorpora SWMM 5.0 es la posible presencia de estaciones de bombeo.

Una bomba para SWMM 5.0 (objeto Pump) es como un conducto ficticio que transfiere agua desde un pozo aguas arriba hacia otro pozo aguas abajo. Para cada bomba puede definirse el régimen de operación y SWMM 5.0 permite cuatro posibilidades:

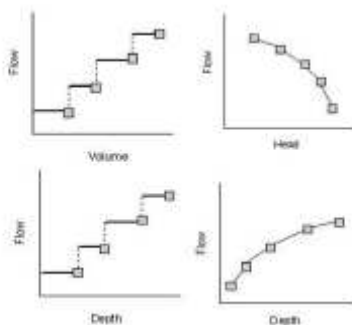


Figura 25: curvas de bombas según el tipo

- Regulación en función del volumen de agua en el depósito de bombeo, nudo aguas arriba, donde podemos fijar una curva Caudal/Volumen
- Regulación de caudal, en función de los niveles del pozo aguas arriba
- Inclusión aproximada de una curva H/Q de la bomba, de manera que el caudal circulante será función de la diferencia de carga entre los pozos aguas arriba y aguas abajo, de manera que a mayor diferencia de carga, menor caudal de bombeo, con objeto de reducir los niveles aguas arriba.
- Bomba de velocidad variable de manera que el caudal circulante es función del nivel del pozo aguas arriba

Pueden aplicarse también unas reglas de control al bombeo de manera que sólo se conecten por ejemplo en función de un nivel o caudal de referencia, aguas abajo o aguas arriba. Podemos incorporar a nuestro modelo de cálculo tanto bombas de funcionamiento continuo, para aguas residuales, como bombeos de aguas pluviales más esporádicos.

III.5.4.7 Salida de la cuenca: Vertido y condiciones de contorno

El punto de salida de la cuenca vendrá modelado por un objeto tipo Outfall. En la modelización existen un total de 4 elementos de esta tipología: uno de ellos simbolizará el punto final de la red de alcantarillado y el resto los aliviaderos.

Estos elementos permiten definir las condiciones de contorno aguas abajo para el cálculo hidráulico de la red bajo el método de la Onda Dinámica. Para definir ambos objetos, se debe conocer la cota de solera de dicho punto y el tipo de condición de contorno. En ambas salidas se fijará la condición de contorno como Free, es decir, en descarga libre.

El SWMM 5.0 permite 4 tipos de condiciones de contorno. Definimos en cada salida un elemento tipo Outfall, pero de manera que a ese outfall solo llega un conducto (conduit). Si tenemos un punto de salida al que llegan dos colectores, debemos añadir un conducto de salida ficticio para representar nuestras condiciones de contorno.

Cada Outfall puede definirse con:

- Condición de calado crítico o normal, acorde con las condiciones del conducto que llega al outfall. En caso de pendiente suave, incluirá calado crítico y aplicará condición de calado normal en caso de flujo supercrítico.
- Un nivel fijo, definido para el modelo. Representaría el desagüe a un lago o mar, sin problemas de marea.
- Un nivel de marea, definido por el usuario también, especialmente útil para simulaciones continuadas en lugares con fuertes careras de marea.
- Una serie temporal que refleje la variación del nivel de agua con el tiempo.

En caso de añadir ese conducto ficticio, debe tenerse en cuenta que no sea muy corto, sino del mismo orden de magnitud que el resto de los conductos de la red.

III.5.4.8 Opciones de Simulación

- Régimen permanente

En cada conducto se traslada el hidrograma calculado desde aguas arriba hacia aguas abajo, si modificarlo y sin general un decalaje temporal. Esta opción de cálculo no permite considerar efectos repropagación, laminación de caudales, efectos de reflujos, etc. Esta opción solo puede aplicarse con reservas a redes de tipo arborescente, aquellas en que en cada nudo hay un único colector de salida. Debería considerarse como mucho como un cálculo preliminar, pero que puede ser en ocasiones alejado de la realidad, o aplicado a aquellos estudios de simulación continuada (series temporales largas de varios años).

- Onda cinemática

En este caso se resuelve una aproximación de las ecuaciones de Saint-Venant, considerando la ecuación de equilibrio de fuerzas solo con las componentes de gravedad y fricción. El modelo limita así el máximo caudal de circulación pro cada conducto como el caudal a sección llena. Caudales mayores de paso serían expulsados de la red, o almacenados en pozos de aguas arriba para ser reintroducidos más tarde, cuando el sistema lo permita.

La onda cinemática no permite atenuar puntas de caudal, no modela la entrada en carga, ni tampoco los efectos de reflujos, es decir, todo aquello producto de las condiciones de contorno aguas abajo. Permite trabajar con intervalos de tiempo mayores que otras opciones, del orden de varios minutos frente a pocos segundos, y es más estable desde el punto de vista de cálculo sobre todo en caso de flujos rápidos. No se puede aplicar a redes malladas, sino tan solo a las arborescentes. Es más rápida de cálculo que a propagación con onda completa, y en ocasiones se tulipa como opción para la simulación siempre que la red sea arborescente y predomine el régimen rápido en toda la red, sin problemas de influencias de las condiciones de contorno aguas abajo.

- Onda dinámica

Esta opción es la que se aproxima más a la realidad de lo que sucede en la red de drenaje. Se consideran todas las fuerzas actuantes, gravedad, fricción, presión e inercia, y permite simular los efectos de laminación, reflujos, condiciones de contorno aguas abajo o entrada en presión de la red.

Al resolver las ecuaciones completas de Saint Venant, puede aplicarse a redes malladas así como por supuesto a las arborescentes. Acepta flujos superiores en cada conducto al máximo aceptable a sección llena en régimen permanente, y permite simular la salida de agua desde la red, eliminándola del

sistema o almacenándola en cada pozo para poder volver a introducirla en la red. En el caso de SWMM 5.0, dado el esquema numérico de solución que utiliza para resolver las ecuaciones, tipo diferencias finitas explícitas, necesita intervalos de tiempo más cortos, de menos de un minuto en general, lo que puede suponer para sistemas grandes mayor tiempo de cálculo.

Es por ello se escogerá esta opción para la simulación de la red en este trabajo.

III.5.4.9 Onda dinámica: ecuaciones de funcionamiento

SWMM 5.0 presenta una forma algo elaborada de las mismas ecuaciones de Saint Venant. Así, para resolver el caudal en cada conducto utiliza una ecuación del tipo:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + gAI_f - 2V \frac{\partial A}{\partial t} - V^2 \frac{\partial A}{\partial t} + gA \frac{\partial H}{\partial x} = 0$$

Fruto de combinar la ecuación de conservación de cantidad de movimiento y la de conservación de la masa, pero sigue siendo una sola ecuación a aplicar en el conducto. La pendiente motriz se evalúa con expresiones tipo Manning, Chezy, etc. Iguales a las del régimen permanente. Aplicando un esquema en diferencias finitas sobre la ecuación, entre un instante t y otro $t + \Delta t$ tenemos al final:

$$Q_{t+\Delta t} = Q_t - \frac{k\Delta t}{R_h^{4/3}} |V_t| Q_{t+\Delta t} + 2V \left(\frac{\Delta A}{\Delta t} \right)_t \Delta + V^2 [(A_2 - A_1)/L] \Delta t - gA [(H_2 - H_1)/L] \Delta t$$

Donde $k=gn^2$, con n coeficiente de rugosidad de Maní, L es la longitud del conducto, y Δt es el intervalo de tiempo de cálculo.

Tras despejar el valor del caudal en el instante $t + \Delta t$ y ponderar los valores de V , A y R que aparecen en la ecuación entre los nodos aguas arriba y abajo, la variación de área respecto al tiempo se calcula hacia atrás, en el instante t , por lo que es un dato conocido, se puede escribir como ecuación final:

$$Q_{t+\Delta t} = \frac{Q_t + \Delta A_{\text{gravedad}} + Q_{\text{inercia}}}{1 + \Delta Q_{\text{rozamiento}}}$$

Donde están representadas todas las fuerzas actuantes sobre la masa de agua en la red de drenaje.

La ecuación de conservación de la masa aplicada a cada nudo se puede expresar como:

$$H_{t+\Delta t} = H_t + \Sigma Q_t \Delta t / A_{S_t}$$

Donde A_s es el área en la planta del nudo. Entendemos como área en planta del nudo la suma del área en planta del pozo de registro, más la mitad del área resultante de cada conducto concurrente en el nudo.

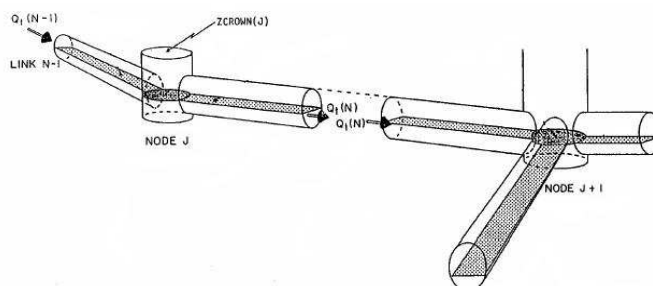


Figura 25: Procedimiento de cálculo pozo a pozo.

El modelo no permite introducir en particular el área en planta de cada pozo de registro, sino que se puede suministrar un valor igual para todos ellos. Introducir este valor, ayuda a estabilizar el cálculo numérico y se recomienda incluirla en el esquema de trabajo. Normalmente daremos el área en planta del pozo de registro más representativo de la zona de estudio.

En SWMM 5, como esquema de cálculo, primero se realiza una estimación en el instante $t + \Delta t$ de las condiciones de flujo, caudal y altura de agua Q , H . Estos valores son los que denomina Q^{last} y H^{last} .

Con estos valores se vuelve a recalcular la ecuación aplicada a cada conducto, obteniendo el llamado valor nuevo de caudal o Q^{new} . Se introduce un método de relajación de manera que se realizan estimaciones del caudal nuevo, de la forma:

$$Q^{new} = (1 - \Omega)Q^{last} + \Omega Q^{new}$$

Para el valor de la altura de agua en el nudo, se realiza lo mismo para obtener un valor nuevo H^{new} , y se aplica el mismo método de relajación para resolver dicho valor.

$$H^{new} = (1 - \Omega)H^{last} + \Omega H^{new}$$

Se entra en un proceso iterativo, de manera que hasta que H^{new} sea próxima a H^{last} , no se detiene el proceso durante 4 iteraciones (valor máximo). La tolerancia de cálculo es de 0.005 pies, lo que equivale a 1.5 mm. El factor de relajación que se utiliza en SWMM 5.0 es $\Omega=0.5$

III.5.4.10 Errores de continuidad

Cuando la simulación se completa con éxito, los errores totales de continuidad se muestran en la ventana de estado de la simulación.

Estos errores representan la diferencia en % entre el almacenaje inicial más el flujo que entra y el almacenamiento final más el flujo que sale. Si esta diferencia excede un nivel razonable (un 10%) los resultados de la simulación son cuestionables.

La razón más común para un excesivo error de continuidad suele ser un intervalo de cálculo hidráulico grande.

En la Tabla 7 se agrupan los valores de los errores de continuidad obtenidos al simular el modelo elaborado.

Tabla 7: Errores de continuidad obtenidos en las simulaciones

Evento	Surface Runoff Error	Flow Routing Error
T2	-0,04	-0,55
T5	-0,04	-0,56
T10	-0,05	-0,44
T25	-0,05	-0,43
T50	-0,08	-0,41

El error de continuidad global en cualquier momento durante la simulación no es más que el ingreso total menos el flujo total. El flujo total es el tiempo seco, lluvia, agua subterránea, I & I entrada, la entrada externa y el almacenamiento de la red inicial. El flujo total es la cantidad de inundaciones en superficie, el flujo de desagüe, reaccionó de flujo y el almacenamiento final.

El error de continuidad = Total INGRESO - Total de Egresos

Si es posible la simulación de flujo de tiempo seco que se llegó en la red sanitaria o la red de aguas pluviales se ha drenado el error de continuidad será mejor.

Capítulo 4

Resultados y discusión

IV.1 Introducción

IV.1.1 Planteamiento del problema

IV.1.1.1 Selección de la cuenca de estudio

En un primer apunte para aclarar esta cuestión, se debe aquí presentar que el autor del estudio, en el momento de la redacción del mismo, tiene la condición de funcionario de carrera de la Dirección General de Proyectos e Infraestructuras del Ayuntamiento de Logroño, en el puesto de Técnico de Grado Medio en Infraestructura Viaria. Es por ello que los datos necesarios para su elaboración han sido obtenidos de forma más o menos directa y próxima.

Para comenzar a cumplir con los objetivos establecidos, se seleccionó una cuenca para proceder a elaborar un modelo matemático, se eligió la ciudad de Logroño por disponer de datos relativos a la red de saneamiento en forma de cartografía detallada de la red, mediante un fichero de tipo CAD con la ubicación de los pozos de saneamiento, los colectores, sus longitudes, materiales, tipologías, y con todos los elementos hidráulicos de los que consta la red.

También existe cartografía de apoyo que ha servido para definir todos los elementos a introducir en el modelo, como son cartografía de detalle de ubicación de sumideros, pendientes de las calles, modelo digital del terreno, y ortofotos.

También se tiene la constancia de la existencia de un “Plan Director de Saneamiento Integral de la ciudad de Logroño” redactado en 1.988, que puede ser de gran ayuda para el estudio.

Incuestionable ha sido la colaboración de los inspectores de la red de saneamiento del Ayuntamiento de Logroño por su aportación de sus conocimientos sobre el estado, el funcionamiento y la operatividad y operaciones de la red de saneamiento, así como sus testimonios acerca de inundaciones de la red u otras problemáticas que hayan existido.

También se pudo contar con compañeros que colaboraron para completar los datos que no existían en la cartografía para proceder a su levantamiento topográfico y nivelación, de tal forma que se pudieran ubicar y nivelar para que los datos introducidos en el modelo fueran precisos y ajustados a la realidad.

Una vez ubicada la ciudad, se busca una cuenca urbana que cumpla algunos requisitos:

5. Que tenga una superficie con una única cuenca de drenaje, es decir, que todas las aguas pluviales entren en una sola cuenca y desagüen en un solo punto.
6. Que exista diversidad de elementos hidráulicos, como bombeos, depósitos, aliviaderos u otros elementos.
7. A ser posible, que sea separativa completamente. Esto sólo se da en barrios de nueva urbanización a partir de los años 90-95.

La única cuenca que cumplía los dos primeros puntos era el barrio de Varea. El problema era que la red es unitaria, pero al ser un barrio con baja densidad de población, los caudales existentes en la red de aguas residuales se puede considerar bajo o próximo a cero, de tal forma que no interfiere en los cálculos por el caudal residual que lleve.

Un problema que surgió posteriormente es que en el mencionado Plan de Saneamiento Integral no se recogía este barrio, por lo que su estudio no tiene otros anteriores en los que basarnos para el contraste de los resultados. Sin embargo, tiene otras ventajas como que su aislamiento permite a los inspectores y otros tener muy localizados y conocidos cada punto de la red.

IV.1.1.2 Procedimiento seguido

Finalmente, el modelo creado, ha seguido el siguiente orden de trabajo:

1. Introducción de los nudos (pozos de registro), conectores (red de colectores), aliviaderos, cámara de bombeo y punto de conexión con la red de la margen izquierda del Iregua, que va a verter todo lo recogido en la cuenca del Iregua que va a parar a la Estación Depuradora de Aguas Residuales de Logroño.
2. División en subcuencas de toda la superficie de la cuenca a estudiar. El objetivo final era que cada pozo fuese el receptor de las aguas superficiales de una subcuenca aguas arriba del punto. Así, la división en subcuencas se establecía cerrando dicha cuenca sobre toda la superficie cuyas aguas podrían drenar a sumideros ubicados en esa superficie que fueran a acometer a cada pozo.
3. Establecimiento del modelo arborescente, en el que las cuencas superiores fueran drenando a las inferiores y en el colector principal, que conducía a la estación de bombeo, solo recibiera agua de dos colectores secundarios, y directamente ninguna acometida de ninguna subcuenca.
4. Establecimiento de los parámetros. Tal y como ya se mencionó en el capítulo anterior, cada elemento hidráulico contiene diferentes parámetros que han de ser ajustados para que el modelo trabaje con ellos aproximando a la realidad los resultados que se vayan a obtener.
5. Introducción de los hietogramas de diseño, resultado de la obtención de las precipitaciones de diseño de la cuenca mediante el ajuste estadístico de los datos de precipitaciones a una función de distribución del tipo SQRT-ETmax, y posteriormente la elaboración de las curvas IDF basadas en el método de Témez propuesto para la Instrucción 5.2 IC de Carreteras. El tiempo de concentración considerado es de 1 hora, que no es el resultado de su obtención sino del tiempo considerado en el “Plan de Saneamiento Integral de Logroño” de 1.988, para poder trabajar con datos con los que ya se hicieron modelos.
6. Establecimiento del método de cálculo, que sería el de la onda dinámica, por ser más potente en el cálculo de redes malladas y de todos los elementos hidráulicos en régimen variado, por completar las ecuaciones de Saint Venant, basadas en los principios de conservación de energía y de movimiento. Aunque es más largo en el cálculo, simplifica los elementos hidráulicos a disponer en la red por ser más completo en su cálculo.

Así, se ha conseguido elaborar el modelo, que posteriormente ha ido ajustándose poco a poco comprobando que los parámetros hidráulicos que se fueran obteniendo fueran coherentes con la realidad.

El aspecto del modelo se puede ver en la siguiente figura, en la que las cuencas se muestran en azul, los nudos en rojo, y los colectores en amarillo.



Figura 26: Modelo planteado sobre ortofoto

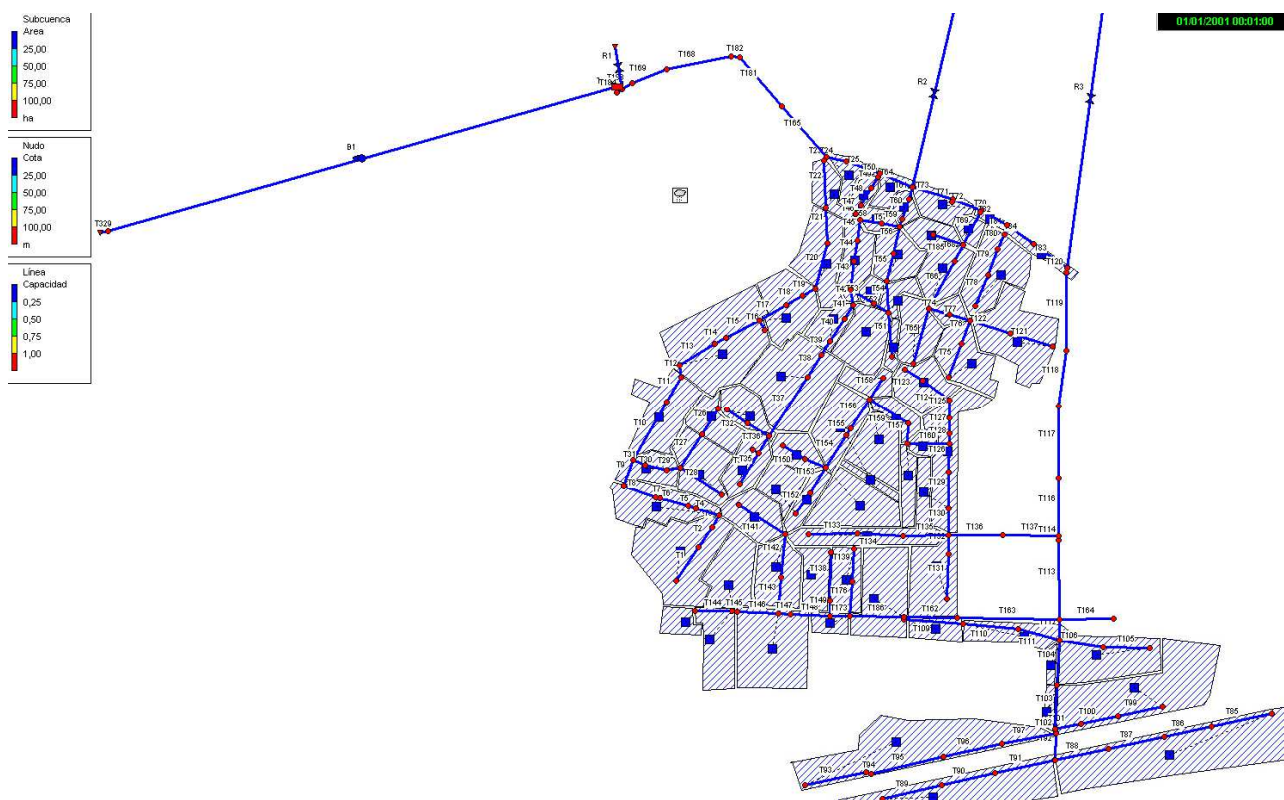


Figura 27: modelo planteado

IV.1.2 Parámetros introducidos en el modelo

A continuación se procede a incluir en forma de resumen los parámetros introducidos en los distintos elementos del modelo, los cuales se reflejan con detalle numérico en el Anexo II.

IV.1.2.1 Nudos (pozos)

Cada pozo se consideró como un objeto del tipo nudo, en el que se introdujo su posición exacta, su cota inferior y su altura total.

Posteriormente, en los pozos en los que las tuberías acometían en cotas superiores a las de fondo, se introdujo en dichas tuberías la altura a la que se acometen.

IV.1.2.2 Conectores (tubos y colectores)

Se introdujeron los conectores y los parámetros que requiere el programa son:

- Longitud del tubo.
- Tipo de tubo. La mayoría son de sección circular, aunque también existen de sección ovoide.
- Dimensiones (profundidad). Los tubos más frecuentes son de diámetro 0,4 m y en el caso de ovoides, de 0,4x0,5 m.
- Coeficiente de rugosidad. Al ser prácticamente todos de hormigón, el coeficiente de rugosidad de manning es 0,016.

IV.1.2.3 Aliviaderos

Los aliviaderos se introdujeron mediante un nudo conectado a un objeto de tipo “vertido”, en el que se introdujeron las condiciones de contorno del tipo nivel fijo de agua, a cota 361 m.

El elemento regulador que ejerce como aliviadero se introdujo el vertedero (weir), de tipo transversal, con altura de la cresta inmediatamente superior a la clave de las tuberías que se conectan, de tal forma que el vertido del excedente se produzca cuando el nivel de agua produzca la entrada en carga de la tubería, evitando así que el flujo de agua salga por los nudos.

El coeficiente de descarga para todos los elementos vertedero se ha seleccionado como 3,3.

La ubicación de los aliviaderos coincide con tres tramos del colector principal en la margen norte, uno en la confluencia del colector que va en dirección Norte Sur, en el nudo N203, otro en la confluencia de la red del colector norte-oeste, en el nudo N202, y por último, antes de la entrada al depósito, en el nudo N193. Todos se dirigen al río Ebro, tal y como se explica en el primer párrafo, a un nudo de tipo “vertido”.

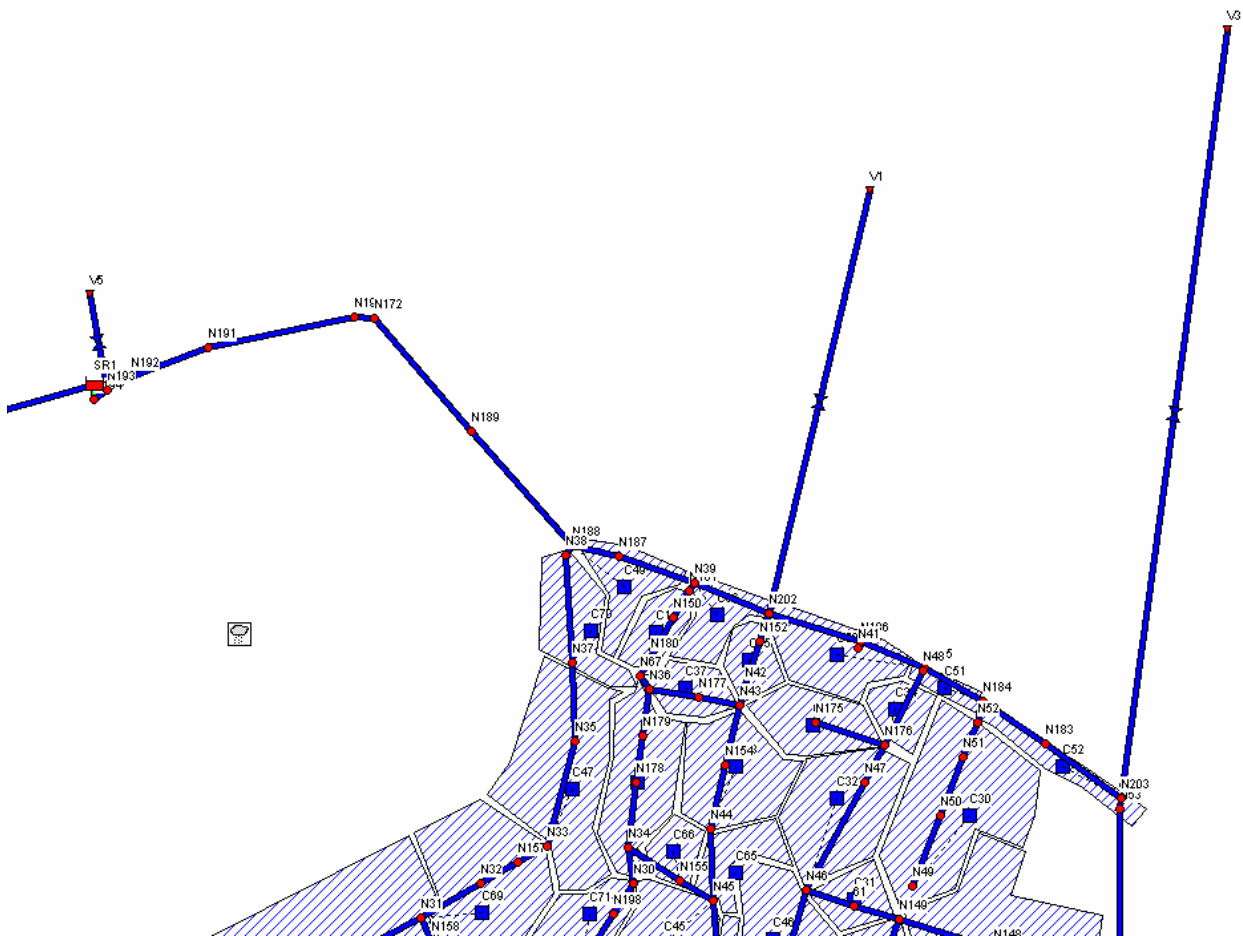


Figura 28: ubicación de aliviaderos

IV.1.2.4 Cámara de Bombeo

La estación de bombeo se ha modelado instalando un objeto de tipo depósito y un objeto de tipo bomba.

El depósito queda definido de la siguiente forma:

Es un depósito rectangular de dimensiones 5.7x5.7 m² con una profundidad de 3 m, con una descarga de seguridad.

El depósito, finalmente, se definió con los parámetros cota de fondo, nivel inicial, nivel máximo, y curva de volumen.

Depósito SR1	
Propiedad	Valor
Nombre	SR1
Coordenada X	548614.065
Coordenada Y	4701842.818
Descripción	
Marca	
Aportes	NO
Tratamiento	NO
Cota del fondo	359.9
Nivel Máximo	3
Nivel inicial	2
Área de inundación	0
Factor de evaporación	0
Infiltración	NO
Curva de almacenamiento	FUNCTIONAL
Curva definida por función	
Coeficiente	0
Exponente	0
Constante	32.5
Curva definida por tabla	
Nombre Curva	SU1

Figura 29: parámetros de entrada del depósito en el modelo

La bomba de la siguiente forma: es un sistema que consta de dos bombas en paralelo que funcionan alternativamente, accionadas una u otra, en función del nivel alcanzado en el depósito, y una vez alcanzado un nivel elevado el depósito, comienzan a funcionar simultáneamente. FLYGT 3171.180.0560049.432, de 48.5 KW, 1485 RPM; 380/360 vols; 36/21 A; 312 kg.

La curva de bombeo es la siguiente:

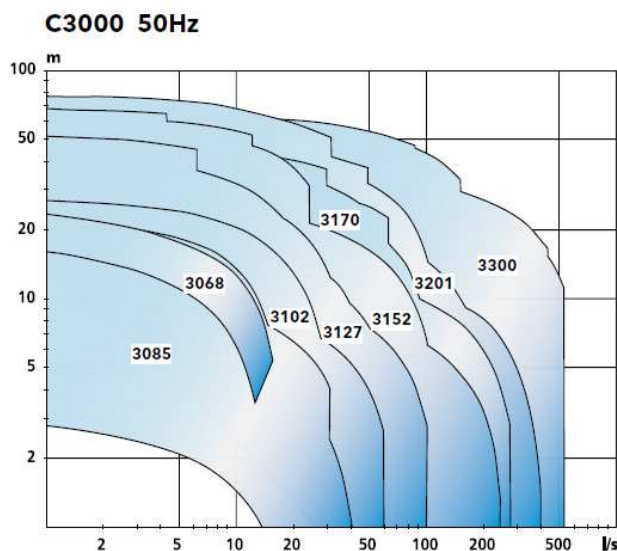


Figura 30: curvas de bombeo de las bombas FLYGT serie C3000

En el modelo se introdujeron los siguientes parámetros de dimensionamiento, siendo la curva de la bomba del tipo 1.

Bomba B1	
Propiedad	Valor
Nombre	B1
Nudo inicial	SR1
Nudo final	N209
Descripción	
Marca	
Curva de la bomba	B1
Estado inicial	OFF
Nivel de arranque	2.4
Nivel de parada	2

Figura 31: parámetros introducidos en la bomba

La curva de bombeo empleada es la de la marca y modelo de la bomba, que se ha introducido. Es de la siguiente forma:

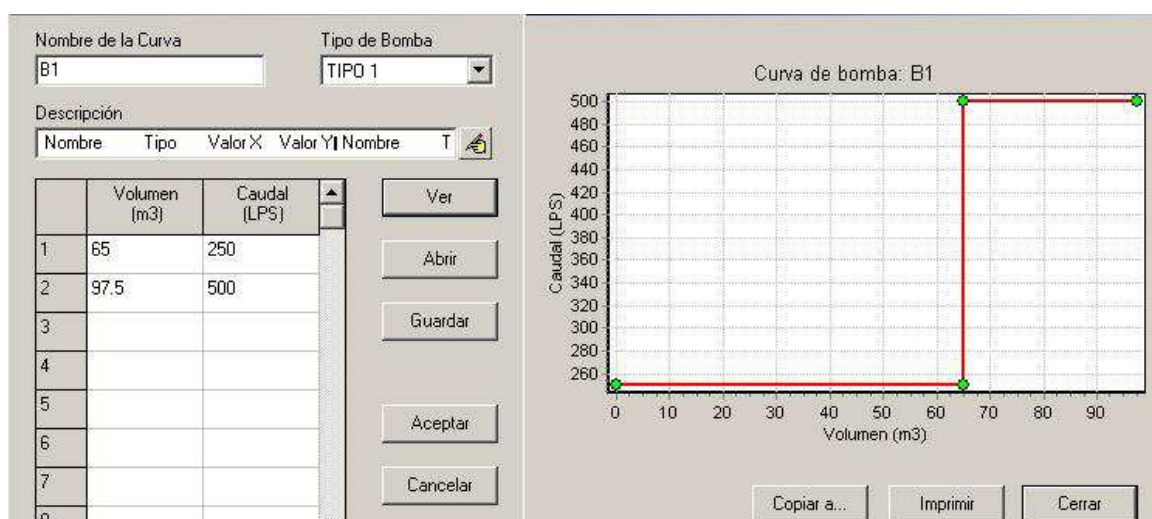


Figura 32: Curva de bombeo introducida en el bombeo

A la entrada de la cámara de bombeo existe un sifón que impide la entrada de sólidos en suspensión al depósito, que podrían alterar el funcionamiento y rendimiento de las bombas existentes.

Para ello, se procedió a elevar la entrada de la tubería por encima del fondo del pozo 0,72 m, lo que el perfil longitudinal en el colector principal en su tramo final, hasta el vertido, tenía el siguiente aspecto:

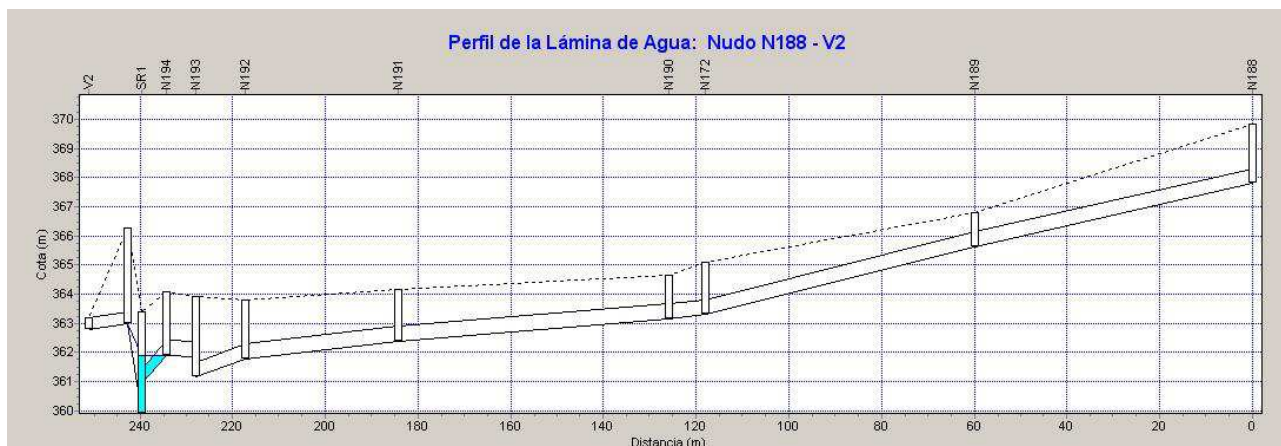


Figura 33: Perfil longitudinal del colector entre Varea y el punto de vertido

IV.1.2.5 Subcuencas

Para el establecimiento de los distintos parámetros de las subcuencas se recurrió a la utilización de un software de sistema de información geográfica, el gvSIG. Dadas sus capacidades y potencia del programa, ya comentadas anteriormente, se estima que este software es apto para el problema que se debe resolver.

Para ello, en la vista del programa, se cargaron la red de saneamiento, el plano con la cartografía 1/500 en el que estaban incluidos los sumideros y las calles, con sus respectivas manzanas, y la ortofoto.

Mediante un proceso de fotointerpretación, apoyado por la cartografía de la red de saneamiento y de los sumideros existentes, se procedió a la subdivisión en subcuencas con el criterio de que cada nodo de la red, o pozo de registro, era el punto de drenaje de, al menos, una subcuenca. Así, cada tramo de colector contendría un caudal distinto en función del tiempo de drenaje de cada subcuenca.

Para obtener los parámetros de superficie y anchura, se hizo una consulta al SIG elaborado, y de tal forma que se introdujo en el modelo los valores obtenidos en cada subcuenca.

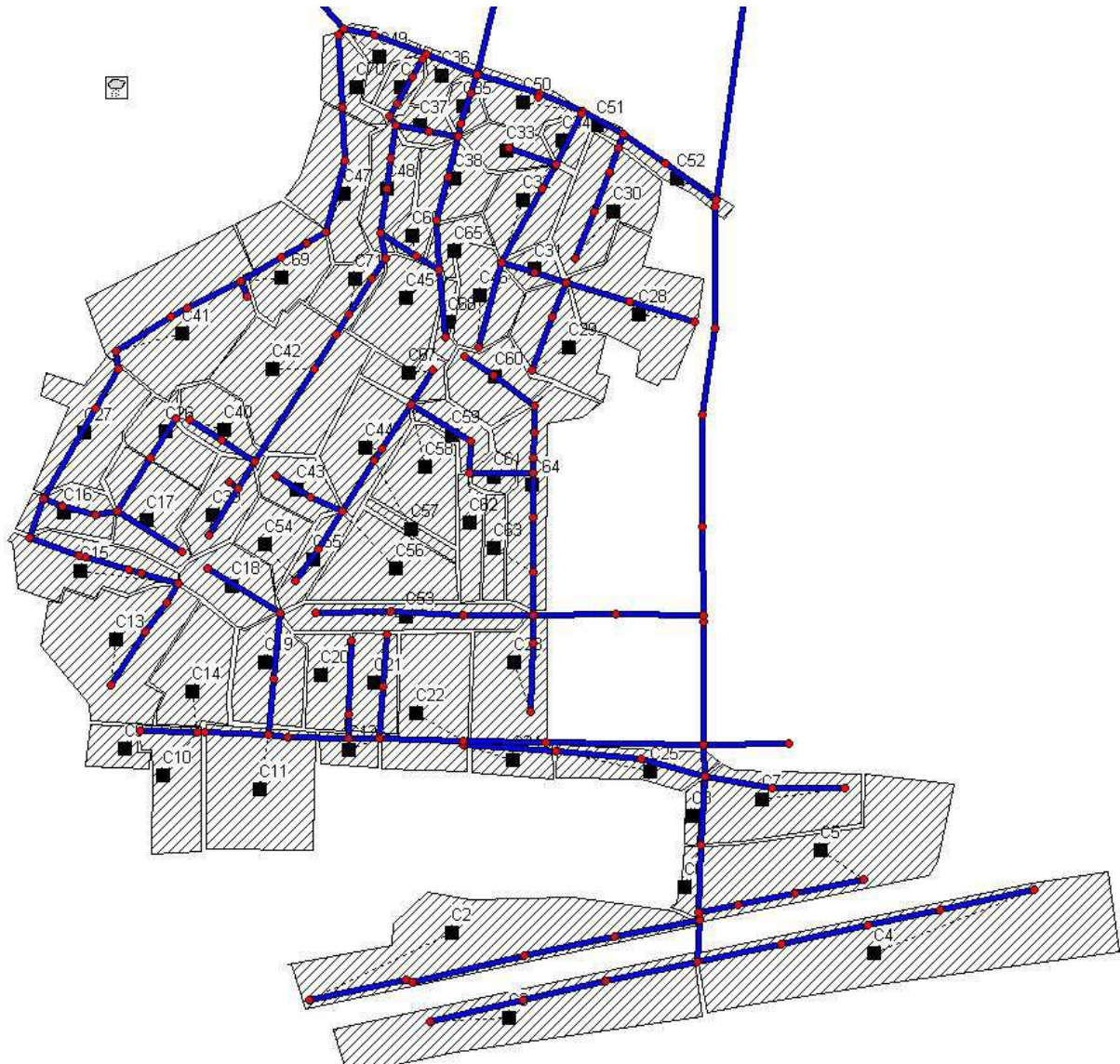


Figura 34: Subcuencas en el modelo

IV.1.2.6 Precipitaciones

Una vez obtenidas las precipitaciones máximas en 24 horas a través de la aplicación de la publicación “Máximas Pluviometrías Diarias de la España Peninsular” del Ministerio de Fomento, los datos obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 8: Precipitaciones de diseño

CUENCA	T	P24h
Varea	2	34.0
	5	45.0
	10	53.0
	25	64.0
	50	73.0
	100	82.0
	500	105.0

Se procedió al tratamiento de las lluvias para la obtención de la curva IDF según el método expuesto por Témez en la Instrucción 5.2 IC de Carreteras, con una duración del evento de una hora.

Tabla 9: Obtención de las Curvas IDF

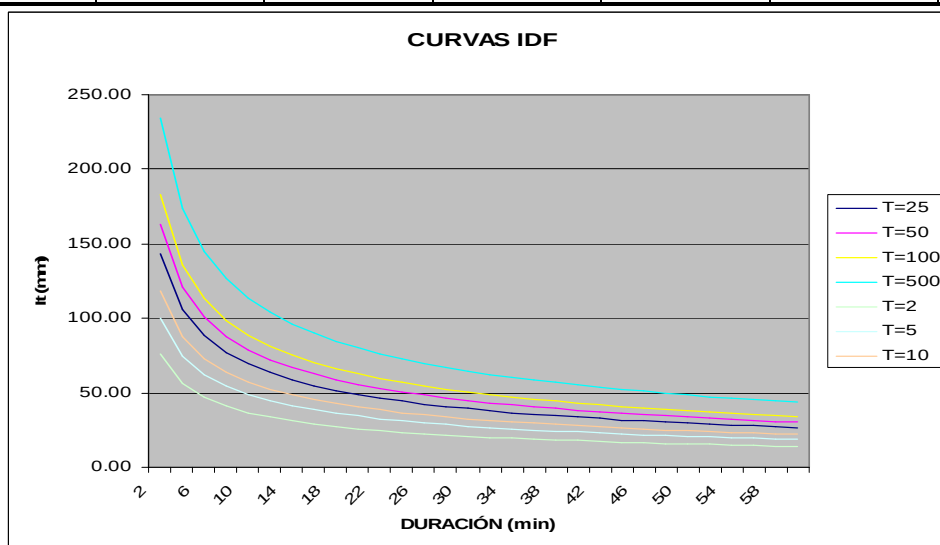
I1/Id	10	
D (horas)	1.00	
T	Id	It
2	1.42	14.17
5	1.88	18.75
10	2.21	22.08
25	2.67	26.67
50	3.04	30.42
100	3.42	34.17
500	4.38	43.75

Aunque se hayan empleado en el modelo los periodos de retorno desde 2 a 50 años, se han estudiado las precipitaciones de 100 y 500 años por si en un futuro se desea disponer de ellas. En los hietogramas que a continuación se expondrán, no se reflejan por no ser necesarios para el estudio.

Así, las curvas IDF quedaron de la siguiente forma:

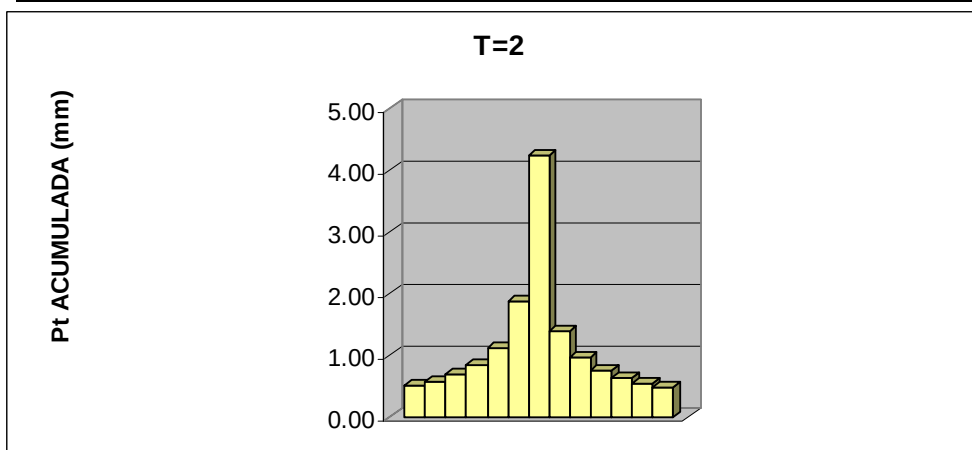
Tabla 10: Curvas IDF

t (min)	T=2	T=5	T=10	T=25	T=50	T=100	T=500
2	75.92	100.48	118.34	142.90	163.00	183.09	234.45
4	56.39	74.63	87.90	106.14	121.06	135.99	174.13
6	46.92	62.10	73.14	88.32	100.74	113.16	144.90
8	41.00	54.26	63.90	77.17	88.02	98.87	126.60
10	36.82	48.73	57.40	69.31	79.05	88.80	113.71
12	33.67	44.56	52.48	63.37	72.28	81.19	103.97
14	31.17	41.26	48.59	58.67	66.93	75.18	96.26
16	29.13	38.56	45.41	54.84	62.55	70.26	89.96
18	27.42	36.29	42.75	51.62	58.88	66.14	84.69
20	25.96	34.36	40.47	48.87	55.74	62.62	80.18
22	24.70	32.69	38.50	46.49	53.03	59.57	76.27
24	23.59	31.22	36.77	44.40	50.64	56.89	72.84
26	22.60	29.91	35.23	42.54	48.53	54.51	69.80
28	21.72	28.75	33.86	40.88	46.63	52.38	67.07
30	20.92	27.69	32.61	39.38	44.92	50.46	64.61
32	20.20	26.73	31.49	38.02	43.37	48.72	62.38
34	19.54	25.86	30.46	36.78	41.95	47.12	60.34
36	18.93	25.06	29.51	35.64	40.65	45.66	58.47
38	18.37	24.32	28.64	34.58	39.45	44.31	56.74
40	17.85	23.63	27.83	33.61	38.33	43.06	55.14
42	17.37	22.99	27.08	32.70	37.30	41.90	53.65
44	16.92	22.40	26.38	31.86	36.34	40.82	52.26
46	16.50	21.84	25.73	31.07	35.43	39.80	50.97
48	16.11	21.32	25.11	30.32	34.59	38.85	49.75
50	15.74	20.83	24.53	29.62	33.79	37.96	48.60
52	15.39	20.37	23.99	28.97	33.04	37.11	47.52
54	15.06	19.93	23.47	28.34	32.33	36.32	46.50
56	14.75	19.52	22.99	27.76	31.66	35.56	45.54
58	14.45	19.12	22.52	27.20	31.02	34.85	44.62
60	14.17	18.75	22.08	26.67	30.42	34.17	43.75

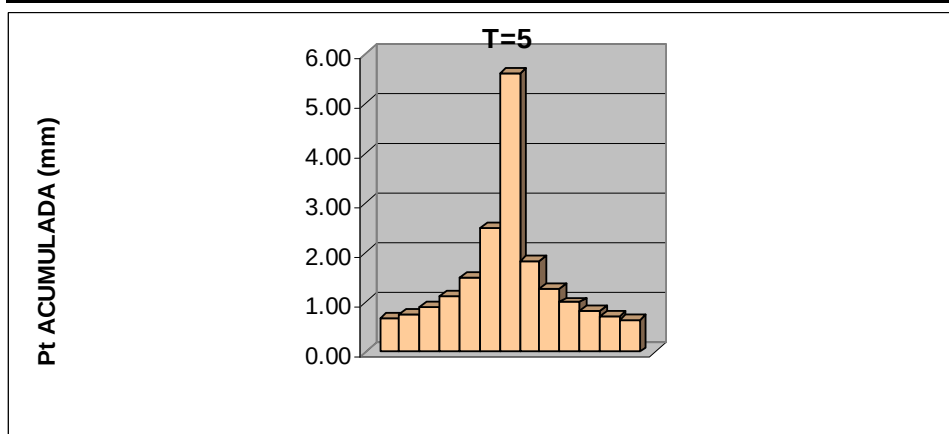


La elaboración del hietograma sintético por bloques alternados cada cinco minutos dio lugar a las siguientes tablas y gráficas:

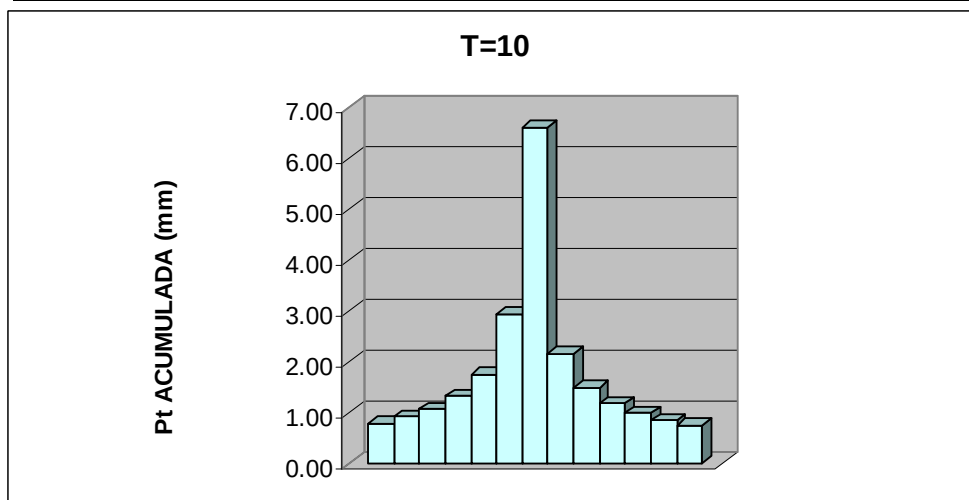
T=2	Duración	I (mm/h)	Pt (mm)	Pt desacomulada	Pbloques ordenado
1	5.00	51.01	4.25	4.25	0.51
2	10.00	36.82	6.14	1.89	0.58
3	15.00	30.10	7.53	1.39	0.69
4	20.00	25.96	8.65	1.13	0.84
5	25.00	23.08	9.62	0.96	1.13
6	30.00	20.92	10.46	0.84	1.89
7	35.00	19.23	11.22	0.76	4.25
8	40.00	17.85	11.90	0.69	1.39
9	45.00	16.71	12.53	0.63	0.96
10	50.00	15.74	13.12	0.58	0.76
11	55.00	14.90	13.66	0.54	0.63
12	60.00	14.17	14.17	0.51	0.54
13	65.00	13.52	14.65	0.48	0.48



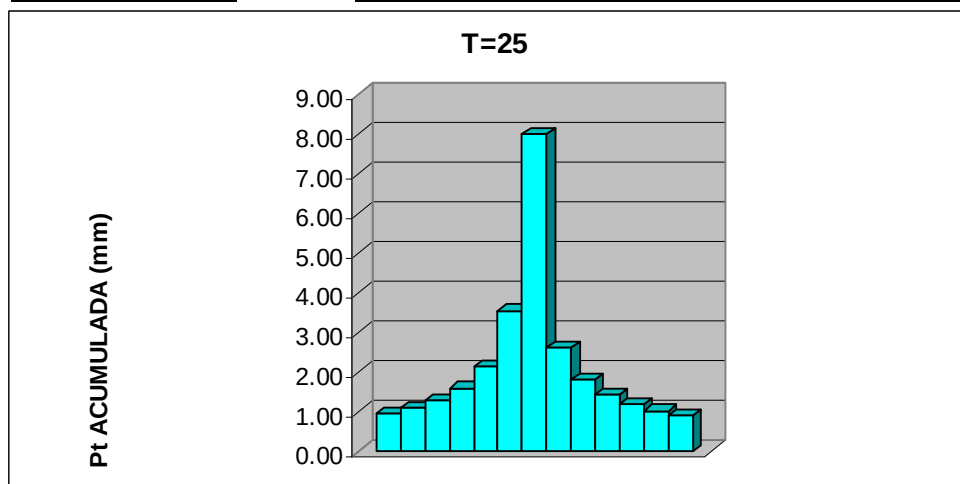
T=5	Duración	I (mm/h)	Pt (mm)	Pt desacomulada	Pbloques ordenado
1	5.00	67.51	5.63	5.63	0.67
2	10.00	48.73	8.12	2.50	0.77
3	15.00	39.84	9.96	1.84	0.91
4	20.00	34.36	11.45	1.49	1.12
5	25.00	30.55	12.73	1.27	1.49
6	30.00	27.69	13.85	1.12	2.50
7	35.00	25.45	14.85	1.00	5.63
8	40.00	23.63	15.75	0.91	1.84
9	45.00	22.12	16.59	0.83	1.27
10	50.00	20.83	17.36	0.77	1.00
11	55.00	19.72	18.08	0.72	0.83
12	60.00	18.75	18.75	0.67	0.72
13	65.00	17.89	19.38	0.63	0.63



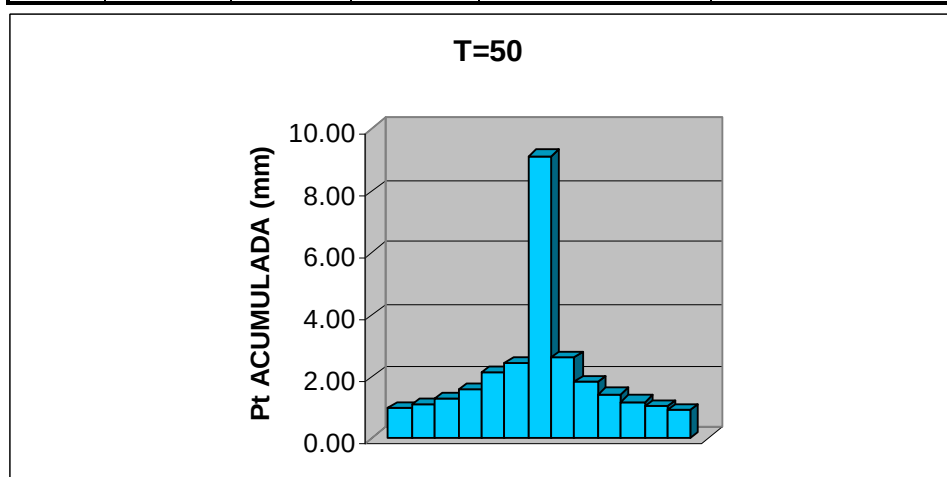
T=10	Duración	I (mm/h)	Pt (mm)	Pt desaccumulada	Pbloques ordenado
1	5.00	79.51	6.63	6.63	0.79
2	10.00	57.40	9.57	2.94	0.91
3	15.00	46.93	11.73	2.17	1.07
4	20.00	40.47	13.49	1.76	1.32
5	25.00	35.98	14.99	1.50	1.76
6	30.00	32.61	16.31	1.32	2.94
7	35.00	29.97	17.49	1.18	6.63
8	40.00	27.83	18.55	1.07	2.17
9	45.00	26.05	19.54	0.98	1.50
10	50.00	24.53	20.44	0.91	1.18
11	55.00	23.23	21.29	0.85	0.98
12	60.00	22.08	22.08	0.79	0.85
13	65.00	21.07	22.83	0.75	0.75



T=25	Duración	I (mm/h)	Pt (mm)	Pt desaccumulada	Pbloques ordenado
1	5.00	96.02	8.00	8.00	0.96
2	10.00	69.31	11.55	3.55	1.10
3	15.00	56.66	14.17	2.61	1.29
4	20.00	48.87	16.29	2.12	1.59
5	25.00	43.44	18.10	1.81	2.12
6	30.00	39.38	19.69	1.59	3.55
7	35.00	36.20	21.11	1.42	8.00
8	40.00	33.61	22.41	1.29	2.61
9	45.00	31.45	23.59	1.19	1.81
10	50.00	29.62	24.69	1.10	1.42
11	55.00	28.05	25.71	1.02	1.19
12	60.00	26.67	26.67	0.96	1.02
13	65.00	25.45	27.57	0.90	0.90



T=50	Duración	I (mm/h)	Pt (mm)	Pt desaccumulada	Pbloques ordenado
1	5.00	109.52	9.13	9.13	0.96
2	10.00	69.31	11.55	2.42	1.10
3	15.00	56.66	14.17	2.61	1.29
4	20.00	48.87	16.29	2.12	1.59
5	25.00	43.44	18.10	1.81	2.12
6	30.00	39.38	19.69	1.59	2.42
7	35.00	36.20	21.11	1.42	9.13
8	40.00	33.61	22.41	1.29	2.61
9	45.00	31.45	23.59	1.19	1.81
10	50.00	29.62	24.69	1.10	1.42
11	55.00	28.05	25.71	1.02	1.19
12	60.00	26.67	26.67	0.96	1.02
13	65.00	25.45	27.57	0.90	0.90



IV.2 Resultados Obtenidos

IV.2.1 Resultados de la simulación

Todos los resultados están reflejados de forma numérica en el Anexo I.

IV.2.1.1 Periodo de retorno T=2 años

- Máximos errores de continuidad.

En el nudo N141 se presenta el mayor error de continuidad, con un 9,97%. En otros nudos, se producen en el N142 y N159

La explicación relativa a los números N141 y N142 son los datos geométricos tomados en estos puntos, pues se producen errores en la toma de datos o una mala solución del encuentro entre las subcuencas provenientes del polígono y las ubicadas en el casco de Varea.

Así, los perfiles longitudinales que afectan al N141 parecen correctos, a juzgar por su aspecto en el perfil longitudinal:

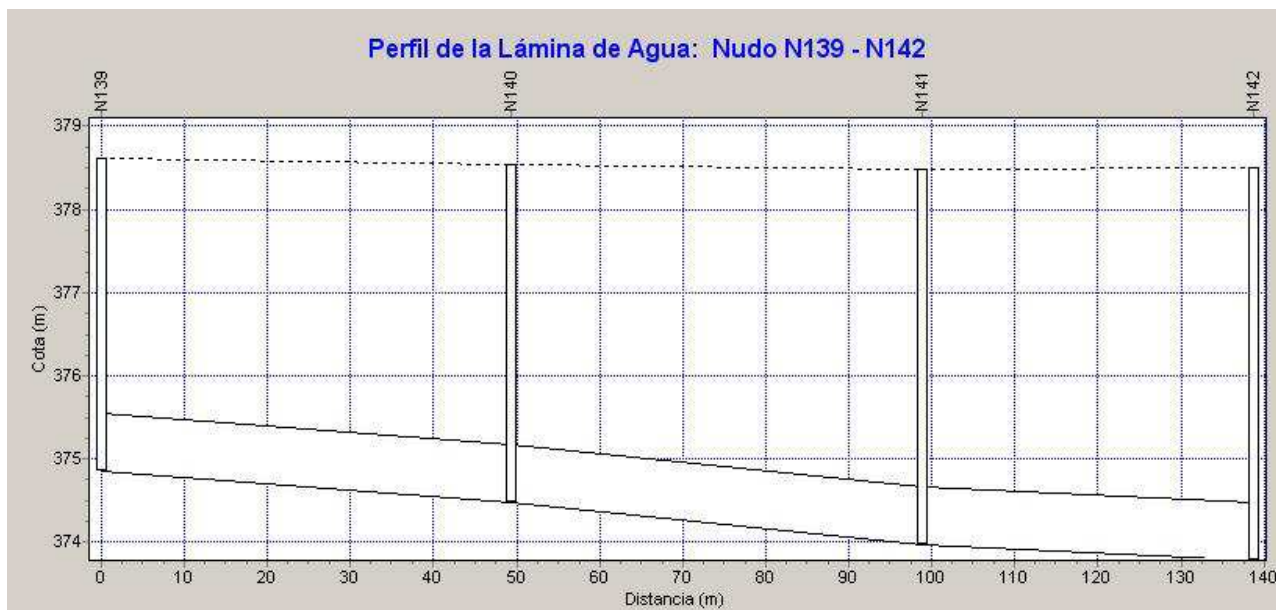


Figura 35: Perfil longitudinal

Sin embargo, en lo referente al nudo N142, donde desagua este colector y donde confluyen las aguas provenientes de la Avda. de Aragón, el aspecto del perfil longitudinal es el siguiente:

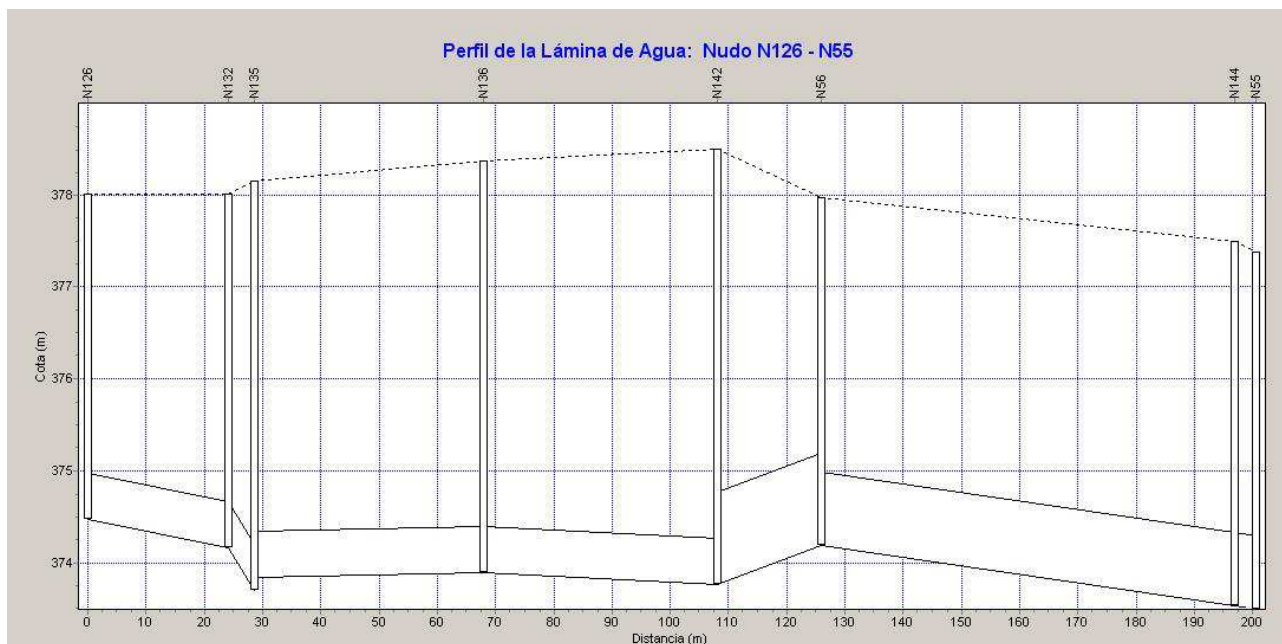


Figura 36: Perfil longitudinal

En este punto, el nudo N136 tiene su cota de fondo más elevada que los nudos anterior y posterior, por lo junto que el nudo N56 con una diferencia de cotas aún más grande, y que el tubo aguas arriba del N142 es circular de diámetro 700 mm, entre el N142 es de diámetro 1000 mm, y que desde el nudo N56 en adelante, el tubo es de sección ovoide de dimensiones 800x1200, puede provocar una alteración en los cálculos que dificulte un resultado sin error en la continuidad.

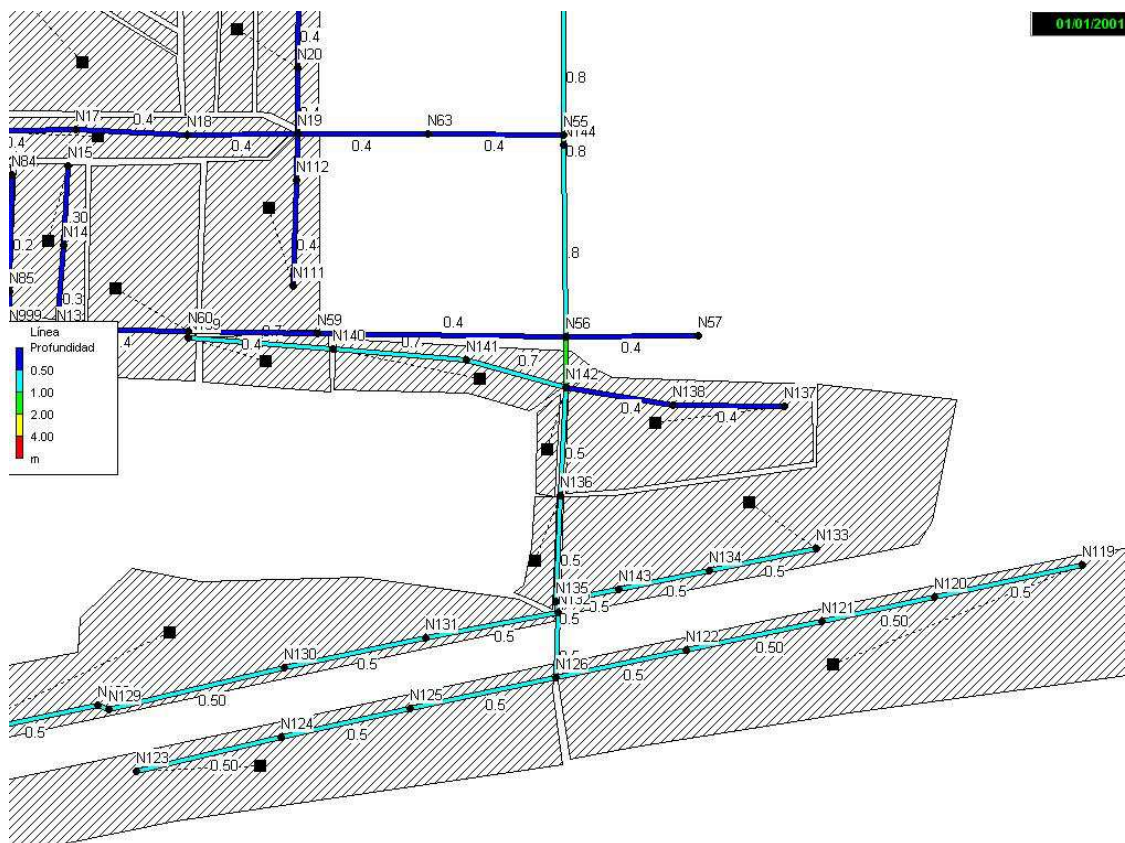


Figura 37: Planta de ubicación de líneas

El Nudo N159 se encuentra en una situación similar a los nudos anteriores, o hay una mala toma de datos o existe un tubo a contrapendiente que altera la continuidad en el cálculo, tal y como se refleja en el perfil longitudinal en el tramo de colector en el que se ubica.

