

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA



**Escuela Técnica Superior de Ingeniería
de Caminos, Canales y Puertos**



TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA DE OBRAS PÚBLICAS, ESP. HIDRÁULICA Y MEDIO AMBIENTE

**PROPUESTA DE MEJORA DE LA RED DE SANEAMIENTO EN LA
ZONA DE “EL BÁCIL” EN AYORA (VALENCIA)**



DOCUMENTO Nº 1:

MEMORIA Y ANEJOS

AUTOR: Ángel López Piera

TUTOR: José Ferrer Polo

COTUTOR: Daniel Aguado García

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO 1: MEMORIA Y ANEJOS

1. INTRODUCCIÓN GENERAL
2. ANTECEDENTES
3. DESCRIPCIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LA RED
4. METODOLOGÍA DE CÁLCULO
5. MODELO DE SIMULACIÓN
6. PROPUESTA DE ALTERNATIVAS
7. DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA
8. CONCLUSIONES

ANEJO I: REPORTAJE FOTOGRÁFICO

ANEJO II: ESTUDIO HIDROLÓGICO

ANEJO III: DATOS DE ENTRADA AL MODELO

ANEJO IV: CÁLCULOS MECÁNICOS

ANEJO V: RESULTADOS DE SIMULACIÓN

ANEJO VI: MEDICIONES DE LAS ALTERNATIVAS

DOCUMENTO 2: PLANOS

1. EMPLAZAMIENTO
2. PLANTAS
3. PERFILES LONGITUDINALES
4. DETALLES

DOCUMENTO 3: VALORACIÓN DE LA ACTUACIÓN PROPUESTA

1. CUADROS DE PRECIOS
2. VALORACIÓN
3. RESUMEN

ÍNDICE DETALLADO

DOCUMENTO 1: MEMORIA Y ANEJOS

INTRODUCCIÓN GENERAL.....	7
1.1 INTRODUCCIÓN.....	7
1.2 OBJETIVO.....	7
1.3 MOTIVACIÓN PERSONAL	7
2. ANTECEDENTES.....	8
2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MUNICIPIO	8
2.1.1 Situación geográfica	9
2.1.2 Geología y geomorfología	10
2.1.3 Hidrología	10
2.1.4 Climatología.....	11
2.1.5 Estudio socioeconómico.....	11
2.2 ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO URBANÍSTICO.....	12
3. DESCRIPCIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LA RED	14
3.1 DESCRIPCIÓN DE LA MORFOLOGÍA DE LA RED	14
4. METODOLOGÍA DE CÁLCULO.....	18
4.1 MODELO DE CÁLCULO EMPLEADO.....	18
4.2 ESTUDIO HIDROLÓGICO	19
4.3 DISCRETIZACIÓN DE LA CUENCA DE ESTUDIO.....	20
4.4 ESQUELETIZACIÓN DE LA RED	22

5. MODELO DE SIMULACIÓN.....	25
5.1 CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DEL MODELO DE SIMULACIÓN.....	25
5.2 RESULTADOS DEL MODEL DE RED ACTUAL.....	26
6. PROPUESTA DE ALTERNATIVAS	32
6.1 MODIFICACIÓN DE LOS DIÁMETROS EXISTENTES	32
6.2 CONSTRUCCIÓN DE COLECTORES QUE RECIBAN CAUDALES ALIVIDADOS DE LA RED DE SANEAMIENTO ACTUAL.....	37
6.3 VALORACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS	45
7. DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA ...	47
7.1 OBJETIVO.....	47
7.2 DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA IDENTIFICADA	47
7.3 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN.....	47
8. CONCLUSIONES	50

ANEJO I: REPORTAJE FOTOGRÁFICO

ANEJO II: ESTUDIO HIDROLÓGICO

ANEJO III: DATOS DE ENRADA AL MODELO

ANEJO IV: CÁLCULOS MECÁNICOS

ANEJO V: RESULTADOS DE SIMULACIÓN

ANEJO VI: MEDICIONES DE LAS ALTERNATIVAS

DOCUMENTO 2: PLANOS

1. EMPLAZAMIENTO

- 1.1 TÉRMINO MUNICIPAL
- 1.2 ZONA DE ACTUACIÓN

2. PLANTAS

- 2.1 PLANTA COLECTOR AV/ REPÚBLICA ARGENTINA
- 2.2 PLANTA COLECTOR C/ DR. LÓPEZ TRIGO SUR
- 2.3 PLANTA COLECTOR C/ DR. LÓPEZ TRIGO NORTE Y C/ MONTEMAYOR

3. PERFILES LONGITUDINALES

- 3.1a PERFIL LONGITUDINAL COLECTOR AV/ R. ARGENTINA_Primer Tramo
- 3.1b PERFIL LONGITUDINAL COLECTOR AV/ R. ARGENTINA_Segundo Tramo
- 3.2a PERFIL LONGITUDINAL COLECTOR C/ LÓPEZ TRIGO SUR_Primer Tramo
- 3.2b PERFIL LONGITUDINAL COLECTOR C/ LÓPEZ TRIGO SUR_Segundo Tramo
- 3.3 PERFIL LONGITUDINAL COLECTOR C/ LÓPEZ TRIGO NORTE
- 3.4 PERFIL LONGITUDINAL COLECTOR C/ MONTEMAYOR

4. DETALLES

- 4.1 DETALLES CONSTRUCTIVOS

DOCUMENTO 3: VALORACIÓN DE LA ACTUACIÓN PROPUESTA

- 1. CUADROS DE PRECIOS**
 - 1.1 CUADRO DE PRECIOS 1
 - 1.2 CUADRO DE PRECIOS 2
- 2. VALORACIÓN**
- 3. RESUMEN**

INTRODUCCIÓN GENERAL

1.1 INTRODUCCIÓN

En Ayora se presenta un problema muy presente en la mayoría de municipios que tienen clima mediterráneo, los episodios gota fría. En este municipio, durante estos fenómenos se produce una gran cantidad de flujo en la red de saneamiento para el cual no está diseñada. Por esta razón en numerosas ocasiones a lo largo del año, se inundan bajos de viviendas, con las consiguientes pérdidas económicas. Este trabajo académico se realiza para intentar revertir esta situación.