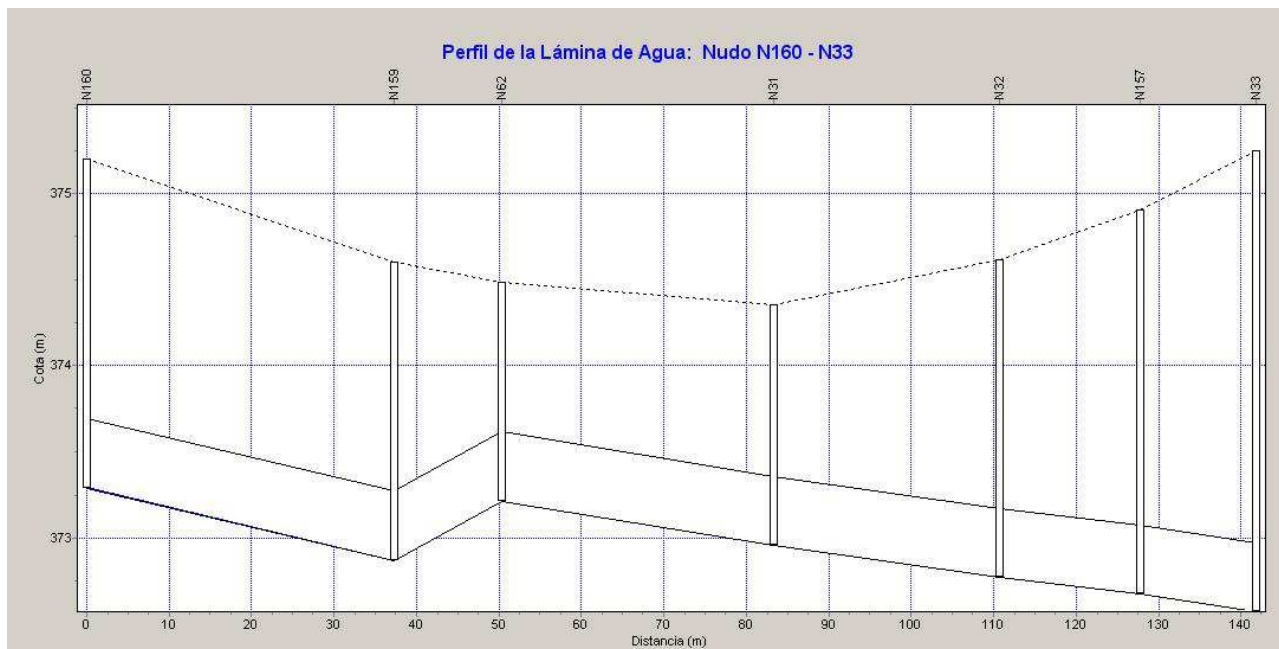


Figura 38: Perfil longitudinal

- Incremento de tiempo de elementos críticos

La línea que incrementa el tiempo de elementos críticos, la T120, en un 1,04%, es la línea que recoge las aguas de la cuenca proveniente de la Avda. Aragón y la C/ Calahorra, y mediante un nudo que hace de aliviadero, pasa de una sección circular de 800 mm a una de 500 mm, todo según la cartografía de la que se parte, en la C/ Canicaljeo.



Figura 39: Planta de ubicación de líneas

- Máximos índices de Inestabilidad.

Corresponden a las líneas en los que hay contrapendientes y cambios de pendientes que, como ya se han dicho anteriormente, pueden venir de un error en la toma de datos de la cartografía.

La línea L102, aguas arriba del nudo N142 y N136, entre los nudos N126 y N132, y en los que se va a dar un calado supercrítico aguas abajo:

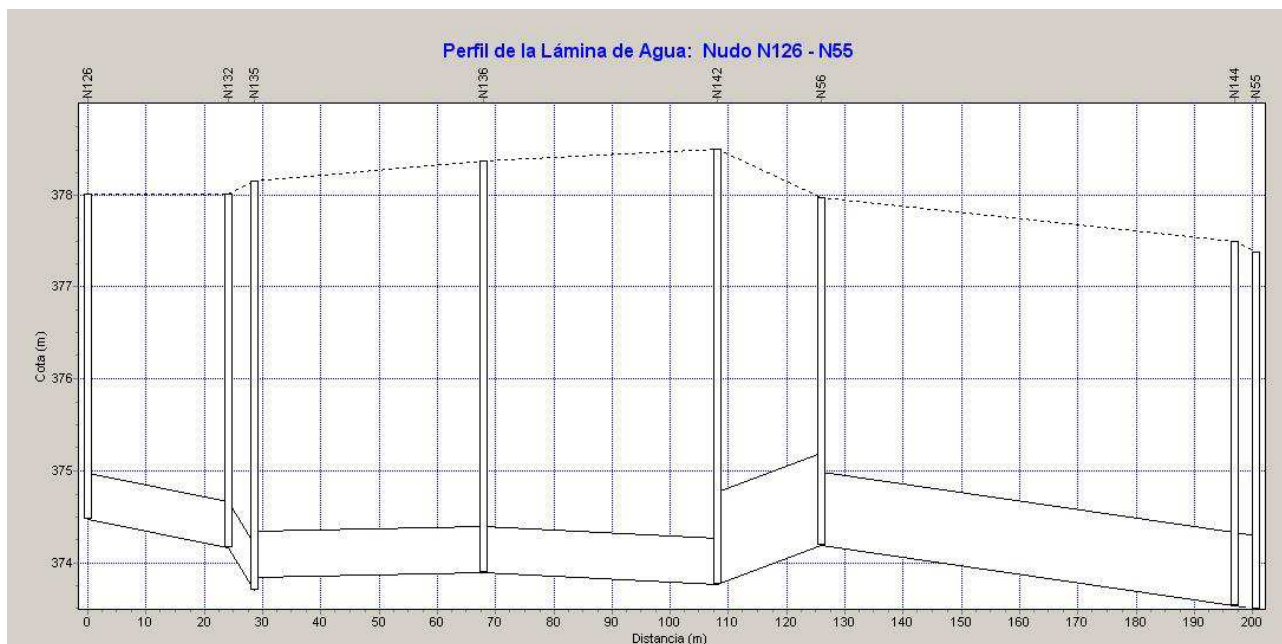


Figura 40: Perfil longitudinal

Y Líneas T172, T183 y T184, que están aguas arriba del depósito y en las que está incluido el Nudo N193 donde se encuentra ubicado el aliviadero.

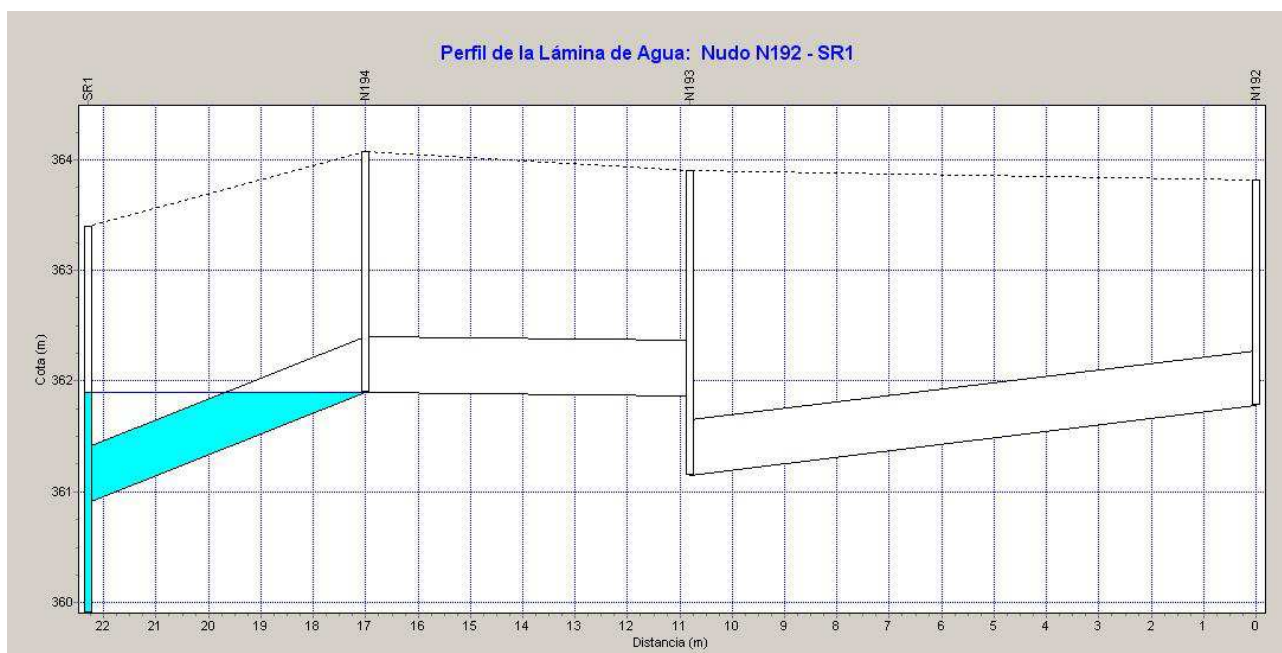


Figura 41: Perfil longitudinal

- Resumen escorrentía en Subcuencas

Existen apenas diferencias en la generación de escorrentía, con la salvedad de que las cuencas que no tienen un 100% de impermeabilidad tienen un cierto nivel de infiltración.

- Resumen de Nivel en Nudos

Se exponen aquí los niveles alcanzados en los nudos, siendo destacados más adelante los nudos que entran en sobrepresión o inundan.

- Resumen de aportes en nudos

Cada nudo tiene un aporte de volumen obtenidos de la subcuenca y de los caudales recogidos.

- Resumen de sobrecarga en nudos

Los nudos que entran en sobrecarga son N136, N159, N192, N194, N209 y SR1.

SR1 es el depósito de almacenamiento y mediante el bombeo desaloja las aguas cuando llegan a un cierto nivel. Como condición de partida se pone que el depósito está a 2 m sobre su cota de fondo, y que el bombeo para cuando llega a los 2 m de desnivel.

El nudo N209 es el nudo que recibe el bombeo, por lo que antes de desaguar al punto de vertido durante varias veces habrá una sobrecarga.

N192 y N194 están en el colector inmediatamente antes de entrar al depósito, y como ya se ha señalado, existe un sifón en el N193 y un aliviadero, al recibir todas las aguas y tener estas condiciones hidráulicas entrará en sobrecarga de forma natural y totalmente regulada.

N159 es natural que entre en sobrecarga por estar inmediatamente aguas arriba de un tubo a contrapendiente, tal y como se refleja en la figura 4, así como el nudo N136 tal y como se refleja en la figura 2.

- Resumen de inundación en nudos

No hay inundación en ningún nudo.

- Resumen de volumen almacenado.

El almacenamiento se produce en el depósito.

- Resumen de vertidos

En este resumen se puede observar que el vertido V5, correspondiente a un aliviadero, entra en funcionamiento, pero con apenas volumen (0,03). Sin embargo, el vertido V2 es el que realmente funciona, que es el proveniente del bombeo.

- Resumen de caudal en líneas

Los tubos que entran en carga para este periodo de retorno son:

- T103 y T104, correspondiente al colector que une las subcuencas de Avda. Aragón con las de la C/ Calahorra y que tiene el nudo N136.
- T172, 183, 184, aguas arriba del depósito y con el sifón,
- T329, que comunica el nudo N209 con el V2, es decir, el vertido al colector.

- Resumen de tipo de flujo

Hay diversidad de fundionamientos en régimen supercrítico, en crítico y en subcrítico, siendo este último tipo de flujo el más habitual.

- Resumen de sobrecarga de conductos

Ya se ha mencionado anteriormente, en el resumen de caudal.

- Resumen de bombas

La bomba ha funcionado en un bombeo medio de 494,38 lps, es decir, la mayor parte del tiempo durante el evento han funcionado las dos bombas en paralelo.

IV.2.1.2 Periodo de retorno T=5 años

- Máximos errores de continuidad.

Son los mismos que en T2, por las mismas causas que se destacan en ese punto. El porcentaje aumenta hasta 14,33 en el Nudo N141.

- Incremento de tiempo de elementos críticos

El mismo que en T2, en la Línea T120.

- Máximos índices de Inestabilidad.

A los del cálculo T2 se le une la línea T103, aguas abajo de la Línea T102, entre los nudos N135 y N136. Se muestra esta línea en la figura 2.

- Resumen escorrentía en Subcuencas

Mismo comentario que en el anterior cálculo, T2.

- Resumen de Nivel en Nudos

Mismo comentario que en el anterior cálculo, T2.

- Resumen de aportes en nudos

Mismo comentario que en el anterior cálculo, T2.

- Resumen de sobrecarga en nudos

En cuanto a los nudos, entran en sobrecarga varios nudos más, N190, N191 y N172, que en el cálculo de T2. Es decir, toda la línea aguas arriba del bombeo.

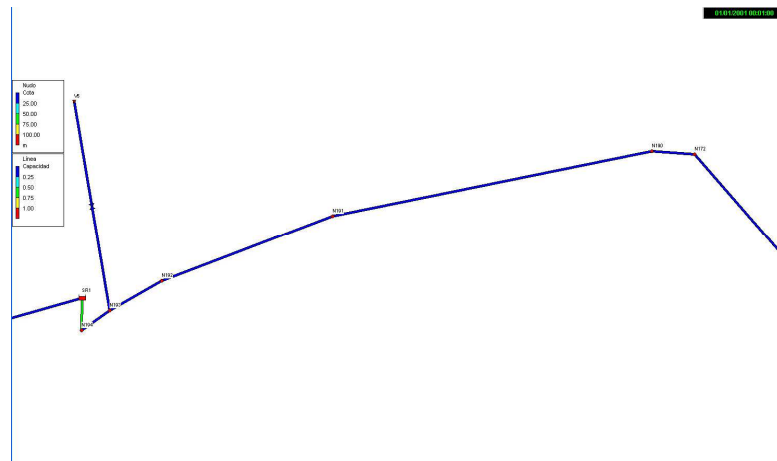


Figura 42: Tramo de colector en sobrecarga

- Resumen de inundación en nudos

Es un punto donde confluye otro colector proveniente de una red interior, tal y como se muestra la figura, y en donde no hay aliviadero. Se muestra su ubicación en la figura.

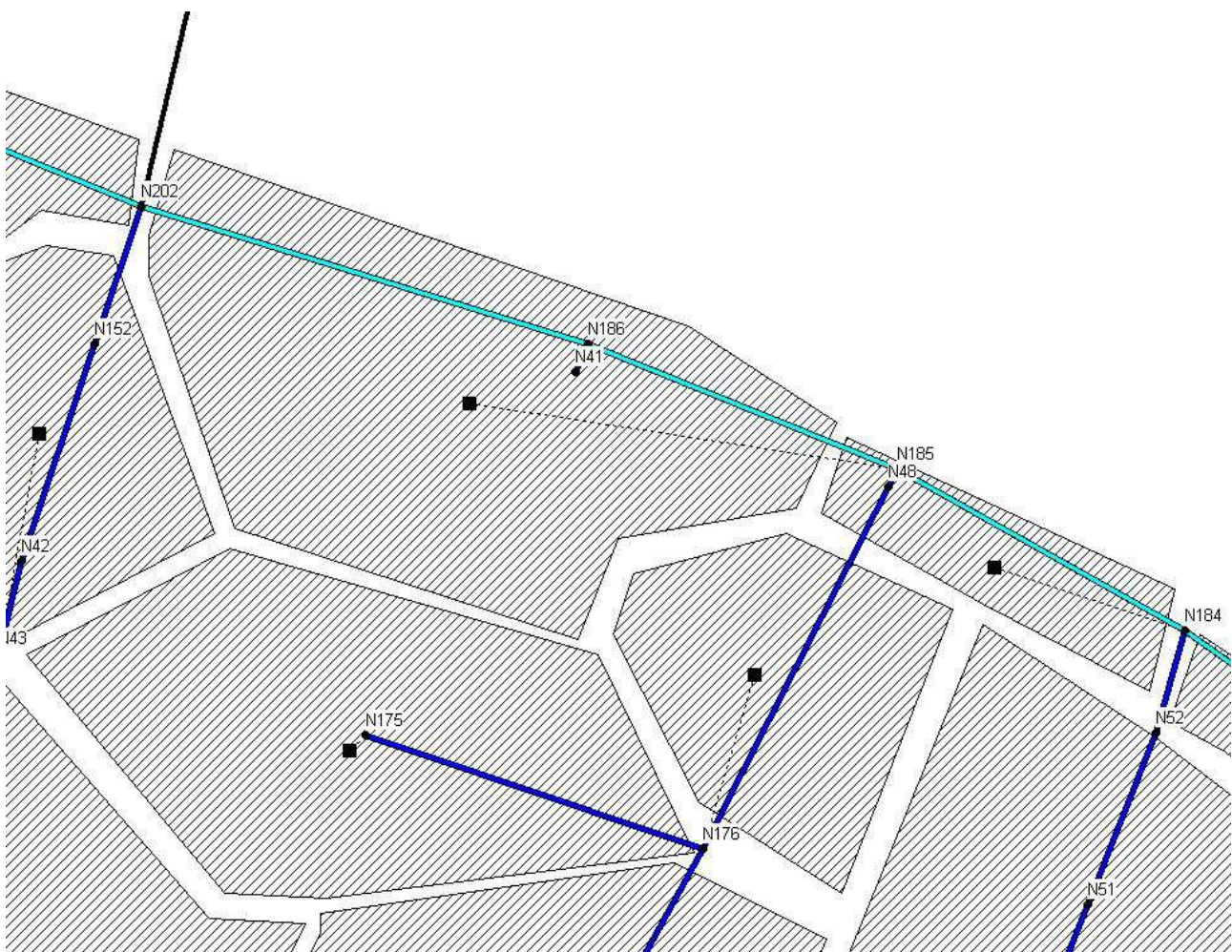


Figura 43: Planta de ubicación de líneas

- Resumen de volumen almacenado.

Son los incluidos en este punto en el depósito y reflejado en el anexo.

- Resumen de vertidos

El aliviadero que entran en funcionamiento son el V2 y el V5 apenas entra en funcionamiento. El V5 es el que se encuentra el aliviadero aguas arriba del bombeo.

- Resumen de caudal en líneas

Los tubos que pasan a estar en algún momento a sección llena son T103, T104, T168, T169, T172, T182, T183, T184 y T329.

- Resumen de tipo de flujo

Mismo comentario que en anterior T2.

- Resumen de bombas

El caudal medio sube ligeramente, junto con el total, que pasa de 1509 en T2 a 1908 * 1000 m3.

IV.2.1.3 Periodo de retorno T=10 años

- Máximos errores de continuidad.

En los nodos N141, N142 y N159.

- Incremento de tiempo de elementos críticos

Línea T120, como en T2 y T5.

- Máximos índices de Inestabilidad.

Se dan en los conductos T172 T184, T183, T102, T103.

- Resumen de sobrecarga en nudos

En total, han entrado en sobre carga N136, N159, N183; N184, N185; N186, N190, N191, N192, N194, N39, N172 y N209.

N183 a N186 entran en carga y hacia aguas abajo de N202. En este nudo no llega a entrar en carga y así, el vertido V1 no entra en funcionamiento.



Figura 44: Perfil longitudinal

- Resumen de inundación en nudos

El único nudo que se inunda es el N190, que permanece en inundación como consecuencia del bombeo y de estar bajo de cota, y en un volumen total de inundación de $0,011 * 1000 \text{ m}^3$.

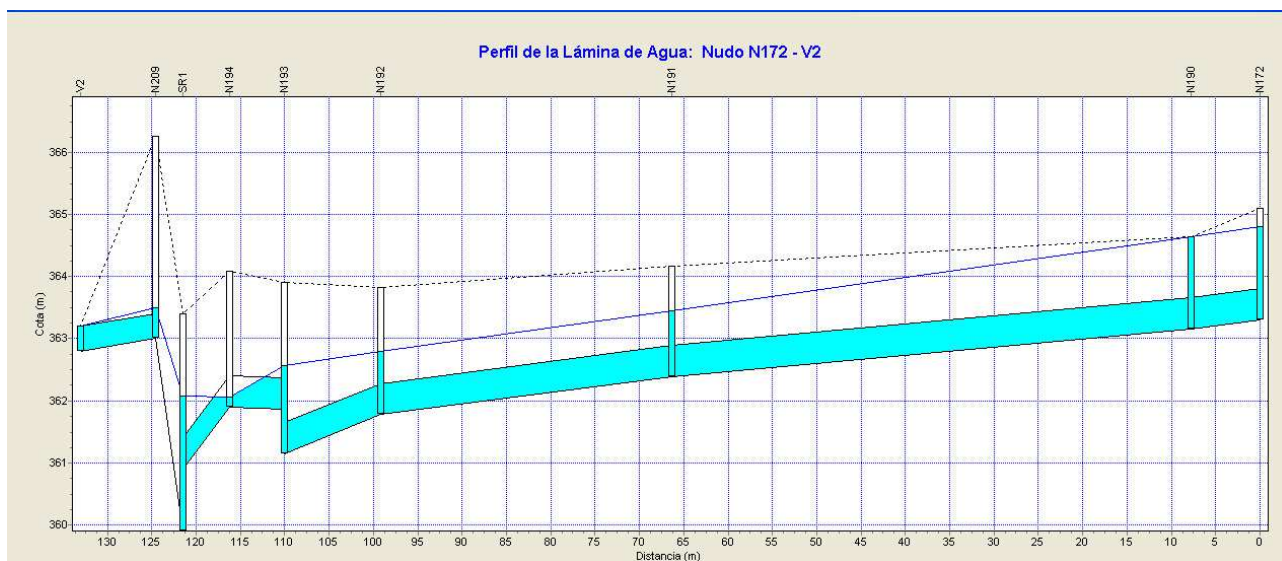


Figura 45: Perfil longitudinal

- Resumen de volumen almacenado.

El volumen medio almacenado es de $0,072 * 1000 \text{ m}^3$. En el depósito.

- Resumen de vertidos

V2 desaloja un volumen total de $2,162 \text{ m}^3$, y entra en funcionamiento el aliviadero en el punto de vertido V5.

- Resumen de tipo de flujo

El número de tubos que están en flujo supercrítico aumenta considerablemente con respecto a los periodos de retorno anteriores.

- Resumen de sobrecarga de conductos

Pasan a estar a sección completa los tubos T17, T18, T25, T73, T163, T168, T169, T72 T103, T104, T172, T182, T184, T183, T329.

- Resumen de bombas

Sube la media del bombeo y el volumen bombeado.

IV.2.1.4 Periodo de retorno T=25 años

- Máximos errores de continuidad.

En este caso, al incrementarse el volumen de agua transportado los errores de continuidad bajan tanto en proporciones como en los nudos donde se dan, pues pasan a ser dos los nudos, N141, N142,.

- Incremento de tiempo de elementos críticos

La línea T70 aparece en este apartado. Comunica los nudos N48 y N185, y acomete de la red que va de sur a norte a la línea de la calle Canicalejo, que se encuentra en carga.

Como se puede ver en el perfil, desde el pozo N48 hasta el N185 hay una fuerte caída que en los planos no está reflejada como sifón u otro elemento regulador. Es por ello que el cálculo se incrementará y persistirá el flujo en este tubo.



Figura 45: Perfil longitudinal

También la línea 102, que comunica los nudos 132 y 135

- Máximos índices de Inestabilidad.

Los mayores índices de inestabilidad corresponden a las líneas T184, T172, T183, T102 y T103.

Se trata de los mismos problemas que en los cálculos para el periodo de retorno anterior.

- Resumen de sobrecarga en nudos

Los nudos que entran en sobrecarga en este caso son bastantes más que para periodos de retorno anteriores.

En este caso son N12, N136, N157, N159, N160 N183, N184, N185 N186, N189, N190 N191, N192, N194, N31, N32, N59, N60, N62, N999, N13, N172, N209, SR1.

Esto quiere decir que el sistema empieza a acumular agua en los nudos, que si bien no inundan, ya empiezan a soportar una carga superior a la que estaban diseñados y pueden generar problemas.

- Resumen de inundación en nudos

Inundación se produce en los nudos N189, N190 y N172.

- Resumen de volumen almacenado.

El depósito almacena un volumen medio de $0,072 * 1000 \text{ m}^3$.

- Resumen de vertidos

Todos los puntos de vertido detectan caudal, por lo que todos los aliviaderos funcionan para este periodo de retorno.

- Resumen de caudal en líneas

Las líneas que entran en carga son T13, T14, T15, T17, T18, T19, T25, T64, T72, T73, T82, T83, T84, T103, T104, T148, T162, T163, T168, T169, T172, T173, T181, T182, T183, T184, T186 y T329.

Son las tuberías perimetrales las que entran en carga, al recibir todos los flujos de las subcuencas perimetrales y de los colectores interiores, lo que hace pensar que se debiera estudiar con más detalle estas tuberías si son adecuadas o están dimensionadas adecuadamente para los volúmenes de escorrentías que se pueden generar.

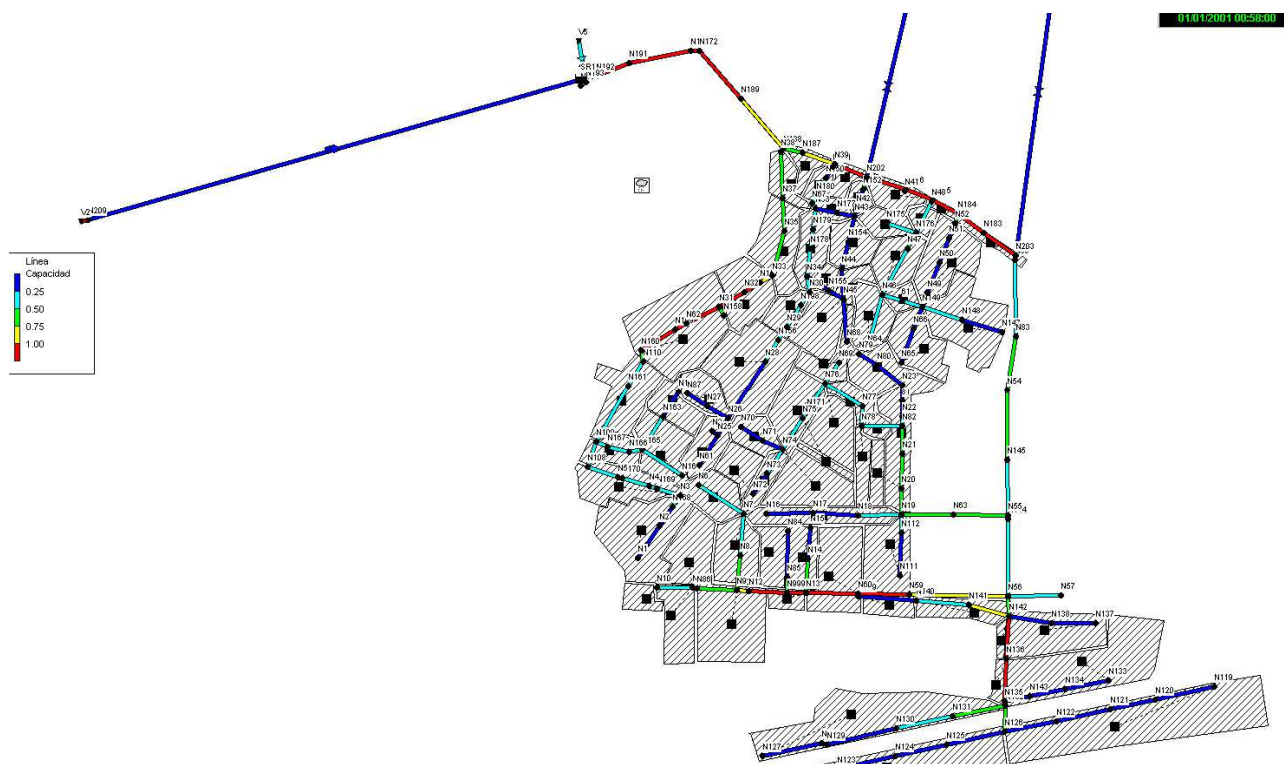


Figura 46: Planta de ubicación de líneas

- Resumen de tipo de flujo

Hay un gran número de tuberías que presentan un flujo supercrítico, lo que puede generar erosiones importantes.

- Resumen de bombas

Lógicamente aumenta el caudal medio bombeado y el volumen bombeado.

IV.2.1.5 Periodo de retorno T=50 años

- Máximos errores de continuidad.

Los máximos errores en continuidad están en los nudos N141 y N142. Bajan su proporción con respecto al cálculo para el periodo de retorno T25.

- Incremento de tiempo de elementos críticos

Los incrementos de tiempo de elementos Críticos son en las Líneas T70, T120 y T102.

- Máximos índices de Inestabilidad.

Se dan en las líneas T184, T172, T183, T102 y T103.

- Resumen de sobrecarga en nudos

Los nudos que presentan sobrecarga se incrementan con respecto al anterior cálculo, son el N118, N12, N136, N157, N159, N160, N183, N184, N185, N186, N184, N185, N186, N189, N190, N191, N192, N194, N31, N32, N59, N60, N62, N86, N9, N999, N13, N172, N209 y el depósito, SR1.

- Resumen de inundación en nudos

La inundación ocurre en los nudos N189, N190, N191 y N172.

- Resumen de volumen almacenado.

El volumen medio almacenado es 0,072*1000 m³.

- Resumen de vertidos

Todos los vertidos ofrecen salida, superior al periodo de retorno anterior, por lo que todos presentan descarga desde aliviadero.

- Resumen de caudal en líneas

Las líneas que presentan entrada en carga son T13, T14, T15, T17, T18, T19, T25, T64, T72, T73, T82, T83, T84, T103, T104, T136, T145, T146, T147, T148, T162, T168, T169, T172, T173, T181, T182, T183, T186 y T329.

Suponen más líneas de las mismas calles que entran en carga, pues desde los nudos en los que se alivia la carga, incrementan las líneas hacia aguas arriba que han llenado su sección.

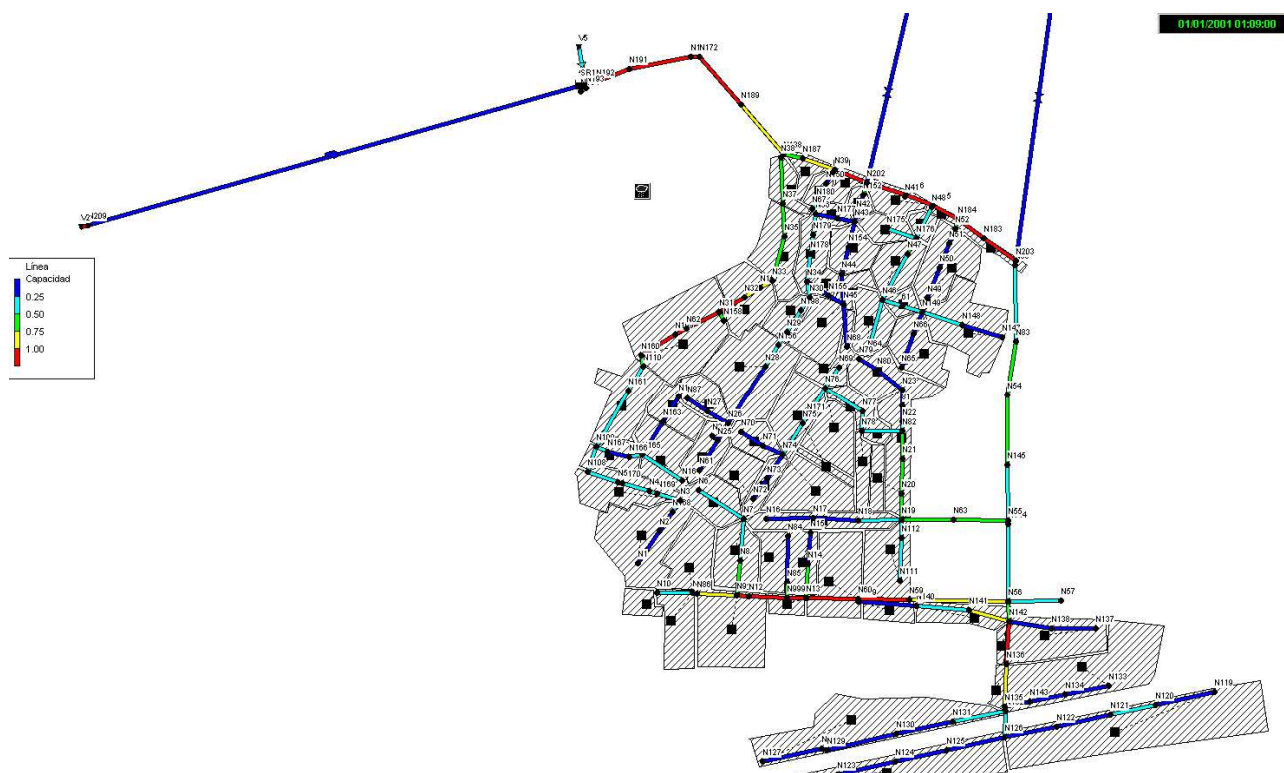


Figura 47: Planta de ubicación de líneas

- Resumen de tipo de flujo

Siguen siendo menos los tubos que están en régimen subcrítico, pero aumenta la proporción de los que están en régimen supercrítico.

- Resumen de bombas

Incrementa el volumen bombeado y el caudal medio alcanza los 495 LPS.

IV.2.2 Interpretación general de los resultados

Existen tres líneas que merecen el título de críticas dentro de la red de saneamiento de Varea, a la vista del funcionamiento de la red en distintos escenarios.

Está claro que ninguna red de saneamiento está contemplada para que funcione correctamente para un periodo de retorno de 50 años. Como se ha visto a lo largo del estudio, más en un barrio como el de Varea, el periodo de retorno contemplado como máximo a la hora de diseñar y calcular la red debiera haber sido de 25 años como máximo.

Esta cuenca ya contaba con red de saneamiento desde hace largo tiempo, completamente independiente de la red de Logroño, y vertía sus aguas al Ebro. Era un sistema unitario y que contaba con muchas zonas sin urbanizar, y por lo tanto, impermeabilizar. Es normal, pues, que al comenzar a impermeabilizarse el terreno los colectores estén transportando mayores volúmenes de agua de los previstos. Además, se le ha acometido a esta red el volumen de aguas generadas en la Avda. de Aragón.

Sin perjuicio de estas anotaciones, la red tiene dos colectores que causan problemas. Son los que discurren por la C/ Canicalejo y por la C/ La Cadena. Esto puede deberse a que una vez ejecutados no tenía contemplada la nueva impermeabilización de la zona, a una mala toma de datos durante la elaboración de la cartografía, o a unos proyectos mal dimensionados y ejecutados.

Otro punto débil de la red sería la que une la red de AVda. Aragón a la red de la C/ Calahorra, para tomar dirección norte. En estos puntos existen tramos a contrapendiente y variaciones en los diámetros y secciones que provocan problemas en el flujo hidráulico, en su continuidad, y en la entrada en carga de los tubos.

En cuanto a las velocidades, aunque no son numerosos los tubos que tienen altas velocidades, los que hay pueden provocar problemas de erosión en los revestimientos de los tubos que las contienen, por lo que hay que vigilar estos tramos para evitar averías y hundimientos.

En general, no hay salidas de los nudos por lo que la red no presenta grandes problemas de salidas de carga en nudos.

Así, según la ingeniería clásica, la única solución sería la sustitución de los colectores problemáticos por otros más amplios y mejor calculados y ejecutados, con continuidad en las pendientes longitudinales de la lámina de agua del colector.

IV.3 Medidas Correctoras a Aplicar basadas en las Nuevas Tendencias de Drenaje Urbano Sostenible

Según lo ya expuesto en el capítulo 1, se procede a continuación a exponer las medidas enumeradas y valorar su procedencia o no en la cuenca urbana de Varea.

a. Medidas no estructurales

- *Educación y programas de participación ciudadana para:*

- Concienciar a la población del problema y sus soluciones
- Identificar agentes implicados y esfuerzos realizados hasta la fecha
- Cambio de hábitos
- Hacer partícipe del proceso a la población, integrando sus comentarios en la implementación de los programas

Esta opción se hace actualmente mediante programas de educación ambiental, desde las administraciones públicas y en los colegios, dirigidas a niños y a adultos. Otros órganos pueden tener también una parte importante en esta opción, Organizaciones No Gubernamentales, como Cruz Roja, tiene programas de educación ambiental en los que se hacen campañas para educar a la ciudadanía. En todas estas iniciativas se hacen visitas a las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales, quizás el más importante punto donde cada ciudadano puede ver exactamente qué pasa con los residuos que se arrojan por los sanitarios y qué efectos tienen en la gestión de las aguas residuales.

Los programas de educación ambiental se deben incluir en los planes de saneamiento.

- *Planificar y diseñar minimizando las superficies impermeables para reducir la escorrentía.* Esta opción debe ser reflejada en los planes urbanísticos. En los Planes Generales de Ordenación Urbana, para los nuevos desarrollos, se incluye la superficie mínima de parques y jardines que debe haber para poder seguir con la tramitación de los expedientes. El problema es en casos, como el que nos ocupa, en los que ya está el casco urbano establecido. Será en las remodelaciones de las calles y de las plazas, es decir, de las urbanizaciones existentes, donde se deben incluir estos requisitos.
- *Limpieza frecuente de superficies impermeables para reducir la acumulación de contaminantes.* La ciudad de Logroño tiene un contrato de limpieza viaria efectivo y que tiene unos parámetros de control de la limpieza muy exigentes. En el barrio de Varea, concretamente, la densidad de población es muy baja, por lo que si se añade a la alta exigencia en la limpieza, no hay problemas de este tipo. Además, hay una gran superficie dedicada al tránsito peatonal, por lo que a la baja intensidad de tráfico asociada a la baja densidad de población, se le añade una alta superficie de zonas peatonales o semipeatonales, con prioridad del peatón sobre el vehículo.
- *Controlar la aplicación de herbicidas y fungicidas en parques y jardines.* Las contratas del servicio de jardinería tienen muy bien pautadas las aplicaciones de fitosanitarios y el consumo es reducido. Sin perjuicio de lo anterior, se tiene aquí que señalar que hay una baja densidad de parques en la cuenca objeto del estudio, aunque sí elevada de árboles que no suelen ser tratados.
- *Controlar las zonas en obras para evitar el arrastre de sedimentos.* Añadido a la necesaria Gestión de los Residuos de la Construcción y Demolición, se debe planificar correctamente las obras para que apenas haya acopios de residuos en obra y sean gestionados adecuadamente. Es en este caso, la Dirección de las Obras la que debe cuidar de este aspecto.
- *Asegurar la existencia de procedimientos de actuación y equipamiento adecuado para tratar episodios de vertidos accidentales rápidamente y con técnicas secas en lugar de limpieza con agua.* Además de que la Ordenanza de Vertidos del Ayuntamiento de Logroño es muy estricta en las medidas disciplinarias para los que han vertido contaminantes. El problema es que los vertidos accidentales no suelen ser notificados, por lo que debe haber un sistema de control en los puntos más importantes de la red y susceptibles de provocar vertidos accidentales a la red, y la que tiene posibilidades de verter a los cauces, como suelen ser los aliviaderos.

- *Limitar el riesgo de que la escorrentía entre en contacto con contaminantes.* Mediante la urbanización y las nuevas normas vigentes en la construcción de edificación, empieza a ser controlable este aspecto, de tal forma que es la normativa y el control riguroso mediante inspecciones la que debe actuar.
- *Control de las conexiones ilegales al sistema de drenaje.* Problemático en cascos consolidados y antiguos como el de Varea, pero que cuando se procede a la renovación de las redes de saneamiento es posible. Otro método sería la supervisión mediante cámara sobre robot de las redes.
- *Recogida y reutilización de pluviales.* Esto requiere un ambicioso plan de utilización de las aguas provenientes de las pluviales para el riego y el baldeo de calles y para el riego de parques y jardines, mediante el establecimiento de sistemas de recogida de aguas de superficies impermeables en lugares públicos, como colegios públicos o edificios administrativos, y derivación de las bajantes de los tejados o de los patios a depósitos de almacenamiento de aguas, con elementos de regulación para evitar desbordes e inundaciones en los edificios en los que se practica la recogida.

b. Medidas estructurales

- *Cubiertas vegetadas (Green-roofs):* Este tipo de medidas pueden ser posibles en edificaciones públicas, por no poder hacerlas obligatorias o recomendables a las edificaciones privadas. Pero en el caso de Varea, no es factible por deber hacerse en
- *Superficies Permeables (Porous / Permeable Paving).* Esta medida es la que más efectiva y posible puede aplicarse en esta cuenca urbana, por la casuística de su distribución, de la antigüedad del barrio y la red de las calles que hay, con zonas peatonales, y la topografía de la zona.
- *Franjas Filtrantes (Filter Strips):* No es la
- *Pozos y Zanjas de Infiltración (Soakaways & Infiltration Trenches):* En este lugar no hay posibilidades de crear pozos y zanjas de infiltración en el casco urbano, por estar prácticamente todo pavimentado, tener una topografía plana y no disponer de grandes jardines dentro del casco.
- *Drenes Filtrantes o Franceses (Filter Drains):* Igual que en el punto anterior.
- *Cunetas Verdes (Swales):* igual que el punto anterior.
- *Depósitos de Infiltración (Infiltration Basins):*. O depósitos enterrados que capten las aguas de las parcelas públicas o de uso público o dotacional, para poder utilizar el agua en riegos de parques y jardines o como lugares para tomar agua para las baldeadoras automáticas del barrio de Varea y ahorrar agua en los servicios públicos de parques y jardines y de limpieza viaria.
- *Estanques de Retención (Retention Ponds):* Estos estanques de retención son más apropiados para zonas en los que la escorrentía llega desde puntos altos desde el exterior de la ciudad, como pueden ser los problemas por inundaciones existentes en la zona suroeste de la ciudad, a través de las acequias de riego que actúan como cauces de drenaje natural.
- *Humadales (Wetlands):* Igual que el anterior.

IV.4 Propuesta metodológica para la elaboración de un Plan Director de Saneamiento

IV.4.1 Introducción

Basándonos en la propuesta metodológica de elaboración de un Plan Director de Saneamiento según el trabajo “Métodos e Instrumental de los Planes Directores de Saneamiento”, el esquema de trabajo debiera ser el siguiente:

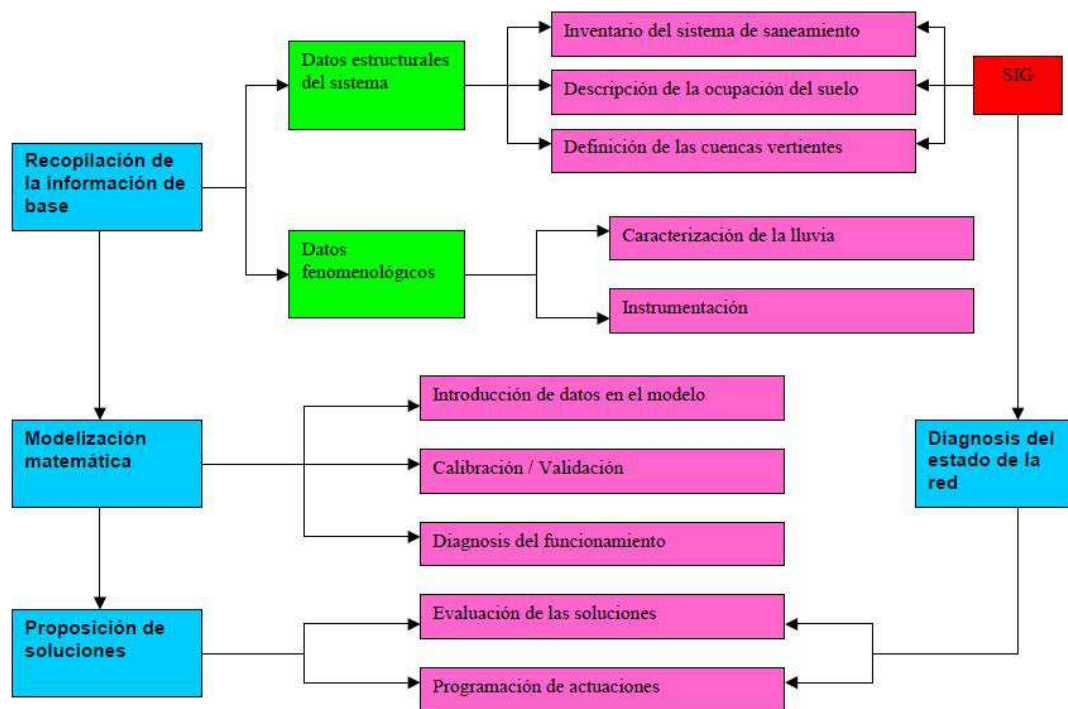


Figura 48: Fases de la elaboración de un Plan Director de Saneamiento

En la “Guía Técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano” del CEDEX se habla de la explotación integral coordinada, cuya implantación pasa por la elaboración de un plan de saneamiento integral.

La explotación entendida como una de las cuatro funciones de la gestión del saneamiento descritas en el capítulo 3 de la guía del CEDEX, ha estado poco desarrollada en el pasado, pero en la actualidad cada vez está tomando una mayor relevancia. La justificación es clara en cuanto que permite un mayor y mejor control de las inundaciones y de la contaminación vertida a los medios receptores.

El calificativo integral se refiere a la conveniencia de coordinar todas las actuaciones del saneamiento urbano (drenaje-alcantarillado, depuración, y vertido-reutilización), ya que van íntimamente ligadas en un concepto integral de gestión de las aguas residuales y pluviales, en redes mixtas o unitarias.

Con el objetivo último de evacuar todas las aguas urbanas, residuales y pluviales, en condiciones no agresivas para la ciudad y los medios receptores, la explotación técnica necesariamente ha de ser integral y centralizada, ayudada de las técnicas y sistemas más adecuados, según las disponibilidades de cada municipio en cada momento.

Un sistema de explotación centralizada de redes de saneamiento debe cubrir las siguientes funciones, ordenadas y encadenadas:

a) Función de recogida de datos. La recogida de datos se concreta en tres puntos:

- Cartografía de base: Recopilación de la información previa existente sobre la red, tanto en formato papel como en formato informatizado.
- Brigadas de campo: Recogida en campo de la información sobre la red no disponible o no actualizada.
- Telesupervisión: Recopilación a través de medios telemáticos de la información en tiempo real de los parámetros que definen el estado dinámico de la red.

b) Función de almacenamiento. El almacenamiento se concreta en dos puntos:

- Sistema de Información Geográfica (GIS): Se trata de una base de datos especializada en almacenar información geográfica, alfanumérica y relacional, de índole posicional. Se alimenta con información del punto anterior.
- Base de datos de registros históricos: Esta base de datos, alimentada desde la telesupervisión (sistema SCADA), almacena información variable en el tiempo.

c) Función de análisis. El análisis se realiza a través de la modelización del sistema que constituye la red de saneamiento. La modelización se nutre tanto del Sistema de Información Geográfica como de la base de datos de registros históricos, y se divide en:

- Modelización “off-line”: Realizada con datos históricos, y cuyos resultados no son simultáneos al tiempo en que se realiza la modelización (no son en tiempo real).
- Modelización “on-line”: Realizada con datos históricos y también simultáneos al tiempo de modelización, y cuyos resultados representan los valores actuales de las variables de estado del sistema de red modelizada, y por tanto se pueden usar para una actuación en tiempo real.

d) Función de actuación. Comprende las actuaciones siguientes:

- Ayuda a la realización de proyectos: Esta función se compone de las aplicaciones clásicas de cálculo, CAD, seguimiento, etc. Se nutre de la modelización “offline”.
- Explotación: La explotación se alimenta, dentro del sistema, tanto de la modelización “off-line” como de la “on-line”.

La explotación centralizada de redes de saneamiento se sustenta en tres sistemas informáticos: el sistema de información territorial, el sistema de modelización integral, y el sistema de telecontrol.

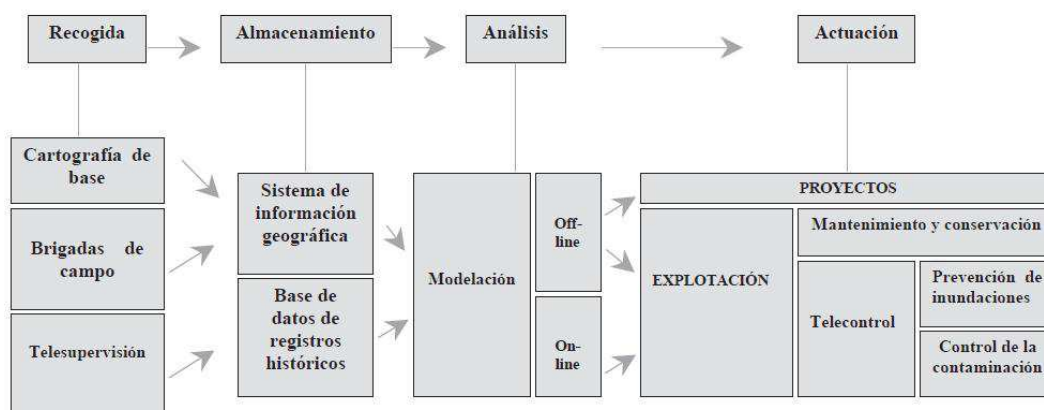


Figura 49: Fases de la elaboración de una explotación avanzada de sistema de saneamiento

Avanzando en la modelación y la gestión de las redes de saneamiento y abastecimiento con los SIG surge INPcom, que es un proyecto de software libre que comunica los programas EPANET y EPASWMM con cualquier base de datos geoespacial, lo que habilita a estos programas de modelado matemático con la posibilidad de disponer de una potente interface GIS, así como sienta las bases para interaccionar con sistemas de publicación de mapas (WMS o WFS) con sistemas de control y adquisición de datos (SCADA) o con sistemas de gestión de clientes (CRMS).

El proyecto, nació como una extensión de gvSIG para la exportación de datos hacia EPANET y EPASWMM, ha evolucionado hacia el ecosistema de las bases de datos lo que le otorga mucha más versatilidad, potencia y eficacia.

Las versiones de código liberadas lo están bajo licencia GNU GENERAL PUBLIC LICENSE.

IV.4.2 Fases de la elaboración

Se tomarán pues como adecuadas las fases expuestas tanto en la tesis como en la guía del CEDEX, proponiendo, pues, las siguientes fases:

1. Recopilación de la información de base
 - a. Datos estructurales del sistema (Introducción en un SIG, preferiblemente dado su potencial, el gvSIG).
 - i. Inventario del sistema de saneamiento
 - ii. Descripción de la ocupación del suelo
 - iii. Definición de las cuencas vertientes
 - b. Datos fenomenológicos
 - i. Caracterización de la lluvia
 - ii. Instrumentación
2. Modelación matemática
 - a. Introducción de datos en el modelo
 - b. Calibración/Validación
 - c. Diagnóstico del funcionamiento

- d. Modelación Off - line / On - line
- 3. Proposición de soluciones y Explotación
 - a. Evaluación de las soluciones
 - b. Programación de actuaciones
 - c. Mantenimiento y conservación
 - d. Telecontrol
 - i. Prevención de inundaciones
 - ii. Control de la contaminación

En cuanto al contenido del Plan, nos ajustaremos a lo recomendado en la bibliografía del CEDEX, en la que se recomienda que la planificación del alcantarillado o drenaje urbano de un municipio se plasme en un documento oficial que se denomina habitualmente Plan Director. Incluso es deseable que este documento se tramite urbanísticamente como “Plan Especial de Saneamiento”, siguiendo la legislación urbanística nacional o regional que corresponda. Este documento debería abordar los aspectos siguientes:

- Objeto del plan especial: Se definen los criterios de protección que se aplican a la planificación. Es decir el objetivo de protección para el que se van a definir las actuaciones necesarias en la red de alcantarillado.
- Antecedentes: Se hace una breve descripción de los planes directores anteriores, los últimos proyectos de alcantarillado realizados, etc., para definir la información de partida de que se dispone cuando se empieza esta nueva planificación.
- Justificación de la redacción del plan: Es una descripción de los motivos que han llevado a la necesidad de hacer una nueva planificación y redactar el Plan Director. Estos motivos pueden ser variados, pero los más habituales son:
 - Existen inundaciones periódicas que se quieren reducir.
 - Hay nuevos requisitos medioambientales (nuevas legislaciones como la Directiva Marco del Agua o la Directiva de Inundaciones) que obligan a replantear la red de alcantarillado, de drenaje urbano y fluvial, y a proponer actuaciones para cumplir con estos nuevos requisitos.
 - Grandes cambios urbanísticos: La ciudad ha acometido y/o va a acometer un fuerte crecimiento urbanístico o muchos cambios que obligan a reestudiar la capacidad de la red existente y a ver la integración de la red de esta zona nueva de la ciudad con la zona ya existente, para evitar problemas de falta de capacidad en esta última.
 - Necesidad de modernizar la gestión de la red de alcantarillado, aplicando las nuevas tecnologías disponibles (sistema de modelización, telesupervisión mediante sistemas de sensores y telecontrol de actuadores como compuertas, depósitos, bombes, etc.).
- Condicionantes y criterios adoptados en el plan: Se hace una descripción de las hipótesis realizadas en el plan, los objetivos y los condicionantes que afectan a la aplicación del Plan.
- Metodología: Descripción de la metodología utilizada para el desarrollo del Plan, el proceso de recogida de información, creación del modelo, calibración del mismo, realización de la diagnosis, prognosis, etc.
- Diagnosis del funcionamiento y del estado actual de la red: Se hace una descripción detallada de las insuficiencias existentes actualmente en la red de alcantarillado. De igual importancia resulta hacer un estudio del déficit de elementos auxiliares de gran importancia como pueden ser los sumideros,

encargados de introducir el agua superficial en la red de alcantarillado. Finalmente sería aconsejable que esta diagnosis, incluyese el impacto contaminante de las descargas de la red de alcantarillado sobre los medios receptores.

- Prognosis de las actuaciones propuestas: descripción y justificación: Se describen las actuaciones necesarias que hay que hacer en la red existente para cumplir los objetivos de descripción previamente definidos y su función. Estas suelen clasificarse en actuaciones pendientes en la red primaria, nuevos colectores de la red secundaria, descripción de los elementos auxiliares necesarios, actuaciones anti-contaminación y requisitos de explotación integral y centralizada si procede.
- Presupuesto: Incluye la valoración económica de las actuaciones descritas anteriormente pudiéndose agrupar por orden de importancia.
- Aplicación y actualización del plan: Descripción del horizonte del plan, es decir los años para los que está previsto que tenga vigencia y los plazos de construcción previstos para las actuaciones propuestas. Además estos planes se deberían poder actualizar con una cierta periodicidad o cuando aparezcan nuevos condicionantes que modifiquen los condicionantes sobre los cuales se redacta el plan.

A título orientativo se incluyen a continuación los documentos que conforman en general un Plan Director o Especial de Saneamiento:

Documento nº 1: Memoria

Documento nº 2: Anejo de análisis de la estructura y del funcionamiento de la red

Documento nº 3: Anejo de actuaciones propuestas

Documento nº 4: Planos

Documento nº 5: Presupuesto

Documento nº 6: Recomendaciones

- De planificación
 - o Actualización del Plan Especial de Saneamiento
 - o Técnicas compensatorias de infiltración-retención
- De proyectos
 - o Pliego de condiciones
 - o Diseño hidráulico
 - o Diseño mecánico
- De explotación
- De mantenimiento de la red
- De protección civil
- De seguridad y salud

Documento nº 7: Recopilación de normativa

Capítulo 5

Conclusiones

V.1 Conclusiones

V.1.1 Conclusiones de la aplicación de los modelos hidráulicos en la cuenca de Varea

La modelación de redes de saneamiento supone un avance importantísimo en la gestión y explotación de redes. Tener un potencial tan grande en el conocimiento de la red y la posibilidad de estudiar las implicaciones de implementar nuevas redes aguas arriba supone un avance importantísimo que no debe ser desaprovechado por las distintas Administraciones responsables.

Una de las líneas que se han llevado a cabo últimamente es incrementar ese potencial mediante el establecimiento de una conexión entre los Sistemas de Información Geográfica y los modelos de saneamiento. Un trabajo muy importante y que aún debe mejorar para poder facilitar al ingeniero la introducción de datos es la conexión entre el software de libre distribución, gvSIG, con el modelo también de libre distribución, SWMM.

A propósito de este comentario, la empresa Tecnicosassociats en la III Jornada Latinoamericana e do Caribe do gvSIG se presentó el trabajo “Diseño y explotación de redes de saneamiento y drenaje urbano en combinación con EPA-SWMM. Un caso práctico en la corona metropolitana de Barcelona”. En este trabajo se exponen las siguientes conclusiones al emplear el sistema

- Facilitar la exportación de los datos necesarios para compatibilizar la información con EPA-SWMM.
- Facilitar la utilización de las herramientas gvSIG detectadas.
- Crear un modelo suficientemente flexible, abierto y dinámico para adaptarlo a los dos SIG privativos que en el aquel momento concurrían de forma simultánea en la explotación de la red. Uno destinado al inventario municipal y otro propiedad de la contrata del mantenimiento y destinado a las tareas de gestión del mismo.
- Permitir la planificación, facilitando la toma de decisiones sobre la red, si separativa o unitaria, si red ventilada o no, así como la decisión para la renovación de contratos de mantenimiento.
- Facilitar la realización de un plan director de saneamiento, con el cual poder priorizar y listar actuaciones de inversión, explotación o petición de subvenciones. Esto suponía poder mostrar mapas de riesgo, mapas de indicadores de calidad y de indicadores de estado.

- Flexibilidad y máxima potencia en cuanto al registro documental y la gestión de eventos, creando un registro en el que cualquier evento planificado o no, tuviera su histórico inventariado. Adicionalmente tenía que ser compatible con el sistema unificado de gestión de incidencias ciudadanas que disponían todos los departamentos de la corporación. Esto se resuelve con una base de datos tipo POST-GIS.
- Flexibilidad para en un futuro establecer comunicación con un SCADA de control a tiempo de real de los elementos de la instalación, entre otros limnímetros o estaciones meteorológicas para poder anticipar comportamientos y mejorar la capacidad de respuesta de la red ante eventos extraordinarios.

Estas serían las líneas importantes a considerar para la elaboración de un buen Plan Director de Saneamiento, que integrase la modelación de la red, su gestión y estudio mediante software de GIS, y la implementación de técnicas de drenaje urbano sostenible y establecimiento de conclusiones según los resultados que den estas técnicas.

Además, tal y como ya se señala en el Plan Director de Saneamiento Integral de Logroño de 1988, es necesario establecer una serie de puntos de aforo en la red que hagan posible la calibración y validación del modelo hidráulico que se desarrolle.

Como conclusión final en este apartado, la elaboración del modelo mediante SWMM 5.0, aunque requiere una inversión de tiempo importante, presenta un método rápido y efectivo para detectar problemas en la red. El modelo matemático es potente y con un motor de cálculo robusto que hace que las inestabilidades al utilizar el método de la onda cinemática resolviendo las ecuaciones de Saint-Venant completas se reduzcan. Esto hace posible que fácilmente se comprueben las incoherencias que pueda haber tanto de introducción de datos como de la red, saltando en seguida las alertas si el modelo no corre bien.

V.1.2 Conclusiones de la aplicación de las nuevas Tendencias en la Gestión de Pluviales en una cuenca Urbana.

El campo de la modelación de la red de saneamiento es un campo que tradicionalmente no se acomete en las ciudades, debido a la dificultad de llevar a cabo un buen plan de saneamiento en el que se propongan medidas correctoras a las redes de saneamiento del tipo ampliación de colectores, instalación de depósitos de retención, o ejecutar la duplicación de la red para tener un sistema separativo de saneamiento. Además, pondría de relieve las deficiencias de la red lo que supondría un incremento en la responsabilidad que asumen los gestores de las redes de cara a inundaciones en garajes y plantas bajas por la entrada en carga de las redes.

Es por ello que algunas de las medidas que las nuevas tendencias en la gestión de pluviales en una cuenca urbana es un sistema que, a largo plazo, puede dar buenos resultados, intentando llevar una buena y correcta planificación de las inversiones. Para ello, previamente se debe conocer en profundidad la red de saneamiento, es decir, modelar la red de saneamiento.

Interesante a la hora de valorar dónde actuar y en qué puntos la actuación es urgente sería la modelación de la red de tipo dual, pudiendo así establecer escalas de importancia en base a la peligrosidad de la inundación que se pueda generar, conociendo el calado y la velocidad de la circulación del flujo del agua en la calle.

En la cuenca de Varea, se puede observar que incrementando la permeabilidad de los pavimentos, que prácticamente es la única medida factible, la punta de los caudales se reduce. Esto supondría que haciendo un buen estudio de consecuencias y una buena valoración de la ejecución de este tipo de obras puede

suponer la reducción de las inversiones que se debieran acometer para evitar la entrada en carga de la red y el consecuente vertido de aguas residuales contaminadas al río por la acción de los aliviaderos.

Además, se pueden establecer criterios para futuras remodelaciones de urbanizaciones en este barrio, de tal forma que se trabaje conjuntamente las unidades gestoras del saneamiento y de la infraestructura viaria en el establecimiento de pavimentos discontinuos y otros elementos de las Buenas Prácticas en materia de Drenaje Urbano.

El trabajo de fin de Master “Control de Escorrentías Urbanas mediante pavimentos permeables: aplicación en climas mediterráneos” establece una serie de conclusiones muy interesantes al respecto de la efectividad de dichos pavimentos y criterios de diseño, los cuales serían objeto de otro estudio pero que se pueden tener en cuenta para futuros trabajos de establecimiento de pavimentos permeables para control de escorrentías.

V.1.3 Conclusiones de la aplicación de Planes Directores de Saneamiento Urbano.

Se hace necesario en un municipio como el de Logroño, con una población alta y un sistema de gestión directa, la elaboración de un Plan Director de Saneamiento Urbano que contemple la modelación de la red completa de saneamiento.

Tal y como se describe en la bibliografía técnica relacionada con los planes de saneamiento, se debe actualizar los planes existentes, empleando las mejores técnicas disponibles para tener una buena herramienta de gestión que mejore el manejo de los eventos pluviométricos en las Administraciones.

Así, una modelación dual de la red de saneamiento, junto con una correcta calibración y validación del modelo, estableciendo una serie de medidas correctoras estructurales y no estructurales basadas en la ingeniería clásica, como pueda ser la ejecución de nuevas redes separativas o ampliación de los colectores existentes, como las basadas en las nuevas Técnicas de Drenaje Urbano Sostenible, junto con un modelo on-line, ayudarán a explotar y mantener mejor la red de saneamiento. La inversión empleando los software de libre distribución es muy baja y los resultados a largo plazo pueden ser muy buenos, ahorrando costes en reparaciones, limpiezas e indemnizaciones.

V.2 Líneas Futuras de Investigación

Para futuras líneas de investigación que se deseen emprender en este sentido de la hidrología y gestión del agua urbana, y dentro del ámbito de actuación de este trabajo, se pueden desarrollar diversos proyectos. Algunos de ellos se plantean a continuación:

1. Introducir la variable de contaminación para entender el desplazamiento de los sólidos en suspensión a través de la red de saneamiento.
2. Elaboración de un modelo de drenaje dual y su comparación con los resultados obtenidos con el modelo tradicional en esta cuenca urbana.
3. Extensión del estudio de la red de saneamiento a una ciudad completa, como la de Logroño, para estudiar en profundidad las nuevas tendencias de drenaje urbano sostenible en una ciudad con gran superficie de parques urbanos, especialmente en las nuevas áreas desarrolladas, donde además, se ha implantado el sistema separativo de drenaje.
4. Calibración y validación del modelo con datos de la Estación Depuradora de Aguas Residuales, si existen hidrogramas de entrada en la misma.

5. Estudio hidráulico de los ríos Iregua y Ebro a su paso por Logroño. Para este estudio será necesario entrar en el mundo de la hidrología clásica y de la hidráulica fluvial a través de otros software de simulación como son HEC-HMS y HEC-RAS, de libre distribución, u otros modelos comerciales como pueden ser los de la serie MIKE de DHI (Danish Hydrologic Institute).
6. Estudio de la red de abastecimiento mediante el software EPANET, para gestionar de forma integral red de abastecimiento y de agua, es decir, el ciclo integral del agua.
7. Estudio de la influencia de la colocación de pavimentos permeables en la ciudad de Logroño para el control de escorrentías.
8. Estudio para el aprovechamiento de las aguas pluviales en los servicios públicos de limpieza viaria y de mantenimiento de parques y jardines.
9. Estudio de propuestas para la incorporación de aforos en la red de saneamiento, para poder calibrar y validar los modelos hidráulicos que se apliquen a la red de Logroño.
10. Recopilación de toda la documentación asociada a las obras en la red de saneamiento de Varea, para obtener un estudio relacionado con las causas del dimensionamiento de esta red en las condiciones actuales.
11. Toma de datos completa de la red de saneamiento para el cálculo hidráulico completo de la red en este punto.

Capítulo 6

Bibliografía y referencias

1. Andrés-Doménech. (2010). Evaluación probabilística de indicadores de eficiencia para el dimensionamiento volumétrico de tanques de tormenta para el control de la contaminación de escorrentías urbanas. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.
2. Andrés-Doménech, I., Montanari, A., & Marco, J. (2010). Stochastic rainfall analysis for storm tank performance evaluation. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 14, 1221-1232, doi:10.5194/hess-14-1221-2010.
3. Arandes, R. (1992). Planeamiento urbanístico y drenaje urbano. Avenidas: Inundaciones y Redes de Drenaje Urbano. J. Dolz, M. Gómez, J.P. Martín, Editores. Servicio de Publicaciones del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid.
4. ASCE (1969, 1986). Design and Construction of Sanitary Storm Sewers". Manual of Engineering Practice n. 37. American Society of Civil Engineers. New York.
5. ASCE (1982). Gravity Sanitary Sewer Design and Construction. ASCE Manual of Practice. Vol. 60. ASCE, Nueva York.
6. ASCE (1992). Design and construction of urban stormwater management systems. WEFASCE Manuals and Reports of Engineering Practice 77. New York.
7. Aventín Ferrer, A. (2007). Estudio de la vulnerabilidad de una red de drenaje mediante el método de Montecarlo. Tesina. Universidad Politécnica de Catalunya.
8. Balairon, L. (2007). Guía Técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano. CEDEX.
9. Barro, J. y. (2004). Problemática y técnicas de gestión de la contaminación de la escorrentía urbana en sistemas de saneamiento separativos y unitarios. XXII Curso sobre tratamiento de aguas residuales y explotación de estaciones depuradoras. Tomo II, CEDEX, Ministerio de Fomento y Ministerio de Medio Ambiente.
10. Bedient, P., Huber, W. (2002). Hydrology and Floodplain Analysis. Addison{Wesley. Reading (Mass).
11. Bell, F.C. (1969). Generalized Rainfall{duration{frequency relationships. *Journal of Hyd. Div. ASCE*. Vol. 95. n. 1. pp. 311{327.
12. Blade, E. (2005). Modelación del flujo en lámina libre sobre cauces naturales. Análisis integrado con esquemas en volúmenes nitos en una y dos dimensiones . Tesis Doctoral. Monografía del CIMNE. Barcelona.
13. Bonifacio Fernández, L., José Pedro Montt, M., & Pedro Rivera, I. Nuevos Enfoques para el Drenaje Urbano de Aguas Lluvias. Centro de Aguas Urbanas. Departamento de Ingeniería Hidráulica y Ambiental. Pontificia Universidad Católica de Chile.

14. Bonta, J. V., & Rao, R. (1988). Factors affecting the identification of independent storm events. *Journal of Hydrology*, Elsevier, 98 (3-4), 275-293.
15. Bourrier, R. (1997). *Les reseaux d'assainissement*. Ed. Lavoisier. París. 4a edición.
16. Butler, D., Davies, J.W. (2004). *Urban Drainage*. Second edition. Spon Press. London.
17. Calenda, G. (1993). Rainfall assessment with inadequate data, en *Urban Storm Drainage*, Ed. C. Cao, B.C. Yen, M. Benedini. Water Resources Publication.
18. Castro Fresno, D.; Rodríguez Bayón, J.; Rodríguez Hernández, J.; Ballester Muñoz, F. (2005). *Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS)*. Interciencia. pp 255-260.
19. CEDEX. (2008). *Gestión de las aguas pluviales. Implicaciones en el diseño de los sistemas de saneamiento y drenaje urbano*. Centro de Publicaciones de la Secretaría General Técnica del Ministerio de Fomento. CEDEX, Centro de Estudios Hidrográficos. ISBN 978-84-7790-475-5.
20. Chow, V.T., Maidment, D., Mays, L. (1994). *Hidrología General y Aplicada*. McGraw Hill. New York.
21. Concha, R., Gómez, M. (2009). Una aproximación a la modelización del drenaje dual urbano mediante EPA SWM 5.0. *Jornadas de Ingeniería del Agua 2009*. Madrid.
22. Cunge, J., Mazadou, B. (1984). Mathematical modelling of complex surcharge systems. *Int. Conf. on Urban Storm Drainage*. Vol. 1. Goteborg. Suecia.
23. Cunge, J.A., Holly, F.M. Jr. y Verwey, A. (1980), *Practical aspects of computational river hydraulics*. Pitman, London.
24. Delleur, J.W. (1982). *Introduction to urban hydrology and stormwater management*. *Urban Stormwater Hydrology*. David F.Kibler, Editor. American Geophysical Union. Washington DC.
25. Desbordes, M. (1978). Urban Runoff and design storm modelling, en *Urban Storm Drainage*. pp. 353-361. Ed. P.K. Heliwell. Pentech Press.
26. Dieguez, J.M (1994). *Estudio numérico y experimental del proceso de entrada en carga*. Tesina de especialidad. ETSECCP. Barcelona.
27. Dirección General de Carreteras. (1990), *Instrucción 5.2-IC: drenaje superficial*. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (MOPU). Gobierno de España.
28. D. Gral Carreteras (2001). *Máximas lluvias diarias en la España peninsular*. Publicaciones del M. de Fomento. Madrid.
29. Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2007, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación.
30. Djordjevic, S., Prodanovic, D., Maksimovic, C., Ivetic, M., Savic, D. (2005), *SIPSON – Simulation of Interaction between Pipe flow and Surface Overland flow in Networks*. *Water Science & Technology*, Vol. 52, pp. 275-283. IWA Publishing.
31. Dolz, J., Gómez, M., Martín, J.P. (1992). *Inundaciones y redes de drenaje urbano*. Monografía 10. Colegio de Ing. de Caminos, Canales y Puertos. Madrid.
32. Dolz, J., Gómez, M., Martín, J.P. (1994). *Problemática del Drenaje de aguas pluviales en zonas urbanas y del estudio hidráulico de las redes de colectores*.
33. EPA (2005). *Storm Water Management Model. User's Manual*. Lewis Rossman. Cincinnati. Ohio.
34. EPA (2005). *SWMM 5.0 User's Manual*. U.S. EPA. Cincinnati.

35. Fernández Pérez, D. (1995). Gestión del agua urbana: abastecimiento y Saneamiento. Colegio de Ingenieros de Caminos, C. y P. 306 pp.
36. Ferrer-Polo. J (1993). Recomendaciones para el cálculo hidrometeorológico de avenidas. CEDEX. Publicaciones del Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, M-37. 77 p.
37. Ferrer-Polo. J (1996). El modelo de función de distribución SQRT-ETmax en el análisis regional de máximos hidrológicos: aplicación a lluvias diarias. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid.
38. Ferrer i Juliá, M. (2003). Análisis de nuevas fuentes de datos para la estimación del parámetro número de curva: perfiles de suelos y teledetección. CEDEX, Monografía C48.
39. French, R (1993). Hidráulica de Canales Abiertos. McGraw Hill.
40. Fuchs, L., C. Scheer (1993). HYSTEM-EXTRAN - Improvements to EPA-EXTRAN, Proceedings of the Sixth International Conference on Urban Storm Drainage. Niagara Falls, 1993. pp. 237-242.
41. García Gascón, V. (2008). Modelo de ayuda a la decisión para el diseño de un sistema de captación de escorrentía en medio urbano. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña.
42. García Haba, E. (2011). Control de Escorrentías urbanas mediante pavimentos permeables: aplicación en climas mediterráneos. Trabajo Fin de Master. Universitat Politècnica de Valencia.
43. Gómez, M. (1992). Análisis hidráulico de las redes de drenaje urbano. Avenidas: Inundaciones y Redes de Drenaje Urbano. J.Dolz, M.Gómez, J.P.Martín, Editores. Servicio de Publicaciones del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid.
44. Gómez, M. y Dolz, J. (1994), Problemática del drenaje de aguas pluviales en zonas urbanas y del estudio hidráulico de las redes de colectores. Departamento de Ingeniería Hidráulica, Marítima y Ambiental. E.T.S. Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona (UPC), Barcelona.
45. Gómez, M. y Russo, B. (2005). Comparative study of methodologies to determine inlet efficiency from test data. HEC-12 methodology vs. UPC method. Water Resources Management, Algarve.
46. Gómez M. (2006). Curso de Hidrología Urbana (VI Edición). Grup de Recerca FLUMEN. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona. España.
47. Gómez, M. (2007). Curso de análisis y rehabilitación de redes de alcantarillado mediante el código SWMM 5.0. Editores. Universitat Politècnica de Catalunya.
48. Gómez, M. (2008), Curso de Hidrología Urbana. Departamento de Ingeniería Hidráulica, Marítima y Ambiental. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona.
49. González Lera, J.M. (2006). Métodos e instrumental de los planes directores de saneamiento. Tesina. Universitat Politècnica de Catalunya.
50. Goswami, A.C. (1973). Short duration rainfall depth-duration-frequency map of India. In: Decision with Inadequate Hydrologic Data. Proceedings of the Second Symposium on Hydrology. Water Resources Publication. Littleton. Colorado. pp. 48{56. Hershfeld, D.M. (1962). Extreme Rainfall Relationships. Journal of Hyd. Div. ASCE. Vol. 88. n. 6. pp. 73{92.
51. Green, W.H y Ampt G.A. (1911). Studies on soil physics, the flow of air and water through soils. Journal of Agricultural Science, Vol 4, nº1, pp 1-24.
52. Guo J. C. Y. (2000). Design of grate inlets with a clogging factor. Advances in Environmental Research. Vol. 4. pp. 181-186.

53. Hall, M.J. (1984). Urban hydrology. Elsevier. London.
54. Hernández Muñoz, A. (2008). Abastecimiento y distribución de agua. Colegio Ingenieros de C., C y P. 933 pp.
55. Hernández Muñoz, A. (1998). Depuración de aguas residuales. ETS Ingenieros de C, C y P. Universidad de Cantabria. 1006 pp.
56. Hernández Muñoz, A., Hernández Lehmann, A. (2004). Manual de Saneamiento Uralita: sistemas de calidad en saneamiento de aguas. Ed. Thomson. 693 pp.
57. Horton, R.E. (1993). The role of infiltration in de hydrological cycle. Transactions of the American Geophysicl Union 14:446-460.
58. Hu, F.A. (1967). Time distribution of rainfall in heavy storms. Water Resources Research. Vol. 3. n. 4. pp. 1007{1019.
59. IAHR IAWPRC (1987). Urban Drainage Hydraulics and Hydrology. Proceedings of XXII IAHR Congress. Ed. B.C. Yen.
60. IAHR IAWPRC (1987). Urban Storm Water Quality, Planning and Management. Proceedings of XXII IAHR Congress. Ed. W. Gujer, V. Krejci.
61. Izzard C. F. (1946). Hydraulics of runoff from developed surfaces, Proc. Highway Research Board, vol. 26. Washington D. C. Estados Unidos.
62. James, W., James, R.C. (2000). Hydraulics: User's guide to SWMM 4 TRANSPORT, EXTRAN and STORAGE modules. CHI and University of Guelph, Ontario. Canada.
63. James, W., James, R.C. (2000). Hydrology: User's guide to SWMM 4 RUNOFF and supporting modules. CHI and University of Guelph, Ontario. Canada.
64. Keifer, C.J., Chu, H.H. (1957). Synthetic storm pattern for drainage design. ASCE. Journal of Hyd. Division. Vol. 83. HY4. pp. 1{25.
65. Kraemer C., P.J. (2004). Ingeniería de carreteras. Volumen II. Madrid. McGraw-Hill.
66. Leandro, J., Djordjevic, S., Chen, A.S., Savic, D. (2007), The use of multiple-linkingelement for connecting sewer and surface drainage networks. Proceedings of the Congress – International Association for Hydraulic Research, Vol. 1, pp.204.
67. Leandro, J., Chen, A.S., Djordjevic, S., Savic, D.A. (2009), Comparison of 1D/1D and 1D/2D Coupled (Sewer/Surface) Hydraulic Models for Urban Flood Simulation. Journal of Hydraulic Engineering-ASCE, Vol. 135, No. 6, pp. 495-504..
68. López-Rodríguez, J J.; Gimena F.N. (2007). Hidrograma Unitario Geomorfológico de Depósitos. CEDEX monografías: M-91.
69. Llamas, J. (1993). Hidrología General. Principios y Aplicaciones. Ed. Universidad del País Vasco. 636 pp.
70. Maidment, D. (1993). Handbook of Hydrology. McGraw-Hill. New York.
71. Marco, J. (1992). Formación de la escorrentía urbana. Procesos físicos y métodos de cálculo en 'Inundaciones y redes de drenaje urbano'. Ed. Dolz, J., Gómez, M., Martín, J.P. Col. Ing. De Caminos, Canales y Puertos. Madrid.
72. Martín, J. (1992). Características extremas de la precipitación en la España Mediterránea.

73. Martín Nicolás, J. (2010). Modelación hidrológica distribuida en ámbitos residenciales de viviendas unifamiliares. Tesina Fin de Master. Universitat Politècnica Valencia.
74. Martín Vide, J.P. (2003). Ingeniería Fluvial. Ediciones UPC
75. Martínez P., Gómez M. (2000). Estudio de eficiencia de la captación de rejás. XIX Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Córdoba. Argentina.
76. Mateo Lázaro, J. (2010). Hidrología de crecidas en pequeñas y medianas cuencas. Aplicación con modelos digitales del terreno. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza.
77. Mays, L. (2001). Stormwater Collection Systems Design Handbook . McGraw-Hill. New York
78. Menéndez Prieto, M. (2006). Introducción a la DMA. Curso Hidrología General y Aplicada, CEDEX.
79. Ministerio de Agricultura, Alimentación, y Medio Ambiente (2011). Guía Metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables
80. Ministerio de Interior. Dirección General de Protección Civil y Emergencias. (2008). Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas.
81. M.M.A. (1998). *Las precipitaciones máximas en España en 24 horas y sus periodos de retorno*. Ministerio de Medio Ambiente. Gobierno de España.
82. Moisello, U. (1993). Statistical Analysis of Rainfall Data, en Urban Storm Drainage, Ed. C. Cao, B.C. Yen, M. Benedini. Water Resources Publication.
83. Múrcia Balaguer, A (2011). Estudio de la Cuenca de la Riereta en Sant Boi de Llobregat mediante un modelo de drenaje dual utilizando SWMM 5.0. Tesina. Universitat Politècnica de Catalunya.
84. Nanía L. (1999). Metodología numérico experimental para el análisis del riesgo asociado a la escorrentía pluvial en una red de calles. Tesis doctoral, E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona. España.
85. Nanía, L., Gómez, M. (2004). Ingeniería Hidrológica. Grupo Editorial Universitario. Granada.
86. Nasello, C. y Tucciarelli, T. (2005), Dual Multilevel Urban Drainage Model. Journal of Hydraulic Engineering-ASCE, Vol. 131, No.9, pp. 748-754.
87. Nix, S.J. (1994). Urban stormwater modeling and simulation. CRC Press. Boca Raton. Florida.
88. Olivera, F. (2006). Simulación hidrológica distribuida. Curso Hidrología General y Aplicada, CEDEX.
89. Paoletti, A. (1993). Sistemi di drenaggio urbano. Fondamenti e nuove tendenze. Politecnico di Milano. Milan.
90. Parker, D.J., Green, C.H., Thompson, P.M. (1987). Urban Flood Protection Benets. Glower Technical Press. Brookeld.
91. Pedraza, R.A. (2007). Efectos de escala sobre la simulación del flujo de agua superficial en áreas urbanas usando modelos basados en la onda cinemática. Tesis doctoral. Universidad Nacional de Córdoba (Argentina).
92. Quintas Ripoll, L. (2006). Sistemas de Información Geográfica (SIG). Conceptos básicos. Curso Hidrología General y Aplicada, CEDEX.
93. Rawls, W.J., Brakensiek, D.L. y Miller, N (1983). Green-Ampt infiltration parameters from soils data. Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, Vol. 109, n°1, 62-70.

94. Rodríguez Bayon, J., Rodríguez Hernández, J., Gómez-Ullate Fuente, E., & Castro Fresno, D. Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible. SUDS. Grupo GITECO. Universidad de Cantabria.
95. Rodríguez, N., Saldarriaga, J. (2004). Desarrollo de una Metodología para determinar cuándo rehabilitar redes de alcantarillado. Universidad de Los Andes, Bogotá. Colombia.
96. Rossman, L.A. (2005). StormWater Management Model Quality Assurance Report: Dynamic Wave Flow Routing. National Risk Management Research Laboratory. U.S. EPA.
97. Rossman, L.A. (2005). Storm Water Management Model User's Manual Version 5.0. National Risk Management Research Laboratory. U.S. EPA.
98. Salazar Galán, A. (2013). Metodología para el análisis y la reducción del riesgo de inundaciones: aplicación en la rampla del poyo (Valencia) usando medidas de "retención de agua en el territorio". Tesis doctoral. Universitat Politècnica de Valencia.
99. Schmitt, T.G., Thomas, M., Ettrich, N. (2004), Analysis and modeling of flooding in urban drainage systems. Journal of Hydrology, Vol. 299, pp. 300-311.
100. Service Technique de l'Urbanisme. (1994). Ruisellement pluvial urbain. Ministère de l'Environnement. Paris.
101. Sifalda, V. (1973). Development of a design rain for assigning dimensions to sewer nets. Gwf, Wasser/Abwasser n. 9 (en alemán).
102. Spaliviero F., May R. W. P. (1998). Spacing of road gullies. Hydraulic performance of BS EN 124 gully gratings. HR Wallingford. Reino Unido.
103. Stahre, P., Urbonas, B. (1990). Storm water detention. Prentice Hall. New Jersey.
104. STU (Service Technique de l'Urbanisme).(1994). Guide technique des bassins de retenue d'eaux pluviales. Lavoisier. Paris.
105. Témez, J.R. (1966). Cálculo hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas cuencas naturales. MOPU.
106. Terstriep, M.L. and J.B. Stall (1974). The Illinois urban drainage area simulator, ILLUDAS. Boletín 58. Illinois State Water Survey. Urbana. Illinois.
107. UDCFD (1992). Urban Storm Drainage Criteria Manual. Urban Drainage and Flood Control District. Denver Co.
108. Urbonas, B., Roesner, L. (1993). Hydrologic design for urban drainage and flood control en 'Handbook of Hydrology'. Ed. D. Maidment. McGraw-Hill. New York.
109. U.S. E.P.A. (1986). Methodology for analysis of detention basins for control of urban runoff quality. U.S. Environmental Protection Agency, Washington D.C. 74 pp.
110. U.S. E.P.A. (1998). Storage/Sedimentations for Control of Store and Combined sewer Overflows, Design Manual. U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati. 208 pp. USEPA/600/R98/006.
111. US Environmental Protection Agency (EPA) (2004). Storm Water Management Model User's Manual. Version 5.0. Cincinnati, OH, 45268. Estados Unidos.
112. U.S.E.P.A. (2004a). Storm Best Management Practices Design Guide: Volume 1: General Considerations. U.S. Environmental Protection Agency Cincinnati. 179 pp. US EPA/600/R 04/121.

113. U.S.E.P.A. (2004b). Storm Best Management Practices Design Guide: Volume 3: Basin Best Management Practices. U.S. Environmental Protection Agency Cincinnati. 108 pp. USEPA/600/R-04/121b.
114. U.S. E.P.A. 2005. SWMM 5.0 VE. Modelo de Gestión de Aguas Pluviales. Manual de Usuario.
115. U.S.E.P.A. (2006). Stormwater Management Model. Quality Assurance Report: Dynamic Wave Flow Routing. U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati. 115 pp. USEPA/600/R-06/097.
116. Ven Te Chow (1994). Hidráulica de Canales abiertos. McGraw Hill.
117. Ven Te Chow, Maidment, D. (1994). Hidrología Aplicada. McGraw Hill.
118. Vicente Placed, S. (2006). Adecuación del modelo HEC-1 para el estudio del flujo en calles con régimen rápido durante inundaciones en medio urbano. Tesina. Universitat Politècnica de Catalunya.
119. Viessman, W., Lewis, G. (2002). Introduction to Hydrology. Prentice-Hall. New York.
120. Yen, B.C., Chow, V.T. (1969). A laboratory study of surface runoff due to moving rainstorms. Water Resources Research. Vol. 5 n. 5. pp. 989-1006.
121. Zorraquino, C. (2000). Estudio de la función de distribución SQRT-ET. Tesina de Especialidad ETSECCPB-UPC. Barcelona.

Anexo I

Resúmenes Numéricos de Cálculos

A.1 Resultados para el periodo de retorno T=2 años

EPA STORM WATER MANAGEMENT MODEL - VERSION 5.0 (Build 5.0.022)

Continuity Error (%) -0.037

NOTE: The summary statistics displayed in this report are
based on results found at every computational time step,
not just on results from each reporting time step.

Analysis Options

Flow Units LPS

Process Models:

Rainfall/Runoff YES

Snowmelt NO

Groundwater NO

Flow Routing YES

Ponding Allowed NO

Water Quality NO

Infiltration Method HORTON

Flow Routing Method DYNWAVE

Starting Date JAN-01-2001 00:00:00

Ending Date JAN-01-2001 23:00:00

Antecedent Dry Days 0.0

Report Time Step 00:01:00

Wet Time Step 00:01:00

Dry Time Step 01:00:00

Routing Time Step 1.00 sec

WARNING 09: time series interval greater than recording interval for Rain Gage P1

WARNING 08: elevation drop exceeds length for Conduit T70

*****	Volume	Depth
Runoff Quantity Continuity	hectare-m	mm
*****	-----	-----
Total Precipitation	0.180	9.010
Evaporation Loss	0.000	0.000
Infiltration Loss	0.005	0.232
Surface Runoff	0.159	7.974
Final Surface Storage	0.016	0.807

*****	Volume	Volume
Flow Routing Continuity	hectare-m	10 ⁶ ltr
*****	-----	-----
Dry Weather Inflow	0.000	0.000
Wet Weather Inflow	0.159	1.591
Groundwater Inflow	0.000	0.000
RDII Inflow	0.000	0.000
External Inflow	0.000	0.000
External Outflow	0.155	1.548
Internal Outflow	0.000	0.000
Storage Losses	0.000	0.000
Initial Stored Volume	0.007	0.066
Final Stored Volume	0.012	0.117
Continuity Error (%)	-0.554	

Highest Continuity Errors

Node N141 (9.97%)

Node N142 (3.17%)

Node N159 (1.72%)

Time-Step Critical Elements

Link T120 (1.04%)

Highest Flow Instability Indexes

Link T172 (11)

Link T184 (10)

Link T102 (9)

Link T183 (9)

Link T103 (4)



Routing Time Step Summary

Minimum Time Step : 0.50 sec

Average Time Step : 1.00 sec

Maximum Time Step : 1.00 sec

Percent in Steady State : 0.00

Average Iterations per Step : 2.12

Subcatchment Runoff Summary

	Total Precip	Total Runon	Total Evap	Total Infil	Total Runoff	Peak Runoff	Runoff
Coeff							
Subcatchment	mm	mm	mm	mm	mm	10 ⁶ ltr	LPS

C2	9.01	0.00	0.00	0.00	8.82	0.06	10.46
C3	9.01	0.00	0.00	0.00	8.63	0.06	6.62
C4	9.01	0.00	0.00	0.00	8.55	0.09	8.80
C5	9.01	0.00	0.00	2.25	6.60	0.04	6.88
C6	9.01	0.00	0.00	0.00	8.94	0.00	1.03
C7	9.01	0.00	0.00	1.35	7.55	0.03	5.60
C8	9.01	0.00	0.00	0.00	8.95	0.00	0.85
C25	9.01	0.00	0.00	0.00	8.87	0.02	3.14
C24	9.01	0.00	0.00	0.00	8.93	0.01	2.12
C23	9.01	0.00	0.00	0.00	6.24	0.31	9.69
C22	9.01	0.00	0.00	1.35	7.58	0.02	5.33
C12	9.01	0.00	0.00	0.00	8.95	0.01	1.97
C21	9.01	0.00	0.00	0.00	8.91	0.02	3.60
C20	9.01	0.00	0.00	2.25	6.70	0.01	2.80
C11	9.01	0.00	0.00	0.00	8.86	0.04	7.77
C10	9.01	0.00	0.00	0.00	8.89	0.02	4.36
C9	9.01	0.00	0.00	0.00	8.95	0.01	2.25
C19	9.01	0.00	0.00	0.00	8.91	0.02	5.14
C14	9.01	0.00	0.00	2.25	6.69	0.02	4.25
C13	9.01	0.00	0.00	0.00	8.86	0.04	8.33
C15	9.01	0.00	0.00	0.00	8.85	0.02	4.35
C18	9.01	0.00	0.00	0.00	8.91	0.02	3.80
C16	9.01	0.00	0.00	0.00	8.93	0.01	3.16
C17	9.01	0.00	0.00	1.35	7.57	0.02	4.36
C27	9.01	0.00	0.00	0.00	8.87	0.03	5.27
C26	9.01	0.00	0.00	0.00	8.93	0.01	3.33
C39	9.01	0.00	0.00	0.00	8.90	0.02	3.29
C40	9.01	0.00	0.00	0.00	8.91	0.01	3.14

C43	9.01	0.00	0.00	0.00	8.93	0.01	2.77	0.991
C54	9.01	0.00	0.00	2.25	6.71	0.01	2.60	0.745
C55	9.01	0.00	0.00	0.00	8.91	0.01	2.03	0.989
C53	9.01	0.00	0.00	0.00	8.77	0.02	2.99	0.973
C56	9.01	0.00	0.00	1.35	7.59	0.02	6.24	0.842
C57	9.01	0.00	0.00	0.00	8.93	0.00	0.91	0.991
C62	9.01	0.00	0.00	0.00	8.83	0.01	1.36	0.980
C63	9.01	0.00	0.00	0.00	8.96	0.01	2.41	0.994
C61	9.01	0.00	0.00	0.00	8.91	0.00	1.01	0.988
C64	9.01	0.00	0.00	0.00	8.96	0.03	10.73	0.995
C58	9.01	0.00	0.00	1.35	7.60	0.02	5.01	0.844
C44	9.01	0.00	0.00	0.00	8.90	0.02	4.89	0.988
C59	9.01	0.00	0.00	0.00	8.97	0.01	3.57	0.995
C60	9.01	0.00	0.00	0.00	8.89	0.02	3.81	0.987
C67	9.01	0.00	0.00	0.00	8.93	0.01	2.11	0.991
C42	9.01	0.00	0.00	0.00	8.88	0.05	9.11	0.985
C41	9.01	0.00	0.00	0.00	8.87	0.05	10.36	0.984
C69	9.01	0.00	0.00	0.00	8.93	0.02	6.26	0.991
C71	9.01	0.00	0.00	0.00	8.93	0.01	2.85	0.991
C45	9.01	0.00	0.00	0.00	8.92	0.02	5.17	0.990
C68	9.01	0.00	0.00	0.00	8.92	0.00	1.07	0.990
C29	9.01	0.00	0.00	0.00	8.92	0.02	5.14	0.990
C46	9.01	0.00	0.00	0.00	8.91	0.02	3.93	0.989
C31	9.01	0.00	0.00	0.00	8.95	0.01	1.92	0.993
C28	9.01	0.00	0.00	0.00	8.89	0.03	7.21	0.986
C70	9.01	0.00	0.00	0.00	8.93	0.01	2.59	0.991
C49	9.01	0.00	0.00	0.00	8.94	0.01	2.28	0.992
C36	9.01	0.00	0.00	0.00	8.95	0.01	2.24	0.993
C1	9.01	0.00	0.00	0.00	8.94	0.01	1.85	0.993
C50	9.01	0.00	0.00	0.00	8.92	0.01	2.61	0.990
C51	9.01	0.00	0.00	0.00	8.96	0.00	0.65	0.995
C52	9.01	0.00	0.00	0.00	8.89	0.01	1.11	0.986
C30	9.01	0.00	0.00	0.00	8.88	0.03	5.71	0.985
C34	9.01	0.00	0.00	0.00	8.96	0.01	2.20	0.994
C35	9.01	0.00	0.00	0.00	8.95	0.01	1.76	0.994
C37	9.01	0.00	0.00	0.00	8.95	0.01	1.62	0.993
C47	9.01	0.00	0.00	0.00	8.90	0.03	5.70	0.988
C48	9.01	0.00	0.00	0.00	8.88	0.02	3.29	0.986
C33	9.01	0.00	0.00	0.00	8.92	0.01	2.39	0.990
C38	9.01	0.00	0.00	0.00	8.93	0.02	4.05	0.991
C66	9.01	0.00	0.00	0.00	8.94	0.00	1.26	0.992
C65	9.01	0.00	0.00	0.00	8.94	0.01	2.09	0.993
C32	9.01	0.00	0.00	0.00	8.91	0.02	4.09	0.989

Node Depth Summary



Node	Type	Average Maximum Maximum Time of Max			
		Depth	Depth	HGL	Occurrence
		Meters	Meters	Meters	days hr:min
61	JUNCTION	0.02	0.11	374.45	0 00:53
81	JUNCTION	0.00	0.03	375.78	0 00:58
N1	JUNCTION	0.01	0.07	378.06	0 01:01
N10	JUNCTION	0.00	0.04	376.65	0 00:47
N108	JUNCTION	0.01	0.07	376.17	0 01:04
N109	JUNCTION	0.01	0.08	375.94	0 00:59
N110	JUNCTION	0.01	0.07	374.08	0 01:01
N111	JUNCTION	0.05	0.08	376.32	0 01:02
N112	JUNCTION	0.03	0.04	376.01	0 01:03
N118	JUNCTION	0.01	0.10	376.30	0 00:51
N119	JUNCTION	0.02	0.08	375.54	0 01:02
N12	JUNCTION	0.02	0.17	375.89	0 00:53
N120	JUNCTION	0.02	0.07	375.36	0 01:04
N121	JUNCTION	0.03	0.09	375.15	0 01:05
N122	JUNCTION	0.02	0.06	375.00	0 01:06
N123	JUNCTION	0.01	0.05	375.96	0 01:02
N124	JUNCTION	0.01	0.05	375.45	0 01:03
N125	JUNCTION	0.01	0.05	375.02	0 01:04
N126	JUNCTION	0.02	0.07	374.55	0 01:06
N127	JUNCTION	0.02	0.10	375.38	0 01:02
N128	JUNCTION	0.01	0.06	375.19	0 01:02
N129	JUNCTION	0.01	0.07	375.16	0 01:03
N130	JUNCTION	0.01	0.07	374.74	0 01:04
N131	JUNCTION	0.01	0.08	374.47	0 01:05
N132	JUNCTION	0.06	0.29	374.46	0 01:03
N133	JUNCTION	0.02	0.10	376.20	0 01:02
N134	JUNCTION	0.01	0.05	376.10	0 01:03
N135	JUNCTION	0.52	1.03	374.73	0 01:07
N136	JUNCTION	0.33	1.36	375.25	0 01:18
N137	JUNCTION	0.01	0.05	376.56	0 00:56
N138	JUNCTION	0.01	0.05	376.12	0 00:57
N139	JUNCTION	0.00	0.03	374.88	0 00:52
N14	JUNCTION	0.00	0.03	376.84	0 00:52
N140	JUNCTION	0.01	0.04	374.51	0 00:57
N141	JUNCTION	0.27	0.49	374.44	0 01:08
N142	JUNCTION	0.45	0.67	374.44	0 01:08
N143	JUNCTION	0.01	0.04	375.77	0 01:03
N144	JUNCTION	0.04	0.24	373.77	0 01:09
N145	JUNCTION	0.07	0.30	373.31	0 01:02
N147	JUNCTION	0.01	0.06	375.00	0 00:56

N148	JUNCTION	0.01	0.07	374.78	0 00:57
N149	JUNCTION	0.01	0.07	374.62	0 00:53
N15	JUNCTION	0.01	0.04	377.29	0 00:51
N150	JUNCTION	0.01	0.08	372.64	0 00:54
N152	JUNCTION	0.00	0.03	371.69	0 00:47
N154	JUNCTION	0.01	0.05	374.58	0 00:52
N155	JUNCTION	0.00	0.04	375.35	0 00:51
N156	JUNCTION	0.01	0.08	375.48	0 00:57
N157	JUNCTION	0.04	0.23	372.91	0 00:58
N158	JUNCTION	0.00	0.00	373.95	0 00:00
N159	JUNCTION	0.36	0.51	373.38	0 00:57
N16	JUNCTION	0.01	0.03	376.99	0 01:01
N160	JUNCTION	0.02	0.12	373.41	0 01:01
N161	JUNCTION	0.02	0.10	374.69	0 01:01
N162	JUNCTION	0.01	0.04	376.74	0 00:46
N163	JUNCTION	0.00	0.04	376.57	0 00:47
N164	JUNCTION	0.01	0.04	376.74	0 00:51
N165	JUNCTION	0.02	0.10	376.27	0 00:52
N166	JUNCTION	0.01	0.07	376.23	0 00:53
N167	JUNCTION	0.01	0.06	376.06	0 00:53
N168	JUNCTION	0.01	0.05	377.50	0 01:02
N169	JUNCTION	0.01	0.07	377.05	0 01:03
N17	JUNCTION	0.01	0.03	376.36	0 01:02
N170	JUNCTION	0.01	0.08	376.60	0 01:04
N171	JUNCTION	0.01	0.09	376.36	0 00:53
N176	JUNCTION	0.02	0.12	373.32	0 00:53
N177	JUNCTION	0.00	0.02	374.16	0 00:46
N178	JUNCTION	0.02	0.10	374.14	0 00:58
N179	JUNCTION	0.02	0.11	373.93	0 00:58
N18	JUNCTION	0.01	0.04	375.23	0 01:04
N180	JUNCTION	0.01	0.08	373.25	0 00:53
N181	JUNCTION	0.01	0.04	371.54	0 00:54
N183	JUNCTION	0.05	0.22	370.46	0 01:04
N184	JUNCTION	0.06	0.26	370.12	0 01:04
N185	JUNCTION	0.06	0.25	369.90	0 01:04
N186	JUNCTION	0.07	0.31	369.63	0 01:05
N187	JUNCTION	0.05	0.23	368.49	0 01:05
N188	JUNCTION	0.05	0.23	368.05	0 01:05
N189	JUNCTION	0.05	0.22	365.86	0 01:05
N19	JUNCTION	0.05	0.19	375.01	0 00:57
N190	JUNCTION	0.06	0.33	363.49	0 01:05
N191	JUNCTION	0.06	0.28	362.67	0 01:06
N192	JUNCTION	0.37	1.00	362.78	0 01:38
N194	JUNCTION	0.22	0.94	362.84	0 01:22
N198	JUNCTION	0.02	0.10	375.08	0 00:57
N2	JUNCTION	0.01	0.06	377.79	0 01:02
N20	JUNCTION	0.02	0.13	375.15	0 00:54

N21	JUNCTION	0.02	0.17	375.29	0 00:54	N66	JUNCTION	0.00	0.04	375.23	0 00:52
N22	JUNCTION	0.01	0.04	375.43	0 00:58	N67	JUNCTION	0.01	0.08	373.52	0 00:53
N23	JUNCTION	0.01	0.04	376.05	0 00:58	N68	JUNCTION	0.00	0.03	375.74	0 00:52
N24	JUNCTION	0.00	0.00	377.23	0 00:00	N69	JUNCTION	0.00	0.03	376.36	0 00:46
N25	JUNCTION	0.00	0.03	376.83	0 00:57	N7	JUNCTION	0.01	0.08	377.35	0 00:52
N26	JUNCTION	0.01	0.05	376.42	0 00:53	N70	JUNCTION	0.00	0.04	376.96	0 00:46
N27	JUNCTION	0.00	0.03	376.56	0 00:52	N71	JUNCTION	0.00	0.03	376.76	0 00:52
N28	JUNCTION	0.01	0.08	375.72	0 00:57	N72	JUNCTION	0.01	0.05	376.93	0 00:46
N29	JUNCTION	0.01	0.08	375.35	0 00:57	N73	JUNCTION	0.01	0.05	376.76	0 00:47
N3	JUNCTION	0.03	0.18	377.45	0 01:03	N74	JUNCTION	0.01	0.09	376.57	0 00:52
N30	JUNCTION	0.01	0.07	374.95	0 00:58	N75	JUNCTION	0.01	0.08	376.40	0 00:53
N31	JUNCTION	0.03	0.23	373.19	0 00:57	N76	JUNCTION	0.02	0.11	376.11	0 00:52
N32	JUNCTION	0.03	0.25	373.02	0 00:57	N77	JUNCTION	0.02	0.13	375.86	0 00:52
N33	JUNCTION	0.02	0.16	372.74	0 00:58	N78	JUNCTION	0.02	0.11	375.76	0 00:53
N34	JUNCTION	0.01	0.09	374.61	0 00:57	N79	JUNCTION	0.01	0.06	376.28	0 00:56
N35	JUNCTION	0.02	0.17	371.41	0 00:58	N8	JUNCTION	0.01	0.05	377.10	0 00:53
N36	JUNCTION	0.01	0.08	373.68	0 00:58	N80	JUNCTION	0.01	0.05	376.22	0 00:57
N37	JUNCTION	0.02	0.16	370.54	0 00:58	N82	JUNCTION	0.02	0.14	375.42	0 00:53
N38	JUNCTION	0.02	0.10	368.05	0 00:58	N83	JUNCTION	0.06	0.26	372.16	0 01:03
N39	JUNCTION	0.06	0.32	368.92	0 01:05	N84	JUNCTION	0.01	0.04	377.37	0 00:46
N4	JUNCTION	0.01	0.08	376.82	0 01:04	N85	JUNCTION	0.00	0.02	376.78	0 00:47
N41	JUNCTION	0.00	0.00	371.11	0 00:00	N86	JUNCTION	0.01	0.11	376.26	0 00:52
N42	JUNCTION	0.00	0.04	373.57	0 00:47	N87	JUNCTION	0.01	0.04	376.75	0 00:51
N43	JUNCTION	0.01	0.04	374.08	0 00:47	N9	JUNCTION	0.02	0.15	376.02	0 00:52
N44	JUNCTION	0.01	0.05	375.09	0 00:51	N999	JUNCTION	0.03	0.19	375.62	0 00:53
N45	JUNCTION	0.00	0.04	375.61	0 00:51	N175	JUNCTION	0.00	0.03	374.29	0 00:51
N46	JUNCTION	0.01	0.10	374.39	0 00:53	N13	JUNCTION	0.03	0.21	375.52	0 00:54
N47	JUNCTION	0.01	0.09	373.64	0 00:53	N172	JUNCTION	0.06	0.28	363.59	0 01:05
N48	JUNCTION	0.00	0.03	372.43	0 00:53	N193	JUNCTION	0.98	1.27	362.42	0 01:06
N49	JUNCTION	0.01	0.04	374.58	0 00:56	N202	JUNCTION	0.05	0.24	369.30	0 01:05
N5	JUNCTION	0.01	0.06	376.55	0 01:04	N203	JUNCTION	0.06	0.27	370.77	0 01:04
N50	JUNCTION	0.01	0.05	374.03	0 00:57	N209	JUNCTION	0.02	1.52	364.52	0 00:47
N51	JUNCTION	0.01	0.04	373.62	0 00:57	V1	OUTFALL	0.00	0.00	361.00	0 00:00
N52	JUNCTION	0.00	0.02	372.86	0 00:57	V2	OUTFALL	0.02	0.40	363.20	0 00:42
N53	JUNCTION	0.05	0.23	370.83	0 01:03	V3	OUTFALL	0.00	0.00	361.00	0 00:00
N54	JUNCTION	0.07	0.30	372.71	0 01:03	V5	OUTFALL	0.00	0.00	361.00	0 00:00
N55	JUNCTION	0.05	0.21	373.70	0 01:02	SR1	STORAGE	2.22	2.41	362.31	0 01:22
N56	JUNCTION	0.04	0.24	374.43	0 01:08						
N57	JUNCTION	0.00	0.00	375.81	0 00:00						
N59	JUNCTION	0.03	0.26	374.94	0 00:47	*****					
N6	JUNCTION	0.01	0.04	377.80	0 00:51	Node Inflow Summary					
N60	JUNCTION	0.03	0.22	375.23	0 00:54	*****					
N61	JUNCTION	0.00	0.03	377.37	0 00:51						
N62	JUNCTION	0.02	0.14	373.35	0 01:01						
N63	JUNCTION	0.04	0.13	374.64	0 00:57						
N64	JUNCTION	0.00	0.03	375.80	0 00:51						
N65	JUNCTION	0.01	0.05	375.59	0 00:51						
										</	



Node	Type	LPS	LPS	days hr:min	10 ⁶ ltr	10 ⁶ ltr
61	JUNCTION	1.92	13.38	0 00:53	0.006	0.061
81	JUNCTION	0.00	3.68	0 00:58	0.000	0.018
N1	JUNCTION	8.33	8.33	0 01:01	0.044	0.044
N10	JUNCTION	2.25	2.25	0 00:46	0.007	0.007
N108	JUNCTION	0.00	12.20	0 01:04	0.000	0.068
N109	JUNCTION	0.00	21.95	0 00:59	0.000	0.111
N110	JUNCTION	0.00	26.87	0 01:01	0.000	0.138
N111	JUNCTION	9.69	9.69	0 01:01	0.312	0.312
N112	JUNCTION	0.00	9.66	0 01:02	0.000	0.312
N118	JUNCTION	8.60	10.58	0 00:51	0.037	0.044
N119	JUNCTION	8.79	8.79	0 01:01	0.085	0.085
N12	JUNCTION	0.00	26.01	0 00:52	0.000	0.124
N120	JUNCTION	0.00	8.67	0 01:02	0.000	0.085
N121	JUNCTION	0.00	8.59	0 01:04	0.000	0.085
N122	JUNCTION	0.00	8.54	0 01:05	0.000	0.085
N123	JUNCTION	6.62	6.62	0 01:01	0.058	0.058
N124	JUNCTION	0.00	6.53	0 01:02	0.000	0.058
N125	JUNCTION	0.00	6.47	0 01:03	0.000	0.058
N126	JUNCTION	0.00	14.89	0 01:05	0.000	0.143
N127	JUNCTION	10.46	10.46	0 01:01	0.063	0.063
N128	JUNCTION	0.00	10.23	0 01:02	0.000	0.063
N129	JUNCTION	0.00	10.18	0 01:02	0.000	0.063
N130	JUNCTION	0.00	10.12	0 01:03	0.000	0.063
N131	JUNCTION	0.00	10.05	0 01:04	0.000	0.063
N132	JUNCTION	0.00	230.11	0 01:07	0.000	0.715
N133	JUNCTION	6.88	6.88	0 01:01	0.043	0.043
N134	JUNCTION	0.00	6.73	0 01:02	0.000	0.043
N135	JUNCTION	0.00	331.03	0 01:08	0.000	0.777
N136	JUNCTION	1.03	107.21	0 01:26	0.004	0.281
N137	JUNCTION	5.60	5.60	0 00:56	0.027	0.027
N138	JUNCTION	0.00	5.49	0 00:56	0.000	0.027
N139	JUNCTION	2.12	2.12	0 00:46	0.008	0.008
N14	JUNCTION	0.00	3.53	0 00:51	0.000	0.015
N140	JUNCTION	3.14	5.07	0 00:51	0.016	0.024
N141	JUNCTION	0.00	26.13	0 00:48	0.000	0.059
N142	JUNCTION	0.85	92.37	0 01:08	0.003	0.355
N143	JUNCTION	0.00	6.68	0 01:03	0.000	0.043
N144	JUNCTION	0.00	88.58	0 01:08	0.000	0.460
N145	JUNCTION	0.00	137.22	0 01:02	0.000	0.972
N147	JUNCTION	7.21	7.21	0 00:56	0.035	0.035
N148	JUNCTION	0.00	7.05	0 00:56	0.000	0.035
N149	JUNCTION	0.00	11.80	0 00:52	0.000	0.055
N15	JUNCTION	3.60	3.60	0 00:51	0.015	0.015
N150	JUNCTION	0.00	27.62	0 00:53	0.000	0.130
N152	JUNCTION	0.00	10.11	0 00:47	0.000	0.040

N154	JUNCTION	0.00	8.08	0 00:51	0.000	0.033
N155	JUNCTION	1.26	5.03	0 00:51	0.004	0.020
N156	JUNCTION	0.00	14.83	0 00:57	0.000	0.074
N157	JUNCTION	0.00	42.42	0 00:57	0.000	0.211
N158	JUNCTION	0.00	0.00	0 00:00	0.000	0.000
N159	JUNCTION	0.00	37.05	0 01:01	0.000	0.191
N16	JUNCTION	2.98	2.98	0 01:01	0.020	0.020
N160	JUNCTION	10.36	37.14	0 01:01	0.053	0.191
N161	JUNCTION	5.27	26.96	0 01:01	0.027	0.138
N162	JUNCTION	3.33	3.33	0 00:46	0.013	0.013
N163	JUNCTION	0.00	3.23	0 00:46	0.000	0.013
N164	JUNCTION	4.36	4.36	0 00:51	0.019	0.019
N165	JUNCTION	3.16	10.34	0 00:51	0.012	0.043
N166	JUNCTION	0.00	10.17	0 00:52	0.000	0.043
N167	JUNCTION	0.00	10.16	0 00:53	0.000	0.043
N168	JUNCTION	0.00	8.16	0 01:02	0.000	0.044
N169	JUNCTION	0.00	12.24	0 01:03	0.000	0.068
N17	JUNCTION	0.00	2.94	0 01:02	0.000	0.020
N170	JUNCTION	0.00	12.21	0 01:04	0.000	0.068
N171	JUNCTION	4.89	18.27	0 00:52	0.022	0.078
N176	JUNCTION	2.20	24.73	0 00:52	0.006	0.112
N177	JUNCTION	1.62	1.62	0 00:46	0.005	0.005
N178	JUNCTION	0.00	25.23	0 00:57	0.000	0.121
N179	JUNCTION	0.00	25.21	0 00:58	0.000	0.121
N18	JUNCTION	0.00	2.91	0 01:02	0.000	0.020
N180	JUNCTION	0.00	27.62	0 00:53	0.000	0.130
N181	JUNCTION	0.00	27.61	0 00:54	0.000	0.130
N183	JUNCTION	0.00	136.08	0 01:04	0.000	0.976
N184	JUNCTION	0.65	141.67	0 01:04	0.002	1.006
N185	JUNCTION	2.61	167.38	0 01:04	0.011	1.129
N186	JUNCTION	0.00	167.29	0 01:04	0.000	1.129
N187	JUNCTION	0.00	203.72	0 01:05	0.000	1.305
N188	JUNCTION	2.28	253.98	0 01:05	0.008	1.560
N189	JUNCTION	0.00	253.98	0 01:05	0.000	1.560
N19	JUNCTION	10.72	54.50	0 00:56	0.030	0.512
N190	JUNCTION	0.00	253.85	0 01:05	0.000	1.560
N191	JUNCTION	0.00	254.15	0 01:06	0.000	1.559
N192	JUNCTION	0.00	253.49	0 01:06	0.000	1.559
N194	JUNCTION	0.00	282.73	0 00:57	0.000	1.520
N198	JUNCTION	0.00	17.38	0 00:57	0.000	0.084
N2	JUNCTION	0.00	8.22	0 01:01	0.000	0.044
N20	JUNCTION	2.41	34.93	0 00:54	0.007	0.150
N21	JUNCTION	0.00	33.11	0 00:53	0.000	0.143
N22	JUNCTION	0.00	3.67	0 00:58	0.000	0.018
N23	JUNCTION	0.00	3.69	0 00:57	0.000	0.018
N24	JUNCTION	0.00	0.00	0 00:00	0.000	0.000
N25	JUNCTION	0.00	3.23	0 00:51	0.000	0.015



N26	JUNCTION	0.00	6.22	0 00:52	0.000	0.028
N27	JUNCTION	0.00	3.08	0 00:51	0.000	0.013
N28	JUNCTION	9.11	14.98	0 00:56	0.045	0.074
N29	JUNCTION	2.85	17.39	0 00:57	0.011	0.084
N3	JUNCTION	4.35	12.32	0 01:02	0.024	0.068
N30	JUNCTION	0.00	17.36	0 00:58	0.000	0.084
N31	JUNCTION	6.26	42.65	0 00:56	0.023	0.211
N32	JUNCTION	0.00	42.46	0 00:57	0.000	0.211
N33	JUNCTION	5.69	47.72	0 00:57	0.026	0.237
N34	JUNCTION	3.29	25.25	0 00:57	0.016	0.121
N35	JUNCTION	0.00	47.70	0 00:58	0.000	0.237
N36	JUNCTION	0.00	26.09	0 00:58	0.000	0.124
N37	JUNCTION	2.59	49.93	0 00:58	0.010	0.247
N38	JUNCTION	0.00	49.92	0 00:58	0.000	0.247
N39	JUNCTION	2.24	203.81	0 01:05	0.007	1.306
N4	JUNCTION	0.00	12.22	0 01:03	0.000	0.068
N41	JUNCTION	0.00	0.00	0 00:00	0.000	0.000
N42	JUNCTION	0.00	10.11	0 00:47	0.000	0.040
N43	JUNCTION	1.76	10.13	0 00:47	0.005	0.040
N44	JUNCTION	4.05	8.16	0 00:51	0.015	0.033
N45	JUNCTION	7.20	8.18	0 00:51	0.029	0.033
N46	JUNCTION	4.09	20.83	0 00:52	0.018	0.096
N47	JUNCTION	0.00	20.79	0 00:53	0.000	0.096
N48	JUNCTION	0.00	24.70	0 00:53	0.000	0.112
N49	JUNCTION	5.71	5.71	0 00:56	0.028	0.028
N5	JUNCTION	0.00	12.20	0 01:04	0.000	0.068
N50	JUNCTION	0.00	5.64	0 00:56	0.000	0.028
N51	JUNCTION	0.00	5.59	0 00:57	0.000	0.028
N52	JUNCTION	0.00	5.57	0 00:57	0.000	0.028
N53	JUNCTION	0.00	135.26	0 01:03	0.000	0.971
N54	JUNCTION	0.00	135.95	0 01:02	0.000	0.971
N55	JUNCTION	0.00	138.15	0 01:01	0.000	0.972
N56	JUNCTION	0.00	108.86	0 01:08	0.000	0.475
N57	JUNCTION	0.00	0.00	0 00:00	0.000	0.000
N59	JUNCTION	0.00	38.07	0 00:54	0.000	0.178
N6	JUNCTION	3.80	3.80	0 00:51	0.016	0.016
N60	JUNCTION	5.33	38.16	0 00:53	0.023	0.178
N61	JUNCTION	3.29	3.29	0 00:51	0.015	0.015
N62	JUNCTION	0.00	37.10	0 01:01	0.000	0.188
N63	JUNCTION	0.00	54.17	0 00:57	0.000	0.512
N64	JUNCTION	3.93	3.93	0 00:51	0.017	0.017
N65	JUNCTION	5.13	5.13	0 00:51	0.021	0.021
N66	JUNCTION	0.00	5.03	0 00:51	0.000	0.021
N67	JUNCTION	1.85	27.62	0 00:53	0.006	0.130
N68	JUNCTION	1.07	1.07	0 00:51	0.004	0.004
N69	JUNCTION	2.11	2.11	0 00:46	0.008	0.008
N7	JUNCTION	5.14	8.72	0 00:51	0.022	0.038

N70	JUNCTION	2.77	2.77	0 00:46	0.011	0.011
N71	JUNCTION	0.00	2.70	0 00:46	0.000	0.011
N72	JUNCTION	4.59	4.59	0 00:46	0.018	0.018
N73	JUNCTION	0.00	4.49	0 00:46	0.000	0.018
N74	JUNCTION	6.24	13.00	0 00:51	0.024	0.053
N75	JUNCTION	0.91	13.71	0 00:52	0.004	0.056
N76	JUNCTION	5.01	24.77	0 00:52	0.017	0.104
N77	JUNCTION	3.56	27.42	0 00:52	0.009	0.113
N78	JUNCTION	2.34	29.59	0 00:52	0.012	0.125
N79	JUNCTION	3.81	3.81	0 00:56	0.018	0.018
N8	JUNCTION	0.00	8.54	0 00:52	0.000	0.038
N80	JUNCTION	0.00	3.74	0 00:56	0.000	0.018
N82	JUNCTION	0.00	33.16	0 00:53	0.000	0.143
N83	JUNCTION	0.00	135.58	0 01:03	0.000	0.971
N84	JUNCTION	2.80	2.80	0 00:46	0.010	0.010
N85	JUNCTION	0.00	2.69	0 00:46	0.000	0.010
N86	JUNCTION	0.00	10.45	0 00:51	0.000	0.044
N87	JUNCTION	3.14	3.14	0 00:51	0.013	0.013
N9	JUNCTION	7.77	26.13	0 00:52	0.042	0.124
N999	JUNCTION	0.00	28.56	0 00:53	0.000	0.134
N175	JUNCTION	2.39	2.39	0 00:51	0.010	0.010
N13	JUNCTION	1.96	33.51	0 00:53	0.006	0.156
N172	JUNCTION	0.00	253.90	0 01:05	0.000	1.560
N193	JUNCTION	0.00	253.52	0 01:06	0.000	1.554
N202	JUNCTION	0.00	175.75	0 01:05	0.000	1.168
N203	JUNCTION	1.11	136.10	0 01:03	0.005	0.976
N209	JUNCTION	0.00	500.00	0 00:42	0.000	1.509
V1	OUTFALL	0.00	0.00	0 00:00	0.000	0.000
V2	OUTFALL	0.00	523.35	0 00:47	0.000	1.518
V3	OUTFALL	0.00	0.00	0 00:00	0.000	0.000
V5	OUTFALL	0.00	33.17	0 01:06	0.000	0.030
SR1	STORAGE	0.00	447.27	0 00:57	0.000	1.584

Node Surcharge Summary

Surcharging occurs when water rises above the top of the highest conduit.

		Max. Height	Min. Depth	
		Hours	Above Crown	Below Rim
Node	Type	Surcharged	Meters	Meters

N136	JUNCTION	0.37	0.860	3.120
N159	JUNCTION	2.11	0.114	1.216
N192	JUNCTION	2.40	0.504	1.036

N194	JUNCTION	0.01	0.445	1.235					Maximum	Time of Max	Maximum	Max/	Max/			
N209	JUNCTION	0.74	1.124	1.736					Flow	Occurrence	Veloc	Full	Full			
SR1	STORAGE	23.00	0.906	1.094					Link	Type	LPS	days hr:min	m/sec	Flow	Depth	

								T3	CONDUIT	8.14	0	01:02	0.27	0.04	0.29	

								T4	CONDUIT	12.24	0	01:03	0.37	0.24	0.31	
Node Flooding Summary																

								T2	CONDUIT	8.16	0	01:02	0.79	0.04	0.14	
								T5	CONDUIT	12.22	0	01:03	0.80	0.06	0.18	
								T6	CONDUIT	12.21	0	01:04	0.72	0.08	0.19	
No nodes were flooded.																
								T7	CONDUIT	12.20	0	01:04	0.83	0.07	0.17	
								T8	CONDUIT	12.20	0	01:04	0.87	0.05	0.17	
								T9	CONDUIT	12.19	0	01:04	0.72	0.07	0.19	

								T10	CONDUIT	21.92	0	00:59	1.05	0.09	0.22	
Storage Volume Summary																

								T11	CONDUIT	26.87	0	01:01	1.46	0.11	0.20	
								T12	CONDUIT	26.86	0	01:01	1.19	0.06	0.24	
								T13	CONDUIT	37.05	0	01:01	0.43	0.21	0.65	

								T14	CONDUIT	37.10	0	01:01	0.42	0.14	0.67	
Maximum																
	Average	Avg	E&I	Maximum	Max	Time of Max		T15	CONDUIT	36.99	0	01:01	0.66	0.25	0.46	
	Volume	Pcnt	Pcnt	Volume	Pcnt	Occurrence	Outflow	T16	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.50	
Storage Unit	1000 m3	Full	Loss	1000 m3	Full	days hr:min		T17	CONDUIT	42.46	0	00:57	0.92	0.56	0.60	
LPS								T18	CONDUIT	42.42	0	00:57	0.91	0.61	0.60	

SR1	0.072	64	0	0.078	69	0	01:22	500.00	T19	CONDUIT	42.40	0	00:58	1.17	0.54	0.50
								T20	CONDUIT	47.70	0	00:58	1.69	0.29	0.42	
								T21	CONDUIT	47.67	0	00:58	1.70	0.31	0.42	
								T22	CONDUIT	49.92	0	00:58	2.58	0.22	0.33	

								T23	CONDUIT	49.91	0	00:58	1.01	0.09	0.33	
Outfall Loading Summary																

								T24	CONDUIT	203.69	0	01:05	2.30	0.43	0.46	
								T25	CONDUIT	203.72	0	01:05	1.85	0.65	0.55	
								T26	CONDUIT	3.23	0	00:46	0.48	0.02	0.10	

								T27	CONDUIT	3.15	0	00:47	0.21	0.02	0.18	
	Flow	Avg.	Max.	Total				T28	CONDUIT	4.24	0	00:51	0.27	0.02	0.18	
	Freq.	Flow	Flow	Volume				T29	CONDUIT	10.17	0	00:52	0.49	0.18	0.22	
Outfall Node	Pcnt.	LPS	LPS	10^6 ltr				T30	CONDUIT	10.16	0	00:53	0.71	0.07	0.17	

V1	0.00	0.00	0.00	0.000				T31	CONDUIT	10.15	0	00:53	0.67	0.06	0.18	
V2	15.12	123.19	523.35	1.518				T32	CONDUIT	3.08	0	00:51	0.55	0.02	0.09	
V3	0.00	0.00	0.00	0.000				T33	CONDUIT	3.03	0	00:52	0.28	0.00	0.04	
V5	2.17	16.90	33.17	0.030				T34	CONDUIT	3.23	0	00:51	0.66	0.01	0.08	

								T35	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.04	
								T36	CONDUIT	3.19	0	00:57	0.48	0.01	0.10	
System																
	4.32	140.09	542.30	1.548				T37	CONDUIT	6.11	0	00:53	0.46	0.03	0.16	
								T38	CONDUIT	14.83	0	00:57	0.83	0.09	0.20	
								T39	CONDUIT	14.82	0	00:57	0.81	0.09	0.20	

								T40	CONDUIT	17.38	0	00:57	0.78	0.09	0.23	
Link Flow Summary																

								T41	CONDUIT	17.36	0	00:58	0.87	0.13	0.22	
								T42	CONDUIT	17.35	0	00:58	0.99	0.06	0.20	
								T43	CONDUIT	25.23	0	00:57	1.11	0.11	0.24	
								T44	CONDUIT	25.21	0	00:58	0.97	0.14	0.26	



T45	CONDUIT	25.20	0 00:58	1.15	0.14	0.23	T95	CONDUIT	10.12	0 01:03	0.59	0.04	0.14
T46	CONDUIT	26.09	0 00:58	1.47	0.08	0.20	T96	CONDUIT	10.05	0 01:04	0.56	0.05	0.15
T47	CONDUIT	27.62	0 00:53	1.50	0.09	0.20	T97	CONDUIT	10.01	0 01:05	0.59	0.05	0.37
T48	CONDUIT	27.62	0 00:53	1.53	0.09	0.20	T99	CONDUIT	6.73	0 01:02	0.36	0.06	0.15
T49	CONDUIT	27.61	0 00:54	2.47	0.06	0.14	T100	CONDUIT	6.68	0 01:03	0.71	0.02	0.09
T50	CONDUIT	27.61	0 00:54	0.87	0.02	0.44	T101	CONDUIT	6.67	0 01:03	0.90	0.01	0.08
T51	CONDUIT	1.02	0 00:52	0.21	0.01	0.08	T102	CONDUIT	324.78	0 01:08	2.22	0.33	0.79
T52	CONDUIT	3.83	0 00:51	0.67	0.02	0.09	T103	CONDUIT	106.86	0 01:26	0.55	0.99	1.00
T53	CONDUIT	5.00	0 00:51	0.47	0.02	0.15	T104	CONDUIT	87.02	0 01:08	0.44	0.52	1.00
T54	CONDUIT	4.22	0 00:51	0.56	0.02	0.11	T105	CONDUIT	5.49	0 00:56	0.65	0.03	0.12
T55	CONDUIT	8.08	0 00:51	0.87	0.03	0.13	T106	CONDUIT	5.38	0 00:57	0.67	0.03	0.12
T56	CONDUIT	8.03	0 00:52	0.95	0.03	0.12	T109	CONDUIT	2.02	0 00:52	0.29	0.00	0.05
T57	CONDUIT	0.52	0 00:46	0.13	0.00	0.08	T110	CONDUIT	4.96	0 00:57	0.48	0.01	0.38
T58	CONDUIT	1.05	0 00:46	0.24	0.00	0.12	T111	CONDUIT	24.29	0 01:20	0.12	0.05	0.83
T59	CONDUIT	10.11	0 00:47	1.58	0.02	0.10	T112	CONDUIT	73.37	0 01:08	0.22	0.02	0.46
T60	CONDUIT	10.11	0 00:47	1.99	0.02	0.08	T113	CONDUIT	88.58	0 01:08	1.31	0.16	0.30
T61	CONDUIT	10.11	0 00:47	0.78	0.01	0.34	T114	CONDUIT	86.73	0 01:09	1.40	0.15	0.28
T64	CONDUIT	175.62	0 01:05	1.55	0.47	0.56	T115	CONDUIT	68.61	0 01:02	0.95	0.12	0.32
T65	CONDUIT	3.84	0 00:51	0.40	0.03	0.22	T116	CONDUIT	68.61	0 01:02	0.95	0.12	0.32
T66	CONDUIT	20.79	0 00:53	1.15	0.21	0.30	T117	CONDUIT	135.95	0 01:02	1.42	0.24	0.38
T68	CONDUIT	20.77	0 00:53	0.99	0.18	0.34	T118	CONDUIT	135.58	0 01:03	1.58	0.23	0.35
T69	CONDUIT	24.70	0 00:53	1.82	0.20	0.25	T119	CONDUIT	135.26	0 01:03	1.94	0.17	0.31
T70	CONDUIT	24.70	0 00:53	1.50	0.02	0.47	T120	CONDUIT	135.09	0 01:03	1.87	0.15	0.31
T71	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.50	T121	CONDUIT	7.05	0 00:56	0.52	0.05	0.16
T72	CONDUIT	167.29	0 01:04	1.48	0.50	0.56	T122	CONDUIT	6.93	0 00:57	0.48	0.06	0.17
T73	CONDUIT	167.14	0 01:05	1.51	0.66	0.55	T123	CONDUIT	3.74	0 00:56	0.36	0.04	0.14
T74	CONDUIT	13.33	0 00:53	0.53	0.15	0.25	T124	CONDUIT	3.69	0 00:57	0.51	0.03	0.11
T75	CONDUIT	5.03	0 00:51	0.70	0.03	0.11	T125	CONDUIT	3.68	0 00:58	0.69	0.02	0.09
T76	CONDUIT	4.98	0 00:52	0.55	0.02	0.13	T126	CONDUIT	33.11	0 00:53	0.76	0.25	0.38
T77	CONDUIT	11.72	0 00:53	0.57	0.07	0.22	T127	CONDUIT	3.67	0 00:58	0.65	0.01	0.09
T78	CONDUIT	5.64	0 00:56	0.74	0.02	0.11	T128	CONDUIT	3.66	0 00:58	0.19	0.02	0.22
T79	CONDUIT	5.59	0 00:57	0.80	0.03	0.10	T129	CONDUIT	33.07	0 00:54	0.77	0.35	0.37
T80	CONDUIT	5.57	0 00:57	1.32	0.01	0.07	T130	CONDUIT	34.91	0 00:54	0.76	0.23	0.39
T81	CONDUIT	5.57	0 00:57	0.61	0.01	0.34	T131	CONDUIT	9.66	0 01:02	0.82	0.07	0.15
T82	CONDUIT	141.54	0 01:04	1.43	0.51	0.50	T132	CONDUIT	9.66	0 01:03	0.68	0.02	0.28
T83	CONDUIT	136.08	0 01:04	1.44	0.53	0.49	T133	CONDUIT	2.94	0 01:02	0.64	0.01	0.08
T84	CONDUIT	135.92	0 01:04	1.49	0.39	0.47	T134	CONDUIT	2.91	0 01:02	0.60	0.01	0.08
T85	CONDUIT	8.67	0 01:02	0.48	0.05	0.15	T135	CONDUIT	2.89	0 01:04	0.11	0.02	0.28
T86	CONDUIT	8.59	0 01:04	0.43	0.04	0.16	T136	CONDUIT	54.17	0 00:57	1.18	0.40	0.39
T87	CONDUIT	8.54	0 01:05	0.46	0.06	0.15	T137	CONDUIT	54.12	0 00:57	1.44	0.22	0.42
T88	CONDUIT	8.51	0 01:06	0.58	0.03	0.13	T138	CONDUIT	2.69	0 00:46	0.75	0.09	0.17
T89	CONDUIT	6.53	0 01:02	0.61	0.02	0.10	T139	CONDUIT	3.53	0 00:51	0.75	0.04	0.12
T90	CONDUIT	6.47	0 01:03	0.60	0.02	0.10	T141	CONDUIT	3.68	0 00:51	0.34	0.05	0.21
T91	CONDUIT	6.43	0 01:04	0.47	0.02	0.12	T142	CONDUIT	8.54	0 00:52	0.74	0.14	0.22
T92	CONDUIT	14.86	0 01:06	0.85	0.04	0.36	T143	CONDUIT	8.51	0 00:53	0.42	0.06	0.33
T93	CONDUIT	10.23	0 01:02	0.51	0.06	0.16	T144	CONDUIT	2.12	0 00:47	0.29	0.02	0.17
T94	CONDUIT	10.18	0 01:02	0.65	0.04	0.13	T145	CONDUIT	10.45	0 00:51	0.76	0.10	0.26