1.2 OBJETIVO

El objeto del presente *“Propuesta de mejor de la red de saneamiento en la zona de “El Bácil” en Ayora (Valencia)”* es el estudio y caracterización de la situación actual de la red de saneamiento y la propuesta de mejora para resolver los problemas anteriormente nombrados.

1.3 MOTIVACIÓN PERSONAL

En primer lugar, he escogido este proyecto por el simple hecho de que una de esas viviendas en las que se suele inundar el bajo es la de un servidor. Este hecho lleva ocurriendo desde que tengo uso de razón, por lo que me ha parecido conveniente abordar este tema.

En segundo lugar, me ha motivado el hecho de que se trate de un caso real, y ya que desde las instituciones pertinentes, no se han realizado ningún tipo de actuación por mitigar o erradicar esta problemática, pues me propuse ser yo mismo el que pueda dar con la solución

2. ANTECEDENTES

2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MUNICIPIO

El municipio de Ayora está situado en la comarca del Valle de Ayora, del que es capital, en el interior de la provincia de Valencia, Comunidad Valenciana. Está asentado en la cabecera de una llanura a 595 metros de altitud.



Vista aérea de Ayora. Fuente: Visor cartográfico de la CITMA

2.1.1 Situación geográfica

El término municipal posee una superficie aproximada de 446,4 km², siendo el segundo en superficie en la Comunidad Valenciana. Limita al Norte con los términos municipales de Zarra y Teresa de Cofrentes, al Sur con el de Almansa (Castilla-La Mancha), al Este con los de Bicorp, Enguera y Quesa, y al Oeste con los de Alpera y Carcelén (también pertenecientes a Castilla-La Mancha).

La comarca del Valle de Ayora tiene una altitud media que oscila entre los 600 y los 800 metros, y se encuentra a una distancia de entre 60 y 90 km del mar.



Localización de Ayora. Fuente: Wikipedia

2.1.2 Geología y geomorfología

El término municipal está compuesto por un valle central, donde está asentado el municipio de Ayora, y sendos macizos, al Este, Caroché y al Oeste, Montemayor. Están presentes diferentes períodos geológicos, desde el triásico al cuaternario. Las formaciones geológicas correspondientes al período triásico predominan en la llanura del valle, aunque afloran formaciones más recientes, pertenecientes a la era cuaternaria, sobre una de las cuales está asentado el municipio. Ambos macizos están formados por sendas plataformas jurásica-cretácica, existiendo una zona de transición hasta el centro del valle, formada por relleno del período terciario.

La orografía del término municipal varía considerablemente según la zona que se estudie. El valle está formado por una llanura con alturas que oscilan entre los 500 y 700 metros de altitud, mientras que los macizos se caracterizan por tener un relieve muy accidentado, con cotas que pueden llegar a los 1126 metros en el pico Caroché y 1104 metros en el pico Montemayor.

2.1.3 Hidrología

En el término municipal se encuentra el río Reconque, una pequeña rambla que discurre a lo largo del valle hacia el norte hasta verter sus aguas en el río Júcar a la altura de Jalance.

En cuanto a aguas subterráneas, al Este, en el macizo de Caroché se encuentra un sistema de acuíferos de 2350 km² que incluye parte de los términos de Almansa y Caudete en Albacete y 55 pueblos de Valencia. Este acuífero está dividido en dos: Norte y Sur. La descarga natural del Norte se realiza a los ríos Magro, el anteriormente nombrado Reconque, Júcar y subterráneamente por debajo de los cauces del Júcar y demás ríos, a la Plana de Valencia, mientras que las salidas naturales de los acuíferos del Caroché Sur se produce a los ríos Escalona, Sellent, Fraile y Santos. Al Oeste del municipio de Ayora se encuentra el acuífero mioceno del Sistema Mancha Oriental, que descarga de forma natural en el río Júcar a lo largo de su paso por la provincia de Albacete. Éste último está sobreexplotado, poniendo en peligro el abastecimiento a las poblaciones que se suministran del mismo.

2.1.4 Climatología

En la zona de estudio predomina el clima de las llanuras interiores. No obstante, hay lugares como Cofrentes, a sólo 350 metros de altitud, y otros más expuestos al frío, como las zonas más elevadas del Macizo de Caroche (1126 m) o la Sierra de Palomeras (1260 m), que se salen del esquema general de los observatorios de poblaciones como Ayora.

Las precipitaciones son del orden de los 400-450 mm anuales regularmente repartidas en dos máximos muy similares: otoño y primavera, que dejan entre sí un período de sequía estival de dos a tres meses de duración. En verano suelen producirse tormentas, muy localizadas, de agua y granizo, la llamada gota fría. La razón de estas escasas precipitaciones se debe a que, por razones orográficas, se trata de tierras medianamente resguardadas, tanto con respecto a los frentes atlánticos como de los temporales de levante. En episodios de gota fría, se han llegado a registrar, según la serie de datos disponibles, hasta 240 mm en un día, dato que corresponde a la precipitación máxima mensual del mes de octubre de 1982. En esta fecha, al igual que en Tous, se produjo una riada que causó notables desperfectos y fallecidos en Ayora.