T146	CONDUIT	10.35	0	00:52	0.56	0.13	0.32	
T147	CONDUIT	26.01	0	00:52	1.00	0.24	0.40	
T148	CONDUIT	25.97	0	00:53	0.85	0.31	0.45	
T149	CONDUIT	2.67	0	00:47	0.25	0.03	0.53	
T150	CONDUIT	2.70	0	00:46	0.50	0.02	0.09	
T151	CONDUIT	2.66	0	00:52	0.21	0.01	0.16	
T152	CONDUIT	4.49	0	00:46	0.54	0.03	0.12	
T153	CONDUIT	4.39	0	00:47	0.30	0.03	0.17	
T154	CONDUIT	12.85	0	00:52	0.62	0.11	0.22	
T155	CONDUIT	13.67	0	00:53	0.68	0.09	0.22	
T156	CONDUIT	18.25	0	00:53	0.71	0.12	0.26	
T157	CONDUIT	27.39	0	00:52	0.82	0.23	0.31	
T158	CONDUIT	2.05	0	00:46	0.17	0.01	0.18	
T159	CONDUIT	24.70	0	00:52	0.74	0.18	0.31	
T160	CONDUIT	29.57	0	00:53	0.89	0.18	0.31	
T162	CONDUIT	38.07	0	00:54	0.88	0.48	0.59	
T163	CONDUIT	39.56	0	00:54	1.27	0.59	0.60	
T164	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.30	
T165	CONDUIT	253.98	0	01:05	2.90	0.43	0.46	
T168	CONDUIT	254.15	0	01:06	2.03	0.72	0.61	
T169	CONDUIT	253.49	0	01:06	1.53	0.60	0.78	
T1	CONDUIT	8.22	0	01:01	0.67	0.06	0.15	
T172	CONDUIT	447.27	0	00:57	3.09	0.33	1.00	
T173	CONDUIT	28.48	0	00:53	0.79	0.37	0.50	
T176	CONDUIT	3.49	0	00:52	0.20	0.02	0.40	
T181	CONDUIT	253.90	0	01:05	2.56	0.41	0.50	
T182	CONDUIT	253.85	0	01:05	2.03	0.60	0.61	
T183	CONDUIT	253.52	0	01:06	1.29	0.34	1.00	
T184	CONDUIT	282.73	0	00:57	1.67	1.35	0.96	
T185	CONDUIT	2.33	0	00:51	0.28	0.02	0.24	
T186	CONDUIT	33.36	0	00:54	0.84	0.46	0.53	
T329	CONDUIT	523.35	0	00:47	4.16	1.26	1.00	
B1	PUMP	500.00	0	00:42	1.00			
R1	WEIR	33.17	0	01:06	0.15			
R2	WEIR	0.00	0	00:00	0.00			
R3	WEIR	0.00	0	00:00	0.00			

Flow Classification Summary

Adjusted	---	Fraction of Time in Flow Class	----	Avg.	Avg.					
/Actual	Up	Down	Sub	Sup	Up	Down	Froude	Flow		
Conduit	Length	Dry	Dry	Dry	Crit	Crit	Crit	Crit	Number	Change

T3	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.0000
T4	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.28	0.0000
T2	1.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.30	0.00	0.00	0.90	0.0000
T5	1.00	0.00	0.00	0.00	0.85	0.15	0.00	0.00	0.83	0.0000
T6	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.74	0.0000
T7	1.00	0.01	0.00	0.00	0.73	0.27	0.00	0.00	0.88	0.0000
T8	1.00	0.01	0.00	0.00	0.71	0.28	0.00	0.00	0.90	0.0000
T9	1.00	0.01	0.00	0.00	0.93	0.06	0.00	0.00	0.80	0.0000
T10	1.00	0.00	0.01	0.00	0.51	0.49	0.00	0.00	0.99	0.0000
T11	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.46	0.0000
T12	1.00	0.00	0.00	0.00	0.35	0.64	0.00	0.00	1.09	0.0000
T13	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.0000
T14	1.00	0.00	0.02	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.02	0.0000
T15	1.00	0.00	0.03	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.55	0.0000
T16	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000
T17	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.0000
T18	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.45	0.0000
T19	1.00	0.00	0.00	0.00	0.95	0.05	0.00	0.00	0.59	0.0000
T20	1.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.40	0.00	0.00	0.96	0.0000
T21	1.00	0.00	0.00	0.00	0.53	0.46	0.00	0.00	1.03	0.0000
T22	1.00	0.00	0.00	0.00	0.26	0.74	0.00	0.00	1.44	0.0000
T23	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.35	0.0000
T24	1.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.99	0.00	0.00	1.67	0.0000
T25	1.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.99	0.00	0.00	1.24	0.0000
T26	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.51	0.0000
T27	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.0000
T28	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.0000
T29	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.32	0.0000
T30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.96	0.04	0.00	0.00	0.67	0.0000
T31	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.02	0.00	0.00	0.47	0.0000
T32	1.00	0.00	0.00	0.00	0.92	0.08	0.00	0.00	0.67	0.0000
T33	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.0000
T34	1.00	0.00	0.00	0.00	0.73	0.27	0.00	0.00	0.86	0.0000
T35	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000
T36	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.61	0.0000
T37	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.42	0.0000
T38	1.00	0.00	0.00	0.00	0.89	0.11	0.00	0.00	0.80	0.0000
T39	1.00	0.00	0.00	0.00	0.90	0.10	0.00	0.00	0.80	0.0000
T40	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.0000
T41	1.00	0.00	0.00	0.00	0.86	0.14	0.00	0.00	0.76	0.0000
T42	1.00	0.00	0.00	0.00	0.55	0.45	0.00	0.00	0.98	0.0000
T43	1.00	0.00	0.00	0.00	0.53	0.47	0.00	0.00	0.99	0.0000
T44	1.00	0.00	0.00	0.00	0.83	0.17	0.00	0.00	0.84	0.0000
T45	1.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.59	0.00	0.00	1.06	0.0000
T46	1.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.99	0.00	0.00	1.42	0.0000
T47	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.40	0.0000
T48	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.55	0.0000



T49	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	3.03	0.0000	T100	1.00	0.00	0.00	0.00	0.77	0.23	0.00	0.00	0.83	0.0000
T50	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.02	0.00	0.00	0.17	0.0000	T101	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.58	0.0000
T51	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.0000	T102	1.00	0.00	0.01	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.08	0.0033
T52	1.00	0.00	0.00	0.00	0.77	0.23	0.00	0.00	0.82	0.0000	T103	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.00	0.00	0.02	0.01	0.0038
T53	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.0000	T104	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.0007
T54	1.00	0.00	0.00	0.00	0.96	0.04	0.00	0.00	0.67	0.0000	T105	1.00	0.00	0.00	0.00	0.90	0.10	0.00	0.00	0.68	0.0000
T55	1.00	0.00	0.00	0.00	0.69	0.31	0.00	0.00	0.89	0.0000	T106	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.11	0.0000
T56	1.00	0.00	0.00	0.00	0.51	0.49	0.00	0.00	1.07	0.0000	T109	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.0000
T57	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.0000	T110	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.0000
T58	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.07	0.0000	T111	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.0001
T59	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.89	0.0000	T112	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.0000
T60	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.47	0.0000	T113	1.00	0.00	0.00	0.00	0.97	0.03	0.00	0.00	0.62	0.0000
T61	1.00	0.00	0.00	0.00	0.97	0.03	0.00	0.00	0.09	0.0000	T114	1.00	0.00	0.00	0.00	0.89	0.11	0.00	0.00	0.49	0.0000
T64	1.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.97	0.00	0.00	1.10	0.0000	T115	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.51	0.0000
T65	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.34	0.0000	T116	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.51	0.0000
T66	1.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.62	0.00	0.00	1.07	0.0000	T117	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.76	0.0000
T68	1.00	0.00	0.00	0.00	0.62	0.38	0.00	0.00	0.97	0.0000	T118	1.00	0.00	0.00	0.00	0.77	0.23	0.00	0.00	0.86	0.0000
T69	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.09	0.0000	T119	1.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.63	0.00	0.00	1.09	0.0000
T70	1.00	0.00	0.00	0.00	0.96	0.04	0.00	0.00	0.23	0.0000	T120	1.00	0.00	0.01	0.00	0.71	0.28	0.00	0.00	0.97	0.0000
T71	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	T121	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.51	0.0000
T72	1.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.30	0.00	0.00	0.97	0.0000	T122	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.0000
T73	1.00	0.00	0.00	0.00	0.43	0.57	0.00	0.00	1.01	0.0000	T123	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.0000
T74	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.0000	T124	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.55	0.0000
T75	1.00	0.00	0.00	0.00	0.79	0.21	0.00	0.00	0.75	0.0000	T125	1.00	0.00	0.00	0.00	0.69	0.31	0.00	0.00	0.90	0.0000
T76	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.43	0.0000	T126	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.0000
T77	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.51	0.0000	T127	1.00	0.01	0.00	0.00	0.74	0.25	0.00	0.00	0.84	0.0000
T78	1.00	0.00	0.00	0.00	0.69	0.31	0.00	0.00	0.88	0.0000	T128	1.00	0.00	0.01	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.22	0.0000
T79	1.00	0.00	0.00	0.00	0.56	0.44	0.00	0.00	1.00	0.0000	T129	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.51	0.0000
T80	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.92	0.0000	T130	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.0000
T81	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.02	0.00	0.00	0.07	0.0000	T131	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.22	0.0000
T82	1.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.60	0.00	0.00	1.00	0.0000	T132	1.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.87	0.00	0.00	1.13	0.0000
T83	1.00	0.00	0.00	0.00	0.56	0.44	0.00	0.00	0.99	0.0000	T133	1.00	0.00	0.00	0.00	0.58	0.42	0.00	0.00	0.96	0.0000
T84	1.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.82	0.00	0.00	1.03	0.0000	T134	1.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.33	0.00	0.00	0.91	0.0000
T85	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.53	0.0000	T135	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.0000
T86	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.43	0.0000	T136	1.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.76	0.00	0.00	1.03	0.0000
T87	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.48	0.0000	T137	1.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.90	0.00	0.00	1.33	0.0000
T88	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.74	0.0000	T138	1.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.40	0.00	0.00	0.93	0.0000
T89	1.00	0.00	0.00	0.00	0.95	0.05	0.00	0.00	0.81	0.0000	T139	1.00	0.00	0.00	0.00	0.63	0.37	0.00	0.00	0.93	0.0000
T90	1.00	0.00	0.00	0.00	0.96	0.04	0.00	0.00	0.80	0.0000	T141	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.0000
T91	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.55	0.0000	T142	1.00	0.00	0.00	0.00	0.90	0.10	0.00	0.00	0.69	0.0000
T92	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.02	0.00	0.00	0.27	0.0000	T143	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.43	0.0000
T93	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.46	0.0000	T144	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.0000
T94	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.0000	T145	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.43	0.0000
T95	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.62	0.0000	T146	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.26	0.0000
T96	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.57	0.0000	T147	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.57	0.0000
T97	1.00	0.01	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.10	0.0000	T148	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.48	0.0000
T99	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.0000	T149	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.0000



T150	1.00	0.00	0.00	0.00	0.97	0.03	0.00	0.00	0.58	0.0000
T151	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.0000
T152	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.57	0.0000
T153	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.0000
T154	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.52	0.0000
T155	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.55	0.0000
T156	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.62	0.0000
T157	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.0000
T158	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.0000
T159	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.58	0.0000
T160	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.67	0.0000
T162	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.47	0.0000
T163	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.31	0.0000
T164	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000
T165	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.01	0.0000
T168	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	1.29	0.0000
T169	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.02	0.00	0.00	0.15	0.0000
T1	1.00	0.00	0.00	0.00	0.96	0.04	0.00	0.00	0.70	0.0000
T172	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.08	0.0010
T173	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.0000
T176	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.0000
T181	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.71	0.0000
T182	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	1.29	0.0000
T183	1.00	0.01	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.03	0.0006
T184	1.00	0.03	0.00	0.00	0.97	0.01	0.00	0.00	0.15	0.0036
T185	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.0000
T186	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.45	0.0000
T329	1.00	0.03	0.00	0.00	0.71	0.26	0.00	0.00	0.50	0.0023

Conduit Surcharge Summary

	Hours		Hours		
	----- Hours Full -----		Above Full		Capacity
Conduit	Both Ends	Upstream	Dnstream	Normal Flow	Limited
T103	0.31	0.31	0.33	0.01	0.05
T104	0.37	0.37	0.39	0.01	0.02
T172	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
T183	2.40	2.40	2.42	0.01	0.01
T184	0.01	0.01	0.01	0.31	0.01
T329	0.01	0.01	0.01	0.79	0.01

Pumping Summary

	Min	Avg	Max	Total	Power	% Time Off
Pump Curve	Percent	Number of	Flow	Flow	Flow	Volume
Pump	Utilized	Start-Ups	LPS	LPS	LPS 10*6 ltr	Kw-hr
						Low
						High
B1	3.69	77	0.00	494.38	500.00	1.509
						5.62
						0.0
						2.3

Analysis begun on: Fri Aug 23 12:31:12 2013

Analysis ended on: Fri Aug 23 12:31:39 2013

Total elapsed time: 00:00:27

A.2 Resultados para el periodo de retorno T=5 años

EPA STORM WATER MANAGEMENT MODEL - VERSION 5.0 (Build 5.0.022)

Continuity Error (%) -0.044

NOTE: The summary statistics displayed in this report are
based on results found at every computational time step,
not just on results from each reporting time step.

Analysis Options

Flow Units LPS

Process Models:

Rainfall/Runoff YES

Snowmelt NO

Groundwater NO

Flow Routing YES

Ponding Allowed NO

Water Quality NO

Infiltration Method HORTON

Flow Routing Method DYNWAVE

Starting Date JAN-01-2001 00:00:00

Ending Date JAN-01-2001 23:00:00

Antecedent Dry Days 0.0

Report Time Step 00:01:00

Wet Time Step 00:01:00

Dry Time Step 01:00:00

Routing Time Step 1.00 sec

*****	Volume	Volume
Flow Routing Continuity	hectare-m	10 ⁶ ltr
*****	-----	-----
Dry Weather Inflow	0.000	0.000
Wet Weather Inflow	0.214	2.139
Groundwater Inflow	0.000	0.000
RDII Inflow	0.000	0.000
External Inflow	0.000	0.000
External Outflow	0.211	2.107
Internal Outflow	0.000	0.000
Storage Losses	0.000	0.000
Initial Stored Volume	0.007	0.066
Final Stored Volume	0.011	0.109
Continuity Error (%)	-0.556	

Highest Continuity Errors

Node N141 (14.33%)

Node N142 (2.70%)

Node N159 (1.30%)

Time-Step Critical Elements

Link T120 (2.50%)

WARNING 09: time series interval greater than recording interval for Rain Gage P1

WARNING 08: elevation drop exceeds length for Conduit T70

*****	Volume	Depth
Runoff Quantity Continuity	hectare-m	mm
*****	-----	-----
Total Precipitation	0.238	11.920
Evaporation Loss	0.000	0.000
Infiltration Loss	0.006	0.307
Surface Runoff	0.214	10.722
Final Surface Storage	0.018	0.896

Highest Flow Instability Indexes

Link T172 (11)

Link T184 (11)

Link T183 (11)

Link T102 (9)

Link T103 (5)



Routing Time Step Summary

Minimum Time Step : 0.50 sec

Average Time Step : 1.00 sec

Maximum Time Step : 1.00 sec

Percent in Steady State : 0.00

Average Iterations per Step : 2.18

Subcatchment Runoff Summary

	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Peak	Runoff
	Precip	Runon	Evap	Infil	Runoff	Runoff	Runoff	Runoff
Coeff								
Subcatchment	mm	mm	mm	mm	mm	10 ⁶ ltr	LPS	
C2	11.92	0.00	0.00	0.00	11.73	0.08	15.41	0.984
C3	11.92	0.00	0.00	0.00	11.53	0.08	10.05	0.967
C4	11.92	0.00	0.00	0.00	11.44	0.11	13.43	0.960
C5	11.92	0.00	0.00	2.98	8.78	0.06	10.18	0.737
C6	11.92	0.00	0.00	0.00	11.85	0.00	1.50	0.995
C7	11.92	0.00	0.00	1.79	10.03	0.04	8.24	0.841
C8	11.92	0.00	0.00	0.00	11.87	0.00	1.26	0.996
C25	11.92	0.00	0.00	0.00	11.78	0.02	4.61	0.989
C24	11.92	0.00	0.00	0.00	11.84	0.01	3.12	0.994
C23	11.92	0.00	0.00	0.00	8.81	0.44	15.34	0.739
C22	11.92	0.00	0.00	1.79	10.05	0.03	7.82	0.843
C12	11.92	0.00	0.00	0.00	11.87	0.01	2.91	0.995
C21	11.92	0.00	0.00	0.00	11.83	0.02	5.28	0.992
C20	11.92	0.00	0.00	2.98	8.89	0.01	4.09	0.746
C11	11.92	0.00	0.00	0.00	11.77	0.06	11.44	0.987
C10	11.92	0.00	0.00	0.00	11.80	0.03	6.42	0.990
C9	11.92	0.00	0.00	0.00	11.87	0.01	3.32	0.995
C19	11.92	0.00	0.00	0.00	11.82	0.03	7.53	0.992
C14	11.92	0.00	0.00	2.98	8.88	0.02	6.28	0.745
C13	11.92	0.00	0.00	0.00	11.77	0.06	12.27	0.987
C15	11.92	0.00	0.00	0.00	11.76	0.03	6.40	0.986
C18	11.92	0.00	0.00	0.00	11.83	0.02	5.58	0.992
C16	11.92	0.00	0.00	0.00	11.85	0.02	4.63	0.994
C17	11.92	0.00	0.00	1.79	10.05	0.03	6.38	0.843
C27	11.92	0.00	0.00	0.00	11.79	0.04	7.73	0.989
C26	11.92	0.00	0.00	0.00	11.84	0.02	4.89	0.994
C39	11.92	0.00	0.00	0.00	11.81	0.02	4.84	0.991
C40	11.92	0.00	0.00	0.00	11.82	0.02	4.60	0.992

C43	11.92	0.00	0.00	0.00	11.84	0.01	4.08	0.993
C54	11.92	0.00	0.00	2.98	8.90	0.01	3.81	0.746
C55	11.92	0.00	0.00	0.00	11.82	0.01	2.97	0.991
C53	11.92	0.00	0.00	0.00	11.67	0.03	4.45	0.979
C56	11.92	0.00	0.00	1.79	10.07	0.03	9.20	0.845
C57	11.92	0.00	0.00	0.00	11.84	0.00	1.35	0.993
C62	11.92	0.00	0.00	0.00	11.74	0.01	1.99	0.985
C63	11.92	0.00	0.00	0.00	11.87	0.01	3.54	0.996
C61	11.92	0.00	0.00	0.00	11.82	0.01	1.48	0.991
C64	11.92	0.00	0.00	0.00	11.88	0.04	15.66	0.996
C58	11.92	0.00	0.00	1.79	10.08	0.02	7.32	0.846
C44	11.92	0.00	0.00	0.00	11.81	0.03	7.18	0.991
C59	11.92	0.00	0.00	0.00	11.89	0.01	5.24	0.997
C60	11.92	0.00	0.00	0.00	11.81	0.02	5.61	0.990
C67	11.92	0.00	0.00	0.00	11.84	0.01	3.10	0.994
C42	11.92	0.00	0.00	0.00	11.79	0.06	13.38	0.989
C41	11.92	0.00	0.00	0.00	11.78	0.07	15.22	0.988
C69	11.92	0.00	0.00	0.00	11.85	0.03	9.18	0.994
C71	11.92	0.00	0.00	0.00	11.84	0.01	4.18	0.994
C45	11.92	0.00	0.00	0.00	11.83	0.03	7.59	0.992
C68	11.92	0.00	0.00	0.00	11.83	0.01	1.57	0.992
C29	11.92	0.00	0.00	0.00	11.84	0.03	7.57	0.993
C46	11.92	0.00	0.00	0.00	11.82	0.02	5.76	0.992
C31	11.92	0.00	0.00	0.00	11.86	0.01	2.83	0.995
C28	11.92	0.00	0.00	0.00	11.80	0.05	10.60	0.990
C70	11.92	0.00	0.00	0.00	11.84	0.01	3.80	0.994
C49	11.92	0.00	0.00	0.00	11.85	0.01	3.33	0.994
C36	11.92	0.00	0.00	0.00	11.86	0.01	3.31	0.995
C1	11.92	0.00	0.00	0.00	11.86	0.01	2.71	0.995
C50	11.92	0.00	0.00	0.00	11.83	0.01	3.83	0.993
C51	11.92	0.00	0.00	0.00	11.88	0.00	0.95	0.996
C52	11.92	0.00	0.00	0.00	11.80	0.01	1.63	0.990
C30	11.92	0.00	0.00	0.00	11.79	0.04	8.39	0.989
C34	11.92	0.00	0.00	0.00	11.88	0.01	3.22	0.996
C35	11.92	0.00	0.00	0.00	11.87	0.01	2.59	0.996
C37	11.92	0.00	0.00	0.00	11.86	0.01	2.38	0.995
C47	11.92	0.00	0.00	0.00	11.81	0.03	8.37	0.991
C48	11.92	0.00	0.00	0.00	11.80	0.02	4.83	0.990
C33	11.92	0.00	0.00	0.00	11.83	0.01	3.51	0.993
C38	11.92	0.00	0.00	0.00	11.85	0.02	5.95	0.994
C66	11.92	0.00	0.00	0.00	11.85	0.01	1.83	0.994
C65	11.92	0.00	0.00	0.00	11.86	0.01	3.06	0.995
C32	11.92	0.00	0.00	0.00	11.82	0.02	5.99	0.992

Node Depth Summary



Node	Type	Average Maximum Maximum Time of Max			
		Depth	Depth	HGL	Occurrence
		Meters	Meters	Meters	days hr:min
61	JUNCTION	0.02	0.13	374.47	0 00:53
81	JUNCTION	0.01	0.04	375.78	0 00:53
N1	JUNCTION	0.01	0.08	378.07	0 00:56
N10	JUNCTION	0.00	0.05	376.66	0 00:41
N108	JUNCTION	0.01	0.09	376.18	0 00:59
N109	JUNCTION	0.01	0.10	375.96	0 00:54
N110	JUNCTION	0.01	0.08	374.09	0 00:56
N111	JUNCTION	0.06	0.10	376.34	0 01:02
N112	JUNCTION	0.03	0.05	376.02	0 01:02
N118	JUNCTION	0.01	0.12	376.32	0 00:46
N119	JUNCTION	0.03	0.10	375.56	0 01:02
N12	JUNCTION	0.03	0.21	375.93	0 00:53
N120	JUNCTION	0.02	0.08	375.37	0 01:03
N121	JUNCTION	0.03	0.11	375.17	0 01:04
N122	JUNCTION	0.02	0.07	375.01	0 01:05
N123	JUNCTION	0.02	0.06	375.97	0 01:01
N124	JUNCTION	0.02	0.06	375.46	0 01:03
N125	JUNCTION	0.02	0.06	375.03	0 01:04
N126	JUNCTION	0.02	0.09	374.56	0 01:06
N127	JUNCTION	0.02	0.11	375.39	0 01:01
N128	JUNCTION	0.01	0.08	375.21	0 01:02
N129	JUNCTION	0.01	0.08	375.17	0 01:03
N130	JUNCTION	0.02	0.09	374.76	0 01:04
N131	JUNCTION	0.02	0.09	374.48	0 01:05
N132	JUNCTION	0.06	0.29	374.46	0 00:50
N133	JUNCTION	0.02	0.11	376.21	0 01:01
N134	JUNCTION	0.01	0.07	376.12	0 01:02
N135	JUNCTION	0.53	1.07	374.77	0 00:51
N136	JUNCTION	0.34	1.41	375.30	0 01:31
N137	JUNCTION	0.01	0.06	376.57	0 00:51
N138	JUNCTION	0.01	0.06	376.13	0 00:52
N139	JUNCTION	0.00	0.03	374.88	0 00:47
N14	JUNCTION	0.00	0.04	376.85	0 00:47
N140	JUNCTION	0.01	0.05	374.52	0 00:52
N141	JUNCTION	0.28	0.53	374.48	0 00:52
N142	JUNCTION	0.46	0.71	374.48	0 01:00
N143	JUNCTION	0.01	0.05	375.78	0 01:03
N144	JUNCTION	0.04	0.29	373.82	0 01:00
N145	JUNCTION	0.08	0.36	373.37	0 00:58
N147	JUNCTION	0.01	0.08	375.02	0 00:51

N148	JUNCTION	0.01	0.08	374.79	0 00:52
N149	JUNCTION	0.01	0.08	374.64	0 00:52
N15	JUNCTION	0.01	0.05	377.30	0 00:46
N150	JUNCTION	0.01	0.10	372.66	0 00:53
N152	JUNCTION	0.00	0.04	371.70	0 00:47
N154	JUNCTION	0.01	0.06	374.59	0 00:47
N155	JUNCTION	0.00	0.04	375.36	0 00:46
N156	JUNCTION	0.01	0.10	375.50	0 00:52
N157	JUNCTION	0.04	0.29	372.96	0 00:58
N158	JUNCTION	0.00	0.00	373.95	0 00:00
N159	JUNCTION	0.36	0.56	373.43	0 00:57
N16	JUNCTION	0.01	0.04	377.00	0 01:01
N160	JUNCTION	0.02	0.16	373.45	0 00:56
N161	JUNCTION	0.02	0.12	374.71	0 00:56
N162	JUNCTION	0.01	0.05	376.75	0 00:46
N163	JUNCTION	0.00	0.05	376.57	0 00:47
N164	JUNCTION	0.01	0.05	376.74	0 00:51
N165	JUNCTION	0.02	0.12	376.29	0 00:47
N166	JUNCTION	0.01	0.09	376.24	0 00:48
N167	JUNCTION	0.01	0.08	376.08	0 00:48
N168	JUNCTION	0.01	0.07	377.51	0 00:57
N169	JUNCTION	0.01	0.08	377.06	0 00:58
N17	JUNCTION	0.01	0.03	376.37	0 01:02
N170	JUNCTION	0.02	0.10	376.62	0 00:58
N171	JUNCTION	0.01	0.11	376.38	0 00:48
N176	JUNCTION	0.02	0.14	373.34	0 00:53
N177	JUNCTION	0.00	0.02	374.17	0 00:41
N178	JUNCTION	0.02	0.12	374.16	0 00:53
N179	JUNCTION	0.02	0.13	373.96	0 00:53
N18	JUNCTION	0.01	0.04	375.24	0 01:03
N180	JUNCTION	0.01	0.10	373.26	0 00:53
N181	JUNCTION	0.01	0.04	371.54	0 00:53
N183	JUNCTION	0.06	0.27	370.51	0 01:00
N184	JUNCTION	0.07	0.32	370.18	0 01:02
N185	JUNCTION	0.06	0.31	369.96	0 00:57
N186	JUNCTION	0.08	0.41	369.73	0 00:58
N187	JUNCTION	0.06	0.29	368.55	0 00:58
N188	JUNCTION	0.05	0.30	368.11	0 00:58
N189	JUNCTION	0.05	0.28	365.92	0 00:59
N19	JUNCTION	0.06	0.23	375.05	0 00:51
N190	JUNCTION	0.08	1.35	364.51	0 00:56
N191	JUNCTION	0.07	0.98	363.37	0 00:56
N192	JUNCTION	0.38	0.97	362.74	0 01:47
N194	JUNCTION	0.22	0.91	362.81	0 01:33
N198	JUNCTION	0.02	0.13	375.10	0 00:52
N2	JUNCTION	0.01	0.07	377.80	0 00:57
N20	JUNCTION	0.02	0.16	375.18	0 00:49



N21	JUNCTION	0.03	0.21	375.32	0	00:49
N22	JUNCTION	0.01	0.07	375.45	0	00:53
N23	JUNCTION	0.01	0.04	376.06	0	00:52
N24	JUNCTION	0.00	0.00	377.23	0	00:00
N25	JUNCTION	0.00	0.04	376.83	0	00:52
N26	JUNCTION	0.01	0.06	376.43	0	00:53
N27	JUNCTION	0.00	0.04	376.56	0	00:47
N28	JUNCTION	0.01	0.10	375.74	0	00:52
N29	JUNCTION	0.01	0.10	375.36	0	00:52
N3	JUNCTION	0.04	0.22	377.48	0	00:58
N30	JUNCTION	0.01	0.08	374.97	0	00:53
N31	JUNCTION	0.04	0.29	373.25	0	00:57
N32	JUNCTION	0.04	0.31	373.08	0	00:57
N33	JUNCTION	0.03	0.20	372.77	0	00:57
N34	JUNCTION	0.01	0.11	374.63	0	00:52
N35	JUNCTION	0.03	0.21	371.45	0	00:58
N36	JUNCTION	0.01	0.09	373.70	0	00:53
N37	JUNCTION	0.02	0.20	370.57	0	00:58
N38	JUNCTION	0.02	0.12	368.07	0	00:58
N39	JUNCTION	0.07	0.43	369.02	0	00:58
N4	JUNCTION	0.01	0.09	376.84	0	00:58
N41	JUNCTION	0.00	0.00	371.11	0	00:00
N42	JUNCTION	0.00	0.04	373.58	0	00:47
N43	JUNCTION	0.01	0.05	374.09	0	00:47
N44	JUNCTION	0.01	0.06	375.10	0	00:46
N45	JUNCTION	0.01	0.04	375.62	0	00:46
N46	JUNCTION	0.02	0.12	374.41	0	00:53
N47	JUNCTION	0.01	0.10	373.66	0	00:53
N48	JUNCTION	0.00	0.04	372.44	0	00:53
N49	JUNCTION	0.01	0.05	374.59	0	00:51
N5	JUNCTION	0.01	0.07	376.57	0	00:59
N50	JUNCTION	0.01	0.06	374.04	0	00:51
N51	JUNCTION	0.01	0.05	373.62	0	00:52
N52	JUNCTION	0.00	0.03	372.86	0	00:52
N53	JUNCTION	0.06	0.28	370.88	0	00:59
N54	JUNCTION	0.08	0.37	372.77	0	00:59
N55	JUNCTION	0.05	0.25	373.75	0	00:53
N56	JUNCTION	0.04	0.28	374.47	0	00:52
N57	JUNCTION	0.00	0.00	375.81	0	00:00
N59	JUNCTION	0.04	0.32	374.99	0	00:47
N6	JUNCTION	0.01	0.05	377.81	0	00:46
N60	JUNCTION	0.03	0.27	375.28	0	00:53
N61	JUNCTION	0.01	0.04	377.37	0	00:51
N62	JUNCTION	0.02	0.17	373.38	0	00:57
N63	JUNCTION	0.05	0.16	374.67	0	00:52
N64	JUNCTION	0.01	0.04	375.80	0	00:51
N65	JUNCTION	0.01	0.06	375.60	0	00:46

N66	JUNCTION	0.01	0.04	375.23	0	00:47
N67	JUNCTION	0.01	0.10	373.53	0	00:53
N68	JUNCTION	0.00	0.03	375.74	0	00:47
N69	JUNCTION	0.00	0.03	376.36	0	00:46
N7	JUNCTION	0.01	0.10	377.37	0	00:52
N70	JUNCTION	0.01	0.05	376.97	0	00:46
N71	JUNCTION	0.00	0.04	376.77	0	00:47
N72	JUNCTION	0.01	0.06	376.94	0	00:46
N73	JUNCTION	0.01	0.05	376.77	0	00:47
N74	JUNCTION	0.01	0.11	376.59	0	00:47
N75	JUNCTION	0.01	0.10	376.42	0	00:48
N76	JUNCTION	0.02	0.14	376.14	0	00:48
N77	JUNCTION	0.02	0.16	375.89	0	00:48
N78	JUNCTION	0.02	0.14	375.78	0	00:48
N79	JUNCTION	0.01	0.07	376.29	0	00:51
N8	JUNCTION	0.01	0.06	377.11	0	00:52
N80	JUNCTION	0.01	0.06	376.23	0	00:52
N82	JUNCTION	0.02	0.17	375.45	0	00:53
N83	JUNCTION	0.07	0.31	372.21	0	00:59
N84	JUNCTION	0.01	0.05	377.38	0	00:46
N85	JUNCTION	0.00	0.03	376.79	0	00:47
N86	JUNCTION	0.01	0.13	376.28	0	00:47
N87	JUNCTION	0.01	0.05	376.76	0	00:46
N9	JUNCTION	0.02	0.18	376.06	0	00:52
N999	JUNCTION	0.03	0.23	375.66	0	00:53
N175	JUNCTION	0.00	0.03	374.30	0	00:46
N13	JUNCTION	0.03	0.26	375.57	0	00:53
N172	JUNCTION	0.07	1.34	364.64	0	00:56
N193	JUNCTION	0.99	1.37	362.52	0	00:59
N202	JUNCTION	0.06	0.30	369.36	0	00:58
N203	JUNCTION	0.07	0.34	370.84	0	01:00
N209	JUNCTION	0.03	1.38	364.38	0	01:29
V1	OUTFALL	0.00	0.00	361.00	0	00:00
V2	OUTFALL	0.02	0.40	363.20	0	00:39
V3	OUTFALL	0.00	0.00	361.00	0	00:00
V5	OUTFALL	0.00	0.00	361.00	0	00:00
SR1	STORAGE	2.22	2.41	362.31	0	01:03

Node Inflow Summary

	Maximum	Maximum		Lateral	Total
	Lateral	Total	Time of Max	Inflow	Inflow
	Inflow	Inflow	Occurrence	Volume	Volume



Node	Type	LPS	LPS	days hr:min	10 ⁶ ltr	10 ⁶ ltr						
61	JUNCTION	2.83	19.53	0 00:52	0.008	0.082	N154	JUNCTION	0.00	11.89	0 00:46	0.000 0.043
81	JUNCTION	0.00	5.40	0 00:53	0.000	0.024	N155	JUNCTION	1.83	7.40	0 00:46	0.006 0.027
N1	JUNCTION	12.27	12.27	0 00:56	0.059	0.059	N156	JUNCTION	0.00	21.65	0 00:52	0.000 0.098
N10	JUNCTION	3.32	3.32	0 00:41	0.009	0.009	N157	JUNCTION	0.00	61.59	0 00:57	0.000 0.281
N108	JUNCTION	0.00	17.90	0 00:59	0.000	0.091	N158	JUNCTION	0.00	0.00	0 00:00	0.000 0.000
N109	JUNCTION	0.00	32.12	0 00:54	0.000	0.148	N159	JUNCTION	0.00	53.95	0 00:56	0.000 0.254
N110	JUNCTION	0.00	39.11	0 00:56	0.000	0.183	N16	JUNCTION	4.45	4.45	0 01:01	0.027 0.027
N111	JUNCTION	15.34	15.34	0 01:01	0.440	0.440	N160	JUNCTION	15.22	54.27	0 00:56	0.071 0.254
N112	JUNCTION	0.00	15.29	0 01:02	0.000	0.440	N161	JUNCTION	7.73	39.22	0 00:56	0.035 0.183
N118	JUNCTION	12.61	15.57	0 00:46	0.049	0.059	N162	JUNCTION	4.89	4.89	0 00:46	0.017 0.017
N119	JUNCTION	13.43	13.43	0 01:01	0.114	0.114	N163	JUNCTION	0.00	4.75	0 00:46	0.000 0.017
N12	JUNCTION	0.00	38.15	0 00:52	0.000	0.165	N164	JUNCTION	6.38	6.38	0 00:46	0.025 0.025
N120	JUNCTION	0.00	13.24	0 01:02	0.000	0.114	N165	JUNCTION	4.63	15.15	0 00:46	0.015 0.057
N121	JUNCTION	0.00	13.12	0 01:03	0.000	0.114	N166	JUNCTION	0.00	14.83	0 00:47	0.000 0.057
N122	JUNCTION	0.00	13.03	0 01:05	0.000	0.114	N167	JUNCTION	0.00	14.82	0 00:48	0.000 0.057
N123	JUNCTION	10.05	10.05	0 01:01	0.077	0.077	N168	JUNCTION	0.00	12.02	0 00:57	0.000 0.059
N124	JUNCTION	0.00	9.92	0 01:01	0.000	0.077	N169	JUNCTION	0.00	17.97	0 00:58	0.000 0.091
N125	JUNCTION	0.00	9.81	0 01:03	0.000	0.077	N17	JUNCTION	0.00	4.38	0 01:01	0.000 0.027
N126	JUNCTION	0.00	22.69	0 01:05	0.000	0.191	N170	JUNCTION	0.00	17.91	0 00:58	0.000 0.091
N127	JUNCTION	15.40	15.40	0 01:01	0.083	0.083	N171	JUNCTION	7.18	26.69	0 00:47	0.030 0.104
N128	JUNCTION	0.00	15.08	0 01:02	0.000	0.083	N176	JUNCTION	3.22	35.94	0 00:52	0.008 0.149
N129	JUNCTION	0.00	15.00	0 01:02	0.000	0.083	N177	JUNCTION	2.38	2.38	0 00:41	0.007 0.007
N130	JUNCTION	0.00	14.92	0 01:03	0.000	0.083	N178	JUNCTION	0.00	36.87	0 00:52	0.000 0.160
N131	JUNCTION	0.00	14.80	0 01:04	0.000	0.083	N179	JUNCTION	0.00	36.84	0 00:53	0.000 0.160
N132	JUNCTION	0.00	258.53	0 00:51	0.000	0.954	N18	JUNCTION	0.00	4.34	0 01:02	0.000 0.027
N133	JUNCTION	10.18	10.18	0 01:01	0.057	0.057	N180	JUNCTION	0.00	40.37	0 00:53	0.000 0.173
N134	JUNCTION	0.00	9.97	0 01:02	0.000	0.057	N181	JUNCTION	0.00	40.35	0 00:53	0.000 0.173
N135	JUNCTION	0.00	382.09	0 00:51	0.000	1.013	N183	JUNCTION	0.00	195.86	0 01:00	0.000 1.332
N136	JUNCTION	1.50	95.43	0 01:36	0.005	0.339	N184	JUNCTION	0.94	204.24	0 00:57	0.002 1.372
N137	JUNCTION	8.23	8.23	0 00:51	0.036	0.036	N185	JUNCTION	3.83	242.75	0 00:57	0.014 1.535
N138	JUNCTION	0.00	8.07	0 00:51	0.000	0.036	N186	JUNCTION	0.00	242.73	0 00:57	0.000 1.535
N139	JUNCTION	3.12	3.12	0 00:46	0.011	0.011	N187	JUNCTION	0.00	298.17	0 00:58	0.000 1.769
N14	JUNCTION	0.00	5.17	0 00:46	0.000	0.020	N188	JUNCTION	3.33	373.07	0 00:58	0.011 2.108
N140	JUNCTION	4.61	7.44	0 00:51	0.021	0.032	N189	JUNCTION	0.00	373.10	0 00:58	0.000 2.108
N141	JUNCTION	0.00	42.65	0 00:44	0.000	0.041	N19	JUNCTION	15.65	79.42	0 00:51	0.039 0.705
N142	JUNCTION	1.26	100.03	0 00:51	0.004	0.421	N190	JUNCTION	0.00	373.11	0 00:59	0.000 2.108
N143	JUNCTION	0.00	9.89	0 01:03	0.000	0.057	N191	JUNCTION	0.00	374.91	0 00:56	0.000 2.108
N144	JUNCTION	0.00	118.54	0 00:52	0.000	0.621	N192	JUNCTION	0.00	375.63	0 00:56	0.000 2.108
N145	JUNCTION	0.00	194.89	0 00:53	0.000	1.326	N194	JUNCTION	0.00	285.23	0 00:45	0.000 1.912
N147	JUNCTION	10.60	10.60	0 00:51	0.046	0.046	N198	JUNCTION	0.00	25.39	0 00:52	0.000 0.112
N148	JUNCTION	0.00	10.36	0 00:51	0.000	0.046	N2	JUNCTION	0.00	12.09	0 00:56	0.000 0.059
N149	JUNCTION	0.00	17.31	0 00:52	0.000	0.073	N20	JUNCTION	3.54	50.89	0 00:48	0.009 0.199
N15	JUNCTION	5.28	5.28	0 00:46	0.020	0.020	N21	JUNCTION	0.00	48.69	0 00:53	0.000 0.190
N150	JUNCTION	0.00	40.36	0 00:53	0.000	0.173	N22	JUNCTION	0.00	5.39	0 00:53	0.000 0.024
N152	JUNCTION	0.00	14.83	0 00:47	0.000	0.053	N23	JUNCTION	0.00	5.42	0 00:52	0.000 0.024
							N24	JUNCTION	0.00	0.00	0 00:00	0.000 0.000
							N25	JUNCTION	0.00	4.75	0 00:51	0.000 0.020



N26	JUNCTION	0.00	9.12	0 00:52	0.000	0.038
N27	JUNCTION	0.00	4.51	0 00:46	0.000	0.018
N28	JUNCTION	13.38	21.81	0 00:51	0.060	0.098
N29	JUNCTION	4.18	25.41	0 00:52	0.014	0.112
N3	JUNCTION	6.40	18.12	0 00:57	0.032	0.091
N30	JUNCTION	0.00	25.36	0 00:53	0.000	0.112
N31	JUNCTION	9.18	61.89	0 00:56	0.031	0.281
N32	JUNCTION	0.00	61.66	0 00:57	0.000	0.281
N33	JUNCTION	8.37	69.21	0 00:57	0.034	0.315
N34	JUNCTION	4.83	36.91	0 00:52	0.021	0.160
N35	JUNCTION	0.00	69.19	0 00:57	0.000	0.315
N36	JUNCTION	0.00	38.15	0 00:53	0.000	0.165
N37	JUNCTION	3.80	72.35	0 00:58	0.013	0.328
N38	JUNCTION	0.00	72.33	0 00:58	0.000	0.328
N39	JUNCTION	3.31	298.26	0 00:58	0.009	1.769
N4	JUNCTION	0.00	17.94	0 00:58	0.000	0.091
N41	JUNCTION	0.00	0.00	0 00:00	0.000	0.000
N42	JUNCTION	0.00	14.83	0 00:47	0.000	0.053
N43	JUNCTION	2.59	14.86	0 00:47	0.007	0.053
N44	JUNCTION	5.95	12.02	0 00:46	0.020	0.043
N45	JUNCTION	10.63	12.04	0 00:46	0.038	0.044
N46	JUNCTION	5.99	30.42	0 00:52	0.024	0.128
N47	JUNCTION	0.00	30.35	0 00:53	0.000	0.128
N48	JUNCTION	0.00	35.90	0 00:53	0.000	0.149
N49	JUNCTION	8.39	8.39	0 00:51	0.038	0.038
N5	JUNCTION	0.00	17.90	0 00:59	0.000	0.091
N50	JUNCTION	0.00	8.28	0 00:51	0.000	0.038
N51	JUNCTION	0.00	8.19	0 00:52	0.000	0.038
N52	JUNCTION	0.00	8.17	0 00:52	0.000	0.038
N53	JUNCTION	0.00	194.43	0 00:59	0.000	1.325
N54	JUNCTION	0.00	194.47	0 00:58	0.000	1.325
N55	JUNCTION	0.00	195.67	0 00:53	0.000	1.326
N56	JUNCTION	0.00	131.66	0 00:51	0.000	0.636
N57	JUNCTION	0.00	0.00	0 00:00	0.000	0.000
N59	JUNCTION	0.00	55.56	0 00:53	0.000	0.237
N6	JUNCTION	5.58	5.58	0 00:46	0.021	0.021
N60	JUNCTION	7.82	55.67	0 00:53	0.030	0.237
N61	JUNCTION	4.84	4.84	0 00:51	0.020	0.020
N62	JUNCTION	0.00	53.98	0 00:56	0.000	0.250
N63	JUNCTION	0.00	78.81	0 00:52	0.000	0.705
N64	JUNCTION	5.76	5.76	0 00:46	0.022	0.022
N65	JUNCTION	7.56	7.56	0 00:46	0.027	0.027
N66	JUNCTION	0.00	7.40	0 00:46	0.000	0.027
N67	JUNCTION	2.71	40.36	0 00:53	0.008	0.173
N68	JUNCTION	1.57	1.57	0 00:46	0.006	0.006
N69	JUNCTION	3.10	3.10	0 00:46	0.011	0.011
N7	JUNCTION	7.53	12.74	0 00:51	0.030	0.051

N70	JUNCTION	4.08	4.08	0 00:46	0.014	0.014
N71	JUNCTION	0.00	3.99	0 00:46	0.000	0.014
N72	JUNCTION	6.74	6.74	0 00:46	0.023	0.023
N73	JUNCTION	0.00	6.61	0 00:46	0.000	0.023
N74	JUNCTION	9.20	19.12	0 00:46	0.032	0.070
N75	JUNCTION	1.35	20.11	0 00:47	0.005	0.075
N76	JUNCTION	7.32	36.16	0 00:47	0.023	0.138
N77	JUNCTION	5.23	40.01	0 00:47	0.012	0.150
N78	JUNCTION	3.44	43.09	0 00:47	0.016	0.166
N79	JUNCTION	5.61	5.61	0 00:51	0.024	0.024
N8	JUNCTION	0.00	12.47	0 00:52	0.000	0.051
N80	JUNCTION	0.00	5.51	0 00:51	0.000	0.024
N82	JUNCTION	0.00	50.47	0 00:54	0.000	0.190
N83	JUNCTION	0.00	194.45	0 00:59	0.000	1.325
N84	JUNCTION	4.09	4.09	0 00:46	0.013	0.013
N85	JUNCTION	0.00	3.94	0 00:46	0.000	0.013
N86	JUNCTION	0.00	15.37	0 00:46	0.000	0.059
N87	JUNCTION	4.60	4.60	0 00:46	0.018	0.018
N9	JUNCTION	11.43	38.34	0 00:52	0.055	0.165
N999	JUNCTION	0.00	41.77	0 00:52	0.000	0.178
N175	JUNCTION	3.51	3.51	0 00:46	0.013	0.013
N13	JUNCTION	2.91	48.87	0 00:53	0.008	0.207
N172	JUNCTION	0.00	373.01	0 00:59	0.000	2.108
N193	JUNCTION	0.00	375.98	0 00:56	0.000	2.104
N202	JUNCTION	0.00	256.19	0 00:57	0.000	1.587
N203	JUNCTION	1.63	195.86	0 01:00	0.007	1.332
N209	JUNCTION	0.00	500.00	0 00:39	0.000	1.908
V1	OUTFALL	0.00	0.00	0 00:00	0.000	0.000
V2	OUTFALL	0.00	548.90	0 01:42	0.000	1.919
V3	OUTFALL	0.00	0.00	0 00:00	0.000	0.000
V5	OUTFALL	0.00	118.72	0 00:59	0.000	0.188
SR1	STORAGE	0.00	457.31	0 00:45	0.000	1.976

Node Surcharge Summary

Surcharging occurs when water rises above the top of the highest conduit.

		Max. Height	Min. Depth	
		Hours	Above Crown	Below Rim
Node	Type	Surcharged	Meters	Meters

N136	JUNCTION	0.62	0.907	3.073
N159	JUNCTION	2.36	0.163	1.167
N190	JUNCTION	0.32	0.849	0.131



N191	JUNCTION	0.37	0.482	0.798
N192	JUNCTION	2.81	0.470	1.070
N194	JUNCTION	0.01	0.413	1.267
N172	JUNCTION	0.24	0.835	0.465
N209	JUNCTION	0.94	0.981	1.879
SR1	STORAGE	23.00	0.907	1.093

Node Flooding Summary

No nodes were flooded.

Storage Volume Summary

	Average	Avg	E&I	Maximum	Max	Time of Max
Maximum						
	Volume	Pcnt	Pcnt	Volume	Pcnt	Occurrence
Storage Unit	1000 m3	Full	Loss	1000 m3	Full	Outflow
LPS						days hr:min

SR1	0.072	63	0	0.078	69	0 01:03	500.00
-----	-------	----	---	-------	----	---------	--------

Outfall Loading Summary

	Flow	Avg.	Max.	Total
	Freq.	Flow	Flow	Volume
Outfall Node	Pcnt.	LPS	LPS	10 ⁶ ltr
V1	0.00	0.00	0.00	0.000
V2	17.85	135.10	548.90	1.919
V3	0.00	0.00	0.00	0.000
V5	4.02	62.55	118.72	0.188

System	5.47	197.65	627.71	2.107
--------	------	--------	--------	-------

Link Flow Summary

		Maximum	Time of Max	Maximum	Max/	Max/
		Flow	Occurrence	[Veloc]	Full	Full
Link	Type	LPS	days hr:min	m/sec	Flow	Depth
T3	CONDUIT	11.98	0 00:57	0.30	0.06	0.35
T4	CONDUIT	17.97	0 00:58	0.42	0.35	0.37
T2	CONDUIT	12.02	0 00:57	0.88	0.06	0.17
T5	CONDUIT	17.94	0 00:58	0.89	0.09	0.22
T6	CONDUIT	17.91	0 00:58	0.80	0.12	0.23
T7	CONDUIT	17.90	0 00:59	0.92	0.11	0.21
T8	CONDUIT	17.90	0 00:59	0.97	0.08	0.20
T9	CONDUIT	17.87	0 00:59	0.81	0.11	0.23
T10	CONDUIT	32.06	0 00:54	1.17	0.13	0.27
T11	CONDUIT	39.11	0 00:56	1.61	0.16	0.25
T12	CONDUIT	39.10	0 00:56	1.29	0.09	0.30
T13	CONDUIT	53.95	0 00:56	0.57	0.30	0.70
T14	CONDUIT	53.98	0 00:56	0.57	0.20	0.71
T15	CONDUIT	53.85	0 00:57	0.73	0.36	0.57
T16	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.50
T17	CONDUIT	61.66	0 00:57	0.99	0.81	0.75
T18	CONDUIT	61.59	0 00:57	0.99	0.89	0.74
T19	CONDUIT	61.56	0 00:58	1.30	0.78	0.61
T20	CONDUIT	69.19	0 00:57	1.84	0.42	0.51
T21	CONDUIT	69.17	0 00:58	1.85	0.45	0.51
T22	CONDUIT	72.33	0 00:58	2.78	0.33	0.40
T23	CONDUIT	72.33	0 00:58	1.11	0.13	0.42
T24	CONDUIT	298.15	0 00:58	2.52	0.62	0.58
T25	CONDUIT	298.17	0 00:58	1.99	0.95	0.71
T26	CONDUIT	4.75	0 00:46	0.54	0.04	0.12
T27	CONDUIT	4.63	0 00:47	0.24	0.03	0.21
T28	CONDUIT	6.20	0 00:51	0.31	0.03	0.22
T29	CONDUIT	14.83	0 00:47	0.56	0.26	0.26
T30	CONDUIT	14.82	0 00:48	0.80	0.10	0.21
T31	CONDUIT	14.80	0 00:48	0.75	0.08	0.22
T32	CONDUIT	4.51	0 00:46	0.61	0.03	0.11
T33	CONDUIT	4.43	0 00:47	0.32	0.00	0.05
T34	CONDUIT	4.75	0 00:51	0.74	0.02	0.10
T35	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.05
T36	CONDUIT	4.69	0 00:52	0.54	0.02	0.12
T37	CONDUIT	8.95	0 00:53	0.51	0.05	0.20
T38	CONDUIT	21.65	0 00:52	0.93	0.13	0.24
T39	CONDUIT	21.64	0 00:52	0.90	0.13	0.25
T40	CONDUIT	25.39	0 00:52	0.87	0.14	0.28
T41	CONDUIT	25.36	0 00:53	0.97	0.19	0.26



T42	CONDUIT	25.36	0 00:53	1.11	0.09	0.24	T92	CONDUIT	22.70	0 01:06	0.91	0.07	0.37
T43	CONDUIT	36.87	0 00:52	1.23	0.16	0.29	T93	CONDUIT	15.08	0 01:02	0.57	0.10	0.19
T44	CONDUIT	36.84	0 00:53	1.07	0.20	0.32	T94	CONDUIT	15.00	0 01:02	0.73	0.05	0.16
T45	CONDUIT	36.82	0 00:53	1.27	0.20	0.28	T95	CONDUIT	14.92	0 01:03	0.67	0.06	0.17
T46	CONDUIT	38.13	0 00:53	1.63	0.12	0.24	T96	CONDUIT	14.80	0 01:04	0.62	0.07	0.18
T47	CONDUIT	40.37	0 00:53	1.68	0.13	0.25	T97	CONDUIT	15.08	0 01:05	0.64	0.07	0.38
T48	CONDUIT	40.36	0 00:53	1.67	0.13	0.25	T99	CONDUIT	9.97	0 01:02	0.42	0.09	0.18
T49	CONDUIT	40.35	0 00:53	2.67	0.08	0.18	T100	CONDUIT	9.89	0 01:03	0.80	0.03	0.11
T50	CONDUIT	40.35	0 00:53	0.97	0.02	0.55	T101	CONDUIT	9.86	0 01:03	1.00	0.02	0.10
T51	CONDUIT	1.49	0 00:47	0.24	0.01	0.10	T102	CONDUIT	373.27	0 00:51	2.52	0.37	0.79
T52	CONDUIT	5.62	0 00:46	0.75	0.03	0.11	T103	CONDUIT	95.13	0 01:36	0.49	0.88	1.00
T53	CONDUIT	7.35	0 00:46	0.53	0.02	0.19	T104	CONDUIT	89.32	0 00:51	0.45	0.53	1.00
T54	CONDUIT	6.20	0 00:46	0.63	0.03	0.13	T105	CONDUIT	8.07	0 00:51	0.73	0.05	0.14
T55	CONDUIT	11.89	0 00:46	0.97	0.05	0.15	T106	CONDUIT	7.87	0 00:52	0.75	0.04	0.14
T56	CONDUIT	11.81	0 00:47	1.06	0.05	0.14	T109	CONDUIT	2.97	0 00:47	0.33	0.00	0.06
T57	CONDUIT	0.77	0 00:41	0.15	0.01	0.09	T110	CONDUIT	7.26	0 00:52	0.52	0.01	0.41
T58	CONDUIT	1.53	0 00:41	0.26	0.01	0.14	T111	CONDUIT	36.08	0 00:44	0.13	0.07	0.88
T59	CONDUIT	14.83	0 00:47	1.76	0.03	0.12	T112	CONDUIT	75.18	0 00:51	0.23	0.03	0.49
T60	CONDUIT	14.83	0 00:47	2.23	0.02	0.10	T113	CONDUIT	118.54	0 00:52	1.40	0.21	0.36
T61	CONDUIT	14.83	0 00:47	0.83	0.02	0.42	T114	CONDUIT	117.61	0 01:00	1.45	0.20	0.34
T64	CONDUIT	256.12	0 00:58	1.67	0.68	0.73	T115	CONDUIT	97.44	0 00:53	1.01	0.17	0.38
T65	CONDUIT	5.61	0 00:51	0.45	0.04	0.26	T116	CONDUIT	97.44	0 00:53	1.01	0.17	0.38
T66	CONDUIT	30.35	0 00:53	1.27	0.31	0.37	T117	CONDUIT	194.47	0 00:58	1.55	0.34	0.45
T68	CONDUIT	30.32	0 00:53	1.09	0.26	0.42	T118	CONDUIT	194.45	0 00:59	1.73	0.33	0.42
T69	CONDUIT	35.90	0 00:53	1.97	0.29	0.30	T119	CONDUIT	194.43	0 00:59	2.10	0.24	0.37
T70	CONDUIT	35.90	0 00:53	1.70	0.03	0.56	T120	CONDUIT	194.42	0 00:59	1.94	0.21	0.39
T71	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.50	T121	CONDUIT	10.36	0 00:51	0.59	0.08	0.20
T72	CONDUIT	242.73	0 00:57	1.60	0.72	0.72	T122	CONDUIT	10.15	0 00:52	0.54	0.09	0.21
T73	CONDUIT	242.63	0 00:58	1.63	0.96	0.71	T123	CONDUIT	5.51	0 00:51	0.41	0.07	0.16
T74	CONDUIT	19.47	0 00:53	0.59	0.22	0.31	T124	CONDUIT	5.42	0 00:52	0.57	0.04	0.13
T75	CONDUIT	7.40	0 00:46	0.78	0.04	0.13	T125	CONDUIT	5.40	0 00:53	0.78	0.02	0.10
T76	CONDUIT	7.31	0 00:47	0.63	0.03	0.16	T126	CONDUIT	48.69	0 00:53	0.86	0.36	0.46
T77	CONDUIT	17.18	0 00:52	0.64	0.10	0.27	T127	CONDUIT	5.39	0 00:53	0.70	0.02	0.13
T78	CONDUIT	8.28	0 00:51	0.84	0.04	0.13	T128	CONDUIT	8.44	0 00:54	0.29	0.05	0.29
T79	CONDUIT	8.19	0 00:52	0.89	0.04	0.13	T129	CONDUIT	48.13	0 00:49	0.86	0.50	0.46
T80	CONDUIT	8.17	0 00:52	1.47	0.02	0.09	T130	CONDUIT	50.74	0 00:49	0.84	0.33	0.49
T81	CONDUIT	8.16	0 00:52	0.61	0.01	0.43	T131	CONDUIT	15.29	0 01:02	0.94	0.11	0.19
T82	CONDUIT	204.21	0 00:57	1.55	0.74	0.64	T132	CONDUIT	15.28	0 01:02	0.78	0.03	0.35
T83	CONDUIT	195.86	0 01:00	1.57	0.77	0.61	T133	CONDUIT	4.38	0 01:01	0.72	0.02	0.10
T84	CONDUIT	195.85	0 01:00	1.63	0.56	0.59	T134	CONDUIT	4.34	0 01:02	0.68	0.02	0.10
T85	CONDUIT	13.24	0 01:02	0.55	0.08	0.18	T135	CONDUIT	4.30	0 01:03	0.12	0.03	0.34
T86	CONDUIT	13.12	0 01:03	0.49	0.06	0.19	T136	CONDUIT	78.81	0 00:52	1.30	0.58	0.49
T87	CONDUIT	13.03	0 01:05	0.53	0.09	0.18	T137	CONDUIT	78.75	0 00:52	1.60	0.33	0.51
T88	CONDUIT	13.00	0 01:05	0.65	0.04	0.16	T138	CONDUIT	3.94	0 00:46	0.84	0.13	0.21
T89	CONDUIT	9.92	0 01:01	0.70	0.03	0.13	T139	CONDUIT	5.17	0 00:46	0.84	0.05	0.14
T90	CONDUIT	9.81	0 01:03	0.69	0.03	0.13	T141	CONDUIT	5.38	0 00:46	0.38	0.07	0.26
T91	CONDUIT	9.76	0 01:04	0.53	0.03	0.15	T142	CONDUIT	12.47	0 00:52	0.83	0.21	0.27

									/Actual	Up	Down	Sub	Sup	Up	Down	Froude	Flow		
T143	CONDUIT	12.42	0 00:52	0.47	0.09	0.40			Conduit	Length	Dry	Dry	Dry	Crit	Crit	Crit	Crit	Number	Change
T144	CONDUIT	3.17	0 00:41	0.30	0.03	0.21													
T145	CONDUIT	15.37	0 00:46	0.86	0.15	0.31													
T146	CONDUIT	15.23	0 00:47	0.60	0.19	0.39			T3	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.0000
T147	CONDUIT	38.15	0 00:52	1.10	0.35	0.49			T4	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.0000
T148	CONDUIT	38.06	0 00:53	0.93	0.45	0.55			T2	1.00	0.00	0.00	0.00	0.68	0.32	0.00	0.00	0.91	0.0000
T149	CONDUIT	3.91	0 00:47	0.33	0.05	0.57			T5	1.00	0.00	0.00	0.00	0.84	0.16	0.00	0.00	0.84	0.0000
T150	CONDUIT	3.99	0 00:46	0.57	0.03	0.11			T6	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.74	0.0000
T151	CONDUIT	3.91	0 00:47	0.23	0.02	0.19			T7	1.00	0.01	0.00	0.00	0.71	0.28	0.00	0.00	0.89	0.0000
T152	CONDUIT	6.61	0 00:46	0.61	0.05	0.14			T8	1.00	0.01	0.00	0.00	0.70	0.29	0.00	0.00	0.91	0.0000
T153	CONDUIT	6.46	0 00:47	0.34	0.04	0.21			T9	1.00	0.01	0.00	0.00	0.89	0.10	0.00	0.00	0.81	0.0000
T154	CONDUIT	18.86	0 00:47	0.70	0.17	0.27			T10	1.00	0.00	0.01	0.00	0.49	0.50	0.00	0.00	1.00	0.0000
T155	CONDUIT	20.04	0 00:48	0.75	0.14	0.26			T11	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.47	0.0000
T156	CONDUIT	26.65	0 00:48	0.79	0.17	0.31			T12	1.00	0.00	0.00	0.00	0.34	0.66	0.00	0.00	1.09	0.0000
T157	CONDUIT	39.95	0 00:48	0.92	0.34	0.38			T13	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.0000
T158	CONDUIT	3.02	0 00:46	0.19	0.01	0.22			T14	1.00	0.00	0.02	0.00	0.98	0.00	0.00	0.00	0.03	0.0000
T159	CONDUIT	36.00	0 00:48	0.83	0.26	0.38			T15	1.00	0.00	0.02	0.00	0.98	0.00	0.00	0.00	0.55	0.0000
T160	CONDUIT	43.05	0 00:48	0.99	0.26	0.38			T16	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000
T162	CONDUIT	55.56	0 00:53	0.94	0.71	0.73			T17	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.0000
T163	CONDUIT	56.52	0 00:51	1.34	0.85	0.73			T18	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.45	0.0000
T164	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.35			T19	1.00	0.00	0.00	0.00	0.95	0.05	0.00	0.00	0.60	0.0000
T165	CONDUIT	373.10	0 00:58	3.19	0.64	0.58			T20	1.00	0.00	0.00	0.00	0.59	0.41	0.00	0.00	0.97	0.0000
T168	CONDUIT	374.91	0 00:56	2.04	1.07	1.00			T21	1.00	0.00	0.00	0.00	0.52	0.48	0.00	0.00	1.04	0.0000
T169	CONDUIT	375.63	0 00:56	1.91	0.89	1.00			T22	1.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.75	0.00	0.00	1.46	0.0000
T1	CONDUIT	12.09	0 00:56	0.75	0.09	0.19			T23	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.32	0.0000
T172	CONDUIT	457.31	0 00:45	3.13	0.34	1.00			T24	1.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.99	0.00	0.00	1.69	0.0000
T173	CONDUIT	41.63	0 00:53	0.87	0.55	0.61			T25	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.25	0.0000
T176	CONDUIT	5.10	0 00:47	0.22	0.03	0.49			T26	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.51	0.0000
T181	CONDUIT	373.01	0 00:59	2.75	0.61	0.78			T27	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.0000
T182	CONDUIT	373.11	0 00:59	2.20	0.89	1.00			T28	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.0000
T183	CONDUIT	375.98	0 00:56	1.91	0.51	1.00			T29	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.0000
T184	CONDUIT	285.23	0 00:45	1.89	1.36	0.95			T30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.95	0.05	0.00	0.00	0.67	0.0000
T185	CONDUIT	3.42	0 00:46	0.31	0.02	0.29			T31	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.02	0.00	0.00	0.47	0.0000
T186	CONDUIT	48.67	0 00:53	0.92	0.67	0.66			T32	1.00	0.00	0.00	0.00	0.91	0.09	0.00	0.00	0.67	0.0000
T329	CONDUIT	548.90	0 01:42	4.37	1.32	1.00			T33	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.0000
B1	PUMP	500.00	0 00:39	1.00					T34	1.00	0.00	0.00	0.00	0.72	0.28	0.00	0.00	0.87	0.0000
R1	WEIR	118.72	0 00:59		0.35				T35	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000
R2	WEIR	0.00	0 00:00		0.00				T36	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.61	0.0000
R3	WEIR	0.00	0 00:00		0.00				T37	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.42	0.0000
									T38	1.00	0.00	0.00	0.00	0.88	0.12	0.00	0.00	0.81	0.0000
									T39	1.00	0.00	0.00	0.00	0.88	0.11	0.00	0.00	0.81	0.0000
*****									T40	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.67	0.0000
Flow Classification Summary									T41	1.00	0.00	0.00	0.00	0.84	0.16	0.00	0.00	0.77	0.0000
*****									T42	1.00	0.00	0.00	0.00	0.54	0.46	0.00	0.00	0.99	0.0000
									T43	1.00	0.00	0.00	0.00	0.52	0.48	0.00	0.00	1.00	0.0000
									T44	1.00	0.00	0.00	0.00	0.81	0.19	0.00	0.00	0.85	0.0000
Adjusted	---	Fraction of Time in Flow Class	----	Avg.	Avg.				T45	1.00	0.00	0.00	0.00	0.39	0.60	0.00	0.00	1.07	0.0000



T46	1.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.99	0.00	0.00	1.43	0.0000	T96	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.58	0.0000
T47	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.41	0.0000	T97	1.00	0.01	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.10	0.0000
T48	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.56	0.0000	T99	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.0000
T49	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	3.05	0.0000	T100	1.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.25	0.00	0.00	0.84	0.0000
T50	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.02	0.00	0.00	0.15	0.0000	T101	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.59	0.0000
T51	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.0000	T102	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.11	0.0045
T52	1.00	0.00	0.00	0.00	0.76	0.24	0.00	0.00	0.82	0.0000	T103	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.00	0.00	0.02	0.01	0.0053
T53	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.0000	T104	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.0010
T54	1.00	0.00	0.00	0.00	0.95	0.05	0.00	0.00	0.67	0.0000	T105	1.00	0.00	0.00	0.00	0.89	0.11	0.00	0.00	0.69	0.0000
T55	1.00	0.00	0.00	0.00	0.69	0.31	0.00	0.00	0.90	0.0000	T106	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.11	0.0000
T56	1.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	1.08	0.0000	T109	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.0000
T57	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.0000	T110	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.0000
T58	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.07	0.0000	T111	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000
T59	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.90	0.0000	T112	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.0000
T60	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.49	0.0000	T113	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.01	0.00	0.00	0.63	0.0000
T61	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.02	0.00	0.00	0.08	0.0000	T114	1.00	0.00	0.00	0.00	0.88	0.11	0.00	0.00	0.48	0.0000
T64	1.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.95	0.00	0.00	1.12	0.0000	T115	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.53	0.0000
T65	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.34	0.0000	T116	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.53	0.0000
T66	1.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.62	0.00	0.00	1.08	0.0000	T117	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.01	0.00	0.00	0.78	0.0000
T68	1.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.39	0.00	0.00	0.98	0.0000	T118	1.00	0.00	0.00	0.00	0.71	0.28	0.00	0.00	0.89	0.0000
T69	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.10	0.0000	T119	1.00	0.00	0.00	0.00	0.26	0.73	0.00	0.00	1.13	0.0000
T70	1.00	0.00	0.00	0.00	0.97	0.03	0.00	0.00	0.21	0.0000	T120	1.00	0.00	0.00	0.00	0.65	0.35	0.00	0.00	1.01	0.0000
T71	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	T121	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.51	0.0000
T72	1.00	0.00	0.00	0.00	0.65	0.35	0.00	0.00	0.98	0.0000	T122	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.0000
T73	1.00	0.00	0.00	0.00	0.35	0.65	0.00	0.00	1.02	0.0000	T123	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.0000
T74	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.0000	T124	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.56	0.0000
T75	1.00	0.00	0.00	0.00	0.78	0.22	0.00	0.00	0.75	0.0000	T125	1.00	0.00	0.00	0.00	0.68	0.32	0.00	0.00	0.91	0.0000
T76	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.43	0.0000	T126	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.0000
T77	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.51	0.0000	T127	1.00	0.00	0.00	0.00	0.74	0.26	0.00	0.00	0.85	0.0000
T78	1.00	0.00	0.00	0.00	0.68	0.32	0.00	0.00	0.89	0.0000	T128	1.00	0.00	0.01	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.22	0.0000
T79	1.00	0.00	0.00	0.00	0.55	0.45	0.00	0.00	1.01	0.0000	T129	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.52	0.0000
T80	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.94	0.0000	T130	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.0000
T81	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.02	0.00	0.00	0.07	0.0000	T131	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.24	0.0000
T82	1.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.69	0.00	0.00	1.02	0.0000	T132	1.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.89	0.00	0.00	1.16	0.0000
T83	1.00	0.00	0.00	0.00	0.48	0.52	0.00	0.00	1.01	0.0000	T133	1.00	0.00	0.00	0.00	0.56	0.44	0.00	0.00	0.98	0.0000
T84	1.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.94	0.00	0.00	1.05	0.0000	T134	1.00	0.00	0.00	0.00	0.65	0.35	0.00	0.00	0.92	0.0000
T85	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.54	0.0000	T135	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.0000
T86	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.0000	T136	1.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.88	0.00	0.00	1.04	0.0000
T87	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.49	0.0000	T137	1.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.91	0.00	0.00	1.37	0.0000
T88	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.0000	T138	1.00	0.00	0.00	0.00	0.59	0.41	0.00	0.00	0.94	0.0000
T89	1.00	0.00	0.00	0.00	0.92	0.08	0.00	0.00	0.82	0.0000	T139	1.00	0.00	0.00	0.00	0.62	0.38	0.00	0.00	0.94	0.0000
T90	1.00	0.00	0.00	0.00	0.93	0.07	0.00	0.00	0.81	0.0000	T141	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.0000
T91	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.55	0.0000	T142	1.00	0.00	0.00	0.00	0.89	0.11	0.00	0.00	0.69	0.0000
T92	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.02	0.00	0.00	0.30	0.0000	T143	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.43	0.0000
T93	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.46	0.0000	T144	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.0000
T94	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.71	0.0000	T145	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.0000
T95	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.63	0.0000	T146	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.26	0.0000



T147	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.57	0.0000
T148	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.48	0.0000
T149	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.0000
T150	1.00	0.00	0.00	0.00	0.96	0.04	0.00	0.00	0.59	0.0000
T151	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.0000
T152	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.58	0.0000
T153	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.0000
T154	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.52	0.0000
T155	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.56	0.0000
T156	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.62	0.0000
T157	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.0000
T158	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.0000
T159	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.59	0.0000
T160	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.68	0.0000
T162	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.47	0.0000
T163	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.30	0.0000
T164	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000
T165	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.03	0.0000
T168	1.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.97	0.00	0.00	1.28	0.0000
T169	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.01	0.00	0.00	0.16	0.0000
T1	1.00	0.00	0.00	0.00	0.94	0.06	0.00	0.00	0.71	0.0000
T172	1.00	0.00	0.00	0.00	0.97	0.03	0.00	0.00	0.10	0.0011
T173	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.0000
T176	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.0000
T181	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.72	0.0000
T182	1.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.98	0.00	0.00	1.29	0.0000
T183	1.00	0.01	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.03	0.0007
T184	1.00	0.02	0.00	0.00	0.95	0.03	0.00	0.00	0.18	0.0038
T185	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.0000
T186	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.46	0.0000
T329	1.00	0.03	0.00	0.00	0.68	0.29	0.00	0.00	0.57	0.0028

Conduit Surcharge Summary

Conduit	Hours		Hours		Capacity
	----- Hours Full -----		Above Full		
	Both Ends	Upstream	Dnstream	Normal Flow	

T103	0.44	0.44	0.47	0.01	0.09
T104	0.62	0.62	0.64	0.01	0.08
T168	0.32	0.32	0.32	0.19	0.19
T169	0.37	0.37	0.37	0.01	0.01
T172	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
T182	0.24	0.24	0.24	0.01	0.01
T183	2.81	2.81	2.83	0.01	0.01
T184	0.01	0.01	0.01	0.71	0.01
T329	0.01	0.01	0.01	0.99	0.01

Pumping Summary

				Min	Avg	Max	Total	Power	% Time Off	
				Percent	Number of	Flow	Flow	Flow	Volume	Usage
Pump Curve										
Pump	Utilized	Start-Ups	LPS	LPS	LPS	10^6 ltr	Kw-hr	Low	High	

B1	4.66	93	0.00	494.25	500.00	1.908	7.11	0.0	2.4	

Analysis begun on: Fri Aug 23 12:38:19 2013

Analysis ended on: Fri Aug 23 12:38:45 2013

Total elapsed time: 00:00:26



A.3 Resultados para el periodo de retorno T=10 años

EPA STORM WATER MANAGEMENT MODEL - VERSION 5.0 (Build 5.0.022)

NOTE: The summary statistics displayed in this report are
based on results found at every computational time step,
not just on results from each reporting time step.