En cuanto a la temperatura, el mes más frío suele tener una media de entre 4 y 5 °C, mientras que el más cálido está en torno a los 22-25 °C, lo que hace una media anual de 13-15 °C. Uno de los rasgos más característicos de este “clima continental” son las fuertes oscilaciones térmicas, tanto en las medias anuales (18-20 °C entre agosto y enero) como diarias, con cambio desde los 37 °C a las tres de la tarde a sólo 15 °C a las siete de la mañana en un día de verano. Otro rasgo acusado son las heladas, no ya por su frecuencia, que no es muy intensa, sino por la posibilidad de que se produzcan desde mediados de octubre hasta bien entrado mayo.

2.1.5 Estudio socioeconómico

La economía local tiene fuertes raíces en la agricultura y la ganadería, destacando la gran importancia de las explotaciones apícolas, convirtiéndose en uno de los mayores exportadores de España. La Sociedad Cooperativa Apícola de España (Anae) se encuentra en esta localidad. Como dato curioso, existen pinturas rupestres donde destaca la apicultura.

En la actualidad el sector secundario se ha desarrollado considerablemente en detrimento de las actividades del sector primario, destacando la Central Nuclear de Cofrentes es uno de los lugares

que más empleos produce de la zona. También existe una gran variedad de empresas dedicadas al textil y a la construcción, que se encuentran afincadas en el polígono industrial.

2.2 ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO URBANÍSTICO

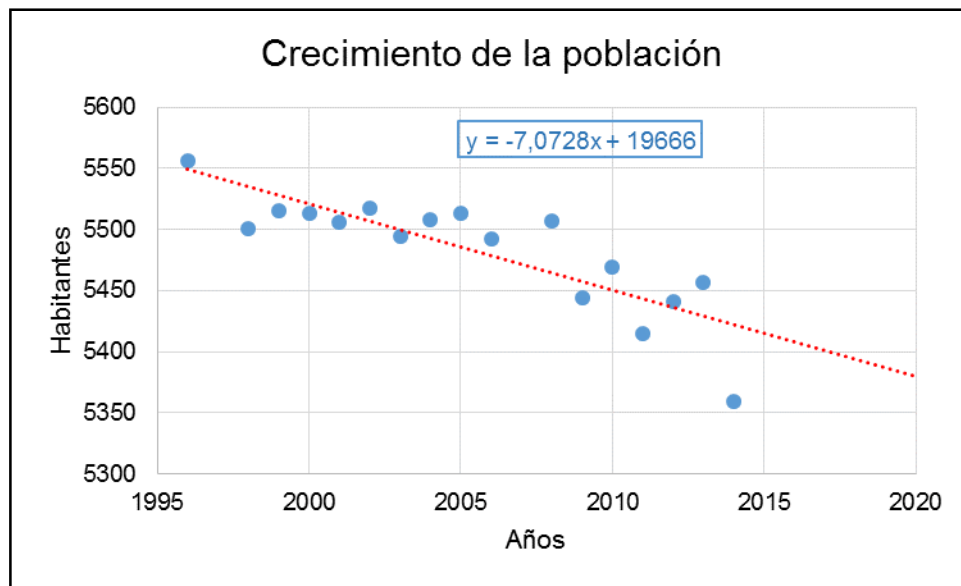
Según el Instituto Nacional de la Estadística (INE), los datos oficiales del padrón municipal son los que aparecen en la tabla y gráfico siguientes. En ellos se pueden observar la tendencia que ha tenido el número habitantes en los últimos 19 años.

Año	Población	Crecimiento
1996	5556	-
1997	No consta	-
1998	5501	-55
1999	5515	14
2000	5513	-2
2001	5506	-7
2002	5517	11
2003	5494	-23
2004	5508	14
2005	5513	5
2006	5492	-21
2007	No consta	-
2008	5507	15
2009	5444	-63
2010	5469	25
2011	5415	-54
2012	5441	26
2013	5457	16
2014	5359	-98

Evolución de la población de Ayora

En los últimos años ha seguido una tendencia a la baja, propiciada por la despoblación que sufren los municipios del medio rural en detrimento de las grandes ciudades, causada por la reestructuración del papel que desempeñan. El papel tradicional, la producción de productos agrícolas, va dejando sitio a un papel residencial y de turismo. Esta migración suele producirse por la falta de trabajos en las pequeñas poblaciones.

Esta época de descenso poblacional está precedida de otra en la que la población se mantenía estancada, se alternaban años de aumento con otros de descenso. Actualmente, a enero de 2014, en el municipio de Ayora hay censados 5359 habitantes.



Evolución de la población de Ayora

Siguiendo la tendencia a la baja de la aproximación por mínimos cuadrados, ésta sería la población que se esperaría para los próximos 20 años en el municipio de Ayora.