Analysis Options

Flow Units LPS

Process Models:

Rainfall/Runoff YES

Snowmelt NO

Groundwater NO

Flow Routing YES

Ponding Allowed NO

Water Quality NO

Infiltration Method HORTON

Flow Routing Method DYNWAVE

Starting Date JAN-01-2001 00:00:00

Ending Date JAN-01-2001 23:00:00

Antecedent Dry Days 0.0

Report Time Step 00:01:00

Wet Time Step 00:01:00

Dry Time Step 01:00:00

Routing Time Step 1.00 sec

WARNING 09: time series interval greater than recording interval for Rain Gage P1

WARNING 08: elevation drop exceeds length for Conduit T70

*****	Volume	Depth
Runoff Quantity Continuity	hectare-m	mm
*****	-----	-----
Total Precipitation	0.280	14.060
Evaporation Loss	0.000	0.000
Infiltration Loss	0.007	0.362
Surface Runoff	0.254	12.752
Final Surface Storage	0.019	0.953
Continuity Error (%)	-0.048	

*****	Volume	Volume
Flow Routing Continuity	hectare-m	10^6 ltr
*****	-----	-----
Dry Weather Inflow	0.000	0.000
Wet Weather Inflow	0.254	2.544
Groundwater Inflow	0.000	0.000
RDII Inflow	0.000	0.000
External Inflow	0.000	0.000
External Outflow	0.250	2.502
Internal Outflow	0.001	0.011
Storage Losses	0.000	0.000
Initial Stored Volume	0.007	0.066
Final Stored Volume	0.011	0.107
Continuity Error (%)	-0.440	

Highest Continuity Errors

Node N141 (12.62%)

Node N142 (2.30%)

Node N159 (1.10%)

Time-Step Critical Elements

Link T120 (3.66%)

Highest Flow Instability Indexes

Link T172 (11)

Link T184 (11)

Link T183 (11)

Link T102 (9)

Link T103 (5)

Routing Time Step Summary



Minimum Time Step : 0.50 sec
Average Time Step : 0.99 sec
Maximum Time Step : 1.00 sec
Percent in Steady State : 0.00
Average Iterations per Step : 2.20

Subcatchment Runoff Summary

	Total Precip	Total Runon	Total Evap	Total Infil	Total Runoff	Total Runoff	Peak Runoff	Runoff Coeff
Subcatchment	mm	mm	mm	mm	mm	mm	10 ⁶ ltr	LPS
C2	14.06	0.00	0.00	0.00	13.87	0.10	19.36	0.986
C3	14.06	0.00	0.00	0.00	13.66	0.09	12.81	0.971
C4	14.06	0.00	0.00	0.00	13.57	0.14	17.19	0.965
C5	14.06	0.00	0.00	3.51	10.39	0.07	12.77	0.739
C6	14.06	0.00	0.00	0.00	14.00	0.01	1.89	0.996
C7	14.06	0.00	0.00	2.10	11.85	0.04	10.33	0.843
C8	14.06	0.00	0.00	0.00	14.01	0.00	1.58	0.996
C25	14.06	0.00	0.00	0.00	13.92	0.03	5.80	0.990
C24	14.06	0.00	0.00	0.00	13.99	0.01	3.89	0.995
C23	14.06	0.00	0.00	0.00	10.73	0.54	20.09	0.763
C22	14.06	0.00	0.00	2.10	11.88	0.04	9.83	0.845
C12	14.06	0.00	0.00	0.00	14.01	0.01	3.64	0.996
C21	14.06	0.00	0.00	0.00	13.97	0.02	6.63	0.993
C20	14.06	0.00	0.00	3.51	10.50	0.02	5.15	0.747
C11	14.06	0.00	0.00	0.00	13.91	0.07	14.32	0.989
C10	14.06	0.00	0.00	0.00	13.95	0.03	8.03	0.992
C9	14.06	0.00	0.00	0.00	14.01	0.01	4.16	0.996
C19	14.06	0.00	0.00	0.00	13.96	0.03	9.47	0.993
C14	14.06	0.00	0.00	3.51	10.49	0.03	7.86	0.746
C13	14.06	0.00	0.00	0.00	13.91	0.07	15.37	0.989
C15	14.06	0.00	0.00	0.00	13.90	0.04	8.01	0.989
C18	14.06	0.00	0.00	0.00	13.97	0.03	7.01	0.993
C16	14.06	0.00	0.00	0.00	13.99	0.02	5.78	0.995
C17	14.06	0.00	0.00	2.10	11.87	0.03	8.04	0.845
C27	14.06	0.00	0.00	0.00	13.93	0.04	9.72	0.990
C26	14.06	0.00	0.00	0.00	13.99	0.02	6.09	0.995
C39	14.06	0.00	0.00	0.00	13.95	0.02	6.05	0.992
C40	14.06	0.00	0.00	0.00	13.97	0.02	5.79	0.993
C43	14.06	0.00	0.00	0.00	13.98	0.02	5.10	0.995
C54	14.06	0.00	0.00	3.51	10.51	0.01	4.80	0.748
C55	14.06	0.00	0.00	0.00	13.96	0.01	3.74	0.993

C53	14.06	0.00	0.00	0.00	13.81	0.03	5.60	0.982
C56	14.06	0.00	0.00	2.10	11.89	0.04	11.51	0.846
C57	14.06	0.00	0.00	0.00	13.98	0.01	1.68	0.994
C62	14.06	0.00	0.00	0.00	13.87	0.01	2.51	0.987
C63	14.06	0.00	0.00	0.00	14.02	0.01	4.42	0.997
C61	14.06	0.00	0.00	0.00	13.96	0.01	1.86	0.993
C64	14.06	0.00	0.00	0.00	14.02	0.05	19.50	0.997
C58	14.06	0.00	0.00	2.10	11.91	0.03	9.23	0.847
C44	14.06	0.00	0.00	0.00	13.95	0.03	9.00	0.992
C59	14.06	0.00	0.00	0.00	14.03	0.01	6.60	0.998
C60	14.06	0.00	0.00	0.00	13.95	0.03	7.02	0.992
C67	14.06	0.00	0.00	0.00	13.99	0.01	3.87	0.995
C42	14.06	0.00	0.00	0.00	13.93	0.07	16.80	0.991
C41	14.06	0.00	0.00	0.00	13.92	0.08	19.13	0.990
C69	14.06	0.00	0.00	0.00	13.99	0.04	11.46	0.995
C71	14.06	0.00	0.00	0.00	13.99	0.02	5.22	0.995
C45	14.06	0.00	0.00	0.00	13.97	0.03	9.52	0.994
C68	14.06	0.00	0.00	0.00	13.97	0.01	1.97	0.994
C29	14.06	0.00	0.00	0.00	13.98	0.03	9.47	0.994
C46	14.06	0.00	0.00	0.00	13.96	0.03	7.25	0.993
C31	14.06	0.00	0.00	0.00	14.01	0.01	3.55	0.996
C28	14.06	0.00	0.00	0.00	13.94	0.05	13.28	0.991
C70	14.06	0.00	0.00	0.00	13.99	0.02	4.75	0.995
C49	14.06	0.00	0.00	0.00	14.00	0.01	4.20	0.995
C36	14.06	0.00	0.00	0.00	14.01	0.01	4.15	0.996
C1	14.06	0.00	0.00	0.00	14.00	0.01	3.41	0.996
C50	14.06	0.00	0.00	0.00	13.97	0.02	4.80	0.994
C51	14.06	0.00	0.00	0.00	14.02	0.00	1.18	0.997
C52	14.06	0.00	0.00	0.00	13.94	0.01	2.05	0.991
C30	14.06	0.00	0.00	0.00	13.93	0.04	10.53	0.991
C34	14.06	0.00	0.00	0.00	14.02	0.01	4.01	0.997
C35	14.06	0.00	0.00	0.00	14.01	0.01	3.24	0.997
C37	14.06	0.00	0.00	0.00	14.00	0.01	2.99	0.996
C47	14.06	0.00	0.00	0.00	13.95	0.04	10.49	0.992
C48	14.06	0.00	0.00	0.00	13.94	0.03	6.06	0.991
C33	14.06	0.00	0.00	0.00	13.97	0.02	4.40	0.994
C38	14.06	0.00	0.00	0.00	13.99	0.02	7.42	0.995
C66	14.06	0.00	0.00	0.00	13.99	0.01	2.31	0.995
C65	14.06	0.00	0.00	0.00	14.00	0.01	3.85	0.996
C32	14.06	0.00	0.00	0.00	13.96	0.03	7.54	0.993

Node Depth Summary



Node	Type	Average Maximum Maximum Time of Max			
		Depth	Depth	HGL	Occurrence
		Meters	Meters	Meters	days hr:min
61	JUNCTION	0.02	0.14	374.49	0 00:53
81	JUNCTION	0.01	0.04	375.79	0 00:58
N1	JUNCTION	0.01	0.09	378.08	0 00:56
N10	JUNCTION	0.00	0.06	376.67	0 00:46
N108	JUNCTION	0.02	0.10	376.19	0 01:04
N109	JUNCTION	0.02	0.11	375.97	0 00:59
N110	JUNCTION	0.01	0.09	374.10	0 00:59
N111	JUNCTION	0.06	0.11	376.36	0 01:07
N112	JUNCTION	0.03	0.06	376.03	0 01:07
N118	JUNCTION	0.01	0.13	376.33	0 00:51
N119	JUNCTION	0.03	0.11	375.57	0 01:07
N12	JUNCTION	0.03	0.23	375.96	0 00:53
N120	JUNCTION	0.02	0.09	375.38	0 01:08
N121	JUNCTION	0.03	0.12	375.18	0 01:09
N122	JUNCTION	0.02	0.08	375.02	0 01:10
N123	JUNCTION	0.02	0.07	375.98	0 01:06
N124	JUNCTION	0.02	0.07	375.47	0 01:07
N125	JUNCTION	0.02	0.07	375.04	0 01:09
N126	JUNCTION	0.02	0.10	374.58	0 01:10
N127	JUNCTION	0.02	0.13	375.41	0 01:01
N128	JUNCTION	0.01	0.09	375.22	0 01:02
N129	JUNCTION	0.02	0.09	375.18	0 01:03
N130	JUNCTION	0.02	0.10	374.77	0 01:09
N131	JUNCTION	0.02	0.14	374.53	0 01:09
N132	JUNCTION	0.06	0.39	374.55	0 01:10
N133	JUNCTION	0.02	0.12	376.22	0 01:06
N134	JUNCTION	0.01	0.07	376.12	0 01:07
N135	JUNCTION	0.53	1.13	374.83	0 01:21
N136	JUNCTION	0.34	1.41	375.30	0 01:23
N137	JUNCTION	0.01	0.07	376.58	0 00:56
N138	JUNCTION	0.01	0.06	376.14	0 00:57
N139	JUNCTION	0.00	0.04	374.89	0 00:51
N14	JUNCTION	0.00	0.04	376.85	0 00:52
N140	JUNCTION	0.01	0.05	374.52	0 00:57
N141	JUNCTION	0.28	0.55	374.50	0 01:06
N142	JUNCTION	0.46	0.74	374.51	0 01:07
N143	JUNCTION	0.01	0.05	375.78	0 01:08
N144	JUNCTION	0.05	0.32	373.85	0 01:06
N145	JUNCTION	0.08	0.40	373.41	0 01:03
N147	JUNCTION	0.01	0.09	375.02	0 00:56
N148	JUNCTION	0.01	0.09	374.80	0 00:57
N149	JUNCTION	0.01	0.09	374.65	0 00:52
N15	JUNCTION	0.01	0.06	377.31	0 00:51

N150	JUNCTION	0.01	0.11	372.68	0 00:58
N152	JUNCTION	0.00	0.04	371.70	0 00:52
N154	JUNCTION	0.01	0.07	374.60	0 00:52
N155	JUNCTION	0.01	0.05	375.36	0 00:51
N156	JUNCTION	0.01	0.11	375.51	0 00:57
N157	JUNCTION	0.04	0.33	373.01	0 00:58
N158	JUNCTION	0.00	0.00	373.95	0 00:00
N159	JUNCTION	0.36	0.60	373.47	0 01:03
N16	JUNCTION	0.01	0.05	377.00	0 01:06
N160	JUNCTION	0.02	0.21	373.50	0 01:01
N161	JUNCTION	0.02	0.13	374.72	0 00:59
N162	JUNCTION	0.01	0.06	376.76	0 00:51
N163	JUNCTION	0.01	0.05	376.58	0 00:52
N164	JUNCTION	0.01	0.06	376.75	0 00:51
N165	JUNCTION	0.02	0.14	376.31	0 00:52
N166	JUNCTION	0.01	0.10	376.25	0 00:52
N167	JUNCTION	0.01	0.09	376.09	0 00:53
N168	JUNCTION	0.01	0.07	377.52	0 00:57
N169	JUNCTION	0.01	0.09	377.07	0 01:03
N17	JUNCTION	0.01	0.04	376.37	0 01:07
N170	JUNCTION	0.02	0.11	376.63	0 01:03
N171	JUNCTION	0.01	0.12	376.39	0 00:52
N176	JUNCTION	0.02	0.17	373.37	0 00:53
N177	JUNCTION	0.00	0.02	374.17	0 00:46
N178	JUNCTION	0.02	0.14	374.17	0 00:58
N179	JUNCTION	0.02	0.15	373.97	0 00:58
N18	JUNCTION	0.01	0.05	375.25	0 01:08
N180	JUNCTION	0.01	0.11	373.27	0 00:58
N181	JUNCTION	0.01	0.05	371.55	0 00:58
N183	JUNCTION	0.06	0.31	370.55	0 01:05
N184	JUNCTION	0.07	0.38	370.24	0 01:06
N185	JUNCTION	0.07	0.37	370.02	0 01:04
N186	JUNCTION	0.08	0.51	369.83	0 01:04
N187	JUNCTION	0.06	0.33	368.59	0 01:04
N188	JUNCTION	0.06	0.33	368.15	0 01:03
N189	JUNCTION	0.06	0.37	366.01	0 01:04
N19	JUNCTION	0.07	0.27	375.09	0 00:57
N190	JUNCTION	0.10	1.48	364.64	0 00:54
N191	JUNCTION	0.09	1.09	363.48	0 00:54
N192	JUNCTION	0.39	1.03	362.81	0 02:04
N194	JUNCTION	0.22	0.95	362.85	0 01:44
N198	JUNCTION	0.02	0.14	375.11	0 00:57
N2	JUNCTION	0.01	0.07	377.81	0 00:57
N20	JUNCTION	0.02	0.18	375.20	0 00:54
N21	JUNCTION	0.03	0.23	375.35	0 00:54
N22	JUNCTION	0.01	0.09	375.47	0 00:54
N23	JUNCTION	0.01	0.05	376.06	0 00:57



N24	JUNCTION	0.00	0.00	377.23	0 00:00
N25	JUNCTION	0.01	0.04	376.84	0 00:57
N26	JUNCTION	0.01	0.07	376.44	0 00:53
N27	JUNCTION	0.00	0.04	376.57	0 00:52
N28	JUNCTION	0.01	0.11	375.75	0 00:57
N29	JUNCTION	0.01	0.11	375.38	0 00:57
N3	JUNCTION	0.04	0.24	377.51	0 01:02
N30	JUNCTION	0.01	0.09	374.97	0 00:58
N31	JUNCTION	0.04	0.34	373.30	0 00:57
N32	JUNCTION	0.04	0.36	373.13	0 00:58
N33	JUNCTION	0.03	0.22	372.80	0 00:58
N34	JUNCTION	0.02	0.12	374.64	0 00:57
N35	JUNCTION	0.03	0.24	371.47	0 00:58
N36	JUNCTION	0.01	0.10	373.71	0 00:58
N37	JUNCTION	0.03	0.22	370.60	0 00:58
N38	JUNCTION	0.02	0.14	368.09	0 00:58
N39	JUNCTION	0.08	0.69	369.28	0 00:56
N4	JUNCTION	0.02	0.10	376.85	0 01:03
N41	JUNCTION	0.00	0.00	371.11	0 00:00
N42	JUNCTION	0.00	0.05	373.59	0 00:52
N43	JUNCTION	0.01	0.06	374.09	0 00:52
N44	JUNCTION	0.01	0.07	375.11	0 00:51
N45	JUNCTION	0.01	0.05	375.63	0 00:51
N46	JUNCTION	0.02	0.13	374.42	0 00:53
N47	JUNCTION	0.01	0.12	373.67	0 00:53
N48	JUNCTION	0.01	0.04	372.44	0 00:53
N49	JUNCTION	0.01	0.06	374.59	0 00:56
N5	JUNCTION	0.01	0.08	376.57	0 01:03
N50	JUNCTION	0.01	0.06	374.05	0 00:56
N51	JUNCTION	0.01	0.05	373.63	0 00:57
N52	JUNCTION	0.00	0.03	372.87	0 00:57
N53	JUNCTION	0.07	0.31	370.91	0 01:04
N54	JUNCTION	0.09	0.41	372.82	0 01:04
N55	JUNCTION	0.06	0.28	373.77	0 01:03
N56	JUNCTION	0.05	0.31	374.50	0 01:06
N57	JUNCTION	0.00	0.00	375.81	0 00:00
N59	JUNCTION	0.04	0.38	375.06	0 00:50
N6	JUNCTION	0.01	0.06	377.82	0 00:51
N60	JUNCTION	0.03	0.31	375.32	0 00:54
N61	JUNCTION	0.01	0.05	377.38	0 00:51
N62	JUNCTION	0.03	0.19	373.40	0 01:01
N63	JUNCTION	0.05	0.18	374.69	0 00:57
N64	JUNCTION	0.01	0.05	375.81	0 00:51
N65	JUNCTION	0.01	0.07	375.60	0 00:51
N66	JUNCTION	0.01	0.05	375.24	0 00:52
N67	JUNCTION	0.01	0.11	373.55	0 00:58
N68	JUNCTION	0.00	0.04	375.75	0 00:52

N69	JUNCTION	0.00	0.04	376.37	0 00:51
N7	JUNCTION	0.01	0.11	377.38	0 00:52
N70	JUNCTION	0.01	0.05	376.98	0 00:51
N71	JUNCTION	0.00	0.04	376.77	0 00:52
N72	JUNCTION	0.01	0.07	376.95	0 00:46
N73	JUNCTION	0.01	0.06	376.78	0 00:52
N74	JUNCTION	0.01	0.13	376.60	0 00:52
N75	JUNCTION	0.01	0.11	376.43	0 00:52
N76	JUNCTION	0.02	0.16	376.15	0 00:52
N77	JUNCTION	0.02	0.18	375.91	0 00:52
N78	JUNCTION	0.02	0.16	375.80	0 00:53
N79	JUNCTION	0.01	0.08	376.30	0 00:56
N8	JUNCTION	0.01	0.07	377.11	0 00:52
N80	JUNCTION	0.01	0.07	376.23	0 00:57
N82	JUNCTION	0.02	0.19	375.47	0 00:53
N83	JUNCTION	0.07	0.34	372.24	0 01:04
N84	JUNCTION	0.01	0.06	377.39	0 00:46
N85	JUNCTION	0.00	0.03	376.79	0 00:47
N86	JUNCTION	0.02	0.15	376.30	0 00:52
N87	JUNCTION	0.01	0.05	376.77	0 00:51
N9	JUNCTION	0.02	0.20	376.08	0 00:52
N999	JUNCTION	0.03	0.26	375.69	0 00:53
N175	JUNCTION	0.00	0.04	374.30	0 00:51
N13	JUNCTION	0.03	0.30	375.61	0 00:53
N172	JUNCTION	0.09	1.53	364.84	0 00:54
N193	JUNCTION	0.99	1.42	362.57	0 01:00
N202	JUNCTION	0.07	0.42	369.47	0 01:04
N203	JUNCTION	0.08	0.40	370.90	0 01:05
N209	JUNCTION	0.03	1.32	364.32	0 00:57
V1	OUTFALL	0.00	0.00	361.00	0 00:00
V2	OUTFALL	0.02	0.40	363.20	0 00:42
V3	OUTFALL	0.00	0.00	361.00	0 00:00
V5	OUTFALL	0.00	0.00	361.00	0 00:00
SR1	STORAGE	2.22	2.41	362.31	0 01:21

Node Inflow Summary

Node	Type	Maximum		Maximum		Lateral		Total	
		Lateral		Total		Inflow		Inflow	
		Inflow		Inflow		Occurrence		Volume	
		LPS		LPS		days hr:min		10^6 ltr	
61	JUNCTION	3.55	24.44	0 00:52		0.010		0.096	



81	JUNCTION	0.00	6.75	0 00:57	0.000	0.028	N157	JUNCTION	0.00	76.50	0 00:58	0.000	0.333
N1	JUNCTION	15.37	15.37	0 00:56	0.070	0.070	N158	JUNCTION	0.00	0.00	0 00:00	0.000	0.000
N10	JUNCTION	4.16	4.16	0 00:46	0.011	0.011	N159	JUNCTION	0.00	66.99	0 01:01	0.000	0.300
N108	JUNCTION	0.00	22.38	0 01:03	0.000	0.107	N16	JUNCTION	5.60	5.60	0 01:06	0.032	0.032
N109	JUNCTION	0.00	40.16	0 00:58	0.000	0.174	N160	JUNCTION	19.13	67.49	0 01:01	0.084	0.300
N110	JUNCTION	0.00	48.72	0 00:59	0.000	0.216	N161	JUNCTION	9.71	48.78	0 00:59	0.042	0.216
N111	JUNCTION	20.09	20.09	0 01:06	0.536	0.536	N162	JUNCTION	6.09	6.09	0 00:51	0.020	0.020
N112	JUNCTION	0.00	20.03	0 01:07	0.000	0.536	N163	JUNCTION	0.00	5.93	0 00:51	0.000	0.020
N118	JUNCTION	15.86	19.52	0 00:51	0.058	0.070	N164	JUNCTION	8.04	8.04	0 00:51	0.030	0.030
N119	JUNCTION	17.19	17.19	0 01:06	0.136	0.136	N165	JUNCTION	5.78	18.96	0 00:51	0.018	0.067
N12	JUNCTION	0.00	47.54	0 00:52	0.000	0.195	N166	JUNCTION	0.00	18.56	0 00:52	0.000	0.067
N120	JUNCTION	0.00	16.95	0 01:07	0.000	0.136	N167	JUNCTION	0.00	18.55	0 00:53	0.000	0.067
N121	JUNCTION	0.00	16.79	0 01:08	0.000	0.136	N168	JUNCTION	0.00	15.04	0 00:57	0.000	0.070
N122	JUNCTION	0.00	16.68	0 01:09	0.000	0.136	N169	JUNCTION	0.00	22.47	0 01:02	0.000	0.107
N123	JUNCTION	12.81	12.81	0 01:06	0.092	0.092	N17	JUNCTION	0.00	5.52	0 01:06	0.000	0.032
N124	JUNCTION	0.00	12.64	0 01:06	0.000	0.092	N170	JUNCTION	0.00	22.40	0 01:03	0.000	0.107
N125	JUNCTION	0.00	12.51	0 01:08	0.000	0.091	N171	JUNCTION	9.00	33.41	0 00:52	0.035	0.123
N126	JUNCTION	0.00	28.98	0 01:09	0.000	0.227	N176	JUNCTION	4.01	44.91	0 00:53	0.010	0.176
N127	JUNCTION	19.35	19.35	0 01:01	0.098	0.098	N177	JUNCTION	2.99	2.99	0 00:46	0.008	0.008
N128	JUNCTION	0.00	18.92	0 01:02	0.000	0.098	N178	JUNCTION	0.00	45.94	0 00:57	0.000	0.189
N129	JUNCTION	0.00	18.80	0 01:02	0.000	0.098	N179	JUNCTION	0.00	45.90	0 00:58	0.000	0.189
N130	JUNCTION	0.00	18.68	0 01:03	0.000	0.098	N18	JUNCTION	0.00	5.47	0 01:07	0.000	0.032
N131	JUNCTION	0.00	18.51	0 01:09	0.000	0.098	N180	JUNCTION	0.00	50.20	0 00:58	0.000	0.204
N132	JUNCTION	0.00	301.61	0 01:20	0.000	0.991	N181	JUNCTION	0.00	50.18	0 00:58	0.000	0.204
N133	JUNCTION	12.77	12.77	0 01:06	0.068	0.068	N183	JUNCTION	0.00	241.33	0 01:05	0.000	1.594
N134	JUNCTION	0.00	12.52	0 01:07	0.000	0.068	N184	JUNCTION	1.17	251.51	0 01:06	0.003	1.641
N135	JUNCTION	0.00	469.64	0 01:20	0.000	1.060	N185	JUNCTION	4.80	297.61	0 01:03	0.017	1.834
N136	JUNCTION	1.89	106.23	0 01:21	0.006	0.401	N186	JUNCTION	0.00	297.46	0 01:04	0.000	1.834
N137	JUNCTION	10.33	10.33	0 00:56	0.043	0.043	N187	JUNCTION	0.00	364.24	0 01:04	0.000	2.111
N138	JUNCTION	0.00	10.12	0 00:56	0.000	0.043	N188	JUNCTION	4.20	456.60	0 01:03	0.013	2.512
N139	JUNCTION	3.89	3.89	0 00:51	0.013	0.013	N189	JUNCTION	0.00	456.57	0 01:03	0.000	2.512
N14	JUNCTION	0.00	6.50	0 00:51	0.000	0.024	N19	JUNCTION	19.48	99.01	0 00:56	0.046	0.849
N140	JUNCTION	5.80	9.27	0 00:51	0.025	0.038	N190	JUNCTION	0.00	456.57	0 01:04	0.000	2.512
N141	JUNCTION	0.00	38.45	0 00:47	0.000	0.047	N191	JUNCTION	0.00	437.10	0 00:59	0.000	2.500
N142	JUNCTION	1.58	115.87	0 01:21	0.004	0.495	N192	JUNCTION	0.00	437.11	0 00:59	0.000	2.500
N143	JUNCTION	0.00	12.42	0 01:07	0.000	0.068	N194	JUNCTION	0.00	286.28	0 00:46	0.000	2.153
N144	JUNCTION	0.00	144.52	0 01:06	0.000	0.738	N198	JUNCTION	0.00	31.69	0 00:57	0.000	0.132
N145	JUNCTION	0.00	239.90	0 01:03	0.000	1.587	N2	JUNCTION	0.00	15.15	0 00:56	0.000	0.070
N147	JUNCTION	13.28	13.28	0 00:56	0.054	0.054	N20	JUNCTION	4.42	63.49	0 00:53	0.011	0.235
N148	JUNCTION	0.00	12.98	0 00:56	0.000	0.054	N21	JUNCTION	0.00	60.78	0 00:53	0.000	0.224
N149	JUNCTION	0.00	21.60	0 00:52	0.000	0.087	N22	JUNCTION	0.00	6.74	0 00:58	0.000	0.028
N15	JUNCTION	6.63	6.63	0 00:51	0.024	0.024	N23	JUNCTION	0.00	6.78	0 00:57	0.000	0.028
N150	JUNCTION	0.00	50.19	0 00:58	0.000	0.204	N24	JUNCTION	0.00	0.00	0 00:00	0.000	0.000
N152	JUNCTION	0.00	18.48	0 00:52	0.000	0.062	N25	JUNCTION	0.00	5.94	0 00:51	0.000	0.024
N154	JUNCTION	0.00	14.86	0 00:51	0.000	0.051	N26	JUNCTION	0.00	11.43	0 00:52	0.000	0.045
N155	JUNCTION	2.30	9.24	0 00:51	0.007	0.032	N27	JUNCTION	0.00	5.67	0 00:51	0.000	0.021
N156	JUNCTION	0.00	27.10	0 00:57	0.000	0.116	N28	JUNCTION	16.80	27.28	0 00:56	0.071	0.116



N29	JUNCTION	5.22	31.71	0 00:57	0.017	0.132
N3	JUNCTION	8.01	22.67	0 01:02	0.038	0.107
N30	JUNCTION	0.00	31.66	0 00:57	0.000	0.132
N31	JUNCTION	11.46	77.16	0 00:56	0.036	0.333
N32	JUNCTION	0.00	76.60	0 00:57	0.000	0.333
N33	JUNCTION	10.48	86.05	0 00:57	0.040	0.373
N34	JUNCTION	6.06	45.98	0 00:57	0.025	0.189
N35	JUNCTION	0.00	86.03	0 00:58	0.000	0.373
N36	JUNCTION	0.00	47.49	0 00:58	0.000	0.195
N37	JUNCTION	4.75	90.01	0 00:58	0.015	0.389
N38	JUNCTION	0.00	89.99	0 00:58	0.000	0.389
N39	JUNCTION	4.15	364.24	0 01:04	0.011	2.111
N4	JUNCTION	0.00	22.45	0 01:03	0.000	0.107
N41	JUNCTION	0.00	0.00	0 00:00	0.000	0.000
N42	JUNCTION	0.00	18.48	0 00:52	0.000	0.062
N43	JUNCTION	3.24	18.51	0 00:52	0.008	0.062
N44	JUNCTION	7.42	15.03	0 00:51	0.024	0.051
N45	JUNCTION	13.29	15.06	0 00:51	0.045	0.052
N46	JUNCTION	7.54	38.02	0 00:52	0.028	0.151
N47	JUNCTION	0.00	37.87	0 00:53	0.000	0.151
N48	JUNCTION	0.00	44.81	0 00:53	0.000	0.176
N49	JUNCTION	10.53	10.53	0 00:56	0.045	0.045
N5	JUNCTION	0.00	22.39	0 01:03	0.000	0.107
N50	JUNCTION	0.00	10.39	0 00:56	0.000	0.045
N51	JUNCTION	0.00	10.29	0 00:56	0.000	0.045
N52	JUNCTION	0.00	10.25	0 00:57	0.000	0.045
N53	JUNCTION	0.00	239.59	0 01:04	0.000	1.586
N54	JUNCTION	0.00	239.66	0 01:03	0.000	1.587
N55	JUNCTION	0.00	239.98	0 01:02	0.000	1.587
N56	JUNCTION	0.00	145.84	0 01:04	0.000	0.753
N57	JUNCTION	0.00	0.00	0 00:00	0.000	0.000
N59	JUNCTION	0.00	69.07	0 00:54	0.000	0.280
N6	JUNCTION	7.01	7.01	0 00:51	0.025	0.025
N60	JUNCTION	9.83	69.31	0 00:53	0.036	0.280
N61	JUNCTION	6.05	6.05	0 00:51	0.024	0.024
N62	JUNCTION	0.00	67.02	0 01:01	0.000	0.297
N63	JUNCTION	0.00	98.17	0 00:57	0.000	0.849
N64	JUNCTION	7.25	7.25	0 00:51	0.027	0.027
N65	JUNCTION	9.47	9.47	0 00:51	0.032	0.032
N66	JUNCTION	0.00	9.27	0 00:51	0.000	0.032
N67	JUNCTION	3.41	50.19	0 00:58	0.010	0.204
N68	JUNCTION	1.97	1.97	0 00:51	0.007	0.007
N69	JUNCTION	3.87	3.87	0 00:51	0.013	0.013
N7	JUNCTION	9.47	16.00	0 00:51	0.035	0.060
N70	JUNCTION	5.10	5.10	0 00:51	0.017	0.017
N71	JUNCTION	0.00	4.98	0 00:51	0.000	0.017
N72	JUNCTION	8.41	8.41	0 00:51	0.028	0.028

N73	JUNCTION	0.00	8.26	0 00:51	0.000	0.028
N74	JUNCTION	11.51	23.91	0 00:51	0.038	0.082
N75	JUNCTION	1.68	25.12	0 00:52	0.006	0.088
N76	JUNCTION	9.23	45.17	0 00:52	0.027	0.163
N77	JUNCTION	6.60	49.82	0 00:52	0.014	0.177
N78	JUNCTION	4.32	53.73	0 00:52	0.019	0.196
N79	JUNCTION	7.01	7.01	0 00:56	0.028	0.028
N8	JUNCTION	0.00	15.61	0 00:52	0.000	0.060
N80	JUNCTION	0.00	6.89	0 00:56	0.000	0.028
N82	JUNCTION	0.00	62.32	0 00:53	0.000	0.224
N83	JUNCTION	0.00	239.61	0 01:04	0.000	1.586
N84	JUNCTION	5.14	5.14	0 00:46	0.016	0.016
N85	JUNCTION	0.00	4.92	0 00:46	0.000	0.016
N86	JUNCTION	0.00	19.31	0 00:51	0.000	0.070
N87	JUNCTION	5.79	5.79	0 00:51	0.021	0.021
N9	JUNCTION	14.32	47.85	0 00:52	0.065	0.195
N999	JUNCTION	0.00	52.16	0 00:53	0.000	0.211
N175	JUNCTION	4.40	4.40	0 00:51	0.015	0.015
N13	JUNCTION	3.64	61.13	0 00:53	0.010	0.244
N172	JUNCTION	0.00	456.36	0 01:04	0.000	2.512
N193	JUNCTION	0.00	437.16	0 00:59	0.000	2.497
N202	JUNCTION	0.00	313.75	0 01:02	0.000	1.896
N203	JUNCTION	2.05	241.34	0 01:05	0.008	1.594
N209	JUNCTION	0.00	500.00	0 00:42	0.000	2.150
V1	OUTFALL	0.00	0.00	0 00:00	0.000	0.000
V2	OUTFALL	0.00	519.79	0 00:57	0.000	2.162
V3	OUTFALL	0.00	0.00	0 00:00	0.000	0.000
V5	OUTFALL	0.00	167.54	0 01:00	0.000	0.340
SR1	STORAGE	0.00	455.06	0 01:38	0.000	2.217

Node Surcharge Summary

Surcharging occurs when water rises above the top of the highest conduit.

		Max. Height	Min. Depth	
		Hours	Above Crown	Below Rim
Node	Type	Surcharged	Meters	Meters

N136	JUNCTION	0.80	0.913	3.067
N159	JUNCTION	2.49	0.197	1.133
N186	JUNCTION	0.23	0.013	2.167
N190	JUNCTION	0.55	0.980	0.000
N191	JUNCTION	0.59	0.587	0.693
N192	JUNCTION	3.00	0.533	1.007



N194	JUNCTION	0.01	0.454	1.226
N39	JUNCTION	0.33	0.187	2.783
N172	JUNCTION	0.48	1.030	0.270
N209	JUNCTION	1.07	0.916	1.944
SR1	STORAGE	23.00	0.907	1.093

Node Flooding Summary

Flooding refers to all water that overflows a node, whether it ponds or not.

Node	Total Maximum					
	Maximum		Time of Max		Flood Pondered	
	Hours	Rate	Occurrence	Volume	Depth	
	Flooded	LPS	days hr:min	10 ⁶ ltr	Meters	
N190	0.23	23.68	0 00:54	0.011	1.48	

Storage Volume Summary

Maximum	Average Avg E&I Maximum Max Time of Max						
	Volume	Pcnt	Pcnt	Volume	Pcnt	Occurrence	Outflow
	Storage Unit	1000 m3	Full	Loss	1000 m3	Full	days hr:min
	LPS						
SR1	0.072	63	0	0.078	69	0 01:21	500.00

Outfall Loading Summary

Outfall Node	Flow Avg. Max. Total			
	Freq.	Flow	Flow	Volume
	Pcnt.	LPS	LPS	10 ⁶ ltr
V1	0.00	0.00	0.00	0.000
V2	19.50	139.96	519.79	2.162
V3	0.00	0.00	0.00	0.000
V5	4.85	95.20	167.54	0.340

System 6.09 235.16 680.37 2.502

Link Flow Summary

Link	Type	Maximum Time of Max Maximum Max/ Max/						
		Flow	Occurrence	[Veloc]	Full	Full		
		LPS	days hr:min	m/sec	Flow	Depth		
T3	CONDUIT	14.99	0 00:57	0.33	0.07	0.40		
T4	CONDUIT	22.47	0 01:02	0.45	0.44	0.42		
T2	CONDUIT	15.04	0 00:57	0.94	0.08	0.18		
T5	CONDUIT	22.45	0 01:03	0.95	0.11	0.24		
T6	CONDUIT	22.40	0 01:03	0.85	0.15	0.26		
T7	CONDUIT	22.39	0 01:03	0.98	0.13	0.24		
T8	CONDUIT	22.38	0 01:03	1.04	0.09	0.23		
T9	CONDUIT	22.35	0 01:04	0.86	0.14	0.26		
T10	CONDUIT	40.08	0 00:59	1.24	0.16	0.30		
T11	CONDUIT	48.72	0 00:59	1.70	0.20	0.28		
T12	CONDUIT	48.72	0 00:59	1.30	0.11	0.38		
T13	CONDUIT	66.99	0 01:01	0.65	0.37	0.77		
T14	CONDUIT	67.02	0 01:01	0.68	0.24	0.73		
T15	CONDUIT	66.91	0 01:01	0.76	0.45	0.66		
T16	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.50		
T17	CONDUIT	76.60	0 00:57	1.02	1.00	0.87		
T18	CONDUIT	76.50	0 00:58	1.04	1.10	0.86		
T19	CONDUIT	76.48	0 00:58	1.34	0.97	0.69		
T20	CONDUIT	86.03	0 00:58	1.95	0.52	0.58		
T21	CONDUIT	85.98	0 00:58	1.96	0.56	0.58		
T22	CONDUIT	89.99	0 00:58	2.90	0.41	0.45		
T23	CONDUIT	89.99	0 00:58	1.16	0.16	0.47		
T24	CONDUIT	364.23	0 01:04	2.65	0.76	0.66		
T25	CONDUIT	364.24	0 01:04	2.10	1.16	0.83		
T26	CONDUIT	5.93	0 00:51	0.58	0.04	0.14		
T27	CONDUIT	5.77	0 00:52	0.26	0.03	0.23		
T28	CONDUIT	7.78	0 00:51	0.34	0.04	0.24		
T29	CONDUIT	18.56	0 00:52	0.61	0.33	0.29		
T30	CONDUIT	18.55	0 00:53	0.85	0.12	0.23		
T31	CONDUIT	18.53	0 00:53	0.80	0.10	0.24		
T32	CONDUIT	5.67	0 00:51	0.66	0.04	0.12		
T33	CONDUIT	5.58	0 00:52	0.35	0.00	0.05		
T34	CONDUIT	5.94	0 00:51	0.80	0.03	0.11		
T35	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.05		



T36	CONDUIT	5.87	0	00:57	0.59	0.02	0.14	T86	CONDUIT	16.79	0	01:08	0.53	0.08	0.22
T37	CONDUIT	11.16	0	00:53	0.55	0.06	0.22	T87	CONDUIT	16.68	0	01:09	0.58	0.11	0.20
T38	CONDUIT	27.10	0	00:57	0.99	0.16	0.27	T88	CONDUIT	16.63	0	01:10	0.70	0.06	0.18
T39	CONDUIT	27.07	0	00:57	0.96	0.16	0.27	T89	CONDUIT	12.64	0	01:06	0.75	0.04	0.14
T40	CONDUIT	31.69	0	00:57	0.93	0.17	0.32	T90	CONDUIT	12.51	0	01:08	0.74	0.04	0.14
T41	CONDUIT	31.66	0	00:57	1.03	0.23	0.29	T91	CONDUIT	12.43	0	01:09	0.57	0.04	0.17
T42	CONDUIT	31.65	0	00:58	1.18	0.12	0.27	T92	CONDUIT	28.91	0	01:10	0.94	0.08	0.48
T43	CONDUIT	45.94	0	00:57	1.31	0.20	0.32	T93	CONDUIT	18.92	0	01:02	0.62	0.12	0.21
T44	CONDUIT	45.90	0	00:58	1.13	0.26	0.36	T94	CONDUIT	18.80	0	01:02	0.79	0.06	0.18
T45	CONDUIT	45.88	0	00:58	1.34	0.25	0.32	T95	CONDUIT	18.68	0	01:03	0.71	0.08	0.19
T46	CONDUIT	47.47	0	00:58	1.74	0.15	0.27	T96	CONDUIT	18.51	0	01:09	0.64	0.08	0.24
T47	CONDUIT	50.20	0	00:58	1.78	0.17	0.28	T97	CONDUIT	21.10	0	01:18	0.68	0.10	0.53
T48	CONDUIT	50.19	0	00:58	1.75	0.16	0.28	T99	CONDUIT	12.52	0	01:07	0.45	0.12	0.20
T49	CONDUIT	50.18	0	00:58	2.79	0.10	0.20	T100	CONDUIT	12.42	0	01:07	0.86	0.04	0.13
T50	CONDUIT	50.18	0	00:58	1.02	0.03	0.56	T101	CONDUIT	12.38	0	01:08	1.06	0.02	0.11
T51	CONDUIT	1.87	0	00:52	0.25	0.02	0.11	T102	CONDUIT	460.32	0	01:20	2.97	0.46	0.89
T52	CONDUIT	7.03	0	00:51	0.81	0.03	0.12	T103	CONDUIT	105.52	0	01:21	0.54	0.98	1.00
T53	CONDUIT	9.18	0	00:51	0.57	0.03	0.21	T104	CONDUIT	106.20	0	01:21	0.54	0.63	1.00
T54	CONDUIT	7.77	0	00:51	0.68	0.03	0.15	T105	CONDUIT	10.12	0	00:56	0.79	0.06	0.16
T55	CONDUIT	14.86	0	00:51	1.04	0.06	0.17	T106	CONDUIT	9.88	0	00:57	0.80	0.05	0.15
T56	CONDUIT	14.76	0	00:52	1.13	0.06	0.16	T109	CONDUIT	3.70	0	00:51	0.36	0.01	0.06
T57	CONDUIT	0.96	0	00:46	0.16	0.01	0.10	T110	CONDUIT	9.05	0	00:57	0.56	0.01	0.43
T58	CONDUIT	1.92	0	00:46	0.28	0.01	0.16	T111	CONDUIT	29.91	0	00:47	0.13	0.06	0.89
T59	CONDUIT	18.48	0	00:52	1.86	0.04	0.13	T112	CONDUIT	94.38	0	01:20	0.24	0.03	0.52
T60	CONDUIT	18.48	0	00:52	2.38	0.03	0.11	T113	CONDUIT	144.52	0	01:06	1.44	0.25	0.39
T61	CONDUIT	18.47	0	00:52	0.87	0.02	0.55	T114	CONDUIT	144.47	0	01:07	1.53	0.24	0.37
T64	CONDUIT	313.31	0	01:05	1.72	0.83	0.92	T115	CONDUIT	119.95	0	01:03	1.05	0.21	0.42
T65	CONDUIT	7.05	0	00:51	0.49	0.05	0.30	T116	CONDUIT	119.95	0	01:03	1.05	0.21	0.42
T66	CONDUIT	37.87	0	00:53	1.35	0.39	0.42	T117	CONDUIT	239.66	0	01:03	1.62	0.42	0.51
T68	CONDUIT	37.83	0	00:53	1.15	0.33	0.47	T118	CONDUIT	239.61	0	01:04	1.81	0.41	0.47
T69	CONDUIT	44.81	0	00:53	2.05	0.36	0.35	T119	CONDUIT	239.59	0	01:04	2.21	0.30	0.41
T70	CONDUIT	44.81	0	00:53	1.82	0.04	0.57	T120	CONDUIT	239.58	0	01:04	1.97	0.26	0.45
T71	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.50	T121	CONDUIT	12.98	0	00:56	0.63	0.10	0.22
T72	CONDUIT	297.46	0	01:04	1.64	0.88	0.87	T122	CONDUIT	12.71	0	00:57	0.57	0.12	0.23
T73	CONDUIT	297.45	0	01:04	1.65	1.18	0.92	T123	CONDUIT	6.89	0	00:56	0.44	0.08	0.18
T74	CONDUIT	24.37	0	00:53	0.63	0.28	0.35	T124	CONDUIT	6.78	0	00:57	0.62	0.05	0.14
T75	CONDUIT	9.27	0	00:51	0.84	0.05	0.14	T125	CONDUIT	6.75	0	00:57	0.83	0.03	0.12
T76	CONDUIT	9.16	0	00:52	0.68	0.03	0.18	T126	CONDUIT	60.78	0	00:53	0.91	0.45	0.53
T77	CONDUIT	21.42	0	00:52	0.69	0.12	0.30	T127	CONDUIT	6.74	0	00:58	0.71	0.03	0.16
T78	CONDUIT	10.39	0	00:56	0.90	0.05	0.15	T128	CONDUIT	11.58	0	01:08	0.36	0.06	0.34
T79	CONDUIT	10.29	0	00:56	0.95	0.05	0.14	T129	CONDUIT	60.10	0	00:54	0.92	0.63	0.52
T80	CONDUIT	10.25	0	00:57	1.57	0.03	0.10	T130	CONDUIT	63.28	0	00:54	0.89	0.42	0.56
T81	CONDUIT	10.25	0	00:57	0.65	0.01	0.51	T131	CONDUIT	20.03	0	01:07	1.01	0.14	0.21
T82	CONDUIT	251.49	0	01:06	1.61	0.91	0.74	T132	CONDUIT	20.02	0	01:07	0.84	0.05	0.40
T83	CONDUIT	241.33	0	01:05	1.63	0.94	0.70	T133	CONDUIT	5.52	0	01:06	0.77	0.03	0.11
T84	CONDUIT	241.32	0	01:05	1.69	0.69	0.68	T134	CONDUIT	5.47	0	01:07	0.73	0.02	0.11
T85	CONDUIT	16.95	0	01:07	0.59	0.10	0.20	T135	CONDUIT	5.42	0	01:08	0.12	0.03	0.39



T136	CONDUIT	98.17	0 00:57	1.37	0.72	0.56
T137	CONDUIT	98.08	0 00:57	1.70	0.41	0.57
T138	CONDUIT	4.92	0 00:46	0.89	0.16	0.23
T139	CONDUIT	6.50	0 00:51	0.89	0.07	0.16
T141	CONDUIT	6.76	0 00:51	0.41	0.09	0.29
T142	CONDUIT	15.61	0 00:52	0.88	0.26	0.30
T143	CONDUIT	15.55	0 00:52	0.50	0.11	0.45
T144	CONDUIT	3.96	0 00:46	0.32	0.04	0.24
T145	CONDUIT	19.31	0 00:51	0.90	0.19	0.35
T146	CONDUIT	19.07	0 00:52	0.64	0.24	0.44
T147	CONDUIT	47.54	0 00:52	1.16	0.44	0.55
T148	CONDUIT	47.43	0 00:53	0.98	0.56	0.62
T149	CONDUIT	4.88	0 00:47	0.36	0.06	0.58
T150	CONDUIT	4.98	0 00:51	0.61	0.03	0.12
T151	CONDUIT	4.89	0 00:52	0.25	0.03	0.21
T152	CONDUIT	8.26	0 00:51	0.66	0.06	0.16
T153	CONDUIT	8.07	0 00:52	0.36	0.05	0.24
T154	CONDUIT	23.57	0 00:52	0.74	0.21	0.30
T155	CONDUIT	25.04	0 00:52	0.80	0.17	0.30
T156	CONDUIT	33.36	0 00:52	0.84	0.21	0.35
T157	CONDUIT	49.75	0 00:53	0.98	0.42	0.43
T158	CONDUIT	3.77	0 00:51	0.21	0.02	0.24
T159	CONDUIT	44.97	0 00:52	0.88	0.32	0.43
T160	CONDUIT	53.68	0 00:53	1.05	0.32	0.43
T162	CONDUIT	69.07	0 00:54	0.96	0.88	0.85
T163	CONDUIT	69.12	0 00:54	1.37	1.04	0.84
T164	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.39
T165	CONDUIT	456.57	0 01:03	3.29	0.78	0.70
T168	CONDUIT	437.10	0 00:59	2.23	1.24	1.00
T169	CONDUIT	437.11	0 00:59	2.23	1.04	1.00
T1	CONDUIT	15.15	0 00:56	0.81	0.11	0.21
T172	CONDUIT	455.06	0 01:38	3.06	0.34	1.00
T173	CONDUIT	51.98	0 00:53	0.90	0.68	0.70
T176	CONDUIT	6.41	0 00:52	0.23	0.04	0.56
T181	CONDUIT	456.36	0 01:04	2.79	0.74	0.87
T182	CONDUIT	456.57	0 01:04	2.33	1.09	1.00
T183	CONDUIT	437.16	0 00:59	2.23	0.59	1.00
T184	CONDUIT	286.28	0 00:46	1.99	1.36	0.96
T185	CONDUIT	4.29	0 00:51	0.33	0.03	0.33
T186	CONDUIT	60.65	0 00:53	0.96	0.84	0.76
T329	CONDUIT	519.79	0 00:57	4.14	1.25	1.00
B1	PUMP	500.00	0 00:42	1.00		
R1	WEIR	167.54	0 01:00	0.44		
R2	WEIR	0.00	0 00:00	0.00		
R3	WEIR	0.00	0 00:00	0.00		

Flow Classification Summary

Adjusted --- Fraction of Time in Flow Class ---- Avg. Avg.											
/Actual Up Down Sub Sup Up Down Froude Flow											
Conduit	Length	Dry	Dry	Dry	Crit	Crit	Crit	Crit	Number	Flow	Change

T3	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.0000	
T4	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.0000	
T2	1.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.32	0.00	0.00	0.91	0.0000	
T5	1.00	0.00	0.00	0.00	0.83	0.17	0.00	0.00	0.84	0.0000	
T6	1.00	0.01	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.74	0.0000	
T7	1.00	0.01	0.00	0.00	0.70	0.29	0.00	0.00	0.89	0.0000	
T8	1.00	0.01	0.00	0.00	0.69	0.30	0.00	0.00	0.91	0.0000	
T9	1.00	0.01	0.00	0.00	0.88	0.11	0.00	0.00	0.81	0.0000	
T10	1.00	0.00	0.01	0.00	0.48	0.51	0.00	0.00	1.00	0.0000	
T11	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.47	0.0000	
T12	1.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.67	0.00	0.00	1.09	0.0000	
T13	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.04	0.0000	
T14	1.00	0.00	0.02	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.03	0.0000	
T15	1.00	0.00	0.02	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.55	0.0000	
T16	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	
T17	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.0000	
T18	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.45	0.0000	
T19	1.00	0.00	0.00	0.00	0.94	0.05	0.00	0.00	0.61	0.0000	
T20	1.00	0.00	0.00	0.00	0.58	0.42	0.00	0.00	0.98	0.0000	
T21	1.00	0.00	0.00	0.00	0.51	0.49	0.00	0.00	1.05	0.0000	
T22	1.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.75	0.00	0.00	1.47	0.0000	
T23	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.30	0.0000	
T24	1.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.99	0.00	0.00	1.70	0.0000	
T25	1.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.98	0.00	0.00	1.25	0.0000	
T26	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.51	0.0000	
T27	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.0000	
T28	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.0000	
T29	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.0000	
T30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.94	0.06	0.00	0.00	0.67	0.0000	
T31	1.00	0.01	0.00	0.00	0.98	0.02	0.00	0.00	0.47	0.0000	
T32	1.00	0.00	0.00	0.00	0.90	0.10	0.00	0.00	0.68	0.0000	
T33	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.0000	
T34	1.00	0.00	0.00	0.00	0.71	0.28	0.00	0.00	0.87	0.0000	
T35	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	
T36	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.62	0.0000	
T37	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.42	0.0000	
T38	1.00	0.00	0.00	0.00	0.87	0.13	0.00	0.00	0.81	0.0000	
T39	1.00	0.00	0.00	0.00	0.87	0.12	0.00	0.00	0.81	0.0000	



T40	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.67	0.0000	T90	1.00	0.00	0.00	0.00	0.92	0.08	0.00	0.00	0.81	0.0000
T41	1.00	0.00	0.00	0.00	0.83	0.16	0.00	0.00	0.77	0.0000	T91	1.00	0.01	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.55	0.0000
T42	1.00	0.00	0.00	0.00	0.53	0.47	0.00	0.00	0.99	0.0000	T92	1.00	0.01	0.00	0.00	0.97	0.02	0.00	0.00	0.30	0.0000
T43	1.00	0.00	0.00	0.00	0.52	0.48	0.00	0.00	1.00	0.0000	T93	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.47	0.0000
T44	1.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.19	0.00	0.00	0.85	0.0000	T94	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.71	0.0000
T45	1.00	0.00	0.00	0.00	0.39	0.61	0.00	0.00	1.07	0.0000	T95	1.00	0.01	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.63	0.0000
T46	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	1.43	0.0000	T96	1.00	0.01	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.58	0.0000
T47	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.41	0.0000	T97	1.00	0.01	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.10	0.0000
T48	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.56	0.0000	T99	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.34	0.0000
T49	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	3.05	0.0000	T100	1.00	0.00	0.00	0.00	0.73	0.26	0.00	0.00	0.85	0.0000
T50	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.02	0.00	0.00	0.15	0.0000	T101	1.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	1.59	0.0000
T51	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.0000	T102	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.10	0.0047
T52	1.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.25	0.00	0.00	0.83	0.0000	T103	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.00	0.00	0.02	0.01	0.0052
T53	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.30	0.0000	T104	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.0009
T54	1.00	0.00	0.00	0.00	0.94	0.06	0.00	0.00	0.68	0.0000	T105	1.00	0.00	0.00	0.00	0.88	0.12	0.00	0.00	0.69	0.0000
T55	1.00	0.00	0.00	0.00	0.68	0.32	0.00	0.00	0.90	0.0000	T106	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.11	0.0000
T56	1.00	0.00	0.00	0.00	0.49	0.51	0.00	0.00	1.08	0.0000	T109	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.0000
T57	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.0000	T110	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.03	0.0000
T58	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.07	0.0000	T111	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000
T59	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.91	0.0000	T112	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.02	0.0000
T60	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.50	0.0000	T113	1.00	0.01	0.00	0.00	0.98	0.01	0.00	0.00	0.63	0.0000
T61	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.02	0.00	0.00	0.08	0.0000	T114	1.00	0.00	0.00	0.00	0.89	0.10	0.00	0.00	0.47	0.0000
T64	1.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.94	0.00	0.00	1.12	0.0000	T115	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.54	0.0000
T65	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.34	0.0000	T116	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.54	0.0000
T66	1.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.63	0.00	0.00	1.08	0.0000	T117	1.00	0.01	0.00	0.00	0.98	0.02	0.00	0.00	0.80	0.0000
T68	1.00	0.00	0.00	0.00	0.59	0.40	0.00	0.00	0.98	0.0000	T118	1.00	0.01	0.00	0.00	0.67	0.32	0.00	0.00	0.90	0.0000
T69	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.10	0.0000	T119	1.00	0.01	0.00	0.00	0.20	0.79	0.00	0.00	1.14	0.0000
T70	1.00	0.00	0.00	0.00	0.96	0.03	0.00	0.00	0.21	0.0000	T120	1.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.39	0.00	0.00	1.02	0.0000
T71	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	T121	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.51	0.0000
T72	1.00	0.00	0.00	0.00	0.61	0.38	0.00	0.00	0.98	0.0000	T122	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.0000
T73	1.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.70	0.00	0.00	1.01	0.0000	T123	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.0000
T74	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.0000	T124	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.56	0.0000
T75	1.00	0.00	0.00	0.00	0.77	0.22	0.00	0.00	0.76	0.0000	T125	1.00	0.01	0.00	0.00	0.67	0.33	0.00	0.00	0.91	0.0000
T76	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.43	0.0000	T126	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.50	0.0000
T77	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.51	0.0000	T127	1.00	0.01	0.00	0.00	0.74	0.25	0.00	0.00	0.84	0.0000
T78	1.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.33	0.00	0.00	0.90	0.0000	T128	1.00	0.00	0.01	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.22	0.0000
T79	1.00	0.00	0.00	0.00	0.54	0.46	0.00	0.00	1.01	0.0000	T129	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.52	0.0000
T80	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	1.95	0.0000	T130	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.0000
T81	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.01	0.00	0.00	0.06	0.0000	T131	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.25	0.0000
T82	1.00	0.00	0.00	0.00	0.26	0.74	0.00	0.00	1.02	0.0000	T132	1.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.89	0.00	0.00	1.17	0.0000
T83	1.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.56	0.00	0.00	1.01	0.0000	T133	1.00	0.00	0.00	0.00	0.55	0.44	0.00	0.00	0.98	0.0000
T84	1.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.96	0.00	0.00	1.05	0.0000	T134	1.00	0.00	0.00	0.00	0.64	0.35	0.00	0.00	0.93	0.0000
T85	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.54	0.0000	T135	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.04	0.0000
T86	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.0000	T136	1.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.95	0.00	0.00	1.05	0.0000
T87	1.00	0.01	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.49	0.0000	T137	1.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.92	0.00	0.00	1.39	0.0000
T88	1.00	0.01	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.75	0.0000	T138	1.00	0.00	0.00	0.00	0.58	0.41	0.00	0.00	0.94	0.0000
T89	1.00	0.00	0.00	0.00	0.90	0.09	0.00	0.00	0.82	0.0000	T139	1.00	0.00	0.00	0.00	0.61	0.38	0.00	0.00	0.94	0.0000



T141	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.0000
T142	1.00	0.00	0.00	0.00	0.88	0.11	0.00	0.00	0.69	0.0000
T143	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.42	0.0000
T144	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.0000
T145	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.44	0.0000
T146	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.26	0.0000
T147	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.58	0.0000
T148	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.49	0.0000
T149	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.11	0.0000
T150	1.00	0.00	0.00	0.00	0.95	0.04	0.00	0.00	0.59	0.0000
T151	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.0000
T152	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.58	0.0000
T153	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.0000
T154	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.52	0.0000
T155	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.56	0.0000
T156	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.62	0.0000
T157	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.0000
T158	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.0000
T159	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.59	0.0000
T160	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.68	0.0000
T162	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.47	0.0000
T163	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.01	0.00	0.00	0.30	0.0000
T164	1.00	0.01	0.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000
T165	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.03	0.0000
T168	1.00	0.01	0.00	0.00	0.04	0.96	0.00	0.00	1.27	0.0000
T169	1.00	0.01	0.00	0.00	0.98	0.01	0.00	0.00	0.16	0.0000
T1	1.00	0.00	0.00	0.00	0.93	0.07	0.00	0.00	0.71	0.0000
T172	1.00	0.00	0.00	0.00	0.96	0.04	0.00	0.00	0.12	0.0012
T173	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.44	0.0000
T176	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.0000
T181	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.72	0.0000
T182	1.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.97	0.00	0.00	1.28	0.0000
T183	1.00	0.01	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.03	0.0007
T184	1.00	0.02	0.00	0.00	0.94	0.04	0.00	0.00	0.20	0.0041
T185	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.18	0.0000
T186	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.46	0.0000
T329	1.00	0.03	0.00	0.00	0.65	0.32	0.00	0.00	0.61	0.0031

Conduit Surge Summary

Conduit	Hours		Hours		Capacity
	----- Hours Full -----		Above Full		
	Both Ends	Upstream	Dnstream	Normal Flow	

T17	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01
T18	0.01	0.01	0.01	0.36	0.01
T25	0.01	0.01	0.01	0.38	0.01
T73	0.01	0.01	0.01	0.40	0.01
T103	0.68	0.68	0.70	0.01	0.06
T104	0.80	0.80	0.82	0.01	0.05
T163	0.01	0.01	0.01	0.25	0.01
T168	0.55	0.55	0.55	0.45	0.45
T169	0.59	0.59	0.59	0.30	0.30
T172	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
T182	0.48	0.48	0.48	0.30	0.31
T183	3.00	3.00	3.02	0.01	0.01
T184	0.01	0.01	0.01	0.88	0.01
T329	0.01	0.01	0.01	1.12	0.01

Pumping Summary

			Min	Avg	Max	Total	Power	% Time Off		
Percent			Number of	Flow	Flow	Flow	Volume	Usage		
Pump	Curve	Utilized	Start-Ups	LPS	LPS	LPS	10^6 ltr	Kw-hr	Low	High
B1		5.26	102	0.00	493.95	500.00	2.150	8.02	0.0	2.5

Analysis begun on: Fri Aug 23 12:40:02 2013

Analysis ended on: Fri Aug 23 12:40:29 2013

Total elapsed time: 00:00:27

A.4 Resultados para el periodo de retorno T=25 años

EPA STORM WATER MANAGEMENT MODEL - VERSION 5.0 (Build 5.0.022)

NOTE: The summary statistics displayed in this report are
based on results found at every computational time step,
not just on results from each reporting time step.