Proyección de la población de Ayora					
Año	2015	2020	2025	2030	2035
Población	5414	5379	5344	5308	5273

Población previsible en los próximos 20 años

3. DESCRIPCIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LA RED

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA MORFOLOGÍA DE LA RED

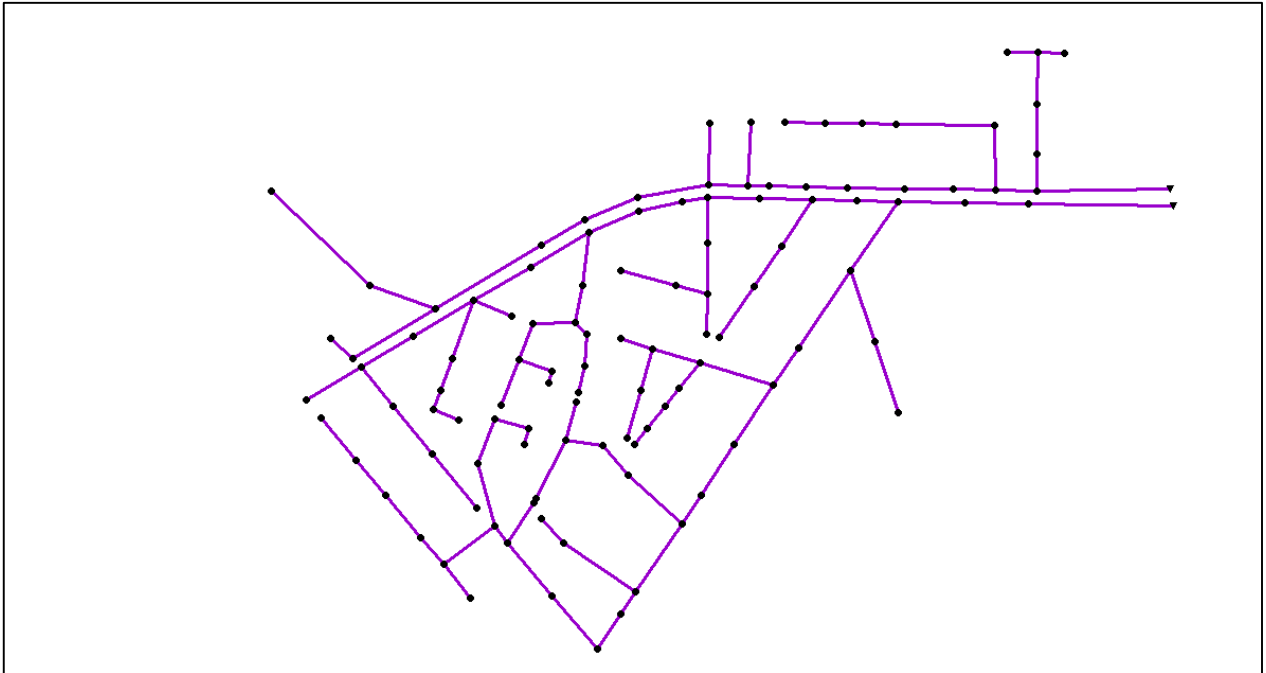
La red de saneamiento del municipio de Ayora desde el punto de vista de la forma es ramificada, es red de tipo unitaria, si bien en ésta no entran las aguas de lluvia que cae en las calles, puesto que no hay imbornales. Sin embargo, como se ha dicho, es unitaria, pues sí que recoge las aguas de lluvia que caen en cubiertas que vierten a zonas interiores que sí están conectadas con la red de saneamiento existente.

Solamente existe un colector de aguas pluviales que está situado en la carretera comarcal CV-35 que une Ayora y Albacete.

En la siguiente figura se puede ver un plano en planta de la red de estudio. Se observan los pozos de registro existentes y las conducciones que los van enlazando vertiendo finalmente las aguas a los vertederos, que son parte de una red que conduce las aguas a la Estación Depuradora de Aguas Residuales de Ayora.

La caracterización de la red de saneamiento, se ha realizado a partir de material en soporte digital facilitado por la Oficina Técnica del Ayuntamiento de Ayora, aunque han sido necesarias comprobaciones a pie de campo porque este material no concordaba 100% con lo que hay en realidad.

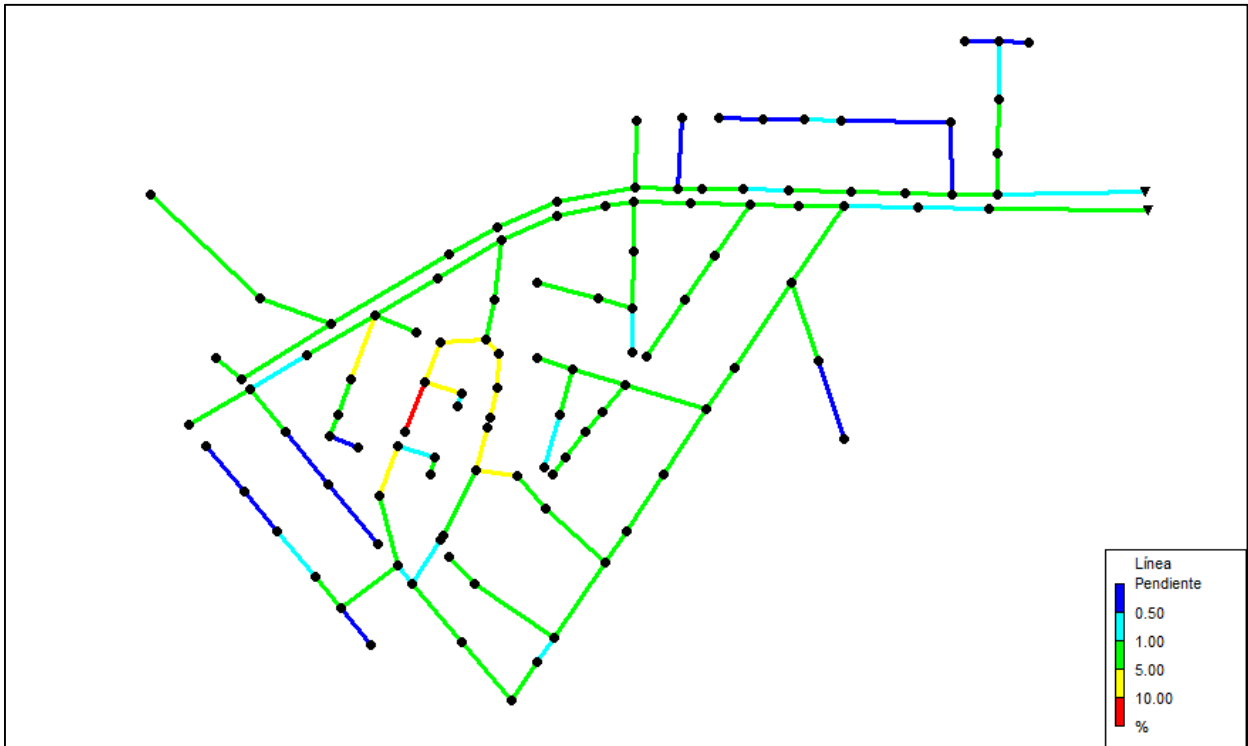
La totalidad de los colectores existentes en la red de la zona de estudio son de hormigón en masa de 1 metro de longitud, si bien en otras zonas del municipio que se hayan realizado obras, se han ido actualizando sustituyéndolos por PVC. Es necesario conocer este dato, pues cada material tiene una rugosidad distinta y en función de ésta, el agua sufrirá más o menos rozamiento, que será fundamental a la hora de evaluar el comportamiento de la red. En el manual del SWMM, aparece el valor de la rugosidad, el número de Manning, que para tubos de hormigón es 0,015.