Analysis Options

Flow Units LPS

Process Models:

Rainfall/Runoff YES

Snowmelt NO

Groundwater NO

Flow Routing YES

Ponding Allowed NO

Water Quality NO

Infiltration Method HORTON

Flow Routing Method DYNWAVE

Starting Date JAN-01-2001 00:00:00

Ending Date JAN-01-2001 23:00:00

Antecedent Dry Days 0.0

Report Time Step 00:01:00

Wet Time Step 00:01:00

Dry Time Step 01:00:00

Routing Time Step 1.00 sec

WARNING 09: time series interval greater than recording interval for Rain Gage
P1

WARNING 08: elevation drop exceeds length for Conduit T70

*****	Volume	Depth
Runoff Quantity Continuity	hectare-m	mm
*****	-----	-----
Total Precipitation	0.338	16.950
Evaporation Loss	0.000	0.000
Infiltration Loss	0.008	0.418
Surface Runoff	0.310	15.529
Final Surface Storage	0.020	1.012

Continuity Error (%) -0.054

*****	Volume	Volume
Flow Routing Continuity	hectare-m	10 ⁶ ltr
*****	-----	-----
Dry Weather Inflow	0.000	0.000
Wet Weather Inflow	0.310	3.098
Groundwater Inflow	0.000	0.000
RDII Inflow	0.000	0.000
External Inflow	0.000	0.000
External Outflow	0.297	2.966
Internal Outflow	0.009	0.094
Storage Losses	0.000	0.000
Initial Stored Volume	0.007	0.066
Final Stored Volume	0.012	0.117
Continuity Error (%)	-0.434	

Highest Continuity Errors

Node N141 (10.84%)

Node N142 (1.90%)

Time-Step Critical Elements

Link T70 (2.64%)

Link T120 (2.12%)

Link T102 (1.29%)

Highest Flow Instability Indexes

Link T183 (13)

Link T184 (12)

Link T172 (12)

Link T102 (9)

Link T103 (5)



Routing Time Step Summary

Minimum Time Step : 0.50 sec

Average Time Step : 0.98 sec

Maximum Time Step : 1.00 sec

Percent in Steady State : 0.00

Average Iterations per Step : 2.29

Subcatchment Runoff Summary

	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Peak	Runoff
	Precip	Runon	Evap	Infil	Runoff	Runoff	Runoff	Runoff
Coeff								
Subcatchment	mm	mm	mm	mm	mm	10 ⁶ ltr	LPS	
C2	16.95	0.00	0.00	0.00	16.76	0.12	25.02	0.989
C3	16.95	0.00	0.00	0.00	16.54	0.11	16.78	0.976
C4	16.95	0.00	0.00	0.00	16.46	0.16	22.63	0.971
C5	16.95	0.00	0.00	4.14	12.65	0.08	16.63	0.747
C6	16.95	0.00	0.00	0.00	16.89	0.01	2.45	0.997
C7	16.95	0.00	0.00	2.42	14.43	0.05	13.36	0.851
C8	16.95	0.00	0.00	0.00	16.91	0.01	2.03	0.997
C25	16.95	0.00	0.00	0.00	16.82	0.03	7.49	0.992
C24	16.95	0.00	0.00	0.00	16.88	0.02	5.05	0.996
C23	16.95	0.00	0.00	0.00	13.38	0.67	27.24	0.790
C22	16.95	0.00	0.00	2.40	14.47	0.04	12.71	0.854
C12	16.95	0.00	0.00	0.00	16.90	0.01	4.68	0.997
C21	16.95	0.00	0.00	0.00	16.86	0.03	8.55	0.995
C20	16.95	0.00	0.00	4.04	12.86	0.02	6.68	0.759
C11	16.95	0.00	0.00	0.00	16.80	0.08	18.57	0.991
C10	16.95	0.00	0.00	0.00	16.84	0.04	10.40	0.993
C9	16.95	0.00	0.00	0.00	16.90	0.01	5.35	0.997
C19	16.95	0.00	0.00	0.00	16.86	0.04	12.23	0.994
C14	16.95	0.00	0.00	4.06	12.83	0.03	10.16	0.757
C13	16.95	0.00	0.00	0.00	16.80	0.08	19.92	0.991
C15	16.95	0.00	0.00	0.00	16.79	0.05	10.38	0.991
C18	16.95	0.00	0.00	0.00	16.86	0.03	9.04	0.995
C16	16.95	0.00	0.00	0.00	16.88	0.02	7.51	0.996
C17	16.95	0.00	0.00	2.41	14.46	0.04	10.40	0.853
C27	16.95	0.00	0.00	0.00	16.82	0.05	12.55	0.992
C26	16.95	0.00	0.00	0.00	16.88	0.02	7.91	0.996
C39	16.95	0.00	0.00	0.00	16.84	0.03	7.85	0.994
C40	16.95	0.00	0.00	0.00	16.86	0.03	7.46	0.995

C43	16.95	0.00	0.00	0.00	16.88	0.02	6.59	0.996
C54	16.95	0.00	0.00	4.03	12.88	0.02	6.21	0.760
C55	16.95	0.00	0.00	0.00	16.85	0.02	4.83	0.994
C53	16.95	0.00	0.00	0.00	16.70	0.04	7.24	0.985
C56	16.95	0.00	0.00	2.39	14.50	0.05	14.90	0.855
C57	16.95	0.00	0.00	0.00	16.88	0.01	2.17	0.996
C62	16.95	0.00	0.00	0.00	16.77	0.02	3.24	0.989
C63	16.95	0.00	0.00	0.00	16.91	0.01	5.66	0.998
C61	16.95	0.00	0.00	0.00	16.85	0.01	2.41	0.994
C64	16.95	0.00	0.00	0.00	16.92	0.06	25.41	0.998
C58	16.95	0.00	0.00	2.38	14.52	0.03	11.97	0.857
C44	16.95	0.00	0.00	0.00	16.84	0.04	11.66	0.994
C59	16.95	0.00	0.00	0.00	16.93	0.02	8.56	0.999
C60	16.95	0.00	0.00	0.00	16.84	0.03	9.10	0.993
C67	16.95	0.00	0.00	0.00	16.88	0.02	5.02	0.996
C42	16.95	0.00	0.00	0.00	16.82	0.09	21.67	0.992
C41	16.95	0.00	0.00	0.00	16.81	0.10	24.73	0.992
C69	16.95	0.00	0.00	0.00	16.88	0.04	14.89	0.996
C71	16.95	0.00	0.00	0.00	16.88	0.02	6.78	0.996
C45	16.95	0.00	0.00	0.00	16.86	0.04	12.26	0.995
C68	16.95	0.00	0.00	0.00	16.86	0.01	2.54	0.995
C29	16.95	0.00	0.00	0.00	16.87	0.04	12.18	0.995
C46	16.95	0.00	0.00	0.00	16.86	0.03	9.36	0.995
C31	16.95	0.00	0.00	0.00	16.90	0.01	4.57	0.997
C28	16.95	0.00	0.00	0.00	16.83	0.07	17.16	0.993
C70	16.95	0.00	0.00	0.00	16.88	0.02	6.16	0.996
C49	16.95	0.00	0.00	0.00	16.89	0.02	5.44	0.997
C36	16.95	0.00	0.00	0.00	16.90	0.01	5.34	0.997
C1	16.95	0.00	0.00	0.00	16.90	0.01	4.41	0.997
C50	16.95	0.00	0.00	0.00	16.87	0.02	6.18	0.995
C51	16.95	0.00	0.00	0.00	16.92	0.00	1.53	0.998
C52	16.95	0.00	0.00	0.00	16.83	0.01	2.65	0.993
C30	16.95	0.00	0.00	0.00	16.82	0.05	13.59	0.992
C34	16.95	0.00	0.00	0.00	16.92	0.01	5.19	0.998
C35	16.95	0.00	0.00	0.00	16.91	0.01	4.15	0.998
C37	16.95	0.00	0.00	0.00	16.90	0.01	3.86	0.997
C47	16.95	0.00	0.00	0.00	16.85	0.05	13.59	0.994
C48	16.95	0.00	0.00	0.00	16.83	0.03	7.81	0.993
C33	16.95	0.00	0.00	0.00	16.87	0.02	5.66	0.995
C38	16.95	0.00	0.00	0.00	16.88	0.03	9.64	0.996
C66	16.95	0.00	0.00	0.00	16.89	0.01	2.99	0.996
C65	16.95	0.00	0.00	0.00	16.89	0.01	4.98	0.997
C32	16.95	0.00	0.00	0.00	16.85	0.03	9.74	0.994

Node Depth Summary



Node	Type	Average Maximum Maximum Time of Max			
		Depth	Depth	HGL	Occurrence
		Meters	Meters	Meters	days hr:min
61	JUNCTION	0.02	0.16	374.51	0 00:52
81	JUNCTION	0.01	0.05	375.79	0 00:53
N1	JUNCTION	0.02	0.10	378.09	0 00:56
N10	JUNCTION	0.01	0.07	376.68	0 00:46
N108	JUNCTION	0.02	0.11	376.21	0 00:59
N109	JUNCTION	0.02	0.12	375.99	0 00:58
N110	JUNCTION	0.01	0.10	374.11	0 00:59
N111	JUNCTION	0.07	0.13	376.38	0 01:06
N112	JUNCTION	0.04	0.07	376.04	0 01:07
N118	JUNCTION	0.02	0.15	376.35	0 00:51
N119	JUNCTION	0.03	0.13	375.59	0 01:06
N12	JUNCTION	0.04	0.48	376.20	0 00:58
N120	JUNCTION	0.03	0.11	375.40	0 01:08
N121	JUNCTION	0.04	0.14	375.20	0 01:09
N122	JUNCTION	0.02	0.09	375.03	0 01:10
N123	JUNCTION	0.02	0.08	375.99	0 01:06
N124	JUNCTION	0.02	0.08	375.48	0 01:07
N125	JUNCTION	0.02	0.08	375.05	0 01:08
N126	JUNCTION	0.03	0.11	374.59	0 01:09
N127	JUNCTION	0.03	0.14	375.42	0 01:01
N128	JUNCTION	0.02	0.10	375.23	0 01:02
N129	JUNCTION	0.02	0.11	375.20	0 01:03
N130	JUNCTION	0.02	0.11	374.78	0 01:03
N131	JUNCTION	0.02	0.12	374.51	0 01:05
N132	JUNCTION	0.07	0.34	374.51	0 01:04
N133	JUNCTION	0.03	0.14	376.24	0 01:01
N134	JUNCTION	0.01	0.08	376.13	0 01:02
N135	JUNCTION	0.54	1.25	374.95	0 01:05
N136	JUNCTION	0.35	3.04	376.93	0 00:46
N137	JUNCTION	0.01	0.08	376.59	0 00:51
N138	JUNCTION	0.01	0.07	376.14	0 00:57
N139	JUNCTION	0.00	0.04	374.89	0 00:47
N14	JUNCTION	0.01	0.04	376.86	0 00:51
N140	JUNCTION	0.01	0.08	374.55	0 01:04
N141	JUNCTION	0.29	0.59	374.55	0 01:06
N142	JUNCTION	0.47	0.79	374.56	0 01:06
N143	JUNCTION	0.01	0.06	375.79	0 01:03
N144	JUNCTION	0.05	0.36	373.89	0 01:07
N145	JUNCTION	0.10	0.46	373.47	0 01:03
N147	JUNCTION	0.01	0.10	375.04	0 00:51

N148	JUNCTION	0.02	0.11	374.81	0 00:57
N149	JUNCTION	0.01	0.11	374.66	0 00:52
N15	JUNCTION	0.01	0.06	377.32	0 00:51
N150	JUNCTION	0.02	0.13	372.70	0 00:53
N152	JUNCTION	0.01	0.05	371.71	0 00:47
N154	JUNCTION	0.01	0.08	374.60	0 00:52
N155	JUNCTION	0.01	0.05	375.37	0 00:46
N156	JUNCTION	0.02	0.12	375.53	0 00:57
N157	JUNCTION	0.05	0.46	373.13	0 00:56
N158	JUNCTION	0.00	0.00	373.95	0 00:00
N159	JUNCTION	0.38	0.95	373.82	0 00:56
N16	JUNCTION	0.01	0.05	377.01	0 01:06
N160	JUNCTION	0.03	0.63	373.92	0 00:56
N161	JUNCTION	0.02	0.15	374.74	0 00:59
N162	JUNCTION	0.01	0.07	376.76	0 00:46
N163	JUNCTION	0.01	0.06	376.59	0 00:47
N164	JUNCTION	0.01	0.06	376.76	0 00:51
N165	JUNCTION	0.02	0.15	376.32	0 00:52
N166	JUNCTION	0.01	0.11	376.27	0 00:52
N167	JUNCTION	0.01	0.10	376.10	0 00:53
N168	JUNCTION	0.01	0.10	377.55	0 00:58
N169	JUNCTION	0.02	0.10	377.09	0 00:57
N17	JUNCTION	0.01	0.04	376.37	0 01:07
N170	JUNCTION	0.02	0.12	376.65	0 00:59
N171	JUNCTION	0.02	0.14	376.41	0 00:52
N176	JUNCTION	0.02	0.20	373.40	0 00:53
N177	JUNCTION	0.00	0.03	374.17	0 00:46
N178	JUNCTION	0.02	0.16	374.19	0 00:53
N179	JUNCTION	0.02	0.17	374.00	0 00:53
N18	JUNCTION	0.01	0.06	375.25	0 01:08
N180	JUNCTION	0.02	0.12	373.29	0 00:53
N181	JUNCTION	0.01	0.05	371.55	0 00:53
N183	JUNCTION	0.08	1.06	371.30	0 00:53
N184	JUNCTION	0.10	1.66	371.52	0 00:52
N185	JUNCTION	0.09	1.34	370.99	0 00:52
N186	JUNCTION	0.11	1.11	370.43	0 00:52
N187	JUNCTION	0.07	0.34	368.61	0 00:58
N188	JUNCTION	0.07	0.36	368.18	0 00:57
N189	JUNCTION	0.08	1.18	366.82	0 00:55
N19	JUNCTION	0.08	0.32	375.14	0 00:56
N190	JUNCTION	0.13	1.48	364.64	0 00:49
N191	JUNCTION	0.11	1.50	363.88	0 00:47
N192	JUNCTION	0.40	1.06	362.83	0 00:47
N194	JUNCTION	0.22	0.90	362.80	0 01:53
N198	JUNCTION	0.02	0.16	375.13	0 00:52
N2	JUNCTION	0.01	0.08	377.82	0 00:57
N20	JUNCTION	0.02	0.21	375.22	0 00:54

N21	JUNCTION	0.03	0.27	375.39	0	00:54	N66	JUNCTION	0.01	0.05	375.25	0	00:51
N22	JUNCTION	0.01	0.11	375.50	0	00:53	N67	JUNCTION	0.02	0.13	373.56	0	00:53
N23	JUNCTION	0.01	0.06	376.07	0	00:52	N68	JUNCTION	0.01	0.04	375.75	0	00:51
N24	JUNCTION	0.00	0.00	377.23	0	00:00	N69	JUNCTION	0.00	0.04	376.37	0	00:46
N25	JUNCTION	0.01	0.05	376.84	0	00:52	N7	JUNCTION	0.02	0.13	377.39	0	00:52
N26	JUNCTION	0.01	0.08	376.44	0	00:52	N70	JUNCTION	0.01	0.06	376.98	0	00:46
N27	JUNCTION	0.01	0.05	376.57	0	00:52	N71	JUNCTION	0.01	0.05	376.78	0	00:47
N28	JUNCTION	0.02	0.12	375.76	0	00:57	N72	JUNCTION	0.01	0.08	376.96	0	00:46
N29	JUNCTION	0.02	0.13	375.39	0	00:52	N73	JUNCTION	0.01	0.07	376.78	0	00:47
N3	JUNCTION	0.04	0.28	377.55	0	00:57	N74	JUNCTION	0.02	0.15	376.62	0	00:47
N30	JUNCTION	0.01	0.11	374.99	0	00:53	N75	JUNCTION	0.01	0.13	376.45	0	00:47
N31	JUNCTION	0.05	0.70	373.66	0	00:56	N76	JUNCTION	0.02	0.18	376.18	0	00:52
N32	JUNCTION	0.05	0.55	373.32	0	00:56	N77	JUNCTION	0.02	0.21	375.94	0	00:48
N33	JUNCTION	0.03	0.26	372.83	0	00:56	N78	JUNCTION	0.02	0.18	375.82	0	00:53
N34	JUNCTION	0.02	0.14	374.66	0	00:52	N79	JUNCTION	0.01	0.09	376.31	0	00:51
N35	JUNCTION	0.04	0.28	371.51	0	00:57	N8	JUNCTION	0.01	0.08	377.12	0	00:52
N36	JUNCTION	0.02	0.12	373.72	0	00:53	N80	JUNCTION	0.01	0.07	376.24	0	00:52
N37	JUNCTION	0.03	0.26	370.63	0	00:57	N82	JUNCTION	0.03	0.22	375.50	0	00:53
N38	JUNCTION	0.02	0.16	368.11	0	00:57	N83	JUNCTION	0.08	0.39	372.29	0	01:04
N39	JUNCTION	0.10	0.96	369.56	0	00:50	N84	JUNCTION	0.01	0.07	377.40	0	00:46
N4	JUNCTION	0.02	0.12	376.86	0	00:58	N85	JUNCTION	0.00	0.04	376.80	0	00:47
N41	JUNCTION	0.00	0.00	371.11	0	00:00	N86	JUNCTION	0.02	0.17	376.32	0	00:51
N42	JUNCTION	0.01	0.05	373.59	0	00:47	N87	JUNCTION	0.01	0.06	376.77	0	00:51
N43	JUNCTION	0.01	0.07	374.10	0	00:47	N9	JUNCTION	0.03	0.36	376.24	0	00:58
N44	JUNCTION	0.01	0.08	375.12	0	00:46	N999	JUNCTION	0.04	1.06	376.49	0	00:47
N45	JUNCTION	0.01	0.06	375.63	0	00:51	N175	JUNCTION	0.00	0.04	374.30	0	00:51
N46	JUNCTION	0.02	0.15	374.45	0	00:53	N13	JUNCTION	0.05	1.20	376.51	0	00:47
N47	JUNCTION	0.02	0.14	373.69	0	00:53	N172	JUNCTION	0.13	1.80	365.11	0	00:49
N48	JUNCTION	0.01	0.05	372.45	0	00:53	N193	JUNCTION	1.00	1.42	362.57	0	01:09
N49	JUNCTION	0.01	0.07	374.60	0	00:56	N202	JUNCTION	0.08	0.58	369.64	0	00:57
N5	JUNCTION	0.01	0.09	376.59	0	00:59	N203	JUNCTION	0.09	0.57	371.07	0	01:02
N50	JUNCTION	0.01	0.07	374.05	0	00:56	N209	JUNCTION	0.04	1.57	364.57	0	01:21
N51	JUNCTION	0.01	0.06	373.64	0	00:57	V1	OUTFALL	0.00	0.00	361.00	0	00:00
N52	JUNCTION	0.00	0.03	372.87	0	00:57	V2	OUTFALL	0.03	0.40	363.20	0	00:40
N53	JUNCTION	0.08	0.35	370.95	0	01:04	V3	OUTFALL	0.00	0.00	361.00	0	00:00
N54	JUNCTION	0.10	0.47	372.87	0	01:03	V5	OUTFALL	0.00	0.00	361.00	0	00:00
N55	JUNCTION	0.07	0.32	373.81	0	01:02	SR1	STORAGE	2.22	2.41	362.31	0	01:15
N56	JUNCTION	0.05	0.35	374.54	0	01:03							
N57	JUNCTION	0.00	0.00	375.81	0	00:00							
N59	JUNCTION	0.05	1.13	375.80	0	00:43	*****						
N6	JUNCTION	0.01	0.07	377.83	0	00:51	Node Inflow Summary						
N60	JUNCTION	0.05	1.00	376.01	0	00:47	*****						
N61	JUNCTION	0.01	0.05	377.39	0	00:51							
N62	JUNCTION	0.03	0.57	373.78	0	00:56							
N63	JUNCTION	0.06	0.20	374.71	0	00:57							
N64	JUNCTION	0.01	0.05	375.81	0	00:51							
N65	JUNCTION	0.01	0.08	375.61	0	00:46							
								</					



Node	Type	LPS	LPS	days hr:min	10 ⁶ ltr	10 ⁶ ltr						
61	JUNCTION	4.57	31.53	0 00:52	0.012	0.116	N154	JUNCTION	0.00	19.11	0 00:46	0.000 0.061
81	JUNCTION	0.00	8.73	0 00:52	0.000	0.034	N155	JUNCTION	2.99	11.88	0 00:46	0.008 0.038
N1	JUNCTION	19.92	19.92	0 00:56	0.084	0.084	N156	JUNCTION	0.00	34.79	0 00:57	0.000 0.140
N10	JUNCTION	5.35	5.35	0 00:46	0.014	0.014	N157	JUNCTION	0.00	101.03	0 00:56	0.000 0.403
N108	JUNCTION	0.00	28.75	0 00:59	0.000	0.129	N158	JUNCTION	0.00	0.00	0 00:00	0.000 0.000
N109	JUNCTION	0.00	51.37	0 00:58	0.000	0.211	N159	JUNCTION	0.00	87.32	0 00:56	0.000 0.362
N110	JUNCTION	0.00	62.41	0 00:59	0.000	0.261	N16	JUNCTION	7.24	7.24	0 01:06	0.038 0.038
N111	JUNCTION	27.24	27.24	0 01:06	0.669	0.669	N160	JUNCTION	24.73	86.72	0 00:56	0.101 0.362
N112	JUNCTION	0.00	27.15	0 01:07	0.000	0.669	N161	JUNCTION	12.54	62.49	0 00:58	0.050 0.261
N118	JUNCTION	20.49	25.10	0 00:51	0.071	0.084	N162	JUNCTION	7.91	7.91	0 00:46	0.024 0.024
N119	JUNCTION	22.63	22.63	0 01:06	0.165	0.165	N163	JUNCTION	0.00	7.69	0 00:46	0.000 0.024
N12	JUNCTION	0.00	59.67	0 00:47	0.000	0.236	N164	JUNCTION	10.40	10.40	0 00:51	0.036 0.036
N120	JUNCTION	0.00	22.32	0 01:07	0.000	0.165	N165	JUNCTION	7.51	24.36	0 00:51	0.022 0.082
N121	JUNCTION	0.00	22.11	0 01:08	0.000	0.165	N166	JUNCTION	0.00	23.83	0 00:52	0.000 0.082
N122	JUNCTION	0.00	21.96	0 01:09	0.000	0.164	N167	JUNCTION	0.00	23.82	0 00:52	0.000 0.082
N123	JUNCTION	16.78	16.78	0 01:06	0.111	0.111	N168	JUNCTION	0.00	19.43	0 00:57	0.000 0.084
N124	JUNCTION	0.00	16.57	0 01:06	0.000	0.111	N169	JUNCTION	0.00	29.88	0 00:57	0.000 0.129
N125	JUNCTION	0.00	16.39	0 01:07	0.000	0.111	N17	JUNCTION	0.00	7.13	0 01:06	0.000 0.038
N126	JUNCTION	0.00	38.08	0 01:09	0.000	0.275	N170	JUNCTION	0.00	28.92	0 00:58	0.000 0.129
N127	JUNCTION	25.02	25.02	0 01:01	0.119	0.119	N171	JUNCTION	11.66	42.92	0 00:52	0.042 0.149
N128	JUNCTION	0.00	24.47	0 01:01	0.000	0.119	N176	JUNCTION	5.19	57.75	0 00:53	0.012 0.212
N129	JUNCTION	0.00	24.32	0 01:02	0.000	0.119	N177	JUNCTION	3.86	3.86	0 00:46	0.010 0.010
N130	JUNCTION	0.00	24.16	0 01:03	0.000	0.119	N178	JUNCTION	0.00	59.15	0 00:52	0.000 0.228
N131	JUNCTION	0.00	23.92	0 01:03	0.000	0.119	N179	JUNCTION	0.00	59.10	0 00:53	0.000 0.228
N132	JUNCTION	0.00	373.02	0 01:04	0.000	1.222	N18	JUNCTION	0.00	7.07	0 01:07	0.000 0.038
N133	JUNCTION	16.63	16.63	0 01:01	0.082	0.082	N180	JUNCTION	0.00	64.77	0 00:53	0.000 0.247
N134	JUNCTION	0.00	16.30	0 01:01	0.000	0.082	N181	JUNCTION	0.00	64.75	0 00:53	0.000 0.247
N135	JUNCTION	0.00	492.37	0 01:12	0.000	1.305	N183	JUNCTION	0.00	285.05	0 00:53	0.000 1.899
N136	JUNCTION	2.45	111.53	0 01:10	0.007	0.483	N184	JUNCTION	1.53	285.07	0 00:52	0.003 1.956
N137	JUNCTION	13.36	13.36	0 00:51	0.052	0.052	N185	JUNCTION	6.18	332.19	0 00:52	0.020 2.188
N138	JUNCTION	0.00	13.08	0 00:56	0.000	0.052	N186	JUNCTION	0.00	330.86	0 00:57	0.000 2.188
N139	JUNCTION	5.05	5.05	0 00:46	0.015	0.015	N187	JUNCTION	0.00	389.58	0 00:58	0.000 2.489
N14	JUNCTION	0.00	8.38	0 00:51	0.000	0.029	N188	JUNCTION	5.43	510.71	0 00:57	0.015 2.974
N140	JUNCTION	7.49	12.00	0 00:51	0.030	0.045	N189	JUNCTION	0.00	510.56	0 00:57	0.000 2.974
N141	JUNCTION	0.00	45.72	0 00:45	0.000	0.055	N19	JUNCTION	25.39	126.49	0 00:56	0.056 1.048
N142	JUNCTION	2.03	139.88	0 01:06	0.005	0.598	N190	JUNCTION	0.00	510.69	0 00:57	0.000 2.974
N143	JUNCTION	0.00	16.14	0 01:02	0.000	0.082	N191	JUNCTION	0.00	437.13	0 01:21	0.000 2.880
N144	JUNCTION	0.00	187.15	0 01:03	0.000	0.900	N192	JUNCTION	0.00	437.13	0 01:06	0.000 2.880
N145	JUNCTION	0.00	307.52	0 01:02	0.000	1.948	N194	JUNCTION	0.00	282.99	0 01:51	0.000 2.410
N147	JUNCTION	17.16	17.16	0 00:51	0.066	0.066	N198	JUNCTION	0.00	40.73	0 00:52	0.000 0.160
N148	JUNCTION	0.00	16.72	0 00:51	0.000	0.066	N2	JUNCTION	0.00	19.63	0 00:56	0.000 0.084
N149	JUNCTION	0.00	27.95	0 00:52	0.000	0.104	N20	JUNCTION	5.66	81.02	0 00:54	0.014 0.285
N15	JUNCTION	8.55	8.55	0 00:51	0.029	0.029	N21	JUNCTION	0.00	77.17	0 00:53	0.000 0.272
N150	JUNCTION	0.00	64.77	0 00:53	0.000	0.247	N22	JUNCTION	0.00	8.71	0 00:53	0.000 0.034
N152	JUNCTION	0.00	23.92	0 00:47	0.000	0.075	N23	JUNCTION	0.00	8.77	0 00:52	0.000 0.034
							N24	JUNCTION	0.00	0.00	0 00:00	0.000 0.000
							N25	JUNCTION	0.00	7.71	0 00:51	0.000 0.029



N26	JUNCTION	0.00	14.78	0 00:52	0.000	0.054
N27	JUNCTION	0.00	7.33	0 00:51	0.000	0.025
N28	JUNCTION	21.67	35.03	0 00:56	0.086	0.140
N29	JUNCTION	6.77	40.76	0 00:52	0.020	0.160
N3	JUNCTION	10.38	35.60	0 00:58	0.045	0.129
N30	JUNCTION	0.00	40.69	0 00:53	0.000	0.160
N31	JUNCTION	14.89	101.02	0 00:56	0.044	0.403
N32	JUNCTION	0.00	101.03	0 00:56	0.000	0.403
N33	JUNCTION	13.58	114.94	0 00:56	0.049	0.452
N34	JUNCTION	7.81	59.22	0 00:52	0.030	0.228
N35	JUNCTION	0.00	112.18	0 00:56	0.000	0.452
N36	JUNCTION	0.00	61.19	0 00:53	0.000	0.235
N37	JUNCTION	6.16	117.22	0 00:57	0.019	0.470
N38	JUNCTION	0.00	116.96	0 00:57	0.000	0.470
N39	JUNCTION	5.34	389.59	0 00:58	0.014	2.489
N4	JUNCTION	0.00	29.31	0 00:57	0.000	0.129
N41	JUNCTION	0.00	0.00	0 00:00	0.000	0.000
N42	JUNCTION	0.00	23.92	0 00:47	0.000	0.075
N43	JUNCTION	4.15	23.97	0 00:47	0.010	0.075
N44	JUNCTION	9.63	19.33	0 00:46	0.029	0.061
N45	JUNCTION	17.14	19.33	0 00:51	0.054	0.062
N46	JUNCTION	9.74	49.05	0 00:52	0.034	0.182
N47	JUNCTION	0.00	48.84	0 00:53	0.000	0.182
N48	JUNCTION	0.00	57.62	0 00:53	0.000	0.212
N49	JUNCTION	13.59	13.59	0 00:56	0.054	0.054
N5	JUNCTION	0.00	28.78	0 00:59	0.000	0.129
N50	JUNCTION	0.00	13.41	0 00:56	0.000	0.054
N51	JUNCTION	0.00	13.27	0 00:56	0.000	0.054
N52	JUNCTION	0.00	13.23	0 00:57	0.000	0.054
N53	JUNCTION	0.00	307.25	0 01:04	0.000	1.947
N54	JUNCTION	0.00	307.32	0 01:03	0.000	1.948
N55	JUNCTION	0.00	307.74	0 01:02	0.000	1.948
N56	JUNCTION	0.00	200.17	0 01:06	0.000	0.915
N57	JUNCTION	0.00	0.00	0 00:00	0.000	0.000
N59	JUNCTION	0.00	85.56	0 00:57	0.000	0.339
N6	JUNCTION	9.04	9.04	0 00:51	0.030	0.030
N60	JUNCTION	12.71	85.56	0 00:57	0.043	0.339
N61	JUNCTION	7.85	7.85	0 00:51	0.029	0.029
N62	JUNCTION	0.00	87.35	0 00:56	0.000	0.359
N63	JUNCTION	0.00	125.35	0 00:56	0.000	1.048
N64	JUNCTION	9.36	9.36	0 00:51	0.032	0.032
N65	JUNCTION	12.17	12.17	0 00:46	0.039	0.039
N66	JUNCTION	0.00	11.90	0 00:51	0.000	0.039
N67	JUNCTION	4.41	64.76	0 00:53	0.012	0.247
N68	JUNCTION	2.54	2.54	0 00:51	0.008	0.008
N69	JUNCTION	5.02	5.02	0 00:46	0.015	0.015
N7	JUNCTION	12.23	20.66	0 00:51	0.042	0.072

N70	JUNCTION	6.59	6.59	0 00:46	0.020	0.020
N71	JUNCTION	0.00	6.44	0 00:46	0.000	0.020
N72	JUNCTION	10.94	10.94	0 00:46	0.034	0.034
N73	JUNCTION	0.00	10.74	0 00:46	0.000	0.034
N74	JUNCTION	14.89	30.80	0 00:46	0.046	0.100
N75	JUNCTION	2.17	32.24	0 00:47	0.007	0.107
N76	JUNCTION	11.97	57.90	0 00:52	0.033	0.198
N77	JUNCTION	8.55	63.71	0 00:47	0.017	0.215
N78	JUNCTION	5.59	68.71	0 00:52	0.024	0.238
N79	JUNCTION	9.09	9.09	0 00:51	0.034	0.034
N8	JUNCTION	0.00	20.14	0 00:52	0.000	0.072
N80	JUNCTION	0.00	8.94	0 00:51	0.000	0.034
N82	JUNCTION	0.00	77.92	0 00:52	0.000	0.272
N83	JUNCTION	0.00	307.28	0 01:04	0.000	1.947
N84	JUNCTION	6.68	6.68	0 00:46	0.019	0.019
N85	JUNCTION	0.00	6.39	0 00:46	0.000	0.019
N86	JUNCTION	0.00	24.80	0 00:51	0.000	0.084
N87	JUNCTION	7.46	7.46	0 00:51	0.025	0.025
N9	JUNCTION	18.56	61.92	0 00:52	0.079	0.236
N999	JUNCTION	0.00	65.64	0 00:47	0.000	0.255
N175	JUNCTION	5.66	5.66	0 00:51	0.019	0.019
N13	JUNCTION	4.68	74.62	0 00:59	0.012	0.296
N172	JUNCTION	0.00	510.57	0 00:57	0.000	2.974
N193	JUNCTION	0.00	437.33	0 01:16	0.000	2.874
N202	JUNCTION	0.00	353.22	0 00:57	0.000	2.263
N203	JUNCTION	2.65	309.44	0 01:04	0.010	1.957
N209	JUNCTION	0.00	500.00	0 00:40	0.000	2.400
V1	OUTFALL	0.00	31.11	0 00:57	0.000	0.034
V2	OUTFALL	0.00	546.14	0 01:04	0.000	2.414
V3	OUTFALL	0.00	51.51	0 01:02	0.000	0.058
V5	OUTFALL	0.00	167.60	0 01:09	0.000	0.460
SR1	STORAGE	0.00	438.24	0 01:47	0.000	2.473

Node Surcharge Summary

Surcharging occurs when water rises above the top of the highest conduit.

Node	Type	Max. Height		Min. Depth	
		Hours	Above Crown	Below Rim	
		Surcharged		Meters	Meters

N12	JUNCTION	0.24	0.078	2.871	
N136	JUNCTION	0.99	2.540	1.440	
N157	JUNCTION	0.07	0.056	1.768	



N159	JUNCTION	2.62	0.551	0.779
N160	JUNCTION	0.21	0.234	1.276
N183	JUNCTION	0.38	0.556	1.564
N184	JUNCTION	0.48	1.161	1.839
N185	JUNCTION	0.49	0.841	2.589
N186	JUNCTION	0.53	0.610	1.570
N189	JUNCTION	0.37	0.680	0.000
N190	JUNCTION	0.73	0.980	0.000
N191	JUNCTION	0.77	0.995	0.285
N192	JUNCTION	3.13	0.559	0.981
N194	JUNCTION	0.01	0.402	1.278
N31	JUNCTION	0.47	0.303	0.695
N32	JUNCTION	0.43	0.149	1.292
N39	JUNCTION	0.57	0.461	2.509
N59	JUNCTION	0.54	0.731	2.301
N60	JUNCTION	0.49	0.596	2.209
N62	JUNCTION	0.12	0.167	0.703
N999	JUNCTION	0.39	0.657	2.443
N13	JUNCTION	0.42	0.798	2.347
N172	JUNCTION	0.67	1.300	0.000
N209	JUNCTION	1.19	1.170	1.690
SR1	STORAGE	23.00	0.907	1.093

Node Flooding Summary

Flooding refers to all water that overflows a node, whether it ponds or not.

Node	Total		Maximum			
	Maximum		Time of Max	Flood	Ponded	
	Hours	Rate	Occurrence	Volume	Depth	
	Flooded	LPS	days hr:min	10 ⁶ ltr	Meters	

N189	0.01	26.81	0 00:55	0.000	1.18	
N190	0.53	73.66	0 00:57	0.094	1.48	
N172	0.01	26.78	0 00:49	0.000	1.80	

Storage Volume Summary

Maximum	Average	Avg	E&I	Maximum	Max	Time of Max
---------	---------	-----	-----	---------	-----	-------------

Storage Unit	Volume	Pcnt	Pcnt	Volume	Pcnt	Occurrence	Outflow
	1000 m3	Full	Loss	1000 m3	Full	days hr:min	LPS

SR1	0.072	63	0	0.078	69	0 01:15	500.00

Outfall Loading Summary

Outfall Node	Flow	Avg.	Max.	Total
	Freq.	Flow	Flow	Volume
	Pcnt.	LPS	LPS	10 ⁶ ltr

V1	3.18	21.73	31.11	0.034
V2	22.23	152.30	546.14	2.414
V3	2.74	41.69	51.51	0.058
V5	6.95	117.09	167.60	0.460

System	8.78	332.81	793.38	2.966

Link Flow Summary

Link	Type	Maximum	Time of Max	Maximum	Max/	Max/
		[Flow]	Occurrence	[Veloc]	Full	Full
		LPS	days hr:min	m/sec	Flow	Depth

T3	CONDUIT	26.04	0 00:58	0.45	0.13	0.47
T4	CONDUIT	29.88	0 00:57	0.50	0.58	0.48
T2	CONDUIT	19.43	0 00:57	1.00	0.10	0.23
T5	CONDUIT	29.31	0 00:57	1.04	0.15	0.28
T6	CONDUIT	28.92	0 00:58	0.91	0.19	0.30
T7	CONDUIT	28.78	0 00:59	1.04	0.17	0.27
T8	CONDUIT	28.75	0 00:59	1.11	0.12	0.26
T9	CONDUIT	28.68	0 00:59	0.93	0.17	0.30
T10	CONDUIT	51.23	0 00:58	1.32	0.21	0.35
T11	CONDUIT	62.41	0 00:59	1.81	0.25	0.32
T12	CONDUIT	62.40	0 00:59	1.28	0.14	0.63
T13	CONDUIT	87.32	0 00:56	0.70	0.49	1.00
T14	CONDUIT	87.35	0 00:56	0.75	0.32	1.00
T15	CONDUIT	87.52	0 00:56	0.76	0.58	1.00
T16	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.50



T17	CONDUIT	101.03	0 00:56	1.24	1.32	1.00	T66	CONDUIT	48.84	0 00:53	1.44	0.50	0.48
T18	CONDUIT	101.03	0 00:56	1.24	1.45	1.00	T68	CONDUIT	48.78	0 00:53	1.22	0.42	0.55
T19	CONDUIT	101.83	0 00:56	1.44	1.29	0.83	T69	CONDUIT	57.62	0 00:53	2.14	0.47	0.41
T20	CONDUIT	112.18	0 00:56	2.07	0.68	0.67	T70	CONDUIT	57.62	0 00:53	1.91	0.06	0.58
T21	CONDUIT	111.83	0 00:57	2.06	0.73	0.67	T71	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.50
T22	CONDUIT	116.96	0 00:57	3.05	0.53	0.52	T72	CONDUIT	330.86	0 00:57	1.69	0.98	1.00
T23	CONDUIT	116.92	0 00:57	1.23	0.21	0.52	T73	CONDUIT	330.89	0 00:53	1.69	1.31	1.00
T24	CONDUIT	389.58	0 00:58	2.68	0.82	0.71	T74	CONDUIT	31.44	0 00:53	0.67	0.36	0.40
T25	CONDUIT	389.58	0 00:58	2.21	1.24	0.84	T75	CONDUIT	11.90	0 00:51	0.90	0.07	0.16
T26	CONDUIT	7.69	0 00:46	0.63	0.06	0.15	T76	CONDUIT	11.76	0 00:51	0.74	0.04	0.20
T27	CONDUIT	7.43	0 00:47	0.28	0.04	0.26	T77	CONDUIT	27.70	0 00:52	0.74	0.16	0.34
T28	CONDUIT	10.08	0 00:51	0.38	0.05	0.27	T78	CONDUIT	13.41	0 00:56	0.97	0.06	0.17
T29	CONDUIT	23.83	0 00:52	0.66	0.42	0.33	T79	CONDUIT	13.27	0 00:56	1.02	0.06	0.16
T30	CONDUIT	23.82	0 00:52	0.91	0.16	0.26	T80	CONDUIT	13.23	0 00:57	1.67	0.03	0.11
T31	CONDUIT	23.78	0 00:53	0.86	0.13	0.28	T81	CONDUIT	13.22	0 00:57	0.70	0.01	0.54
T32	CONDUIT	7.33	0 00:51	0.71	0.05	0.14	T82	CONDUIT	281.42	0 01:18	1.61	1.02	1.00
T33	CONDUIT	7.19	0 00:52	0.38	0.00	0.06	T83	CONDUIT	285.05	0 00:53	1.66	1.11	1.00
T34	CONDUIT	7.71	0 00:51	0.86	0.04	0.12	T84	CONDUIT	272.59	0 01:18	1.72	0.78	1.00
T35	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.06	T85	CONDUIT	22.32	0 01:07	0.64	0.13	0.23
T36	CONDUIT	7.59	0 00:52	0.64	0.03	0.15	T86	CONDUIT	22.11	0 01:08	0.58	0.10	0.25
T37	CONDUIT	14.43	0 00:52	0.59	0.08	0.25	T87	CONDUIT	21.96	0 01:09	0.63	0.15	0.23
T38	CONDUIT	34.79	0 00:57	1.06	0.21	0.31	T88	CONDUIT	21.90	0 01:10	0.76	0.07	0.20
T39	CONDUIT	34.76	0 00:57	1.04	0.20	0.31	T89	CONDUIT	16.57	0 01:06	0.81	0.06	0.16
T40	CONDUIT	40.73	0 00:52	1.00	0.22	0.36	T90	CONDUIT	16.39	0 01:07	0.80	0.06	0.16
T41	CONDUIT	40.69	0 00:53	1.11	0.30	0.33	T91	CONDUIT	16.29	0 01:08	0.62	0.06	0.19
T42	CONDUIT	40.68	0 00:53	1.27	0.15	0.30	T92	CONDUIT	38.38	0 01:09	0.96	0.11	0.45
T43	CONDUIT	59.15	0 00:52	1.41	0.25	0.37	T93	CONDUIT	24.47	0 01:01	0.67	0.15	0.24
T44	CONDUIT	59.10	0 00:53	1.21	0.33	0.41	T94	CONDUIT	24.32	0 01:02	0.85	0.08	0.20
T45	CONDUIT	59.07	0 00:53	1.43	0.32	0.36	T95	CONDUIT	24.16	0 01:03	0.77	0.10	0.22
T46	CONDUIT	61.17	0 00:53	1.86	0.19	0.31	T96	CONDUIT	23.92	0 01:03	0.70	0.11	0.23
T47	CONDUIT	64.77	0 00:53	1.91	0.21	0.31	T97	CONDUIT	25.89	0 01:05	0.69	0.13	0.46
T48	CONDUIT	64.77	0 00:53	1.85	0.21	0.32	T99	CONDUIT	16.30	0 01:01	0.50	0.15	0.22
T49	CONDUIT	64.75	0 00:53	2.91	0.13	0.23	T100	CONDUIT	16.14	0 01:02	0.92	0.05	0.14
T50	CONDUIT	64.75	0 00:53	1.06	0.04	0.57	T101	CONDUIT	16.08	0 01:03	1.18	0.03	0.12
T51	CONDUIT	2.41	0 00:52	0.27	0.02	0.12	T102	CONDUIT	477.73	0 01:12	3.06	0.48	0.84
T52	CONDUIT	9.02	0 00:51	0.87	0.04	0.14	T103	CONDUIT	110.12	0 01:10	0.56	1.02	1.00
T53	CONDUIT	11.80	0 00:46	0.62	0.04	0.24	T104	CONDUIT	111.49	0 01:10	0.57	0.66	1.00
T54	CONDUIT	9.97	0 00:51	0.73	0.04	0.17	T105	CONDUIT	13.08	0 00:56	0.85	0.08	0.18
T55	CONDUIT	19.11	0 00:46	1.13	0.08	0.19	T106	CONDUIT	12.76	0 00:57	0.86	0.07	0.18
T56	CONDUIT	18.97	0 00:47	1.21	0.08	0.18	T109	CONDUIT	4.75	0 00:47	0.38	0.01	0.08
T57	CONDUIT	1.24	0 00:46	0.18	0.01	0.12	T110	CONDUIT	11.79	0 00:56	0.61	0.02	0.48
T58	CONDUIT	2.49	0 00:46	0.30	0.01	0.18	T111	CONDUIT	35.96	0 00:45	0.13	0.07	0.92
T59	CONDUIT	23.92	0 00:47	1.99	0.05	0.15	T112	CONDUIT	116.66	0 01:06	0.26	0.04	0.57
T60	CONDUIT	23.92	0 00:47	2.57	0.04	0.13	T113	CONDUIT	187.15	0 01:03	1.53	0.33	0.44
T61	CONDUIT	23.91	0 00:47	0.94	0.03	0.56	T114	CONDUIT	185.72	0 01:03	1.63	0.31	0.42
T64	CONDUIT	327.50	0 01:21	1.75	0.87	1.00	T115	CONDUIT	153.76	0 01:02	1.10	0.27	0.49
T65	CONDUIT	9.11	0 00:51	0.53	0.07	0.34	T116	CONDUIT	153.76	0 01:02	1.10	0.27	0.49



T117	CONDUIT	307.32	0	01:03	1.74	0.54	0.58
T118	CONDUIT	307.28	0	01:04	1.93	0.52	0.53
T119	CONDUIT	307.25	0	01:04	2.35	0.38	0.46
T120	CONDUIT	307.23	0	01:04	1.99	0.34	0.58
T121	CONDUIT	16.72	0	00:51	0.68	0.13	0.25
T122	CONDUIT	16.34	0	00:57	0.62	0.15	0.26
T123	CONDUIT	8.94	0	00:51	0.48	0.11	0.21
T124	CONDUIT	8.77	0	00:52	0.67	0.07	0.16
T125	CONDUIT	8.73	0	00:52	0.90	0.04	0.13
T126	CONDUIT	77.17	0	00:53	0.97	0.57	0.61
T127	CONDUIT	8.71	0	00:53	0.73	0.03	0.20
T128	CONDUIT	9.42	0	00:53	0.26	0.05	0.41
T129	CONDUIT	76.94	0	00:54	0.98	0.80	0.60
T130	CONDUIT	80.94	0	00:54	0.93	0.53	0.66
T131	CONDUIT	27.15	0	01:07	1.10	0.19	0.25
T132	CONDUIT	27.14	0	01:07	0.92	0.06	0.48
T133	CONDUIT	7.13	0	01:06	0.83	0.04	0.12
T134	CONDUIT	7.07	0	01:07	0.79	0.02	0.12
T135	CONDUIT	7.00	0	01:08	0.13	0.04	0.47
T136	CONDUIT	125.35	0	00:56	1.43	0.92	0.66
T137	CONDUIT	125.26	0	00:57	1.80	0.52	0.65
T138	CONDUIT	6.39	0	00:46	0.96	0.21	0.27
T139	CONDUIT	8.38	0	00:51	0.96	0.09	0.18
T141	CONDUIT	8.72	0	00:51	0.44	0.11	0.33
T142	CONDUIT	20.14	0	00:52	0.95	0.33	0.34
T143	CONDUIT	20.06	0	00:52	0.54	0.14	0.63
T144	CONDUIT	5.11	0	00:46	0.35	0.05	0.27
T145	CONDUIT	24.80	0	00:51	0.96	0.24	0.40
T146	CONDUIT	24.55	0	00:51	0.68	0.31	0.66
T147	CONDUIT	59.67	0	00:47	1.22	0.55	0.95
T148	CONDUIT	59.46	0	00:47	1.00	0.71	1.00
T149	CONDUIT	6.34	0	00:47	0.41	0.08	0.59
T150	CONDUIT	6.44	0	00:46	0.66	0.04	0.13
T151	CONDUIT	6.29	0	00:47	0.27	0.03	0.24
T152	CONDUIT	10.74	0	00:46	0.71	0.07	0.18
T153	CONDUIT	10.44	0	00:47	0.39	0.06	0.27
T154	CONDUIT	30.26	0	00:47	0.80	0.27	0.34
T155	CONDUIT	32.11	0	00:47	0.86	0.22	0.34
T156	CONDUIT	42.85	0	00:52	0.90	0.27	0.40
T157	CONDUIT	63.58	0	00:48	1.05	0.54	0.49
T158	CONDUIT	4.86	0	00:46	0.22	0.02	0.28
T159	CONDUIT	57.62	0	00:52	0.94	0.42	0.49
T160	CONDUIT	68.64	0	00:53	1.12	0.41	0.49
T162	CONDUIT	85.56	0	00:57	1.05	1.09	1.00
T163	CONDUIT	85.56	0	00:57	1.37	1.28	0.94
T164	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.44
T165	CONDUIT	510.56	0	00:57	3.30	0.87	0.86

T168	CONDUIT	437.13	0	01:21	2.23	1.24	1.00
T169	CONDUIT	437.13	0	01:06	2.23	1.04	1.00
T1	CONDUIT	19.63	0	00:56	0.87	0.14	0.24
T172	CONDUIT	438.24	0	01:47	3.02	0.33	1.00
T173	CONDUIT	64.40	0	01:00	0.93	0.84	1.00
T176	CONDUIT	8.28	0	00:51	0.25	0.05	0.57
T181	CONDUIT	510.57	0	00:57	2.80	0.83	1.00
T182	CONDUIT	510.69	0	00:57	2.60	1.22	1.00
T183	CONDUIT	437.33	0	01:16	2.23	0.59	1.00
T184	CONDUIT	282.99	0	01:51	1.99	1.35	0.96
T185	CONDUIT	5.52	0	00:51	0.35	0.04	0.39
T186	CONDUIT	74.60	0	00:59	0.98	1.03	1.00
T329	CONDUIT	546.14	0	01:04	4.35	1.31	1.00
B1	PUMP	500.00	0	00:40		1.00	
R1	WEIR	167.60	0	01:09		0.44	
R2	WEIR	31.11	0	00:57		0.21	
R3	WEIR	51.51	0	01:02		0.09	

Flow Classification Summary

	Adjusted /Actual	--- Fraction of Time in Flow Class ---								Avg. Froude Number	Avg. Flow Change
		Up	Down	Sub	Sup	Up	Down	Crit	Crit		
Conduit	Length	Dry	Dry	Dry	Crit	Crit	Crit	Crit	Crit		

T3	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.0000
T4	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.0000
T2	1.00	0.00	0.00	0.00	0.66	0.34	0.00	0.00	0.00	0.92	0.0000
T5	1.00	0.00	0.00	0.00	0.81	0.19	0.00	0.00	0.00	0.85	0.0000
T6	1.00	0.01	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.00	0.75	0.0000
T7	1.00	0.01	0.00	0.00	0.69	0.31	0.00	0.00	0.00	0.90	0.0000
T8	1.00	0.01	0.00	0.00	0.68	0.31	0.00	0.00	0.00	0.92	0.0000
T9	1.00	0.01	0.00	0.00	0.87	0.12	0.00	0.00	0.00	0.82	0.0000
T10	1.00	0.00	0.00	0.00	0.47	0.52	0.00	0.00	0.00	1.01	0.0000
T11	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.48	0.0000
T12	1.00	0.00	0.00	0.00	0.35	0.64	0.00	0.00	0.00	1.07	0.0000
T13	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.0000
T14	1.00	0.00	0.02	0.00	0.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.0000
T15	1.00	0.00	0.02	0.00	0.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.54	0.0000
T16	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000
T17	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49	0.0000
T18	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.0000
T19	1.00	0.00	0.00	0.00	0.94	0.05	0.00	0.00	0.00	0.61	0.0000
T20	1.00	0.00	0.00	0.00	0.56	0.43	0.00	0.00	0.00	0.99	0.0000



T21	1.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	1.06	0.0000	T71	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000
T22	1.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.76	0.00	0.00	1.49	0.0000	T72	1.00	0.00	0.00	0.00	0.58	0.42	0.00	0.00	0.95	0.0000
T23	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.30	0.0000	T73	1.00	0.00	0.00	0.00	0.26	0.74	0.00	0.00	0.99	0.0000
T24	1.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.99	0.00	0.00	1.71	0.0000	T74	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.45	0.0000
T25	1.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.98	0.00	0.00	1.25	0.0000	T75	1.00	0.00	0.00	0.00	0.76	0.24	0.00	0.00	0.77	0.0000
T26	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.52	0.0000	T76	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.44	0.0000
T27	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.0000	T77	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.52	0.0000
T28	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.0000	T78	1.00	0.00	0.00	0.00	0.66	0.34	0.00	0.00	0.91	0.0000
T29	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.34	0.0000	T79	1.00	0.00	0.00	0.00	0.53	0.47	0.00	0.00	1.02	0.0000
T30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.92	0.08	0.00	0.00	0.68	0.0000	T80	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	1.98	0.0000
T31	1.00	0.01	0.00	0.00	0.98	0.02	0.00	0.00	0.48	0.0000	T81	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.01	0.00	0.00	0.06	0.0000
T32	1.00	0.00	0.00	0.00	0.88	0.12	0.00	0.00	0.69	0.0000	T82	1.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.79	0.00	0.00	0.99	0.0000
T33	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.0000	T83	1.00	0.00	0.00	0.00	0.39	0.60	0.00	0.00	0.99	0.0000
T34	1.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.30	0.00	0.00	0.88	0.0000	T84	1.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.94	0.00	0.00	1.03	0.0000
T35	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	T85	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.55	0.0000
T36	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.62	0.0000	T86	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.45	0.0000
T37	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.43	0.0000	T87	1.00	0.01	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.50	0.0000
T38	1.00	0.00	0.00	0.00	0.85	0.15	0.00	0.00	0.81	0.0000	T88	1.00	0.01	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.76	0.0000
T39	1.00	0.00	0.00	0.00	0.86	0.14	0.00	0.00	0.81	0.0000	T89	1.00	0.00	0.00	0.00	0.88	0.12	0.00	0.00	0.83	0.0000
T40	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.68	0.0000	T90	1.00	0.00	0.00	0.00	0.89	0.11	0.00	0.00	0.82	0.0000
T41	1.00	0.00	0.00	0.00	0.81	0.18	0.00	0.00	0.78	0.0000	T91	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.56	0.0000
T42	1.00	0.00	0.00	0.00	0.51	0.48	0.00	0.00	1.00	0.0000	T92	1.00	0.01	0.00	0.00	0.97	0.02	0.00	0.00	0.32	0.0000
T43	1.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.49	0.00	0.00	1.00	0.0000	T93	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.47	0.0000
T44	1.00	0.00	0.00	0.00	0.79	0.21	0.00	0.00	0.86	0.0000	T94	1.00	0.00	0.00	0.00	0.97	0.02	0.00	0.00	0.72	0.0000
T45	1.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.62	0.00	0.00	1.08	0.0000	T95	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.64	0.0000
T46	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	1.45	0.0000	T96	1.00	0.01	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.59	0.0000
T47	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.42	0.0000	T97	1.00	0.01	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.11	0.0001
T48	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.57	0.0000	T99	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.34	0.0000
T49	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	3.06	0.0000	T100	1.00	0.00	0.00	0.00	0.72	0.28	0.00	0.00	0.86	0.0000
T50	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.02	0.00	0.00	0.15	0.0000	T101	1.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	1.59	0.0000
T51	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.0000	T102	1.00	0.00	0.00	0.00	0.97	0.02	0.00	0.00	0.13	0.0056
T52	1.00	0.00	0.00	0.00	0.73	0.26	0.00	0.00	0.84	0.0000	T103	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.00	0.00	0.01	0.01	0.0062
T53	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.30	0.0000	T104	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.0016
T54	1.00	0.00	0.00	0.00	0.92	0.08	0.00	0.00	0.68	0.0000	T105	1.00	0.00	0.00	0.00	0.86	0.14	0.00	0.00	0.70	0.0000
T55	1.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.33	0.00	0.00	0.91	0.0000	T106	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.11	0.0000
T56	1.00	0.00	0.00	0.00	0.48	0.52	0.00	0.00	1.10	0.0000	T109	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.0000
T57	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.0000	T110	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.03	0.0000
T58	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.07	0.0000	T111	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0001
T59	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.93	0.0000	T112	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.02	0.0000
T60	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.54	0.0000	T113	1.00	0.01	0.00	0.00	0.97	0.02	0.00	0.00	0.64	0.0000
T61	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.01	0.00	0.00	0.07	0.0000	T114	1.00	0.00	0.00	0.00	0.88	0.11	0.00	0.00	0.47	0.0000
T64	1.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.92	0.00	0.00	1.09	0.0000	T115	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.55	0.0000
T65	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.35	0.0000	T116	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.55	0.0000
T66	1.00	0.00	0.00	0.00	0.36	0.64	0.00	0.00	1.08	0.0000	T117	1.00	0.01	0.00	0.00	0.98	0.02	0.00	0.00	0.82	0.0000
T68	1.00	0.00	0.00	0.00	0.58	0.42	0.00	0.00	0.98	0.0000	T118	1.00	0.01	0.00	0.00	0.62	0.37	0.00	0.00	0.93	0.0000
T69	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.10	0.0000	T119	1.00	0.01	0.00	0.00	0.14	0.85	0.00	0.00	1.17	0.0000
T70	1.00	0.00	0.00	0.00	0.94	0.06	0.00	0.00	0.21	0.0000	T120	1.00	0.00	0.00	0.00	0.57	0.42	0.00	0.00	1.04	0.0000



T121	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.52	0.0000
T122	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.51	0.0000
T123	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.0000
T124	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.57	0.0000
T125	1.00	0.01	0.00	0.00	0.65	0.34	0.00	0.00	0.92	0.0000
T126	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.51	0.0000
T127	1.00	0.01	0.00	0.00	0.75	0.24	0.00	0.00	0.84	0.0000
T128	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.22	0.0000
T129	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.52	0.0000
T130	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.0000
T131	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.26	0.0000
T132	1.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.89	0.00	0.00	1.18	0.0000
T133	1.00	0.00	0.00	0.00	0.54	0.46	0.00	0.00	1.00	0.0000
T134	1.00	0.00	0.00	0.00	0.63	0.37	0.00	0.00	0.94	0.0000
T135	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.04	0.0000
T136	1.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.96	0.00	0.00	1.05	0.0000
T137	1.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.92	0.00	0.00	1.40	0.0000
T138	1.00	0.00	0.00	0.00	0.57	0.42	0.00	0.00	0.95	0.0000
T139	1.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.39	0.00	0.00	0.95	0.0000
T141	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.0000
T142	1.00	0.00	0.00	0.00	0.87	0.13	0.00	0.00	0.70	0.0000
T143	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.42	0.0000
T144	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.0000
T145	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.45	0.0000
T146	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.0000
T147	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.57	0.0000
T148	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.47	0.0000
T149	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.11	0.0000
T150	1.00	0.00	0.00	0.00	0.94	0.06	0.00	0.00	0.60	0.0000
T151	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.0000
T152	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.58	0.0000
T153	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.28	0.0000
T154	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.53	0.0000
T155	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.56	0.0000
T156	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.63	0.0000
T157	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.0000
T158	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.0000
T159	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.59	0.0000
T160	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.68	0.0000
T162	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.45	0.0000
T163	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.01	0.00	0.00	0.30	0.0000
T164	1.00	0.01	0.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000
T165	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.02	0.0000
T168	1.00	0.01	0.00	0.00	0.06	0.94	0.00	0.00	1.25	0.0000
T169	1.00	0.01	0.00	0.00	0.98	0.01	0.00	0.00	0.16	0.0000
T1	1.00	0.00	0.00	0.00	0.91	0.08	0.00	0.00	0.72	0.0000
T172	1.00	0.00	0.00	0.00	0.94	0.06	0.00	0.00	0.14	0.0012

T173	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.43	0.0000
T176	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.0000
T181	1.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.97	0.00	0.00	1.69	0.0000
T182	1.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.95	0.00	0.00	1.26	0.0000
T183	1.00	0.01	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.03	0.0007
T184	1.00	0.02	0.00	0.00	0.92	0.06	0.00	0.00	0.23	0.0043
T185	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.18	0.0000
T186	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.0000
T329	1.00	0.03	0.00	0.00	0.63	0.34	0.00	0.00	0.65	0.0033

Conduit Surcharge Summary

Conduit	Hours		Hours		Capacity
	----- Hours Full -----		Above Full		
	Both Ends	Upstream	Dnstream	Normal Flow	Limited

T13	0.21	0.21	0.21	0.01	0.01
T14	0.12	0.12	0.12	0.01	0.01
T15	0.12	0.12	0.12	0.01	0.01
T17	0.43	0.43	0.43	0.53	0.43
T18	0.07	0.07	0.07	0.59	0.07
T19	0.01	0.01	0.01	0.51	0.01
T25	0.01	0.01	0.01	0.60	0.01
T64	0.47	0.47	0.47	0.01	0.01
T72	0.49	0.49	0.49	0.01	0.01
T73	0.47	0.47	0.47	0.61	0.47
T82	0.48	0.48	0.48	0.14	0.15
T83	0.38	0.38	0.38	0.39	0.30
T84	0.38	0.38	0.38	0.01	0.01
T103	0.75	0.75	0.79	0.01	0.17
T104	0.98	0.98	1.01	0.01	0.23
T148	0.24	0.24	0.24	0.01	0.01
T162	0.49	0.49	0.49	0.39	0.39
T163	0.01	0.01	0.01	0.55	0.01
T168	0.73	0.73	0.73	0.64	0.64
T169	0.77	0.77	0.77	0.57	0.58
T172	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
T173	0.39	0.39	0.39	0.01	0.01
T181	0.37	0.37	0.37	0.01	0.01
T182	0.67	0.67	0.67	0.57	0.57
T183	3.12	3.12	3.15	0.01	0.01
T184	0.01	0.01	0.01	1.05	0.01
T186	0.42	0.42	0.42	0.30	0.29



T329 0.01 0.01 0.01 1.25 0.01

Pumping Summary

Min	Avg	Max	Total	Power	% Time Off
-----	-----	-----	-------	-------	------------

	Percent	Number of	Flow	Flow	Flow	Volume	Usage		
Pump Curve									
Pump	Utilized	Start-Ups	LPS	LPS	LPS	10^6 ltr	Kw-hr	Low	High

B1	5.86	112	0.00	495.39	500.00	2.400	8.95	0.0	2.1

Analysis begun on: Fri Aug 23 12:41:22 2013

Analysis ended on: Fri Aug 23 12:41:49 2013

Total elapsed time: 00:00:27

A.5 Resultados para el periodo de retorno T=50 años

EPA STORM WATER MANAGEMENT MODEL - VERSION 5.0 (Build 5.0.022)

Continuity Error (%) -0.080

NOTE: The summary statistics displayed in this report are
based on results found at every computational time step,
not just on results from each reporting time step.