Planta de la red de saneamiento de Ayora.

Otro factor importante del que dependerá la respuesta de la red es el diámetro de los propios tubos, que en este caso son todos de las idénticas dimensiones, 300 mm de diámetro.

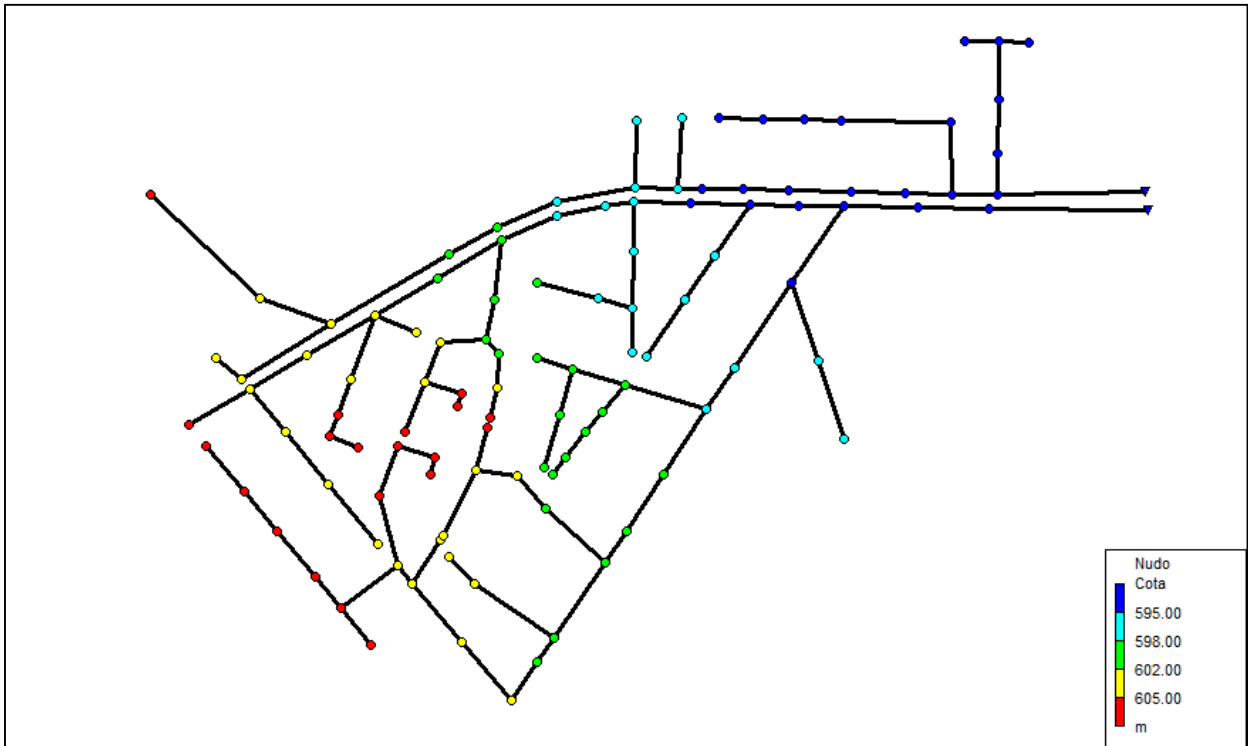
Asimismo, es fundamental conocer las pendientes de los tramos de tubos, pues de ellas dependerán las velocidades del flujo interior. En la zona de estudio existe un desnivel de 16 desde el pozo de mayor cota al de menor cota. Para las dimensiones de la red estudiada es un gran desnivel, por ello la mayoría de pendientes superarán el 2%. Este aspecto estará relacionado con el autolimpieza de las tuberías. En la siguiente figura se puede ver la distribución de pendientes existente:



Plano en planta de pendientes de los colectores de la red de saneamiento de Ayora.

En ella se observan en casos aislados pendientes que superan el 5% incluso hasta el 10%, ésta zona se corresponde con la de mayor cota, además de ser zona más antigua presente en esta parte de la red.

Por último, se muestra un plano con la distribución de las cotas de las soleras de los pozos de registro, pudiendo apreciar los puntos más elevados que se han comentado anteriormente:



Plano en planta de distribución de cotas de solera de pozos de registro.