Analysis Options

Flow Units LPS

Process Models:

Rainfall/Runoff YES

Snowmelt NO

Groundwater NO

Flow Routing YES

Ponding Allowed NO

Water Quality NO

Infiltration Method HORTON

Flow Routing Method DYNWAVE

Starting Date JAN-01-2001 00:00:00

Ending Date JAN-01-2001 23:00:00

Antecedent Dry Days 0.0

Report Time Step 00:01:00

Wet Time Step 00:01:00

Dry Time Step 01:00:00

Routing Time Step 1.00 sec

WARNING 09: time series interval greater than recording interval for Rain Gage P1

WARNING 08: elevation drop exceeds length for Conduit T70

*****	Volume	Depth
Runoff Quantity Continuity	hectare-m	mm
*****	-----	-----
Total Precipitation	0.361	18.080
Evaporation Loss	0.000	0.000
Infiltration Loss	0.009	0.428
Surface Runoff	0.332	16.634
Final Surface Storage	0.021	1.033

*****	Volume	Volume
Flow Routing Continuity	hectare-m	10^6 ltr
*****	-----	-----
Dry Weather Inflow	0.000	0.000
Wet Weather Inflow	0.332	3.318
Groundwater Inflow	0.000	0.000
RDII Inflow	0.000	0.000
External Inflow	0.000	0.000
External Outflow	0.316	3.163
Internal Outflow	0.013	0.130
Storage Losses	0.000	0.000
Initial Stored Volume	0.007	0.066
Final Stored Volume	0.011	0.105
Continuity Error (%)	-0.413	

Highest Continuity Errors

Node N141 (10.30%)

Node N142 (1.78%)

Time-Step Critical Elements

Link T70 (3.92%)

Link T120 (2.30%)

Link T102 (1.17%)

Highest Flow Instability Indexes

Link T183 (15)

Link T184 (12)

Link T172 (12)

Link T102 (9)

Link T103 (5)



Routing Time Step Summary

Minimum Time Step : 0.50 sec

Average Time Step : 0.97 sec

Maximum Time Step : 1.00 sec

Percent in Steady State : 0.00

Average Iterations per Step : 2.34

Subcatchment Runoff Summary

	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Peak	Runoff
	Precip	Runon	Evap	Infil	Runoff	Runoff	Runoff	Runoff
Coeff								
Subcatchment	mm	mm	mm	mm	mm	mm	10^6 ltr	
LPS								
C2	18.08	0.00	0.00	0.00	17.89	0.13	27.42	0.990
C3	18.08	0.00	0.00	0.00	17.67	0.12	18.27	0.978
C4	18.08	0.00	0.00	0.00	17.59	0.18	24.70	0.973
C5	18.08	0.00	0.00	4.29	13.63	0.09	18.18	0.754
C6	18.08	0.00	0.00	0.00	18.03	0.01	2.76	0.997
C7	18.08	0.00	0.00	2.47	15.52	0.06	14.89	0.858
C8	18.08	0.00	0.00	0.00	18.05	0.01	2.36	0.998
C25	18.08	0.00	0.00	0.00	17.95	0.03	8.29	0.993
C24	18.08	0.00	0.00	0.00	18.02	0.02	5.72	0.997
C23	18.08	0.00	0.00	0.00	14.43	0.72	30.21	0.798
C22	18.08	0.00	0.00	2.44	15.57	0.05	14.30	0.861
C12	18.08	0.00	0.00	0.00	18.05	0.01	5.43	0.998
C21	18.08	0.00	0.00	0.00	18.00	0.03	9.60	0.996
C20	18.08	0.00	0.00	4.13	13.92	0.02	7.59	0.770
C11	18.08	0.00	0.00	0.00	17.93	0.08	20.39	0.992
C10	18.08	0.00	0.00	0.00	17.97	0.04	11.54	0.994
C9	18.08	0.00	0.00	0.00	18.05	0.01	6.21	0.998
C19	18.08	0.00	0.00	0.00	17.99	0.04	13.66	0.995
C14	18.08	0.00	0.00	4.15	13.88	0.03	11.56	0.768
C13	18.08	0.00	0.00	0.00	17.94	0.09	21.90	0.992
C15	18.08	0.00	0.00	0.00	17.92	0.05	11.38	0.991
C18	18.08	0.00	0.00	0.00	18.00	0.03	10.14	0.996
C16	18.08	0.00	0.00	0.00	18.02	0.02	8.49	0.997
C17	18.08	0.00	0.00	2.45	15.56	0.04	11.66	0.861
C27	18.08	0.00	0.00	0.00	17.95	0.05	13.89	0.993
C26	18.08	0.00	0.00	0.00	18.02	0.03	8.95	0.997
C39	18.08	0.00	0.00	0.00	17.98	0.03	8.70	0.994

C40	18.08	0.00	0.00	0.00	18.00	0.03	8.37	0.995
C43	18.08	0.00	0.00	0.00	18.02	0.02	7.46	0.996
C54	18.08	0.00	0.00	4.11	13.95	0.02	7.16	0.771
C55	18.08	0.00	0.00	0.00	17.99	0.02	5.39	0.995
C53	18.08	0.00	0.00	0.00	17.83	0.04	7.89	0.986
C56	18.08	0.00	0.00	2.43	15.60	0.05	16.95	0.863
C57	18.08	0.00	0.00	0.00	18.01	0.01	2.46	0.996
C62	18.08	0.00	0.00	0.00	17.90	0.02	3.55	0.990
C63	18.08	0.00	0.00	0.00	18.06	0.01	6.70	0.999
C61	18.08	0.00	0.00	0.00	17.99	0.01	2.68	0.995
C64	18.08	0.00	0.00	0.00	18.07	0.06	30.06	0.999
C58	18.08	0.00	0.00	2.41	15.64	0.04	13.63	0.865
C44	18.08	0.00	0.00	0.00	17.98	0.04	12.92	0.995
C59	18.08	0.00	0.00	0.00	18.08	0.02	10.10	1.000
C60	18.08	0.00	0.00	0.00	17.98	0.04	10.09	0.994
C67	18.08	0.00	0.00	0.00	18.02	0.02	5.68	0.997
C42	18.08	0.00	0.00	0.00	17.96	0.09	24.05	0.993
C41	18.08	0.00	0.00	0.00	17.95	0.11	27.32	0.993
C69	18.08	0.00	0.00	0.00	18.02	0.05	16.84	0.997
C71	18.08	0.00	0.00	0.00	18.02	0.02	7.67	0.997
C45	18.08	0.00	0.00	0.00	18.00	0.04	13.81	0.996
C68	18.08	0.00	0.00	0.00	18.00	0.01	2.86	0.996
C29	18.08	0.00	0.00	0.00	18.01	0.04	13.81	0.996
C46	18.08	0.00	0.00	0.00	17.99	0.03	10.46	0.995
C31	18.08	0.00	0.00	0.00	18.04	0.01	5.25	0.998
C28	18.08	0.00	0.00	0.00	17.97	0.07	19.06	0.994
C70	18.08	0.00	0.00	0.00	18.02	0.02	6.97	0.997
C49	18.08	0.00	0.00	0.00	18.03	0.02	6.13	0.997
C36	18.08	0.00	0.00	0.00	18.05	0.01	6.19	0.998
C1	18.08	0.00	0.00	0.00	18.04	0.01	5.01	0.998
C50	18.08	0.00	0.00	0.00	18.00	0.02	6.98	0.996
C51	18.08	0.00	0.00	0.00	18.07	0.00	1.81	0.999
C52	18.08	0.00	0.00	0.00	17.97	0.01	2.94	0.994
C30	18.08	0.00	0.00	0.00	17.96	0.06	15.08	0.993
C34	18.08	0.00	0.00	0.00	18.06	0.01	6.14	0.999
C35	18.08	0.00	0.00	0.00	18.05	0.01	4.88	0.999
C37	18.08	0.00	0.00	0.00	18.04	0.01	4.42	0.998
C47	18.08	0.00	0.00	0.00	17.98	0.05	15.05	0.995
C48	18.08	0.00	0.00	0.00	17.96	0.03	8.68	0.994
C33	18.08	0.00	0.00	0.00	18.00	0.02	6.39	0.996
C38	18.08	0.00	0.00	0.00	18.02	0.03	10.90	0.997
C66	18.08	0.00	0.00	0.00	18.03	0.01	3.37	0.997
C65	18.08	0.00	0.00	0.00	18.04	0.01	5.65	0.998
C32	18.08	0.00	0.00	0.00	17.99	0.04	10.87	0.995



Node Depth Summary

		Average	Maximum	Maximum	Time of Max
		Depth	Depth	HGL	Occurrence
Node	Type	Meters	Meters	Meters	days hr:min

61	JUNCTION	0.02	0.17	374.52	0 00:48
81	JUNCTION	0.01	0.05	375.80	0 00:52
N1	JUNCTION	0.02	0.11	378.10	0 00:51
N10	JUNCTION	0.01	0.12	376.73	0 00:57
N108	JUNCTION	0.02	0.12	376.21	0 00:58
N109	JUNCTION	0.02	0.13	375.99	0 00:54
N110	JUNCTION	0.02	0.11	374.12	0 00:54
N111	JUNCTION	0.07	0.14	376.38	0 01:06
N112	JUNCTION	0.04	0.07	376.04	0 01:07
N118	JUNCTION	0.02	0.74	376.94	0 00:52
N119	JUNCTION	0.03	0.13	375.59	0 01:06
N12	JUNCTION	0.05	1.40	377.12	0 00:46
N120	JUNCTION	0.03	0.11	375.40	0 01:08
N121	JUNCTION	0.04	0.15	375.21	0 01:09
N122	JUNCTION	0.02	0.10	375.04	0 01:09
N123	JUNCTION	0.02	0.08	375.99	0 01:06
N124	JUNCTION	0.02	0.08	375.48	0 01:07
N125	JUNCTION	0.02	0.08	375.05	0 01:08
N126	JUNCTION	0.03	0.12	374.59	0 01:10
N127	JUNCTION	0.03	0.15	375.43	0 00:56
N128	JUNCTION	0.02	0.10	375.23	0 00:57
N129	JUNCTION	0.02	0.11	375.20	0 00:58
N130	JUNCTION	0.02	0.12	374.79	0 00:59
N131	JUNCTION	0.02	0.13	374.52	0 01:04
N132	JUNCTION	0.07	0.36	374.53	0 01:04
N133	JUNCTION	0.03	0.15	376.25	0 01:01
N134	JUNCTION	0.02	0.09	376.14	0 01:02
N135	JUNCTION	0.54	1.30	375.00	0 01:03
N136	JUNCTION	0.35	2.78	376.66	0 00:45
N137	JUNCTION	0.01	0.08	376.59	0 00:51
N138	JUNCTION	0.01	0.07	376.15	0 00:52
N139	JUNCTION	0.00	0.04	374.89	0 00:46
N14	JUNCTION	0.01	0.05	376.86	0 00:46
N140	JUNCTION	0.01	0.10	374.56	0 00:59
N141	JUNCTION	0.29	0.61	374.56	0 00:58
N142	JUNCTION	0.47	0.81	374.58	0 00:59
N143	JUNCTION	0.01	0.06	375.79	0 01:03
N144	JUNCTION	0.06	0.37	373.91	0 01:03
N145	JUNCTION	0.10	0.48	373.50	0 00:59

N147	JUNCTION	0.01	0.10	375.04	0 00:51
N148	JUNCTION	0.02	0.11	374.82	0 00:52
N149	JUNCTION	0.01	0.11	374.66	0 00:52
N15	JUNCTION	0.01	0.07	377.32	0 00:46
N150	JUNCTION	0.02	0.14	372.71	0 00:53
N152	JUNCTION	0.01	0.05	371.71	0 00:47
N154	JUNCTION	0.01	0.08	374.61	0 00:47
N155	JUNCTION	0.01	0.06	375.37	0 00:46
N156	JUNCTION	0.02	0.13	375.53	0 00:52
N157	JUNCTION	0.05	0.70	373.37	0 00:47
N158	JUNCTION	0.00	0.00	373.95	0 00:00
N159	JUNCTION	0.38	1.24	374.11	0 00:47
N16	JUNCTION	0.01	0.06	377.01	0 01:01
N160	JUNCTION	0.04	0.92	374.21	0 00:47
N161	JUNCTION	0.02	0.16	374.75	0 00:54
N162	JUNCTION	0.01	0.07	376.77	0 00:46
N163	JUNCTION	0.01	0.06	376.59	0 00:47
N164	JUNCTION	0.01	0.07	376.76	0 00:46
N165	JUNCTION	0.02	0.16	376.33	0 00:47
N166	JUNCTION	0.01	0.12	376.27	0 00:47
N167	JUNCTION	0.01	0.10	376.10	0 00:48
N168	JUNCTION	0.01	0.13	377.57	0 00:57
N169	JUNCTION	0.02	0.11	377.09	0 00:58
N17	JUNCTION	0.01	0.04	376.38	0 01:02
N170	JUNCTION	0.02	0.13	376.66	0 00:58
N171	JUNCTION	0.02	0.15	376.42	0 00:47
N176	JUNCTION	0.02	0.21	373.41	0 00:48
N177	JUNCTION	0.00	0.03	374.18	0 00:41
N178	JUNCTION	0.02	0.17	374.20	0 00:52
N179	JUNCTION	0.02	0.18	374.01	0 00:53
N18	JUNCTION	0.01	0.06	375.26	0 01:03
N180	JUNCTION	0.02	0.13	373.30	0 00:53
N181	JUNCTION	0.01	0.06	371.56	0 00:53
N183	JUNCTION	0.09	1.06	371.31	0 00:51
N184	JUNCTION	0.10	1.69	371.55	0 00:50
N185	JUNCTION	0.10	1.68	371.33	0 00:50
N186	JUNCTION	0.11	1.27	370.59	0 00:50
N187	JUNCTION	0.07	0.35	368.61	0 00:53
N188	JUNCTION	0.07	0.39	368.20	0 00:53
N189	JUNCTION	0.09	1.18	366.82	0 00:51
N19	JUNCTION	0.08	0.36	375.19	0 00:52
N190	JUNCTION	0.14	1.48	364.64	0 00:46
N191	JUNCTION	0.12	1.78	364.17	0 00:45
N192	JUNCTION	0.41	1.09	362.87	0 00:45
N194	JUNCTION	0.22	0.96	362.86	0 00:42
N198	JUNCTION	0.02	0.17	375.14	0 00:52
N2	JUNCTION	0.01	0.09	377.83	0 00:52

N20	JUNCTION	0.03	0.22	375.24	0	00:49	N65	JUNCTION	0.01	0.08	375.62	0	00:46
N21	JUNCTION	0.04	0.29	375.41	0	00:49	N66	JUNCTION	0.01	0.06	375.25	0	00:46
N22	JUNCTION	0.01	0.13	375.52	0	00:48	N67	JUNCTION	0.02	0.13	373.57	0	00:53
N23	JUNCTION	0.01	0.06	376.07	0	00:52	N68	JUNCTION	0.01	0.04	375.75	0	00:47
N24	JUNCTION	0.00	0.00	377.23	0	00:00	N69	JUNCTION	0.00	0.05	376.38	0	00:46
N25	JUNCTION	0.01	0.05	376.85	0	00:52	N7	JUNCTION	0.02	0.14	377.40	0	00:47
N26	JUNCTION	0.01	0.08	376.45	0	00:52	N70	JUNCTION	0.01	0.06	376.99	0	00:46
N27	JUNCTION	0.01	0.05	376.58	0	00:47	N71	JUNCTION	0.01	0.05	376.78	0	00:47
N28	JUNCTION	0.02	0.13	375.77	0	00:52	N72	JUNCTION	0.01	0.08	376.96	0	00:46
N29	JUNCTION	0.02	0.13	375.40	0	00:52	N73	JUNCTION	0.01	0.07	376.79	0	00:47
N3	JUNCTION	0.05	0.30	377.57	0	00:58	N74	JUNCTION	0.02	0.16	376.63	0	00:47
N30	JUNCTION	0.02	0.11	374.99	0	00:52	N75	JUNCTION	0.02	0.14	376.46	0	00:47
N31	JUNCTION	0.06	0.91	373.86	0	00:47	N76	JUNCTION	0.02	0.19	376.19	0	00:47
N32	JUNCTION	0.06	0.75	373.53	0	00:47	N77	JUNCTION	0.03	0.23	375.96	0	00:48
N33	JUNCTION	0.04	0.28	372.85	0	00:51	N78	JUNCTION	0.02	0.19	375.83	0	00:48
N34	JUNCTION	0.02	0.15	374.67	0	00:52	N79	JUNCTION	0.01	0.10	376.31	0	00:51
N35	JUNCTION	0.04	0.30	371.53	0	00:51	N8	JUNCTION	0.01	0.08	377.13	0	00:47
N36	JUNCTION	0.02	0.13	373.73	0	00:53	N80	JUNCTION	0.01	0.08	376.25	0	00:52
N37	JUNCTION	0.03	0.28	370.65	0	00:51	N82	JUNCTION	0.03	0.23	375.52	0	00:48
N38	JUNCTION	0.02	0.17	368.12	0	00:52	N83	JUNCTION	0.09	0.41	372.31	0	01:00
N39	JUNCTION	0.11	1.03	369.62	0	00:48	N84	JUNCTION	0.01	0.07	377.40	0	00:46
N4	JUNCTION	0.02	0.12	376.87	0	00:58	N85	JUNCTION	0.00	0.04	376.80	0	00:47
N41	JUNCTION	0.00	0.00	371.11	0	00:00	N86	JUNCTION	0.03	0.80	376.95	0	00:52
N42	JUNCTION	0.01	0.06	373.60	0	00:47	N87	JUNCTION	0.01	0.07	376.78	0	00:46
N43	JUNCTION	0.01	0.07	374.11	0	00:47	N9	JUNCTION	0.04	1.26	377.14	0	00:46
N44	JUNCTION	0.01	0.08	375.12	0	00:46	N999	JUNCTION	0.06	1.64	377.07	0	00:43
N45	JUNCTION	0.01	0.06	375.64	0	00:46	N175	JUNCTION	0.01	0.04	374.31	0	00:46
N46	JUNCTION	0.02	0.16	374.46	0	00:48	N13	JUNCTION	0.06	1.83	377.14	0	00:43
N47	JUNCTION	0.02	0.14	373.70	0	00:53	N172	JUNCTION	0.14	1.80	365.11	0	00:46
N48	JUNCTION	0.01	0.05	372.45	0	00:48	N193	JUNCTION	1.01	1.42	362.57	0	01:15
N49	JUNCTION	0.01	0.07	374.61	0	00:51	N202	JUNCTION	0.09	0.60	369.66	0	00:53
N5	JUNCTION	0.02	0.10	376.59	0	00:58	N203	JUNCTION	0.10	0.60	371.10	0	00:58
N50	JUNCTION	0.01	0.07	374.06	0	00:51	N209	JUNCTION	0.04	1.59	364.59	0	01:26
N51	JUNCTION	0.01	0.06	373.64	0	00:52	V1	OUTFALL	0.00	0.00	361.00	0	00:00
N52	JUNCTION	0.00	0.03	372.87	0	00:52	V2	OUTFALL	0.03	0.40	363.20	0	00:40
N53	JUNCTION	0.08	0.37	370.97	0	01:00	V3	OUTFALL	0.00	0.00	361.00	0	00:00
N54	JUNCTION	0.10	0.50	372.90	0	00:59	V5	OUTFALL	0.00	0.00	361.00	0	00:00
N55	JUNCTION	0.07	0.33	373.83	0	00:58	SR1	STORAGE	2.22	2.41	362.31	0	01:19
N56	JUNCTION	0.06	0.37	374.56	0	00:58							
N57	JUNCTION	0.00	0.00	375.81	0	00:00							
N59	JUNCTION	0.06	2.40	377.07	0	00:42							
N6	JUNCTION	0.01	0.07	377.83	0	00:46							
N60	JUNCTION	0.06	1.55	376.56	0	00:43							
N61	JUNCTION	0.01	0.06	377.39	0	00:51							
N62	JUNCTION	0.04	0.84	374.06	0	00:47							
N63	JUNCTION	0.06	0.22	374.73	0	00:52							
N64	JUNCTION	0.01	0.06	375.82	0	00:46							



Node	Inflow Type	Inflow LPS	Inflow LPS	Occurrence days hr:min	Volume 10*6 ltr	Volume 10*6 ltr
61	JUNCTION	5.25	35.05	0 00:47	0.013	0.124
81	JUNCTION	0.00	9.70	0 00:52	0.000	0.036
N1	JUNCTION	21.90	21.90	0 00:51	0.090	0.090
N10	JUNCTION	6.20	8.20	0 00:52	0.014	0.014
N108	JUNCTION	0.00	31.71	0 00:58	0.000	0.138
N109	JUNCTION	0.00	57.19	0 00:53	0.000	0.226
N110	JUNCTION	0.00	69.29	0 00:54	0.000	0.279
N111	JUNCTION	30.21	30.21	0 01:06	0.722	0.722
N112	JUNCTION	0.00	30.12	0 01:06	0.000	0.721
N118	JUNCTION	23.00	28.47	0 00:46	0.076	0.091
N119	JUNCTION	24.70	24.70	0 01:06	0.176	0.176
N12	JUNCTION	0.00	65.62	0 00:58	0.000	0.252
N120	JUNCTION	0.00	24.38	0 01:07	0.000	0.176
N121	JUNCTION	0.00	24.15	0 01:08	0.000	0.176
N122	JUNCTION	0.00	23.99	0 01:09	0.000	0.176
N123	JUNCTION	18.27	18.27	0 01:06	0.118	0.118
N124	JUNCTION	0.00	18.04	0 01:06	0.000	0.118
N125	JUNCTION	0.00	17.85	0 01:07	0.000	0.118
N126	JUNCTION	0.00	41.57	0 01:09	0.000	0.294
N127	JUNCTION	27.42	27.42	0 00:56	0.127	0.127
N128	JUNCTION	0.00	26.79	0 00:56	0.000	0.127
N129	JUNCTION	0.00	26.61	0 00:57	0.000	0.127
N130	JUNCTION	0.00	26.42	0 00:58	0.000	0.127
N131	JUNCTION	0.00	26.12	0 00:59	0.000	0.127
N132	JUNCTION	0.00	405.32	0 01:04	0.000	1.281
N133	JUNCTION	18.18	18.18	0 00:56	0.089	0.089
N134	JUNCTION	0.00	17.82	0 01:01	0.000	0.089
N135	JUNCTION	0.00	499.42	0 01:12	0.000	1.369
N136	JUNCTION	2.76	120.98	0 01:11	0.007	0.517
N137	JUNCTION	14.89	14.89	0 00:51	0.056	0.056
N138	JUNCTION	0.00	14.59	0 00:51	0.000	0.056
N139	JUNCTION	5.72	5.72	0 00:46	0.016	0.016
N14	JUNCTION	0.00	9.41	0 00:46	0.000	0.031
N140	JUNCTION	8.28	13.34	0 00:51	0.032	0.049
N141	JUNCTION	0.00	49.64	0 00:45	0.000	0.058
N142	JUNCTION	2.36	151.55	0 01:04	0.005	0.638
N143	JUNCTION	0.00	17.65	0 01:02	0.000	0.089
N144	JUNCTION	0.00	205.07	0 00:58	0.000	0.965
N145	JUNCTION	0.00	338.98	0 00:58	0.000	2.091
N147	JUNCTION	19.05	19.05	0 00:51	0.070	0.070
N148	JUNCTION	0.00	18.59	0 00:51	0.000	0.070
N149	JUNCTION	0.00	31.01	0 00:52	0.000	0.112
N15	JUNCTION	9.60	9.60	0 00:46	0.031	0.031
N150	JUNCTION	0.00	71.94	0 00:53	0.000	0.264

N152	JUNCTION	0.00	27.12	0 00:47	0.000	0.080
N154	JUNCTION	0.00	21.70	0 00:46	0.000	0.066
N155	JUNCTION	3.37	13.49	0 00:46	0.009	0.041
N156	JUNCTION	0.00	38.69	0 00:52	0.000	0.149
N157	JUNCTION	0.00	111.25	0 00:51	0.000	0.431
N158	JUNCTION	0.00	0.00	0 00:00	0.000	0.000
N159	JUNCTION	0.00	95.53	0 00:56	0.000	0.387
N16	JUNCTION	7.89	7.89	0 01:01	0.041	0.041
N160	JUNCTION	27.31	95.52	0 00:56	0.108	0.387
N161	JUNCTION	13.89	69.41	0 00:53	0.054	0.279
N162	JUNCTION	8.95	8.95	0 00:46	0.025	0.025
N163	JUNCTION	0.00	8.71	0 00:46	0.000	0.025
N164	JUNCTION	11.66	11.66	0 00:46	0.039	0.039
N165	JUNCTION	8.49	27.61	0 00:46	0.023	0.088
N166	JUNCTION	0.00	26.91	0 00:47	0.000	0.088
N167	JUNCTION	0.00	26.89	0 00:47	0.000	0.088
N168	JUNCTION	0.00	21.34	0 00:52	0.000	0.090
N169	JUNCTION	0.00	33.86	0 00:58	0.000	0.138
N17	JUNCTION	0.00	7.77	0 01:01	0.000	0.041
N170	JUNCTION	0.00	32.06	0 00:58	0.000	0.138
N171	JUNCTION	12.92	48.50	0 00:47	0.045	0.160
N176	JUNCTION	6.14	64.34	0 00:48	0.013	0.227
N177	JUNCTION	4.42	4.42	0 00:41	0.011	0.011
N178	JUNCTION	0.00	65.76	0 00:52	0.000	0.244
N179	JUNCTION	0.00	65.70	0 00:52	0.000	0.244
N18	JUNCTION	0.00	7.70	0 01:02	0.000	0.041
N180	JUNCTION	0.00	71.95	0 00:53	0.000	0.264
N181	JUNCTION	0.00	71.92	0 00:53	0.000	0.264
N183	JUNCTION	0.00	296.57	0 00:50	0.000	1.991
N184	JUNCTION	1.81	290.53	0 00:50	0.004	2.052
N185	JUNCTION	6.98	337.39	0 00:50	0.022	2.301
N186	JUNCTION	0.00	336.07	0 00:57	0.000	2.300
N187	JUNCTION	0.00	396.50	0 00:53	0.000	2.609
N188	JUNCTION	6.13	531.83	0 00:52	0.016	3.128
N189	JUNCTION	0.00	530.35	0 00:53	0.000	3.128
N19	JUNCTION	30.05	141.40	0 00:51	0.060	1.127
N190	JUNCTION	0.00	530.45	0 00:53	0.000	3.127
N191	JUNCTION	0.00	437.13	0 01:20	0.000	2.998
N192	JUNCTION	0.00	437.16	0 01:12	0.000	2.998
N194	JUNCTION	0.00	281.11	0 01:52	0.000	2.495
N198	JUNCTION	0.00	45.32	0 00:52	0.000	0.171
N2	JUNCTION	0.00	21.57	0 00:51	0.000	0.090
N20	JUNCTION	6.70	91.64	0 00:49	0.014	0.306
N21	JUNCTION	0.00	87.19	0 00:48	0.000	0.291
N22	JUNCTION	0.00	9.68	0 00:52	0.000	0.036
N23	JUNCTION	0.00	9.74	0 00:52	0.000	0.036
N24	JUNCTION	0.00	0.00	0 00:00	0.000	0.000



N25	JUNCTION	0.00	8.55	0 00:51	0.000	0.031
N26	JUNCTION	0.00	16.40	0 00:47	0.000	0.058
N27	JUNCTION	0.00	8.21	0 00:46	0.000	0.027
N28	JUNCTION	24.05	38.83	0 00:51	0.092	0.149
N29	JUNCTION	7.66	45.35	0 00:52	0.022	0.171
N3	JUNCTION	11.38	44.37	0 00:57	0.048	0.138
N30	JUNCTION	0.00	45.27	0 00:52	0.000	0.171
N31	JUNCTION	16.83	111.23	0 00:51	0.047	0.431
N32	JUNCTION	0.00	111.24	0 00:51	0.000	0.431
N33	JUNCTION	15.05	126.32	0 00:51	0.052	0.483
N34	JUNCTION	8.68	65.84	0 00:52	0.032	0.244
N35	JUNCTION	0.00	125.48	0 00:51	0.000	0.483
N36	JUNCTION	0.00	68.00	0 00:53	0.000	0.251
N37	JUNCTION	6.97	131.48	0 00:51	0.020	0.503
N38	JUNCTION	0.00	131.16	0 00:52	0.000	0.503
N39	JUNCTION	6.19	396.50	0 00:53	0.014	2.609
N4	JUNCTION	0.00	32.76	0 00:58	0.000	0.138
N41	JUNCTION	0.00	0.00	0 00:00	0.000	0.000
N42	JUNCTION	0.00	27.12	0 00:47	0.000	0.080
N43	JUNCTION	4.88	27.17	0 00:46	0.011	0.080
N44	JUNCTION	10.90	21.96	0 00:46	0.031	0.066
N45	JUNCTION	19.42	21.93	0 00:46	0.058	0.067
N46	JUNCTION	10.86	54.46	0 00:47	0.036	0.194
N47	JUNCTION	0.00	54.17	0 00:53	0.000	0.194
N48	JUNCTION	0.00	64.11	0 00:48	0.000	0.227
N49	JUNCTION	15.07	15.07	0 00:51	0.057	0.057
N5	JUNCTION	0.00	31.79	0 00:58	0.000	0.138
N50	JUNCTION	0.00	14.87	0 00:51	0.000	0.057
N51	JUNCTION	0.00	14.72	0 00:51	0.000	0.057
N52	JUNCTION	0.00	14.66	0 00:52	0.000	0.057
N53	JUNCTION	0.00	338.57	0 01:00	0.000	2.091
N54	JUNCTION	0.00	338.68	0 00:59	0.000	2.091
N55	JUNCTION	0.00	339.28	0 00:58	0.000	2.092
N56	JUNCTION	0.00	219.47	0 00:58	0.000	0.979
N57	JUNCTION	0.00	0.00	0 00:00	0.000	0.000
N59	JUNCTION	0.00	96.57	0 00:52	0.000	0.363
N6	JUNCTION	10.14	10.14	0 00:46	0.032	0.032
N60	JUNCTION	14.30	96.41	0 00:52	0.047	0.363
N61	JUNCTION	8.70	8.70	0 00:51	0.031	0.031
N62	JUNCTION	0.00	95.56	0 00:56	0.000	0.384
N63	JUNCTION	0.00	139.64	0 00:52	0.000	1.127
N64	JUNCTION	10.46	10.46	0 00:46	0.034	0.034
N65	JUNCTION	13.80	13.80	0 00:46	0.041	0.041
N66	JUNCTION	0.00	13.50	0 00:46	0.000	0.041
N67	JUNCTION	5.01	71.93	0 00:53	0.013	0.264
N68	JUNCTION	2.86	2.86	0 00:46	0.009	0.009
N69	JUNCTION	5.68	5.68	0 00:46	0.016	0.016

N7	JUNCTION	13.66	23.04	0 00:46	0.045	0.077
N70	JUNCTION	7.46	7.46	0 00:46	0.022	0.022
N71	JUNCTION	0.00	7.30	0 00:46	0.000	0.022
N72	JUNCTION	12.41	12.41	0 00:46	0.036	0.036
N73	JUNCTION	0.00	12.19	0 00:46	0.000	0.036
N74	JUNCTION	16.94	35.06	0 00:46	0.050	0.108
N75	JUNCTION	2.46	36.72	0 00:47	0.007	0.115
N76	JUNCTION	13.63	65.68	0 00:47	0.036	0.212
N77	JUNCTION	10.10	72.56	0 00:47	0.018	0.230
N78	JUNCTION	6.17	77.97	0 00:47	0.025	0.255
N79	JUNCTION	10.09	10.09	0 00:51	0.036	0.036
N8	JUNCTION	0.00	22.39	0 00:47	0.000	0.077
N80	JUNCTION	0.00	9.92	0 00:51	0.000	0.036
N82	JUNCTION	0.00	87.96	0 00:48	0.000	0.291
N83	JUNCTION	0.00	338.62	0 00:59	0.000	2.091
N84	JUNCTION	7.58	7.58	0 00:46	0.021	0.021
N85	JUNCTION	0.00	7.28	0 00:46	0.000	0.021
N86	JUNCTION	0.00	34.09	0 00:48	0.000	0.090
N87	JUNCTION	8.36	8.36	0 00:46	0.027	0.027
N9	JUNCTION	20.39	67.78	0 00:46	0.084	0.252
N999	JUNCTION	0.00	71.42	0 00:58	0.000	0.273
N175	JUNCTION	6.39	6.39	0 00:46	0.020	0.020
N13	JUNCTION	5.43	83.47	0 00:53	0.013	0.316
N172	JUNCTION	0.00	530.36	0 00:53	0.000	3.128
N193	JUNCTION	0.00	437.31	0 01:13	0.000	2.995
N202	JUNCTION	0.00	361.26	0 00:52	0.000	2.380
N203	JUNCTION	2.94	341.10	0 01:00	0.011	2.101
N209	JUNCTION	0.00	500.00	0 00:40	0.000	2.494
V1	OUTFALL	0.00	40.91	0 00:53	0.000	0.049
V2	OUTFALL	0.00	554.54	0 01:04	0.000	2.507
V3	OUTFALL	0.00	85.60	0 00:58	0.000	0.109
V5	OUTFALL	0.00	167.59	0 01:12	0.000	0.497
SR1	STORAGE	0.00	445.66	0 00:43	0.000	2.559

Node Surcharge Summary

Surcharging occurs when water rises above the top of the highest conduit.

Node	Type	Max. Height		Min. Depth	
		Hours	Above Crown	Below Rim	
		Surcharged	Meters	Meters	

N118	JUNCTION	0.12	0.341	2.309	
N12	JUNCTION	0.46	0.995	1.954	



N136	JUNCTION	1.05	2.276	1.704
N157	JUNCTION	0.35	0.296	1.528
N159	JUNCTION	2.64	0.844	0.486
N160	JUNCTION	0.40	0.516	0.994
N183	JUNCTION	0.46	0.563	1.557
N184	JUNCTION	0.55	1.187	1.813
N185	JUNCTION	0.56	1.183	2.247
N186	JUNCTION	0.60	0.773	1.407
N189	JUNCTION	0.46	0.680	0.000
N190	JUNCTION	0.80	0.980	0.000
N191	JUNCTION	0.83	1.280	0.000
N192	JUNCTION	3.25	0.592	0.948
N194	JUNCTION	0.01	0.460	1.220
N31	JUNCTION	0.56	0.505	0.493
N32	JUNCTION	0.52	0.355	1.086
N39	JUNCTION	0.64	0.528	2.442
N59	JUNCTION	0.61	1.998	1.034
N60	JUNCTION	0.57	1.148	1.657
N62	JUNCTION	0.36	0.444	0.426
N86	JUNCTION	0.16	0.396	2.304
N9	JUNCTION	0.40	0.863	2.018
N999	JUNCTION	0.52	1.244	1.856
N13	JUNCTION	0.54	1.427	1.718
N172	JUNCTION	0.74	1.300	0.000
N209	JUNCTION	1.24	1.187	1.673
SR1	STORAGE	23.00	0.907	1.093

Node Flooding Summary

Flooding refers to all water that overflows a node, whether it ponds or not.

Node	Total		Maximum		
	Maximum		Time of Max		
	Hours		Occurrence		
	Flooded	Rate	days hr:min	Volume	Depth
		LPS		10 ⁶ ltr	Meters

N189	0.01	40.75	0 00:51	0.000	1.18
N190	0.60	93.33	0 00:53	0.129	1.48
N191	0.01	23.42	0 00:45	0.000	1.78
N172	0.01	26.59	0 00:46	0.000	1.80

Storage Volume Summary

Maximum Storage Unit	Average	Avg	E&I	Maximum	Max	Time of Max
	Volume	Pcnt	Pcnt	Volume	Pcnt	Occurrence
	1000 m3	Full	Loss	1000 m3	Full	days hr:min

SR1	0.072	63	0	0.078	69	0 01:19
						500.00

Outfall Loading Summary

Outfall Node	Flow	Avg.	Max.	Total
	Freq.	Flow	Flow	Volume
	Pcnt.	LPS	LPS	10 ⁶ ltr

V1	3.92	27.23	40.91	0.049
V2	23.44	153.70	554.54	2.507
V3	3.55	66.98	85.60	0.109
V5	7.74	120.20	167.59	0.497

System	9.66	368.12	832.62	3.163

Link Flow Summary

Link	Type	Maximum	Time of Max	Maximum	Max/	Max/
		Flow	Occurrence	Veloc	Full	Full
		LPS	days hr:min	m/sec	Flow	Depth

T3	CONDUIT	33.74	0 00:57	0.53	0.17	0.51
T4	CONDUIT	33.86	0 00:58	0.52	0.66	0.52
T2	CONDUIT	21.34	0 00:52	1.00	0.11	0.27
T5	CONDUIT	32.76	0 00:58	1.07	0.17	0.29
T6	CONDUIT	32.06	0 00:58	0.94	0.21	0.32
T7	CONDUIT	31.79	0 00:58	1.07	0.19	0.29
T8	CONDUIT	31.71	0 00:58	1.15	0.13	0.27
T9	CONDUIT	31.57	0 00:58	0.95	0.19	0.31
T10	CONDUIT	57.00	0 00:54	1.35	0.23	0.37
T11	CONDUIT	69.29	0 00:54	1.86	0.28	0.34



T12	CONDUIT	69.29	0 00:54	1.28	0.15	0.63	T59	CONDUIT	27.12	0 00:47	2.06	0.06	0.16
T13	CONDUIT	95.53	0 00:56	0.76	0.53	1.00	T60	CONDUIT	27.12	0 00:47	2.66	0.04	0.14
T14	CONDUIT	95.56	0 00:56	0.76	0.35	1.00	T61	CONDUIT	27.11	0 00:47	1.17	0.03	0.56
T15	CONDUIT	95.61	0 00:56	0.77	0.64	1.00	T64	CONDUIT	328.55	0 01:23	1.76	0.87	1.00
T16	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.50	T65	CONDUIT	10.16	0 00:46	0.66	0.08	0.36
T17	CONDUIT	111.24	0 00:51	1.36	1.46	1.00	T66	CONDUIT	54.17	0 00:53	1.48	0.56	0.51
T18	CONDUIT	111.25	0 00:51	1.36	1.60	1.00	T68	CONDUIT	54.11	0 00:53	1.25	0.47	0.59
T19	CONDUIT	111.30	0 00:51	1.53	1.41	0.85	T69	CONDUIT	64.11	0 00:48	2.17	0.52	0.44
T20	CONDUIT	125.48	0 00:51	2.12	0.76	0.72	T70	CONDUIT	64.11	0 00:48	2.17	0.06	0.58
T21	CONDUIT	125.10	0 00:51	2.10	0.81	0.72	T71	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.50
T22	CONDUIT	131.16	0 00:52	3.14	0.59	0.56	T72	CONDUIT	336.07	0 00:57	1.71	1.00	1.00
T23	CONDUIT	131.13	0 00:52	1.29	0.24	0.55	T73	CONDUIT	336.04	0 00:57	1.71	1.33	1.00
T24	CONDUIT	396.49	0 00:53	2.68	0.83	0.74	T74	CONDUIT	34.95	0 00:48	0.69	0.40	0.42
T25	CONDUIT	396.50	0 00:53	2.23	1.26	0.85	T75	CONDUIT	13.50	0 00:46	0.94	0.08	0.17
T26	CONDUIT	8.71	0 00:46	0.68	0.07	0.16	T76	CONDUIT	13.32	0 00:46	0.92	0.05	0.21
T27	CONDUIT	8.44	0 00:47	0.30	0.05	0.28	T77	CONDUIT	30.75	0 00:52	0.76	0.17	0.36
T28	CONDUIT	11.26	0 00:46	0.48	0.06	0.29	T78	CONDUIT	14.87	0 00:51	1.00	0.06	0.18
T29	CONDUIT	26.91	0 00:47	0.69	0.47	0.35	T79	CONDUIT	14.72	0 00:51	1.05	0.07	0.17
T30	CONDUIT	26.89	0 00:47	0.95	0.18	0.28	T80	CONDUIT	14.66	0 00:52	1.72	0.04	0.12
T31	CONDUIT	26.85	0 00:48	0.95	0.15	0.29	T81	CONDUIT	14.66	0 00:52	0.86	0.01	0.54
T32	CONDUIT	8.21	0 00:46	0.74	0.05	0.14	T82	CONDUIT	282.68	0 01:20	1.62	1.03	1.00
T33	CONDUIT	8.03	0 00:47	0.46	0.00	0.06	T83	CONDUIT	296.57	0 00:50	1.67	1.16	1.00
T34	CONDUIT	8.55	0 00:51	0.89	0.04	0.13	T84	CONDUIT	276.34	0 00:50	1.73	0.79	1.00
T35	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.06	T85	CONDUIT	24.38	0 01:07	0.66	0.14	0.24
T36	CONDUIT	8.43	0 00:52	0.78	0.03	0.16	T86	CONDUIT	24.15	0 01:08	0.60	0.11	0.26
T37	CONDUIT	16.02	0 00:52	0.61	0.09	0.26	T87	CONDUIT	23.99	0 01:09	0.65	0.16	0.24
T38	CONDUIT	38.69	0 00:52	1.09	0.23	0.33	T88	CONDUIT	23.93	0 01:09	0.78	0.08	0.21
T39	CONDUIT	38.66	0 00:52	1.07	0.23	0.33	T89	CONDUIT	18.04	0 01:06	0.83	0.06	0.17
T40	CONDUIT	45.32	0 00:52	1.03	0.24	0.38	T90	CONDUIT	17.85	0 01:07	0.82	0.06	0.17
T41	CONDUIT	45.27	0 00:52	1.14	0.34	0.35	T91	CONDUIT	17.75	0 01:08	0.64	0.06	0.20
T42	CONDUIT	45.26	0 00:52	1.30	0.17	0.32	T92	CONDUIT	41.78	0 01:10	1.01	0.12	0.48
T43	CONDUIT	65.76	0 00:52	1.45	0.28	0.39	T93	CONDUIT	26.79	0 00:56	0.69	0.17	0.25
T44	CONDUIT	65.70	0 00:52	1.24	0.37	0.44	T94	CONDUIT	26.61	0 00:57	0.87	0.09	0.21
T45	CONDUIT	65.67	0 00:53	1.47	0.35	0.38	T95	CONDUIT	26.42	0 00:58	0.79	0.11	0.23
T46	CONDUIT	67.98	0 00:53	1.92	0.21	0.33	T96	CONDUIT	26.12	0 00:59	0.72	0.12	0.24
T47	CONDUIT	71.95	0 00:53	1.97	0.24	0.33	T97	CONDUIT	29.07	0 01:04	0.74	0.14	0.49
T48	CONDUIT	71.94	0 00:53	1.89	0.23	0.34	T99	CONDUIT	17.82	0 01:01	0.52	0.17	0.23
T49	CONDUIT	71.92	0 00:53	2.96	0.14	0.25	T100	CONDUIT	17.65	0 01:02	0.95	0.06	0.15
T50	CONDUIT	71.91	0 00:53	1.15	0.04	0.57	T101	CONDUIT	17.59	0 01:03	1.21	0.03	0.13
T51	CONDUIT	2.70	0 00:47	0.28	0.03	0.13	T102	CONDUIT	483.93	0 01:12	3.10	0.49	0.86
T52	CONDUIT	10.23	0 00:46	0.90	0.05	0.15	T103	CONDUIT	119.56	0 01:11	0.61	1.11	1.00
T53	CONDUIT	13.40	0 00:46	0.74	0.04	0.25	T104	CONDUIT	120.98	0 01:11	0.62	0.72	1.00
T54	CONDUIT	11.31	0 00:46	0.76	0.05	0.18	T105	CONDUIT	14.59	0 00:51	0.91	0.08	0.19
T55	CONDUIT	21.70	0 00:46	1.17	0.09	0.21	T106	CONDUIT	14.18	0 00:52	0.89	0.07	0.18
T56	CONDUIT	21.54	0 00:47	1.25	0.09	0.19	T109	CONDUIT	5.41	0 00:46	0.40	0.01	0.10
T57	CONDUIT	1.41	0 00:41	0.22	0.01	0.12	T110	CONDUIT	13.98	0 00:51	0.70	0.02	0.50
T58	CONDUIT	2.83	0 00:41	0.44	0.01	0.19	T111	CONDUIT	38.45	0 00:45	0.15	0.08	0.94



T112	CONDUIT	126.98	0 01:04	0.31	0.04	0.59
T113	CONDUIT	205.07	0 00:58	1.57	0.36	0.46
T114	CONDUIT	203.29	0 00:59	1.67	0.34	0.44
T115	CONDUIT	169.49	0 00:58	1.13	0.30	0.51
T116	CONDUIT	169.49	0 00:58	1.13	0.30	0.51
T117	CONDUIT	338.68	0 00:59	1.77	0.60	0.61
T118	CONDUIT	338.62	0 00:59	1.98	0.58	0.57
T119	CONDUIT	338.57	0 01:00	2.39	0.42	0.49
T120	CONDUIT	338.55	0 01:00	1.98	0.37	0.61
T121	CONDUIT	18.59	0 00:51	0.75	0.14	0.27
T122	CONDUIT	18.15	0 00:52	0.63	0.17	0.28
T123	CONDUIT	9.92	0 00:51	0.51	0.12	0.22
T124	CONDUIT	9.74	0 00:52	0.69	0.08	0.17
T125	CONDUIT	9.70	0 00:52	0.93	0.04	0.14
T126	CONDUIT	87.19	0 00:48	1.00	0.65	0.66
T127	CONDUIT	9.68	0 00:52	0.80	0.04	0.23
T128	CONDUIT	10.33	0 00:48	0.23	0.06	0.45
T129	CONDUIT	86.81	0 00:49	1.02	0.91	0.64
T130	CONDUIT	91.49	0 00:49	0.95	0.60	0.73
T131	CONDUIT	30.12	0 01:06	1.13	0.21	0.26
T132	CONDUIT	30.10	0 01:07	0.95	0.07	0.53
T133	CONDUIT	7.77	0 01:01	0.85	0.04	0.13
T134	CONDUIT	7.70	0 01:02	0.83	0.03	0.13
T135	CONDUIT	7.62	0 01:03	0.13	0.05	0.53
T136	CONDUIT	139.64	0 00:52	1.43	1.03	0.73
T137	CONDUIT	139.58	0 00:52	1.90	0.58	0.69
T138	CONDUIT	7.28	0 00:46	0.99	0.24	0.28
T139	CONDUIT	9.41	0 00:46	0.99	0.10	0.19
T141	CONDUIT	9.75	0 00:46	0.46	0.12	0.35
T142	CONDUIT	22.39	0 00:47	0.97	0.37	0.36
T143	CONDUIT	22.30	0 00:47	0.55	0.15	0.63
T144	CONDUIT	8.14	0 00:54	0.37	0.08	0.65
T145	CONDUIT	34.09	0 00:48	1.03	0.33	1.00
T146	CONDUIT	28.19	0 01:10	0.76	0.36	1.00
T147	CONDUIT	65.62	0 00:58	1.24	0.60	1.00
T148	CONDUIT	65.58	0 00:58	1.03	0.78	1.00
T149	CONDUIT	7.22	0 00:47	0.43	0.09	0.60
T150	CONDUIT	7.30	0 00:46	0.69	0.05	0.14
T151	CONDUIT	7.14	0 00:47	0.27	0.04	0.26
T152	CONDUIT	12.19	0 00:46	0.77	0.08	0.19
T153	CONDUIT	11.87	0 00:47	0.41	0.07	0.29
T154	CONDUIT	34.46	0 00:47	0.83	0.31	0.37
T155	CONDUIT	36.57	0 00:47	0.89	0.25	0.36
T156	CONDUIT	48.40	0 00:47	0.93	0.31	0.43
T157	CONDUIT	72.42	0 00:48	1.08	0.61	0.53
T158	CONDUIT	5.51	0 00:46	0.29	0.03	0.30
T159	CONDUIT	65.27	0 00:47	0.97	0.47	0.53

T160	CONDUIT	77.88	0 00:48	1.15	0.47	0.53
T162	CONDUIT	96.57	0 00:52	1.18	1.23	1.00
T163	CONDUIT	96.65	0 00:52	1.53	1.45	0.96
T164	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.46
T165	CONDUIT	530.35	0 00:53	3.30	0.91	0.89
T168	CONDUIT	437.13	0 01:20	2.23	1.24	1.00
T169	CONDUIT	437.16	0 01:12	2.23	1.04	1.00
T1	CONDUIT	21.57	0 00:51	0.90	0.15	0.25
T172	CONDUIT	445.66	0 00:43	3.02	0.33	1.00
T173	CONDUIT	71.41	0 00:58	0.96	0.94	1.00
T176	CONDUIT	9.27	0 00:46	0.36	0.05	0.58
T181	CONDUIT	530.36	0 00:53	2.80	0.86	1.00
T182	CONDUIT	530.45	0 00:53	2.70	1.26	1.00
T183	CONDUIT	437.31	0 01:13	2.23	0.59	1.00
T184	CONDUIT	281.11	0 01:52	1.99	1.34	0.95
T185	CONDUIT	6.22	0 00:46	0.47	0.05	0.42
T186	CONDUIT	83.45	0 00:53	1.02	1.16	1.00
T329	CONDUIT	554.54	0 01:04	4.41	1.34	1.00
B1	PUMP	500.00	0 00:40	1.00		
R1	WEIR	167.59	0 01:12		0.44	
R2	WEIR	40.91	0 00:53		0.25	
R3	WEIR	85.60	0 00:58		0.13	

Flow Classification Summary

	Adjusted /Actual	--- Fraction of Time in Flow Class ----							Avg. Froude Number	Avg. Flow Change
		Up	Down	Sub	Sup	Up	Down	Crit		
Conduit	Length	Dry	Dry	Dry	Crit	Crit	Crit	Crit		
T3	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.0001
T4	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.0001
T2	1.00	0.00	0.00	0.00	0.66	0.33	0.00	0.00	0.92	0.0000
T5	1.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.19	0.00	0.00	0.85	0.0000
T6	1.00	0.01	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.75	0.0000
T7	1.00	0.01	0.00	0.00	0.68	0.31	0.00	0.00	0.90	0.0000
T8	1.00	0.01	0.00	0.00	0.67	0.32	0.00	0.00	0.93	0.0000
T9	1.00	0.01	0.00	0.00	0.86	0.13	0.00	0.00	0.82	0.0000
T10	1.00	0.00	0.00	0.00	0.46	0.53	0.00	0.00	1.01	0.0000
T11	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.49	0.0000
T12	1.00	0.00	0.00	0.00	0.36	0.64	0.00	0.00	1.07	0.0000
T13	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.03	0.0000
T14	1.00	0.00	0.02	0.00	0.98	0.00	0.00	0.00	0.03	0.0000
T15	1.00	0.00	0.02	0.00	0.98	0.00	0.00	0.00	0.53	0.0000



T16	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	T65	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.35	0.0000
T17	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.48	0.0000	T66	1.00	0.00	0.00	0.00	0.36	0.64	0.00	0.00	1.08	0.0000
T18	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.43	0.0000	T68	1.00	0.00	0.00	0.00	0.58	0.42	0.00	0.00	0.98	0.0000
T19	1.00	0.00	0.00	0.00	0.94	0.05	0.00	0.00	0.61	0.0000	T69	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.10	0.0000
T20	1.00	0.00	0.00	0.00	0.56	0.44	0.00	0.00	0.99	0.0000	T70	1.00	0.00	0.00	0.00	0.93	0.07	0.00	0.00	0.22	0.0000
T21	1.00	0.00	0.00	0.00	0.49	0.50	0.00	0.00	1.06	0.0000	T71	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000
T22	1.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.76	0.00	0.00	1.50	0.0000	T72	1.00	0.00	0.00	0.00	0.57	0.43	0.00	0.00	0.95	0.0000
T23	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.01	0.00	0.00	0.29	0.0000	T73	1.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.75	0.00	0.00	0.99	0.0000
T24	1.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.99	0.00	0.00	1.71	0.0000	T74	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.45	0.0000
T25	1.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.98	0.00	0.00	1.25	0.0000	T75	1.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.24	0.00	0.00	0.77	0.0000
T26	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.52	0.0000	T76	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.44	0.0000
T27	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.0000	T77	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.52	0.0000
T28	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.0000	T78	1.00	0.00	0.00	0.00	0.65	0.35	0.00	0.00	0.91	0.0000
T29	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.34	0.0000	T79	1.00	0.00	0.00	0.00	0.52	0.47	0.00	0.00	1.03	0.0000
T30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.92	0.08	0.00	0.00	0.69	0.0000	T80	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	1.98	0.0000
T31	1.00	0.01	0.00	0.00	0.98	0.01	0.00	0.00	0.48	0.0000	T81	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.01	0.00	0.00	0.06	0.0000
T32	1.00	0.00	0.00	0.00	0.88	0.12	0.00	0.00	0.69	0.0000	T82	1.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.80	0.00	0.00	0.99	0.0000
T33	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.0000	T83	1.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.62	0.00	0.00	0.98	0.0000
T34	1.00	0.00	0.00	0.00	0.69	0.30	0.00	0.00	0.89	0.0000	T84	1.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.93	0.00	0.00	1.02	0.0000
T35	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	T85	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.55	0.0000
T36	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.63	0.0000	T86	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.45	0.0000
T37	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.43	0.0000	T87	1.00	0.01	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.50	0.0000
T38	1.00	0.00	0.00	0.00	0.84	0.15	0.00	0.00	0.82	0.0000	T88	1.00	0.01	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.76	0.0000
T39	1.00	0.00	0.00	0.00	0.85	0.14	0.00	0.00	0.82	0.0000	T89	1.00	0.00	0.00	0.00	0.87	0.13	0.00	0.00	0.83	0.0000
T40	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.68	0.0000	T90	1.00	0.00	0.00	0.00	0.88	0.11	0.00	0.00	0.83	0.0000
T41	1.00	0.00	0.00	0.00	0.81	0.19	0.00	0.00	0.78	0.0000	T91	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.56	0.0000
T42	1.00	0.00	0.00	0.00	0.51	0.48	0.00	0.00	1.00	0.0000	T92	1.00	0.01	0.00	0.00	0.97	0.02	0.00	0.00	0.33	0.0000
T43	1.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	1.01	0.0000	T93	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.48	0.0000
T44	1.00	0.00	0.00	0.00	0.78	0.21	0.00	0.00	0.86	0.0000	T94	1.00	0.00	0.00	0.00	0.97	0.03	0.00	0.00	0.72	0.0000
T45	1.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.62	0.00	0.00	1.08	0.0000	T95	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.64	0.0000
T46	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	1.45	0.0000	T96	1.00	0.01	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.59	0.0000
T47	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.43	0.0000	T97	1.00	0.01	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.11	0.0001
T48	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.57	0.0000	T99	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.34	0.0000
T49	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	3.07	0.0000	T100	1.00	0.00	0.00	0.00	0.71	0.29	0.00	0.00	0.86	0.0000
T50	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.02	0.00	0.00	0.15	0.0000	T101	1.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	1.60	0.0000
T51	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.0000	T102	1.00	0.00	0.00	0.00	0.97	0.02	0.00	0.00	0.14	0.0058
T52	1.00	0.00	0.00	0.00	0.73	0.27	0.00	0.00	0.84	0.0000	T103	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.00	0.00	0.01	0.01	0.0064
T53	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.30	0.0000	T104	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.0017
T54	1.00	0.00	0.00	0.00	0.91	0.09	0.00	0.00	0.69	0.0000	T105	1.00	0.00	0.00	0.00	0.85	0.14	0.00	0.00	0.71	0.0000
T55	1.00	0.00	0.00	0.00	0.66	0.34	0.00	0.00	0.92	0.0000	T106	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.12	0.0000
T56	1.00	0.00	0.00	0.00	0.48	0.52	0.00	0.00	1.10	0.0000	T109	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.0000
T57	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.0000	T110	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.03	0.0000
T58	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.07	0.0000	T111	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0001
T59	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.94	0.0000	T112	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.02	0.0000
T60	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.55	0.0000	T113	1.00	0.01	0.00	0.00	0.97	0.02	0.00	0.00	0.65	0.0000
T61	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.01	0.00	0.00	0.08	0.0000	T114	1.00	0.00	0.00	0.00	0.88	0.11	0.00	0.00	0.46	0.0000
T64	1.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.91	0.00	0.00	1.09	0.0000	T115	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.55	0.0000



T116	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.55	0.0000
T117	1.00	0.01	0.00	0.00	0.98	0.02	0.00	0.00	0.82	0.0000
T118	1.00	0.01	0.00	0.00	0.60	0.39	0.00	0.00	0.93	0.0000
T119	1.00	0.01	0.00	0.00	0.12	0.87	0.00	0.00	1.18	0.0000
T120	1.00	0.00	0.00	0.00	0.56	0.43	0.00	0.00	1.05	0.0000
T121	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.52	0.0000
T122	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.51	0.0000
T123	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.0000
T124	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.02	0.00	0.00	0.58	0.0000
T125	1.00	0.01	0.00	0.00	0.65	0.35	0.00	0.00	0.93	0.0000
T126	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.51	0.0000
T127	1.00	0.01	0.00	0.00	0.75	0.24	0.00	0.00	0.84	0.0000
T128	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.22	0.0000
T129	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.52	0.0000
T130	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.0000
T131	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.26	0.0000
T132	1.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.88	0.00	0.00	1.18	0.0000
T133	1.00	0.00	0.00	0.00	0.53	0.47	0.00	0.00	1.00	0.0000
T134	1.00	0.00	0.00	0.00	0.62	0.38	0.00	0.00	0.94	0.0000
T135	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.0000
T136	1.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.95	0.00	0.00	1.05	0.0000
T137	1.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.92	0.00	0.00	1.41	0.0000
T138	1.00	0.00	0.00	0.00	0.57	0.43	0.00	0.00	0.96	0.0000
T139	1.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.40	0.00	0.00	0.96	0.0000
T141	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.0000
T142	1.00	0.00	0.00	0.00	0.86	0.14	0.00	0.00	0.71	0.0000
T143	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.42	0.0000
T144	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.0000
T145	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.43	0.0001
T146	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.0000
T147	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.55	0.0000
T148	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.46	0.0000
T149	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.11	0.0000
T150	1.00	0.00	0.00	0.00	0.93	0.06	0.00	0.00	0.60	0.0000
T151	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.0000
T152	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.59	0.0000
T153	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.28	0.0000
T154	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.53	0.0000
T155	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.56	0.0000
T156	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.63	0.0000
T157	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.61	0.0000
T158	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.0000
T159	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.59	0.0000
T160	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.68	0.0000
T162	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.45	0.0001
T163	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.02	0.00	0.00	0.30	0.0001
T164	1.00	0.01	0.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000

T165	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.02	0.0000
T168	1.00	0.01	0.00	0.00	0.06	0.93	0.00	0.00	1.24	0.0000
T169	1.00	0.01	0.00	0.00	0.98	0.01	0.00	0.00	0.16	0.0000
T1	1.00	0.00	0.00	0.00	0.91	0.09	0.00	0.00	0.72	0.0000
T172	1.00	0.00	0.00	0.00	0.93	0.07	0.00	0.00	0.16	0.0013
T173	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.42	0.0000
T176	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.0000
T181	1.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.96	0.00	0.00	1.68	0.0000
T182	1.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.94	0.00	0.00	1.25	0.0000
T183	1.00	0.01	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.03	0.0008
T184	1.00	0.02	0.00	0.00	0.91	0.07	0.00	0.00	0.25	0.0044
T185	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.18	0.0000
T186	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.0000
T329	1.00	0.03	0.00	0.00	0.62	0.35	0.00	0.00	0.67	0.0034

Conduit Surcharge Summary

Conduit	Hours		Hours		Capacity
	----- Hours Full -----		Above Full		
	Both Ends	Upstream	Dnstream	Normal Flow	Limited
T13	0.40	0.40	0.40	0.01	0.01
T14	0.36	0.36	0.36	0.01	0.01
T15	0.36	0.36	0.36	0.01	0.01
T17	0.52	0.52	0.52	0.61	0.52
T18	0.35	0.35	0.35	0.64	0.35
T19	0.01	0.01	0.01	0.59	0.01
T25	0.01	0.01	0.01	0.66	0.01
T64	0.54	0.54	0.54	0.01	0.01
T72	0.56	0.56	0.56	0.01	0.05
T73	0.54	0.54	0.54	0.67	0.54
T82	0.55	0.55	0.55	0.20	0.20
T83	0.46	0.46	0.46	0.40	0.31
T84	0.46	0.46	0.46	0.01	0.01
T103	0.81	0.81	0.85	0.08	0.18
T104	1.05	1.05	1.07	0.01	0.25
T136	0.01	0.01	0.01	0.18	0.01
T145	0.12	0.12	0.12	0.01	0.01
T146	0.16	0.16	0.16	0.01	0.01
T147	0.40	0.40	0.40	0.01	0.01
T148	0.46	0.46	0.46	0.01	0.01
T162	0.57	0.57	0.57	0.50	0.50
T163	0.01	0.01	0.01	0.62	0.01



T168	0.80	0.80	0.80	0.71	0.71
T169	0.83	0.83	0.83	0.65	0.65
T172	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
T173	0.52	0.52	0.52	0.01	0.01
T181	0.46	0.46	0.46	0.01	0.01
T182	0.74	0.74	0.74	0.65	0.65
T183	3.25	3.25	3.27	0.01	0.01
T184	0.01	0.01	0.01	1.10	0.01
T186	0.54	0.54	0.54	0.46	0.45
T329	0.01	0.01	0.01	1.30	0.01

Pumping Summary

	Min	Avg	Max	Total	Power	% Time Off		
Pump Curve	Percent	Number of	Flow	Flow	Flow	Volume	Usage	
	Utilized	Start-Ups	LPS	LPS	LPS	10^6 ltr	Kw-hr	
Low High								
B1	6.09	116	0.00	495.14	500.00	2.494	9.30	0.0 2.2