En este plano se aprecia perfectamente hacia donde vierte la red. Este plano puede servir *a priori* para comentar la problemática existente en la red porque, curiosamente, las calles en las que se presentan los problemas de evacuación en fenómenos de gota fría son las de la zona más baja, porque es llana, por lo que imponen un régimen lento hacia aguas arriba. El caudal que viene de aguas arriba es frenado por la existencia del régimen lento, y con ello, los colectores entran en carga hasta inundar los bajos semienterrados de las viviendas de la zona más baja.

4. METODOLOGÍA DE CÁLCULO

4.1 MODELO DE CÁLCULO EMPLEADO

El modelo de simulación es un prototipo que permite reproducir las características y el comportamiento de la red de saneamiento que se pretende analizar.

Para la simulación de la red de saneamiento de Ayora, se emplea la herramienta de cálculo Storm Water Management Model (SWMM), que es capaz de representar la escorrentía superficial y combinar fenómenos asociados con las aguas residuales. La gestión de esta herramienta corre a cargo de la Environmental Protection Agency (EPA), con el respaldo técnico de la Universidad de Oregón.

El SWMM simula eventos reales de lluvia partiendo de los hietogramas y en base a otros datos meteorológicos, así como en la caracterización del sistema: cuencas, conducciones, almacenamiento,... generando resultados en términos de cantidad y calidad. Nos permite modelizar el comportamiento de las aguas de escorrentía a partir de los hietogramas de lluvias reales y de las características hidrológicas del sistema de drenaje, con objeto de predecir el comportamiento cualitativo de éstas en distintos puntos de la red.

Para la construcción del modelo deben introducirse los siguientes elementos:

- Geometría del modelo de la red de alcantarillado (nudos y líneas)
- Hietograma que represente la tormenta de diseño
- Cuencas de drenaje

La información disponible para la caracterización de los elementos anteriores ha sido la siguiente:

- Nudos: situación y cotas de los nudos en coordenadas UTM proporcionadas por el archivo en formato CAD del plano del municipio,
- Líneas: trazado y longitud proporcionados en el anterior archivo descrito, y consulta con el capataz del Ayuntamiento de Ayora para el conocimiento de diámetros y materiales.
- Cuencas: superficie, se parte de la base del archivo anterior y se procesa mediante el SIG, ArcGIS, para conocer qué superficies van asociadas a cada pozo de registro.

- Pluviómetro, se le asigna el hietograma de la tormenta de diseño creada en el Anejo II, Estudio Hidrológico.

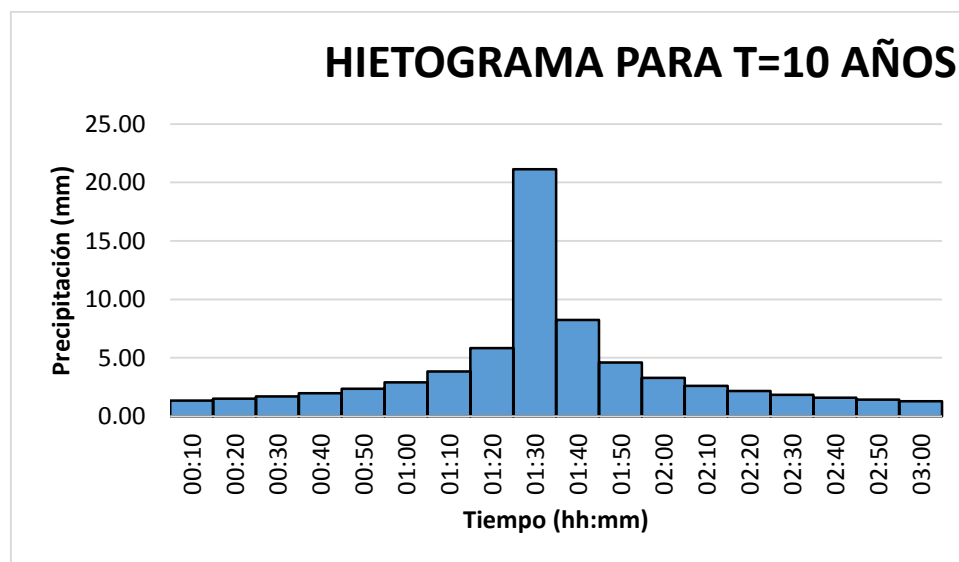
4.2 ESTUDIO HIDROLÓGICO

Para el cálculo de una red de saneamiento unitaria, es necesario elegir un período de retorno de las intensidades medias máximas pluviométricas, que condicionarán los caudales a evacuar por la red, y que a su vez condicionarán los diámetros de los colectores a construir.

Para la redacción del presente estudio, el período de retorno empleado es de 10 años, cumpliendo de esta manera con las ordenanzas locales sobre evacuación de aguas pluviales.

El hietograma de cálculo que debe ser introducido en el modelo de cálculo, requiere un estudio hidrológico previo, fruto del análisis estadístico de las precipitaciones extremas recogidas históricamente en la estación pluviométrica escogida.

En el Anejo II Estudio Hidrológico se recoge el estudio pluviométrico realizado. Los resultados son los siguientes:



Hietograma para un período de retorno de 10 años

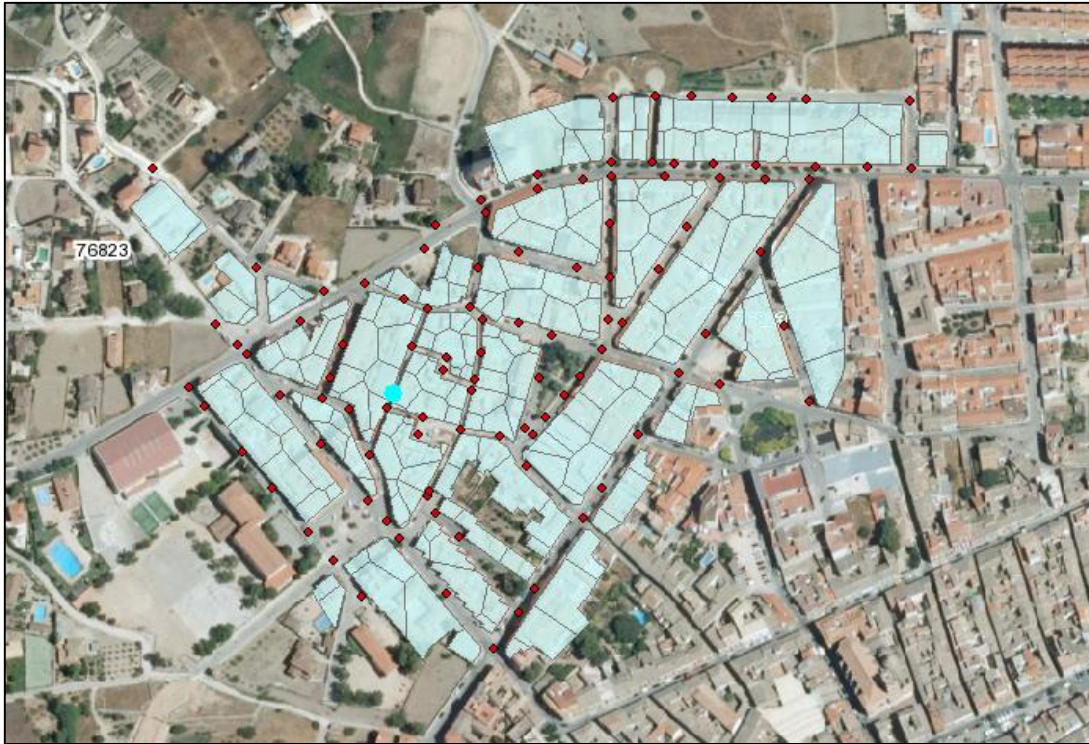
Tiempo (hh:mm)	P (mm)
00:10	1.35
00:20	1.51
00:30	1.71
00:40	1.98
00:50	2.35
01:00	2.9
01:10	3.82
01:20	5.82
01:30	21.13
01:40	8.24
01:50	4.59
02:00	3.29
02:10	2.59
02:20	2.15
02:30	1.84
02:40	1.6
02:50	1.42
03:00	1.28
P_{total}	69.57

Precipitación acumulada en cada bloque

4.3 DISCRETIZACIÓN DE LA CUENCA DE ESTUDIO

Para definir las cuencas vertientes a cada pozo se ha empleado el método de los Polígonos de Thiessen, que asigna a cada punto del terreno su pozo más cercano sobre el que verterá la precipitación que reciba.

Se parte de las localizaciones de los pozos de registro y de la cuenca general de estudio. En este caso concreto, puesto que la precipitación que fluye por las calles no entra en la red de saneamiento, la superficie de éstas no se tiene en cuenta en los polígonos resultantes.



Planta con distribución de subcuencas y pozos de registro.

Es necesario remarcar que, a la hora de introducir los datos pertenecientes a estas cuencas a la herramienta de cálculo, se les asigna una cierta capacidad de filtración debido a que no toda la precipitación caída en estas superficies se incorpora a la red de saneamiento, ya que las cubiertas de las viviendas son a dos aguas, por lo que la precipitación que recibe la cubierta que vierte en patios interiores sí entrará en la red, y la que vierte en la calle no entrará en ella.

4.4 ESQUELETIZACIÓN DE LA RED

La implementación de líneas y nudos se ha realizado mediante EpaCAD, que es un programa que permite convertir de forma sencilla un fichero que contenga una red en AutoCAD, en un fichero interpretable por EpaNET. Este programa está desarrollado el ITA (Instituto Tecnológico del Agua), que es un grupo de investigación de la Universidad Politécnica de Valencia formado por un grupo de profesionales en torno a la Cátedra de Mecánica de Fluidos de la UPV.

En este caso, el programa utilizado es SWMM, pero nos es de gran ayuda, pues EpaNET y EpaSWMM pertenecen a la misma compañía, por lo que el funcionamiento es similar.

Una vez implementada la red, hay que introducir las características de cada elemento. Para ello, se ha trabajado directamente sobre el archivo de texto que se abre en SWMM. En el “*Anejo III Datos de entrada*” al modelo se pueden observar todos los datos que se han introducido al modelo, correspondientes a cuencas, líneas, nudos y pluviómetro.

Las interfaces de introducción de datos manualmente para cada elemento se han utilizado a la hora de proponer las alternativas a desarrollar para el correcto funcionamiento de la red. Seguidamente se muestran las correspondientes a los elementos implementados:

Nudo N29	
Propiedad	Valor
Nombre	N29
Coordenada X	668018.73
Coordenada Y	4325429.06
Descripción	
Marca	
Aportes	ND
Tratamiento	ND
Cota del fondo	597.35
Profundidad	1.3
Nivel inicial	0
Sobrepresión	0
Área de inundación	0
Nombre asignado por el usuario a la conexión	

Interfaz de nudo

Interfaz correspondiente a los **nudos**, en ella se determina:

- Nombre del nudo
- Cota de la solera del pozo, en msnm
- Profundidad del pozo, en metros

Propiedad	Valor
Nombre	40
Coordenada X	668026.50
Coordenada Y	4325469.65
Descripción	
Marca	
Pluviómetro	P1
Descarga	N40
Área	0.129
Ancho	35.205
Pendiente (%)	0.5
Área impermeable (%)	50
N Impermeable	0.01
N Permeable	0.1
Á.Dep. Impermeable	0.05