Analysis begun on: Fri Aug 23 12:43:12 2013

Analysis ended on: Fri Aug 23 12:43:40 2013

Total elapsed time: 00:00:28

Anexo II

Datos Numéricos Introducidos

[TITLE]

[OPTIONS]

```
FLOW_UNITS      LPS
INFILTRATION    HORTON
FLOW_ROUTING    DYNWAVE
START_DATE      01/01/2001
START_TIME      00:00:00
REPORT_START_DATE 01/01/2001
REPORT_START_TIME 00:00:00
END_DATE        01/01/2001
END_TIME        23:00:00
SWEEP_START     01/01
SWEEP_END       12/31
DRY_DAYS        0
REPORT_STEP     00:01:00
WET_STEP        00:01:00
DRY_STEP        01:00:00
ROUTING_STEP    0:00:01
ALLOW_PONDING   NO
INERTIAL_DAMPING NONE
VARIABLE_STEP   0.75
LENGTHENING_STEP 0
MIN_SURFAREA    0
NORMAL_FLOW_LIMITED BOTH
SKIP_STEADY_STATE NO
FORCE_MAIN_EQUATION H-W
LINK_OFFSETS    DEPTH
MIN_SLOPE       0
```

[EVAPORATION]

```
::Type Parameters
::-----
CONSTANT 0.0
DRY_ONLY NO
```

[RAINGAGES]

```
::      Rain Time Snow Data
::Name Type Intrvl Catch Source
::-----
P1      CUMULATIVE 0:01 1.0 TIMESERIES T2
```

[SUBCATCHMENTS]

```
::      Total Pcnt. Pcnt. Curb Snow
::Name Raingage Outlet Area Imperv Width Slope Length
::-----
C2      P1      n127 0.71 100 3 2 0
C3      P1      n123 0.67 100 3.15 0.5 0
C4      P1      n119 1 100 4.04 0.5 0
C5      P1      n133 0.65 75 3.84 0.5 0
C6      P1      n136 0.04 100 0.91 0.5 0
C7      P1      n137 0.36 85 3.79 0.5 0
C8      P1      n142 0.03 100 0.83 0.5 0
C25     P1      n140 0.18 100 2.05 0.5 0
C24     P1      n139 0.09 100 1.76 0.5 0
C23     P1      n111 5 100 3.69 0.5 0
C22     P1      n60 0.3 85 4 0.5 0
C12     P1      n13 0.07 100 1.89 0.5 0
C21     P1      n15 0.17 100 2.73 0.5 0
C20     P1      n84 0.15 75 2.41 0.5 0
C11     P1      n9 0.47 100 4.86 0.5 0
C10     P1      n118 0.23 100 3.04 0.5 0
C9      P1      n10 0.08 100 2.16 0.5 0
C19     P1      n7 0.25 100 3.81 0.5 0
C14     P1      n118 0.25 75 3.43 0.5 0
C13     P1      n1 0.5 100 5.25 0.5 0
C15     P1      n3 0.27 100 2.66 0.5 0
C18     P1      n6 0.18 100 2.88 0.5 0
C16     P1      n165 0.13 100 2.67 0.5 0
C17     P1      n164 0.25 85 3.22 0.5 0
```



C27	P1	n161	0.3	100	3.45	0.5	0
C26	P1	n162	0.14	100	2.77	0.5	0
C39	P1	n61	0.17	100	2.33	0.5	0
C40	P1	n87	0.15	100	2.36	0.5	0
C43	P1	n70	0.12	100	2.26	0.5	0
C54	P1	n72	0.13	75	2.37	0.5	0
C55	P1	n72	0.1	100	1.49	0.5	0
C53	P1	n16	0.23	100	1.59	0.5	0
C56	P1	n74	0.32	85	5.07	0.5	0
C57	P1	n75	0.04	100	0.74	0.5	0
C62	P1	n78	0.09	100	0.79	0.5	0
C63	P1	n20	0.08	100	2.43	0.5	0
C61	P1	n78	0.05	100	0.74	0.5	0
C64	P1	n19	0.33	100	11.48	0.5	0
C58	P1	n76	0.23	85	4.42	0.5	0
C44	P1	n171	0.25	100	3.49	0.5	0
C59	P1	n77	0.1	100	4.16	0.5	0
C60	P1	n79	0.2	100	2.67	0.5	0
C67	P1	n69	0.09	100	1.74	0.5	0
C42	P1	n28	0.51	100	6.05	0.5	0
C41	P1	n160	0.6	100	6.71	0.5	0
C69	P1	n31	0.26	100	5.26	0.5	0
C71	P1	n29	0.12	100	2.37	0.5	0
C45	P1	n45	0.24	100	3.97	0.5	0
C68	P1	n68	0.05	100	0.82	0.5	0
C29	P1	n65	0.23	100	4.08	0.5	0
C46	P1	n64	0.19	100	2.93	0.5	0
C31	P1	61	0.07	100	1.8	0.5	0
C28	P1	n147	0.39	100	4.92	0.5	0
C70	P1	n37	0.11	100	2.14	0.5	0
C49	P1	n188	0.09	100	2	0.5	0
C36	P1	n39	0.08	100	2.15	0.5	0
C1	P1	n67	0.07	100	1.68	0.5	0
C50	P1	n185	0.12	100	2.02	0.5	0
C51	P1	n184	0.02	100	0.69	0.5	0
C52	P1	n203	0.06	100	0.76	0.5	0
C30	P1	n49	0.32	100	3.79	0.5	0
C34	P1	n176	0.07	100	2.29	0.5	0
C35	P1	n43	0.06	100	1.74	0.5	0
C37	P1	n177	0.06	100	1.50	0.5	0
C47	P1	n33	0.29	100	4.08	0.5	0
C48	P1	n34	0.18	100	2.22	0.5	0
C33	P1	n175	0.11	100	1.85	0.5	0
C38	P1	n44	0.17	100	3.38	0.5	0
C66	P1	n155	0.05	100	1.09	0.5	0
C65	P1	n45	0.08	100	1.88	0.5	0
C32	P1	n46	0.2	100	3.02	0.5	0

[SUBAREAS]

::Subcatchment	N-Imperv	N-Perv	S-Imperv	S-Perv	PctZero	RouteTo
PctRouted						
::-----						
C2	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C3	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C4	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C5	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C6	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C7	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C8	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C25	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C24	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C23	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C22	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C12	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C21	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C20	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C11	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C10	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C9	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C19	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C14	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C13	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C15	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C18	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C16	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C17	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C27	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C26	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C39	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C40	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C43	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C54	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C55	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C53	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C56	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C57	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C62	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C63	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C61	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C64	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C58	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C44	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C59	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET
C60	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET



C67	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET	C11	100	0.5	7	7	0
C42	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET	C10	100	0.5	7	7	0
C41	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET	C9	100	0.5	7	7	0
C69	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET	C19	100	0.5	7	7	0
C71	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET	C14	100	0.5	7	7	0
C45	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET	C13	100	0.5	7	7	0
C68	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET	C15	100	0.5	7	7	0
C29	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET	C18	100	0.5	7	7	0
C46	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET	C16	100	0.5	7	7	0
C31	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET	C17	100	0.5	7	7	0
C28	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET	C27	100	0.5	7	7	0
C70	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET	C26	100	0.5	7	7	0
C49	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET	C39	100	0.5	7	7	0
C36	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET	C40	100	0.5	7	7	0
C1	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET	C43	100	0.5	7	7	0
C50	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET	C54	100	0.5	7	7	0
C51	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET	C55	100	0.5	7	7	0
C52	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET	C53	100	0.5	7	7	0
C30	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET	C56	100	0.5	7	7	0
C34	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET	C57	100	0.5	7	7	0
C35	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET	C62	100	0.5	7	7	0
C37	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET	C63	100	0.5	7	7	0
C47	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET	C61	100	0.5	7	7	0
C48	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET	C64	100	0.5	7	7	0
C33	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET	C58	100	0.5	7	7	0
C38	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET	C44	100	0.5	7	7	0
C66	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET	C59	100	0.5	7	7	0
C65	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET	C60	100	0.5	7	7	0
C32	0.01	0.1	0.05	0.05	25	OUTLET	C67	100	0.5	7	7	0
[INFILTRATION]							C42	100	0.5	7	7	0
;;Subcatchment MaxRate MinRate Decay DryTime MaxInfil							C41	100	0.5	7	7	0
;;-----							C69	100	0.5	7	7	0
C2	100	0.5	7	7	0		C71	100	0.5	7	7	0
C3	100	0.5	7	7	0		C45	100	0.5	7	7	0
C4	100	0.5	7	7	0		C68	100	0.5	7	7	0
C5	100	0.5	7	7	0		C29	100	0.5	7	7	0
C6	100	0.5	7	7	0		C46	100	0.5	7	7	0
C7	100	0.5	7	7	0		C31	100	0.5	7	7	0
C8	100	0.5	7	7	0		C28	100	0.5	7	7	0
C25	100	0.5	7	7	0		C70	10	0.5	7	7	0
C24	100	0.5	7	7	0		C49	100	0.5	7	7	0
C23	100	0.5	7	7	0		C36	100	0.5	7	7	0
C22	100	0.5	7	7	0		C1	100	0.5	7	7	0
C12	100	0.5	7	7	0		C50	100	0.5	7	7	0
C21	100	0.5	7	7	0		C51	100	0.5	7	7	0
C20	100	0.5	7	7	0		C52	100	0.5	7	7	0
							C30	100	0.5	7	7	0



C34	100	0.5	7	7	0
C35	100	0.5	7	7	0
C37	100	0.5	7	7	0
C47	100	0.5	7	7	0
C48	100	0.5	7	7	0
C33	100	0.5	7	7	0
C38	100	0.5	7	7	0
C66	100	0.5	7	7	0
C65	100	0.5	7	7	0
C32	100	0.5	7	7	0

[JUNCTIONS]

```
;;      Invert  Max.  Init.  Surcharge Pondered
;;Name      Elev.  Depth  Depth  Depth  Area
;;-----
```

61	374.344	2.1	0	0	0
81	375.745	1.734	0	0	0
N1	377.989	1.156	0	0	0
N10	376.610	3.094	0	0	0
N108	376.092	1.488	0	0	0
N109	375.864	0.748	0	0	0
N110	374.011	1.127	0	0	0
N111	376.243	2.013	0	0	0
N112	375.969	1.687	0	0	0
N118	376.20	3.05	0	0	0
N119	375.46	2.64	0	0	0
N12	375.725	3.349	0	0	0
N120	375.29	2.82	0	0	0
N121	375.06	3.11	0	0	0
N122	374.94	3.23	0	0	0
N123	375.91	2.09	0	0	0
N124	375.4	2.60	0	0	0
N125	374.97	2.9	0	0	0
N126	374.478	3.53	0	0	0
N127	375.28	2.46	0	0	0
N128	375.13	2.74	0	0	0
N129	375.09	2.78	0	0	0
N130	374.67	3.13	0	0	0
N131	374.39	3.55	0	0	0
N132	374.168	3.84	0	0	0
N133	376.10	2.16	0	0	0
N134	376.05	2.12	0	0	0
N135	373.7	4.45	0	0	0
N136	373.889	4.48	0	0	0
N137	376.514	2.2	0	0	0
N138	376.075	2.52	0	0	0
N139	374.848	3.77	0	0	0

N14	376.811	1.518	0	0	0
N140	374.469	4.07	0	0	0
N141	373.953	4.52	0	0	0
N142	373.769	4.73	0	0	0
N143	375.73	2.41	0	0	0
N144	373.532	3.963	0	0	0
N145	373.014	4.434	0	0	0
N147	374.939	.8	0	0	0
N148	374.709	1.2	0	0	0
N149	374.552	1.6	0	0	0
N15	377.252	.784	0	0	0
N150	372.563	1.24	0	0	0
N152	371.66	3.34	0	0	0
N154	374.526	1.724	0	0	0
N155	375.316	2	0	0	0
N156	375.405	2.025	0	0	0
N157	372.675	2.224	0	0	0
N158	373.952	.60	0	0	0
N159	372.871	1.73	0	0	0
N16	376.955	1.266	0	0	0
N160	373.29	1.91	0	0	0
N161	374.590	1.532	0	0	0
N162	376.696	1.14	0	0	0
N163	376.528	1.52	0	0	0
N164	376.694	1.65	0	0	0
N165	376.169	2.12	0	0	0
N166	376.155	2.24	0	0	0
N167	376.0	1.83	0	0	0
N168	377.442	1.208	0	0	0
N169	376.983	1.443	0	0	0
N17	376.331	1.784	0	0	0
N170	376.526	1.692	0	0	0
N171	376.265	1.532	0	0	0
N176	373.200	2.042	0	0	0
N177	374.147	1.522	0	0	0
N178	374.034	1.61	0	0	0
N179	373.826	1.53	0	0	0
N18	375.197	2.3	0	0	0
N180	373.166	1.45	0	0	0
N181	371.501	1.85	0	0	0
N183	370.246	2.62	0	0	0
N184	369.862	3.5	0	0	0
N185	369.648	3.93	0	0	0
N186	369.319	2.68	0	0	0
N187	368.263	2.46	0	0	0
N188	367.815	2.05	0	0	0
N189	365.637	1.18	0	0	0



N19	374.821	2.613	0	0	0
N190	363.16	1.48	0	0	0
N191	362.389	1.78	0	0	0
N192	361.775	2.04	0	0	0
N194	361.898	2.18	0	0	0
N198	374.972	1.85	0	0	0
N2	377.738	1.142	0	0	0
N20	375.016	2.46	0	0	0
N21	375.118	2.384	0	0	0
N22	375.387	2.152	0	0	0
N23	376.012	1.375	0	0	0
N24	377.228	.798	0	0	0
N25	376.797	1.369	0	0	0
N26	376.368	1.69	0	0	0
N27	376.526	1.38	0	0	0
N28	375.639	2	0	0	0
N29	375.264	1.898	0	0	0
N3	377.267	1.287	0	0	0
N30	374.882	1.759	0	0	0
N31	372.957	1.398	0	0	0
N32	372.771	1.841	0	0	0
N33	372.573	2.673	0	0	0
N34	374.523	1.699	0	0	0
N35	371.235	3.227	0	0	0
N36	373.604	1.71	0	0	0
N37	370.374	2.174	0	0	0
N38	367.949	2.05	0	0	0
N39	368.595	3.47	0	0	0
N4	376.744	1.674	0	0	0
N41	371.107	1	0	0	0
N42	373.538	1.986	0	0	0
N43	374.036	1.615	0	0	0
N44	375.040	1.82	0	0	0
N45	375.577	1.679	0	0	0
N46	374.291	2.411	0	0	0
N47	373.554	2.197	0	0	0
N48	372.397	1.1	0	0	0
N49	374.537	1.4	0	0	0
N5	376.491	1.727	0	0	0
N50	373.984	1.5	0	0	0
N51	373.578	1.50	0	0	0
N52	372.837	1.3	0	0	0
N53	370.598	2.14	0	0	0
N54	372.407	3.979	0	0	0
N55	373.494	3.882	0	0	0
N56	374.192	3.783	0	0	0
N57	375.810	2.656	0	0	0

N59	374.673	3.432	0	0	0
N6	377.760	0.621	0	0	0
N60	375.017	3.205	0	0	0
N61	377.333	1.015	0	0	0
N62	373.215	1.27	0	0	0
N63	374.510	3.202	0	0	0
N64	375.761	1.269	0	0	0
N65	375.536	1.40	0	0	0
N66	375.191	1.4	0	0	0
N67	373.435	1.59	0	0	0
N68	375.71	2	0	0	0
N69	376.330	1.469	0	0	0
N7	377.265	1.034	0	0	0
N70	376.925	1.124	0	0	0
N71	376.726	1.278	0	0	0
N72	376.880	1.354	0	0	0
N73	376.716	1.378	0	0	0
N74	376.477	1.479	0	0	0
N75	376.322	1.503	0	0	0
N76	375.997	1.761	0	0	0
N77	375.728	1.937	0	0	0
N78	375.641	1.879	0	0	0
N79	376.219	1.463	0	0	0
N8	377.046	1.683	0	0	0
N80	376.168	1.289	0	0	0
N82	375.283	2.279	0	0	0
N83	371.900	3.113	0	0	0
N84	377.33	0.869	0	0	0
N85	376.760	2.093	0	0	0
N86	376.15	3.1	0	0	0
N87	376.712	1.13	0	0	0
N9	375.876	3.281	0	0	0
N999	375.43	3.5	0	0	0
N175	374.263	1.5	0	0	0
N13	375.309	3.545	0	0	0
N172	363.306	1.8	0	0	0
N193	361.149	2.76	0	0	0
N202	369.057	2.88	0	0	0
N203	370.5	2.1	0	0	0
N209	363	3.26	0	0	0

[OUTFALLS]

;;	Invert	Outfall	Stage/Table	Tide
;;Name	Elev.	Type	Time Series	Gate
;;-----	-----	-----	-----	-----
V1	361	FREE		YES
V2	362.8	FREE		YES



V3	361	FREE	YES						
V5	361	FREE	YES						
[STORAGE]									
::	Invert	Max.	Init.	Storage	Curve		Ponded	Evap.	
::Name	Elev.	Depth	Depth	Curve	Params		Area	Frac.	
Infiltration Parameters									

SR1	359.9	3.5	2	FUNCTIONAL	0	0	32.5	0	0
[CONDUITS]									
::	Inlet	Outlet		Manning	Inlet	Outlet	Init.	Max.	
::Name	Node	Node		Length	N	Offset	Offset	Flow	
Flow									

T3	N168	N3		12.25	0.016	0	0	0	0
T4	N3	N169		22.05	0.06	0	0	0	0
;PVC 400									
T2	N2	N168		21.10	0.016	0	0	0	0
T5	N169	N4		17.49	0.016	0	0	0	0
T6	N4	N170		26.40	0.016	0	0	0	0
T7	N170	N5		3.57	0.016	0	0	0	0
T8	N5	N108		20.40	0.016	0	0	0	0
T9	N108	N109		24.25	0.016	0	0	0	0
T10	N109	N161		60.30	0.016	0	0	0	0
T11	N161	N110		27.20	0.016	0	0	0	0
T12	N110	N160		10.10	0.016	0	0	0	0
T13	N160	N159		37.25	0.016	0	0	0	0
T14	N159	N62		13.1	0.016	0	0	0	0
T15	N62	N31		33	0.016	0	0	0	0
T16	N158	N31		9.60	0.016	0	0	0	0
T17	N31	N32		27.36	0.016	0	0	0	0
T18	N32	N157		17.05	0.016	0	0	0	0
T19	N157	N33		14.05	0.016	0	0	0	0
T20	N33	N35		41.63	0.016	0	0	0	0
T21	N35	N37		31.20	0.016	0	0	0	0
T22	N37	N38		42.30	0.016	0	0	0	0
;PVC									
T23	N38	N188		4.20	0.016	0	0	0	0
;POL									
T24	N187	N188		18.50	0.016	0	0	0	0
;POL									
T25	N39	N187		31.5	0.016	0	0	0	0
T26	N162	N163		27.35	0.016	0	0	0	0
T27	N163	N165		35.75	0.016	0	0	0	0
;PVC									

T28	N164	N165	44	0.016	0	0	0	0
;PVC								
T29	N165	N166	12.4	0.016	0	0	0	0
T30	N166	N167	20.1	0.016	0	0	0	0
;PVC								
T31	N167	N109	11.9	0.016	0	0	0	0
;PVC								
T32	N87	N27	21.9	0.016	0	0	0	0
T33	N27	N26	22.50	0.016	0	0	0	0
;PVC								
T34	N61	N25	32.3	0.016	0	0	0	0
;PVC								
T35	N24	N25	6.97	0.016	0	0	0	0
T36	N25	N26	18.46	0.016	0	0	0	0
;PVC								
T37	N26	N28	63.27	0.016	0	0	0	0
;PVC								
T38	N28	N156	23.60	0.016	0	0	0	0
;PVC								
T39	N156	N29	13.96	0.016	0	0	0	0
;PVC								
T40	N29	N198	24.35	0.016	0	0	0	0
;PVC								
T41	N198	N30	14.2	0.016	0	0	0	0
;PVC								
T42	N30	N34	14.31	0.016	0	0	0	0
;PVC								
T43	N34	N178	25.70	0.016	0	0	0	0
;PVC								
T44	N178	N179	18.4	0.016	0	0	0	0
;PVC								
T45	N179	N36	18.5	0.016	0	0	0	0
T46	N36	N67	4.73	0.016	0	0	0	0
T47	N67	N180	8.4	0.016	0	0	0	0
T48	N180	N150	18	0.016	0	0	0	0
T49	N150	N181	12.2	0.016	0	0	0	0
;pvc								
T50	N181	N39	4	0.016	0	0	0	0
;pvc								
T51	N68	N45	36.25	0.016	0	0	0	0
;pvc								
T52	N45	N155	16	0.016	0	0	0	0
T53	N155	N34	24.3	0.016	0	0	0	0
T54	N45	N44	28.28	0.016	0	0	0	0
T55	N44	N154	25.65	0.016	0	0	0	0
T56	N154	N43	24.32	0.016	0	0	0	0
T57	N43	N177	16.50	0.016	0	0	0	0



T58	N177	N36	20.10	0.016	0	0	0	0	T104	N136	N142	40	0.016	0	0	0	0
T59	N43	N42	6.54	0.016	0	0	0	0	T105	N137	N138	41.45	0.016	0	0	0	0
T60	N42	N152	12.40	0.016	0	0	0	0	T106	N138	N142	39.80	0.016	0	1.8	0	0
T61	N152	N202	12.40	0.016	0	0	0	0	T109	N139	N140	49.40	0.016	0	0	0	0
;pol									T110	N140	N141	49.4	0.016	0	0	0	0
T64	N202	N39	30.5	0.016	0	0	0	0	T111	N141	N142	39.95	0.016	0	0	0	0
T65	N64	N46	49.87	0.016	0	0	0	0	T112	N142	N56	18	0.016	0	0	0	0
T66	N46	N47	47.83	0.016	0	0	0	0	T113	N56	N144	70.85	0.016	0	0	0	0
T68	N47	N176	16.37	0.016	0	0	0	0	T114	N144	N55	3.70	0.016	0	0	0	0
T69	N176	N48	32.80	0.016	0	0	0	0	T115	N55	N145	51.2	0.016	0	0	0	0
T70	N48	N185	1.60	0.016	0	0	0	0	T116	N55	N145	51.2	0.016	0	0	0	0
T71	N41	N186	2.40	0.016	0	0	0	0	T117	N145	N54	64.80	0.016	0	0	0	0
;pol									T118	N54	N83	51	0.016	0	0	0	0
T72	N185	N186	27.37	0.016	0	0	0	0	T119	N83	N53	69.90	0.016	0	0	0	0
T73	N186	N202	38.90	0.016	0	0	0	0	T120	N53	N203	4.1	0.016	0	0	0	0
T74	61	N46	19.70	0.016	0	0	0	0	T121	N147	N148	39.2	0.016	0	0	0	0
T75	N65	N66	32.60	0.016	0	0	0	0	T122	N148	N149	38.5	0.016	0	0	0	0
T76	N66	N149	21.70	0.016	0	0	0	0	T123	N79	N80	20.35	0.016	0	0	0	0
T77	N149	61	18.90	0.016	0	0	0	0	T124	N80	N23	27.55	0.016	0	0	0	0
T78	N49	N50	29.70	0.016	0	0	0	0	T125	N23	81	15.35	0.016	0	0	0	0
T79	N50	N51	24.70	0.016	0	0	0	0	T126	N82	N21	26	0.016	0	0	0	0
T80	N51	N52	14.80	0.016	0	0	0	0	T127	81	N22	14.5	0.016	0	0	0	0
T81	N52	N184	8.60	0.016	0	0	0	0	T128	N22	N82	8.8	0.016	0	0	0	0
;POL									T129	N21	N20	31.80	0.016	0	0	0	0
T82	N184	N185	26.55	0.016	0	0	0	0	T130	N20	N19	24.10	0.016	0	0	0	0
;POL									T131	N111	N112	39.75	0.016	0	0	0	0
T83	N203	N183	36.50	0.016	0	0	0	0	T132	N112	N19	16.95	0.016	0	0	0	0
;POL									T133	N16	N17	43.39	0.016	0	0	0	0
T84	N183	N184	29.60	0.016	0	0	0	0	T134	N17	N18	38.90	0.016	0	0	0	0
T85	N119	N120	54.35	0.016	0	0	0	0	T135	N18	N19	40.71	0.016	0	0	0	0
T86	N120	N121	44.10	0.016	0	0	0	0	T136	N19	N63	48	0.016	0	0	0	0
T87	N121	N122	50.90	0.016	0	0	0	0	T137	N63	N55	50	0.016	0	0	0	0
T88	N122	N126	49.25	0.016	0	0	0	0	T138	N84	N85	43	0.016	0	0	0	0
T89	N123	N124	54.80	0.016	0	0	0	0	T139	N15	N14	29.75	0.016	0	0	0	0
T90	N124	N125	48.95	0.016	0	0	0	0	T141	N6	N7	49.41	0.016	0	0	0	0
T91	N125	N126	54.85	0.016	0	0	0	0	T142	N7	N8	37.4	0.016	0	0	0	0
T92	N126	N132	24.10	0.016	0	0	0	0	T143	N8	N9	34.7	0.016	0	0	0	0
T93	N127	N128	56.35	0.016	0	0	0	0	T144	N10	N118	33.10	0.016	0	0	0	0
T94	N128	N129	4.50	0.016	0	0	0	0	T145	N118	N86	4.05	0.016	0	0	0	0
T95	N129	N130	66.40	0.016	0	0	0	0	T146	N86	N9	37.5	0.016	0	0	0	0
T96	N130	N131	53.80	0.016	0	0	0	0	T147	N9	N12	10.89	0.016	0	0	0	0
T97	N131	N132	50.05	0.016	0	0	0	0	T148	N12	N999	35.62	0.016	0	0	0	0
T99	N133	N134	40.90	0.016	0	0	0	0	T149	N85	N999	14	0.016	0	0	0	0
T100	N134	N143	33.65	0.016	0	0	0	0	T150	N70	N71	23.4	0.016	0	0	0	0
T101	N143	N135	22.95	0.016	0	1.4	0	0	T151	N71	N74	19.45	0.016	0	0	0	0
T102	N132	N135	4.45	0.016	0	0	0	0	T152	N72	N73	22.50	0.016	0	0	0	0
T103	N135	N136	39.45	0.016	.14	0	0	0	T153	N73	N74	25.80	0.016	0	0	0	0



T154	N74	N75	35.05	0.016	0	0	0	0	;;-----							
T155	N75	N171	7.70	0.016	0	0	0	0	T3	CIRCULAR	.4	0	0	0	1	
T156	N171	N76	30.80	0.016	0	0	0	0	T4	CIRCULAR	.4	0	0	0	1	
T157	N77	N78	17.80	0.016	0	0	0	0	T2	CIRCULAR	.4	0	0	0	1	
T158	N69	N76	23.15	0.016	0	0	0	0	T5	CIRCULAR	.4	0	0	0	1	
T159	N76	N77	40.20	0.016	0	0	0	0	T6	CIRCULAR	.4	0	0	0	1	
T160	N78	N82	37.05	0.016	0	0	0	0	T7	CIRCULAR	.4	0	0	0	1	
T162	N60	N59	47.60	0.016	0	0	0	0	T8	CIRCULAR	.4	0	0	0	1	
T163	N59	N56	93	0.016	0	0	0	0	T9	CIRCULAR	.4	0	0	0	1	
T164	N57	N56	49	0.016	0	0	0	0	T10	CIRCULAR	.4	0	0	0	1	
T165	N188	N189	60	0.016	0	0	0	0	T11	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1	
T168	N190	N191	58.60	0.016	0	0	0	0	T12	CIRCULAR	.4	0	0	0	1	
T169	N191	N192	32.80	0.016	0	0	0	0	T13	CIRCULAR	.4	0	0	0	1	
T1	N1	N2	36.27	0.016	0	0	0	0	T14	CIRCULAR	.4	0	0	0	1	
T172	N194	SR1	5.3	0.016	0	1	0	0	T15	CIRCULAR	.4	0	0	0	1	
T173	N999	N13	17.82	0.016	0	0	0	0	T16	CIRCULAR	.2	0	0	0	1	
T176	N14	N13	31.06	0.016	0	0	0	0	T17	EGG	.4	0	0	0	1	
;POL									T18	EGG	.4	0	0	0	1	
T181	N189	N172	58	0.016	0	0	0	0	T19	EGG	.4	0	0	0	1	
;POL									T20	EGG	.4	0	0	0	1	
T182	N172	N190	7.8	0.016	0	0	0	0	T21	EGG	.4	0	0	0	1	
T183	N192	N193	10.8	0.016	0	0	0	0	T22	EGG	.4	0	0	0	1	
;POL									T23	CIRCULAR	.5	0	0	0	1	
T184	N193	N194	6.2	0.016	0.72	0	0	0	T24	CIRCULAR	.5	0	0	0	1	
T185	N175	N176	34.4	0.016	0	0	0	0	T25	CIRCULAR	.5	0	0	0	1	
T186	N13	N60	48.14	0.016	0	0	0	0	T26	CIRCULAR	.4	0	0	0	1	
T329	N209	V2	8.5	0.010	0	0	0	0	T27	CIRCULAR	.4	0	0	0	1	
									T28	CIRCULAR	.4	0	0	0	1	
[PUMPS]									T29	CIRCULAR	.4	0	0	0	1	
;;	Inlet	Outlet	Pump	Init.	Startup	Shutoff				T30	CIRCULAR	.4	0	0	0	1
;;Name	Node	Node	Curve	Status	Depth	Depth				T31	CIRCULAR	.4	0	0	0	1
;;-----									T32	CIRCULAR	.4	0	0	0	1	
B1	SR1	N209	B1	OFF	2.4	2				T33	CIRCULAR	1	0	0	0	1
									T34	CIRCULAR	.4	0	0	0	1	
[WEIRS]									T35	CIRCULAR	.4	0	0	0	1	
;;	Inlet	Outlet	Weir	Crest	Disch.	Flap End	End		T36	CIRCULAR	.4	0	0	0	1	
;;Name	Node	Node	Type	Height	Coeff.	Gate Con.				T37	CIRCULAR	.4	0	0	0	1
;;Coeff.									T38	CIRCULAR	.4	0	0	0	1	
;;-----									T39	CIRCULAR	.4	0	0	0	1	
R1 0	N193	V5	TRANSVERSE		1.2	3.3	NO	0	T40	CIRCULAR	.4	0	0	0	1	
R2 0	N202	V1	TRANSVERSE		0.5	3.3	NO	0	T41	CIRCULAR	.4	0	0	0	1	
R3 0	N203	V3	TRANSVERSE		0.5	3.3	NO	0	T42	CIRCULAR	.4	0	0	0	1	
									T43	CIRCULAR	.4	0	0	0	1	
									T44	CIRCULAR	.4	0	0	0	1	
[XSECTIONS]									T45	CIRCULAR	.4	0	0	0	1	
;;Link	Shape	Geom1	Geom2	Geom3	Geom4	Barrels				T46	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1
									T47	CIRCULAR	.4	0	0	0	1	



T48	CIRCULAR	.4	0	0	0	1	T99	CIRCULAR	0.5	0	0	0	1
T49	CIRCULAR	.4	0	0	0	1	T100	CIRCULAR	0.5	0	0	0	1
T50	CIRCULAR	.4	0	0	0	1	T101	CIRCULAR	0.5	0	0	0	1
T51	CIRCULAR	.4	0	0	0	1	T102	CIRCULAR	0.5	0	0	0	1
T52	CIRCULAR	.4	0	0	0	1	T103	CIRCULAR	0.5	0	0	0	1
T53	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1	T104	CIRCULAR	0.5	0	0	0	1
T54	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1	T105	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1
T55	CIRCULAR	.4	0	0	0	1	T106	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1
T56	CIRCULAR	.4	0	0	0	1	T109	CIRCULAR	0.7	0	0	0	1
T57	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1	T110	CIRCULAR	0.7	0	0	0	1
T58	CIRCULAR	0.40	0	0	0	1	T111	CIRCULAR	0.7	0	0	0	1
T59	CIRCULAR	.40	0	0	0	1	T112	CIRCULAR	1	0	0	0	1
T60	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1	T113	EGG	.8	0	0	0	1
T61	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1	T114	EGG	0.8	0	0	0	1
T64	CIRCULAR	0.50	0	0	0	1	T115	EGG	0.8	0	0	0	1
T65	CIRCULAR	0.3	0	0	0	1	T116	EGG	0.8	0	0	0	1
T66	CIRCULAR	0.3	0	0	0	1	T117	EGG	0.8	0	0	0	1
T68	CIRCULAR	0.3	0	0	0	1	T118	EGG	.8	0	0	0	1
T69	CIRCULAR	0.3	0	0	0	1	T119	EGG	0.8	0	0	0	1
T70	CIRCULAR	0.3	0	0	0	1	T120	EGG	0.8	0	0	0	1
T71	CIRCULAR	0.3	0	0	0	1	T121	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1
T72	CIRCULAR	0.5	0	0	0	1	T122	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1
T73	CIRCULAR	0.5	0	0	0	1	T123	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1
T74	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1	T124	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1
T75	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1	T125	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1
T76	CIRCULAR	.40	0	0	0	1	T126	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1
T77	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1	T127	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1
T78	CIRCULAR	0.40	0	0	0	1	T128	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1
T79	CIRCULAR	0.40	0	0	0	1	T129	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1
T80	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1	T130	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1
T81	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1	T131	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1
T82	CIRCULAR	0.5	0	0	0	1	T132	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1
T83	CIRCULAR	0.5	0	0	0	1	T133	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1
T84	CIRCULAR	0.5	0	0	0	1	T134	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1
T85	CIRCULAR	0.5	0	0	0	1	T135	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1
T86	CIRCULAR	0.50	0	0	0	1	T136	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1
T87	CIRCULAR	0.50	0	0	0	1	T137	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1
T88	CIRCULAR	0.5	0	0	0	1	T138	CIRCULAR	0.2	0	0	0	1
T89	CIRCULAR	0.50	0	0	0	1	T139	CIRCULAR	.30	0	0	0	1
T90	CIRCULAR	0.5	0	0	0	1	T141	CIRCULAR	0.3	0	0	0	1
T91	CIRCULAR	0.5	0	0	0	1	T142	CIRCULAR	0.3	0	0	0	1
T92	CIRCULAR	0.5	0	0	0	1	T143	CIRCULAR	0.3	0	0	0	1
T93	CIRCULAR	0.5	0	0	0	1	T144	EGG	0.4	0	0	0	1
T94	CIRCULAR	0.5	0	0	0	1	T145	EGG	0.4	0	0	0	1
T95	CIRCULAR	0.50	0	0	0	1	T146	EGG	0.4	0	0	0	1
T96	CIRCULAR	0.5	0	0	0	1	T147	EGG	0.4	0	0	0	1
T97	CIRCULAR	0.5	0	0	0	1	T148	EGG	0.4	0	0	0	1

T149	CIRCULAR	0.2	0	0	0	1
T150	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1
T151	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1
T152	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1
T153	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1
T154	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1
T155	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1
T156	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1
T157	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1
T158	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1
T159	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1
T160	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1
T162	EGG	0.4	0	0	0	1
T163	EGG	0.4	0	0	0	1
T164	EGG	0.4	0	0	0	1
T165	CIRCULAR	0.5	0	0	0	1
T168	CIRCULAR	0.5	0	0	0	1
T169	CIRCULAR	0.5	0	0	0	1
T1	CIRCULAR	0.40	0	0	0	1
T172	CIRCULAR	0.5	0	0	0	1
T173	EGG	0.4	0	0	0	1
T176	CIRCULAR	0.3	0	0	0	1
T181	CIRCULAR	0.5	0	0	0	1
T182	CIRCULAR	0.5	0	0	0	1
T183	CIRCULAR	0.5	0	0	0	1
T184	CIRCULAR	0.5	0	0	0	1
T185	CIRCULAR	0.3	0	0	0	1
T186	EGG	0.4	0	0	0	1
T329	CIRCULAR	.4	0	0	0	1
R1	RECT_OPEN	0.5	0.5	0	0	
R2	RECT_OPEN	0.4	0.4	0	0	
R3	RECT_OPEN	0.8	0.8	0	0	

[TRANSECTS]

NC 0.01	0.01	0.01							
X1 izq		6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GR 0.3	0	0.15	0	0.15	1.2	0	1.2	0.06	4.7
GR 0.3	4.7								

NC 0.01	0.01	0.01							
X1 dcha		6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GR 0.3	0	0.06	0	0	3.5	0.15	3.5	0.15	4.7
GR 0.3	4.7								

NC	0.01	0.01	0.01						
X1	peatonal	9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

GR 0.3	0	0.225	0	0.21	1.2	0.06	1.2	0	4.7
GR 0.06	8.2	0.21	8.2	0.225	9.4	0.3	9.4		

[LOSSES]

Link	Inlet	Outlet	Average	Flap Gate
T92	0	.14	0	NO
T172	0	0	0	YES

[CURVES]

[illegible]

: BombeoResiduales

B1	Pump1	65	250
B1		97.5	500

SU1	Storage	0	32.5
SU1		3	32.5

[TIMESERIES]

```

;;Name      Date      Time      Value
;;-----
T5          00:00      .67

```



T5	00:05	.77
T5	00:10	.91
T5	00:15	1.12
T5	00:20	1.49
T5	00:25	2.5
T5	00:30	5.63
T5	00:35	1.84
T5	00:40	1.27
T5	00:45	1
T5	00:50	0.83
T5	00:55	.72
T5	01:00	.63
T2	00:00	0.51
T2	00:05	0.58
T2	00:10	0.69
T2	00:15	0.84
T2	00:20	1.13
T2	00:25	1.89
T2	00:30	4.25
T2	00:35	1.39
T2	00:40	0.96
T2	00:45	0.76
T2	00:50	0.63
T2	00:55	0.54
T2	01:00	0.48
T10	00:05	0.79
T10	00:10	0.91
T10	00:15	1.07
T10	00:20	1.32
T10	00:25	1.76
T10	00:30	2.94
T10	00:35	6.63
T10	00:40	2.17
T10	00:45	1.50
T10	00:50	1.18
T10	00:55	0.98
T10	01:00	0.85
T10	01:05	0.75
T25	00:05	.96
T25	00:10	1.10
T25	00:15	1.29
T25	00:20	1.59
T25	00:25	2.12
T25	00:30	3.55

T25	00:35	8
T25	00:40	2.61
T25	00:45	1.81
T25	00:50	1.42
T25	00:55	1.19
T25	01:00	1.02
T25	01:05	0.9
T50	00:05	0.96
T50	00:10	1.10
T50	00:15	1.29
T50	00:20	1.59
T50	00:25	2.12
T50	00:30	2.42
T50	00:35	9.13
T50	00:40	2.61
T50	00:45	1.81
T50	00:50	1.42
T50	00:55	1.19
T50	01:00	1.02
T50	01:05	0.9

[REPORT]

INPUT NO

CONTROLS NO

SUBCATCHMENTS ALL

NODES ALL

LINKS ALL

[TAGS]

[MAP]

DIMENSIONS 546180.500 4700578.746 549730.500 4703410.254

Units Meters

[COORDINATES]

;;Node	X-Coord	Y-Coord
;;-----		
61	548912.378	4701638.558
81	548912.191	4701545.899
N1	548667.498	4701400.182
N10	548684.701	4701373.290
N108	548620.531	4701485.149
N109	548628.661	4701508.048
N110	548671.920	4701582.677
N111	548909.976	4701384.395
N112	548911.266	4701423.761



N118	548717.799	4701372.996	N164	548708.490	4701477.186
N119	549200.868	4701281.619	N165	548671.362	4701500.796
N12	548769.716	4701369.925	N166	548659.154	4701498.624
N120	549146.568	4701269.879	N167	548639.648	4701503.477
N121	549104.669	4701260.826	N168	548699.790	4701447.954
N122	549054.864	4701250.042	N169	548685.179	4701464.656
N123	548851.922	4701205.533	N17	548829.585	4701442.149
N124	548905.308	4701217.900	N170	548652.744	4701474.139
N125	548953.123	4701228.382	N171	548823.889	4701536.455
N126	549006.577	4701240.048	N176	548924.638	4701701.225
N127	548782.606	4701218.016	N177	548851.641	4701719.978
N128	548837.728	4701229.719	N178	548827.073	4701686.768
N129	548841.881	4701228.202	N179	548829.502	4701705.007
N130	548906.467	4701243.474	N18	548870.785	4701440.149
N131	548958.700	4701254.667	N180	548832.757	4701736.081
N132	549007.737	4701263.811	N181	548847.979	4701762.164
N133	549102.737	4701287.471	N183	548987.582	4701701.796
N134	549063.167	4701279.274	N184	548963.393	4701718.856
N135	549006.839	4701268.119	N185	548940.255	4701731.876
N136	549008.205	4701307.116	N186	548915.327	4701741.933
N137	549091.195	4701340.031	N187	548820.010	4701775.622
N138	549049.751	4701340.714	N188	548801.942	4701779.598
N139	548871.256	4701365.446	N189	548762.448	4701824.766
N14	548825.018	4701399.429	N19	548911.618	4701440.629
N140	548924.709	4701361.480	N190	548716.518	4701869.307
N141	548973.924	4701357.210	N191	548659.094	4701857.624
N142	549010.427	4701346.850	N192	548628.473	4701845.866
N143	549030.158	4701272.737	N194	548614.004	4701837.055
N144	549009.648	4701436.496	N198	548818.328	4701635.020
N145	549009.574	4701491.396	N2	548687.731	4701430.549
N147	549004.657	4701609.994	N20	548911.618	4701465.029
N148	548967.153	4701621.400	N21	548911.731	4701496.749
N149	548930.449	4701633.023	N22	548911.785	4701531.549
N15	548826.931	4701428.915	N23	548912.131	4701561.382
N150	548841.830	4701751.627	N24	548735.985	4701517.349
N152	548875.636	4701741.926	N25	548741.065	4701513.949
N154	548862.134	4701693.514	N26	548750.665	4701529.429
N155	548844.279	4701648.401	N27	548731.577	4701541.341
N156	548797.619	4701602.732	N28	548785.065	4701582.749
N157	548780.722	4701655.589	N29	548805.071	4701614.595
N158	548746.507	4701624.858	N3	548706.298	4701458.315
N159	548702.027	4701612.713	N30	548826.059	4701646.931
N16	548786.183	4701441.630	N31	548742.479	4701633.572
N160	548670.252	4701593.272	N32	548765.948	4701647.078
N161	548658.901	4701560.217	N33	548791.870	4701662.012
N162	548704.826	4701554.292	N34	548823.681	4701661.293
N163	548690.321	4701531.105	N35	548803.123	4701702.900



N36	548831.974	4701723.567
N37	548801.693	4701733.884
N38	548799.471	4701776.202
N39	548849.713	4701765.136
N4	548678.098	4701466.782
N41	548914.350	4701739.631
N42	548869.736	4701724.445
N43	548867.873	4701717.015
N44	548856.050	4701668.596
N45	548857.442	4701640.163
N46	548893.542	4701644.327
N47	548916.578	4701686.764
N48	548939.534	4701730.448
N49	548935.429	4701646.303
N5	548649.265	4701475.149
N50	548946.439	4701673.887
N51	548955.596	4701696.827
N52	548961.083	4701710.572
N53	549016.733	4701676.518
N54	549009.526	4701556.196
N55	549009.613	4701440.196
N56	549010.328	4701365.650
N57	549059.326	4701366.144
N59	548918.893	4701367.005
N6	548723.502	4701467.639
N60	548871.298	4701367.662
N61	548724.131	4701486.382
N62	548712.089	4701617.828
N63	548959.617	4701440.865
N64	548879.930	4701595.229
N65	548911.132	4701582.277
N66	548922.542	4701612.815
N67	548828.524	4701728.826
N68	548860.539	4701601.074
N69	548853.222	4701582.029
N7	548765.067	4701441.388
N70	548763.189	4701521.358
N71	548782.859	4701508.826
N72	548774.270	4701460.269
N73	548787.142	4701478.565
N74	548801.052	4701500.672
N75	548819.656	4701529.965
N76	548840.716	4701562.253
N77	548875.487	4701540.851
N78	548874.632	4701522.576
N79	548871.897	4701589.797
N8	548761.669	4701403.349

N80	548888.556	4701579.217
N82	548911.865	4701522.782
N83	549016.815	4701606.311
N84	548806.163	4701425.615
N85	548805.344	4701382.623
N86	548721.847	4701372.866
N87	548713.072	4701553.053
N9	548758.890	4701371.091
N999	548805.323	4701368.794
N175	548897.500	4701710.400
N13	548822.873	4701368.664
N172	548724.194	4701868.776
N193	548619.108	4701840.599
N202	548879.433	4701752.934
N203	549017.500	4701680.572
N209	548158.947	4701713.676
V1	548918.670	4701919.281
V2	548151.939	4701711.800
V3	549058.996	4701982.368
V5	548612.718	4701878.196
SR1	548614.065	4701842.818

[VERTICES]

::Link	X-Coord	Y-Coord
::-----	-----	-----

[Polygons]

::Subcatchment	X-Coord	Y-Coord
::-----	-----	-----
C2	548771.660	4701238.511
C2	548779.803	4701212.864
C2	549007.783	4701261.310
C2	548993.127	4701269.045
C2	548934.504	4701277.187
C2	548875.473	4701275.558
C2	548850.232	4701280.444
C2	548831.098	4701262.124
C2	548830.284	4701249.503
C2	548770.032	4701238.104
C3	548796.494	4701199.836
C3	548804.636	4701174.596
C3	548866.517	4701187.216
C3	549009.004	4701207.978
C3	549005.340	4701235.662
C3	549006.562	4701245.432
C3	548796.087	4701200.650
C4	549007.376	4701238.919



C4	549011.854	4701210.014	C23	548910.891	4701440.844
C4	549035.466	4701214.492	C23	548919.441	4701440.844
C4	549114.852	4701227.112	C23	548919.441	4701368.379
C4	549250.419	4701245.432	C23	548875.473	4701367.565
C4	549243.499	4701291.843	C22	548833.948	4701370.007
C4	549199.531	4701285.329	C22	548823.770	4701371.636
C4	549006.969	4701245.025	C22	548823.770	4701351.688
C5	549008.190	4701268.230	C22	548873.437	4701349.652
C5	549009.819	4701263.345	C22	548875.473	4701429.852
C5	549140.093	4701289.400	C22	548835.169	4701429.038
C5	549145.386	4701297.949	C12	548821.735	4701371.229
C5	549154.342	4701342.731	C12	548821.735	4701352.095
C5	549103.046	4701348.431	C12	548788.759	4701354.130
C5	549102.639	4701317.898	C12	548787.945	4701372.450
C5	549028.138	4701307.313	C21	548833.134	4701429.445
C5	549009.411	4701306.906	C21	548832.727	4701372.043
C6	548997.605	4701288.179	C21	548805.043	4701373.264
C6	548994.756	4701274.337	C21	548807.486	4701430.259
C6	548991.092	4701271.487	C20	548781.431	4701422.524
C6	548997.198	4701269.045	C20	548780.210	4701374.893
C6	549005.340	4701265.381	C20	548802.601	4701373.264
C6	549006.969	4701306.906	C20	548805.450	4701429.445
C6	548998.827	4701306.906	C20	548773.289	4701429.445
C7	549010.226	4701308.127	C11	548722.400	4701304.870
C7	549032.209	4701309.755	C11	548784.688	4701304.056
C7	549101.418	4701319.933	C11	548785.909	4701372.450
C7	549101.011	4701348.431	C11	548722.400	4701377.335
C7	549027.324	4701350.873	C10	548684.946	4701362.679
C7	549020.810	4701354.130	C10	548691.053	4701362.272
C7	549011.040	4701346.395	C10	548692.274	4701350.873
C8	548999.234	4701308.127	C10	548691.460	4701302.427
C8	549006.155	4701306.906	C10	548719.551	4701303.649
C8	549008.190	4701344.767	C10	548719.551	4701375.707
C8	548999.641	4701337.846	C10	548684.132	4701376.114
C25	548996.791	4701338.660	C9	548652.785	4701352.909
C25	548973.993	4701345.174	C9	548689.425	4701351.688
C25	548924.733	4701346.395	C9	548690.646	4701360.644
C25	548925.547	4701365.122	C9	548682.911	4701360.644
C25	549012.261	4701360.644	C9	548682.097	4701375.300
C25	549019.589	4701354.944	C9	548655.635	4701376.928
C25	548998.827	4701339.881	C19	548744.791	4701431.481
C24	548876.287	4701365.936	C19	548741.534	4701431.888
C24	548876.287	4701349.245	C19	548737.463	4701393.620
C24	548923.512	4701345.581	C19	548737.870	4701379.371
C24	548922.697	4701366.751	C19	548777.767	4701375.300
C23	548877.916	4701430.666	C19	548779.803	4701422.117
C23	548901.121	4701431.074	C19	548772.475	4701428.224



C19	548763.518	4701440.030	C18	548762.297	4701452.243
C14	548689.832	4701401.762	C18	548759.447	4701468.935
C14	548699.602	4701394.841	C18	548755.376	4701470.970
C14	548694.310	4701384.256	C18	548736.649	4701482.369
C14	548694.310	4701376.928	C18	548713.444	4701470.970
C14	548718.736	4701376.114	C18	548707.337	4701464.456
C14	548719.958	4701378.964	C18	548708.152	4701458.757
C14	548735.428	4701377.335	C16	548623.066	4701510.867
C14	548734.614	4701393.213	C16	548630.801	4701509.238
C14	548739.092	4701433.109	C16	548645.864	4701516.159
C14	548719.958	4701447.765	C16	548665.812	4701509.238
C13	548627.137	4701422.931	C16	548669.883	4701499.875
C13	548655.227	4701388.734	C16	548667.441	4701483.998
C13	548656.042	4701378.964	C16	548630.394	4701490.918
C13	548692.274	4701376.928	C16	548619.402	4701488.069
C13	548692.681	4701383.035	C16	548612.481	4701490.511
C13	548697.567	4701394.841	C17	548668.662	4701481.962
C13	548687.796	4701400.948	C17	548685.353	4701477.891
C13	548718.736	4701449.393	C17	548706.116	4701467.306
C13	548705.709	4701457.536	C17	548714.258	4701473.820
C13	548692.681	4701456.721	C17	548711.408	4701480.741
C13	548676.804	4701450.615	C17	548704.895	4701490.918
C13	548662.148	4701455.500	C17	548719.143	4701512.088
C13	548658.891	4701448.986	C17	548676.397	4701538.143
C13	548640.979	4701455.093	C17	548663.777	4701519.009
C13	548638.943	4701447.358	C17	548666.219	4701515.345
C13	548631.615	4701448.172	C17	548671.512	4701500.282
C15	548608.410	4701483.591	C17	548669.069	4701482.776
C15	548610.853	4701481.148	C27	548643.421	4701560.534
C15	548613.702	4701455.907	C27	548627.544	4701567.455
C15	548631.208	4701449.801	C27	548630.394	4701580.889
C15	548637.315	4701448.172	C27	548652.378	4701573.561
C15	548640.572	4701456.721	C27	548665.405	4701590.253
C15	548658.077	4701450.208	C27	548691.053	4701568.676
C15	548662.963	4701457.129	C27	548674.362	4701546.285
C15	548677.618	4701452.650	C27	548673.954	4701540.586
C15	548694.310	4701459.164	C27	548661.334	4701517.788
C15	548706.523	4701458.757	C27	548664.184	4701512.495
C15	548706.523	4701464.864	C27	548645.050	4701517.380
C15	548683.318	4701476.670	C27	548628.358	4701510.867
C15	548631.615	4701489.290	C27	548623.066	4701512.902
C15	548620.216	4701485.219	C26	548677.211	4701538.957
C15	548611.667	4701488.069	C26	548719.143	4701513.309
C18	548721.179	4701450.208	C26	548729.728	4701533.258
C18	548740.313	4701433.923	C26	548710.187	4701545.471
C18	548744.791	4701433.109	C26	548704.080	4701551.170
C18	548763.518	4701442.066	C26	548706.523	4701570.712



C26	548700.009	4701562.977	C53	548766.775	4701440.030
C26	548692.681	4701566.641	C56	548868.145	4701448.986
C26	548675.990	4701545.064	C56	548866.517	4701469.342
C26	548675.990	4701540.586	C56	548813.592	4701501.503
C39	548714.258	4701473.820	C56	548780.210	4701449.393
C39	548736.242	4701483.998	C57	548866.924	4701470.156
C39	548752.526	4701510.053	C57	548866.924	4701477.891
C39	548749.269	4701530.001	C57	548816.442	4701507.610
C39	548731.357	4701532.443	C57	548814.407	4701503.946
C39	548720.772	4701512.495	C62	548880.358	4701448.986
C39	548707.337	4701490.918	C62	548883.208	4701510.053
C39	548713.037	4701480.334	C62	548873.844	4701515.345
C39	548714.258	4701473.820	C62	548873.844	4701521.452
C40	548711.001	4701547.914	C62	548868.552	4701521.452
C40	548731.357	4701535.293	C62	548869.773	4701447.765
C40	548750.084	4701532.443	C63	548894.607	4701448.986
C40	548752.119	4701524.301	C63	548895.421	4701510.053
C40	548756.597	4701532.036	C63	548884.022	4701510.053
C40	548749.677	4701538.957	C63	548881.987	4701448.986
C40	548742.349	4701564.198	C61	548895.014	4701510.867
C40	548724.436	4701575.597	C61	548901.121	4701517.380
C40	548707.744	4701571.119	C61	548900.306	4701525.930
C40	548707.337	4701552.392	C61	548887.686	4701534.479
C43	548754.562	4701509.238	C61	548876.287	4701523.487
C43	548785.502	4701493.768	C61	548876.287	4701516.973
C43	548788.759	4701499.061	C61	548882.801	4701512.902
C43	548800.565	4701502.317	C64	548911.706	4701443.287
C43	548785.095	4701531.629	C64	548901.528	4701448.579
C43	548759.040	4701532.036	C64	548896.235	4701448.986
C43	548752.526	4701521.044	C64	548897.050	4701510.053
C54	548740.313	4701481.555	C64	548902.749	4701515.345
C54	548761.076	4701468.935	C64	548901.935	4701529.187
C54	548762.704	4701453.872	C64	548890.129	4701535.293
C54	548784.688	4701493.361	C64	548888.093	4701547.506
C54	548753.748	4701508.424	C64	548910.077	4701560.534
C54	548737.870	4701482.369	C64	548924.326	4701572.747
C55	548778.174	4701448.579	C64	548950.788	4701562.569
C55	548806.672	4701494.175	C64	548940.203	4701554.834
C55	548800.565	4701499.468	C64	548919.848	4701551.170
C55	548789.573	4701496.211	C64	548919.033	4701443.287
C55	548763.518	4701451.836	C58	548817.664	4701509.645
C55	548766.368	4701443.287	C58	548842.904	4701550.763
C53	548773.696	4701431.481	C58	548849.825	4701550.763
C53	548900.306	4701432.295	C58	548866.924	4701538.550
C53	548909.670	4701441.658	C58	548866.924	4701480.334
C53	548898.271	4701446.951	C44	548811.557	4701577.632
C53	548778.988	4701446.951	C44	548839.240	4701561.755



C44	548840.869	4701551.578	C41	548705.709	4701573.154
C44	548807.079	4701496.618	C41	548724.436	4701577.225
C44	548801.379	4701503.132	C41	548751.712	4701614.272
C44	548787.945	4701532.851	C41	548744.384	4701637.477
C59	548860.817	4701565.012	C41	548749.677	4701639.513
C59	548886.058	4701546.285	C41	548737.870	4701665.975
C59	548885.651	4701535.293	C41	548652.785	4701622.821
C59	548873.030	4701524.708	C41	548664.591	4701590.660
C59	548869.366	4701523.487	C69	548750.898	4701638.699
C59	548868.959	4701540.586	C69	548746.827	4701634.628
C59	548849.825	4701551.985	C69	548752.933	4701615.494
C59	548843.311	4701552.799	C69	548760.668	4701609.794
C59	548841.683	4701562.162	C69	548767.182	4701617.529
C60	548887.279	4701549.542	C69	548769.218	4701615.901
C60	548910.484	4701564.198	C69	548776.139	4701623.229
C60	548922.697	4701574.376	C69	548779.803	4701621.600
C60	548909.670	4701577.632	C69	548794.866	4701643.177
C60	548897.864	4701601.652	C69	548791.202	4701663.532
C60	548880.765	4701591.881	C69	548765.961	4701679.817
C60	548868.959	4701594.731	C69	548739.906	4701666.789
C60	548861.631	4701582.111	C71	548805.043	4701604.502
C60	548863.260	4701565.826	C71	548825.806	4701638.699
C67	548812.778	4701578.854	C71	548825.806	4701648.062
C67	548841.683	4701564.605	C71	548817.256	4701649.283
C67	548860.817	4701565.419	C71	548807.486	4701642.770
C67	548860.410	4701583.332	C71	548797.308	4701642.770
C67	548861.631	4701586.182	C71	548781.838	4701619.972
C67	548852.268	4701591.067	C45	548827.434	4701638.292
C67	548842.904	4701578.854	C45	548806.265	4701604.502
C67	548829.470	4701588.217	C45	548842.497	4701581.296
C67	548820.106	4701592.695	C45	548850.639	4701592.695
C67	548811.964	4701579.668	C45	548860.003	4701633.813
C42	548725.250	4701578.040	C45	548855.932	4701641.141
C42	548752.119	4701612.644	C45	548832.319	4701648.876
C42	548762.297	4701606.537	C45	548827.027	4701648.062
C42	548767.182	4701616.715	C68	548859.189	4701622.821
C42	548770.032	4701615.086	C68	548853.489	4701593.103
C42	548776.139	4701622.007	C68	548862.038	4701586.996
C42	548818.478	4701594.731	C68	548867.331	4701595.952
C42	548785.502	4701533.665	C68	548863.260	4701601.245
C42	548758.633	4701534.886	C68	548867.738	4701633.813
C42	548750.491	4701540.179	C68	548861.224	4701634.628
C42	548743.163	4701565.419	C29	548912.520	4701580.482
C42	548725.250	4701576.818	C29	548923.105	4701576.818
C41	548674.769	4701584.146	C29	548952.009	4701563.791
C41	548693.089	4701569.083	C29	548955.673	4701578.447
C41	548700.416	4701564.605	C29	548948.345	4701580.889



C29	548953.638	4701601.652	C49	548823.363	4701779.558
C29	548937.353	4701604.909	C49	548806.672	4701782.408
C29	548930.840	4701634.221	C49	548803.822	4701780.372
C29	548907.227	4701626.485	C36	548849.825	4701760.017
C29	548898.678	4701602.873	C36	548850.232	4701752.282
C46	548880.358	4701593.917	C36	548840.055	4701736.405
C46	548897.050	4701602.873	C36	548858.374	4701733.148
C46	548906.820	4701625.671	C36	548864.888	4701747.804
C46	548892.979	4701642.363	C36	548871.402	4701752.689
C46	548888.500	4701651.726	C36	548878.323	4701751.468
C46	548870.180	4701656.611	C36	548879.137	4701758.388
C46	548866.924	4701651.319	C36	548849.011	4701769.380
C46	548869.366	4701632.592	C36	548847.790	4701764.902
C46	548865.295	4701600.838	C1	548827.841	4701732.334
C46	548868.552	4701596.767	C1	548834.762	4701733.148
C31	548920.662	4701656.611	C1	548848.197	4701751.061
C31	548927.990	4701634.628	C1	548848.604	4701760.831
C31	548907.227	4701628.521	C1	548842.497	4701763.274
C31	548894.200	4701643.584	C1	548831.505	4701758.388
C28	548940.203	4701606.537	C1	548819.699	4701735.183
C28	548953.638	4701603.280	C1	548825.806	4701732.334
C28	548973.586	4701593.103	C50	548879.951	4701747.397
C28	548971.143	4701578.040	C50	548886.872	4701727.041
C28	548983.764	4701573.154	C50	548914.555	4701718.085
C28	548985.799	4701577.225	C50	548917.812	4701726.227
C28	548992.720	4701577.225	C50	548932.061	4701728.670
C28	549006.562	4701609.794	C50	548935.318	4701735.590
C28	549010.226	4701634.628	C50	548923.512	4701743.325
C28	548974.400	4701642.363	C50	548881.987	4701757.574
C28	548980.100	4701659.461	C50	548879.951	4701750.653
C28	548961.780	4701667.196	C51	548947.124	4701720.935
C28	548953.231	4701643.991	C51	548960.558	4701714.014
C28	548932.468	4701635.442	C51	548962.594	4701722.156
C70	548788.759	4701738.847	C51	548936.132	4701734.369
C70	548816.442	4701724.598	C51	548934.096	4701728.262
C70	548827.434	4701724.191	C52	548966.665	4701709.128
C70	548824.177	4701730.705	C52	548987.021	4701692.437
C70	548811.557	4701737.219	C52	549002.491	4701684.702
C70	548815.221	4701760.424	C52	549021.625	4701669.639
C70	548800.565	4701778.337	C52	549027.324	4701676.560
C70	548789.980	4701775.080	C52	549022.032	4701680.224
C49	548816.442	4701760.424	C52	548964.630	4701718.492
C49	548813.185	4701738.440	C52	548962.187	4701711.571
C49	548818.071	4701735.998	C30	548930.840	4701637.070
C49	548829.063	4701760.017	C30	548952.416	4701645.212
C49	548844.126	4701764.495	C30	548960.151	4701668.418
C49	548846.568	4701769.787	C30	548978.878	4701661.497



C30	548983.764	4701673.710	C48	548835.576	4701712.385
C30	548985.392	4701691.623	C48	548828.248	4701727.448
C30	548960.966	4701710.350	C48	548826.620	4701722.156
C30	548947.124	4701719.306	C48	548818.478	4701717.678
C30	548922.290	4701658.240	C33	548886.058	4701697.729
C34	548924.326	4701705.057	C33	548894.200	4701697.322
C34	548935.725	4701697.729	C33	548923.919	4701700.986
C34	548944.681	4701720.527	C33	548916.184	4701716.863
C34	548931.247	4701726.634	C33	548886.465	4701725.413
C34	548919.033	4701723.377	C33	548870.180	4701716.863
C34	548917.405	4701718.492	C38	548844.533	4701674.931
C35	548868.959	4701718.085	C38	548856.339	4701668.010
C35	548885.243	4701726.634	C38	548881.987	4701673.710
C35	548877.101	4701749.025	C38	548892.571	4701695.287
C35	548871.809	4701749.839	C38	548884.836	4701695.694
C35	548865.295	4701747.397	C38	548867.738	4701715.235
C35	548861.631	4701732.741	C38	548855.117	4701709.943
C35	548868.145	4701718.899	C38	548846.568	4701710.350
C37	548838.833	4701714.014	C66	548847.382	4701645.212
C37	548853.489	4701712.385	C66	548853.896	4701667.603
C37	548866.924	4701716.456	C66	548842.090	4701674.117
C37	548859.596	4701731.112	C66	548830.691	4701661.497
C37	548840.055	4701734.776	C66	548833.134	4701650.505
C37	548836.798	4701729.891	C65	548859.189	4701641.548
C37	548829.063	4701728.670	C65	548860.817	4701635.442
C47	548796.494	4701647.248	C65	548866.517	4701635.442
C47	548792.830	4701663.125	C65	548863.667	4701653.762
C47	548768.403	4701682.259	C65	548870.995	4701659.461
C47	548777.360	4701694.472	C65	548888.500	4701653.762
C47	548790.794	4701736.405	C65	548881.580	4701672.489
C47	548814.407	4701724.598	C65	548855.525	4701665.975
C47	548821.735	4701722.156	C65	548849.418	4701643.991
C47	548816.442	4701719.306	C32	548919.848	4701657.833
C47	548816.442	4701695.694	C32	548934.504	4701694.065
C47	548809.929	4701669.232	C32	548922.290	4701700.172
C47	548816.849	4701650.912	C32	548893.793	4701696.101
C47	548807.079	4701644.805	C32	548893.793	4701694.472
C47	548796.901	4701644.805	C32	548882.801	4701673.303
C48	548818.071	4701696.508	C32	548892.571	4701646.841
C48	548811.964	4701667.196			
C48	548819.699	4701651.319			
C48	548823.770	4701650.505			
C48	548831.505	4701650.505			
C48	548827.434	4701661.497			
C48	548841.276	4701674.524			
C48	548846.161	4701710.350			

[SYMBOLS]

;;Gage	X-Coord	Y-Coord
;;-----	-----	-----
P1	548671.955	4701744.386