Nombre asignado por el usuario a la cuenca

Interfaz de cuenca

Interfaz correspondiente a las **cuencas**, en ella se determina:

- Nombre de la cuenca
- Pozo de descarga
- Pluviómetro asociado
- Área, en hectáreas
- Ancho del flujo, en metros
- Área impermeable, en %
- Número de Manning de área permeable e impermeable

Propiedad	Valor
Nombre	A_10
Nudo inicial	A10
Nudo final	A11
Descripción	
Marca	
Forma	CIRCULAR
Profundidad	0.6
Lengitud	65.7
Coefficiente Manning	0.01
Desnivel Entrada	0
Desnivel Salida	0.2
Caudal inicial	0
Caudal máximo	0
Coef. Pérdidas Entrada	0

Nombre asignado por el usuario al conducto

Interfaz de conducto

Interfaz correspondiente a los **conductos**, en ella se determina:

- Nombre de la conducto
- Pozo de inicio y de final
- Forma de la sección
- Longitud, en metros
- Número de Manning del material del conducto
- Área impermeable, en %
- Densidad de entrada y de salida

Propiedad	Valor
Nombre	P1
Coordenada X	667632.35
Coordenada Y	4325464.25
Descripción	
Marca	
Formato de lluvia	VOLUME
Intervalo de lluvia	0:10
Factor de corrección de	1.0
Origen de datos	TIMESERIES
SERIE TEMPORAL:	
- Nombre de la Serie	T=10_10min_3h
FICHERO DE DATOS:	
- Nombre del Fichero	*
- Nº de Estación	*
Nombre asignado por el usuario al pluviómetro	

Interfaz de pluviómetro

Interfaz correspondiente al pluviómetro, en ella se determina:

- Nombre de la pluviómetro
- Formato de la lluvia, en este caso es VOLUMEN
- Intervalo de medición de la lluvia
- Tipo de entrada de datos, en este caso es una serie temporal
- Serie temporal definida por el hietrograma

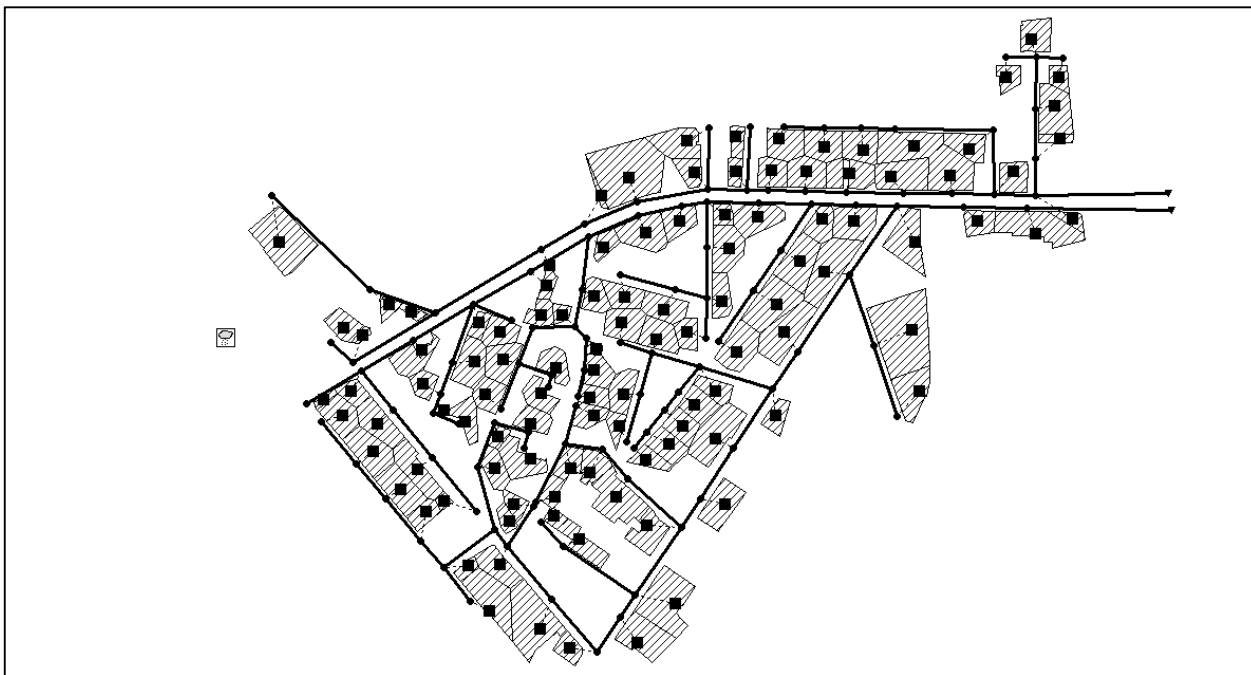
5. MODELO DE SIMULACIÓN

5.1 CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DEL MODELO DE SIMULACIÓN

El modelo que simula el comportamiento de la red de saneamiento actual en la zona de “El Bácil” de Ayora está formado por 112 pozos de registro y 113 conductos de sección circular de 300 mm de diámetro.

El sistema de drenaje se simula mediante 112 cuencas y posee 2 puntos de salida de agua, correspondientes a un ramal general que lleva las aguas residuales a la EDAR.

La siguiente figura muestra el esquema de la red de saneamiento del modelo de simulación, en ella se aprecian el pluviómetro que aporta precipitación, la distribución de las cuencas que reciben la precipitación, los pozos a los que vierten y los conductos que unen los pozos:



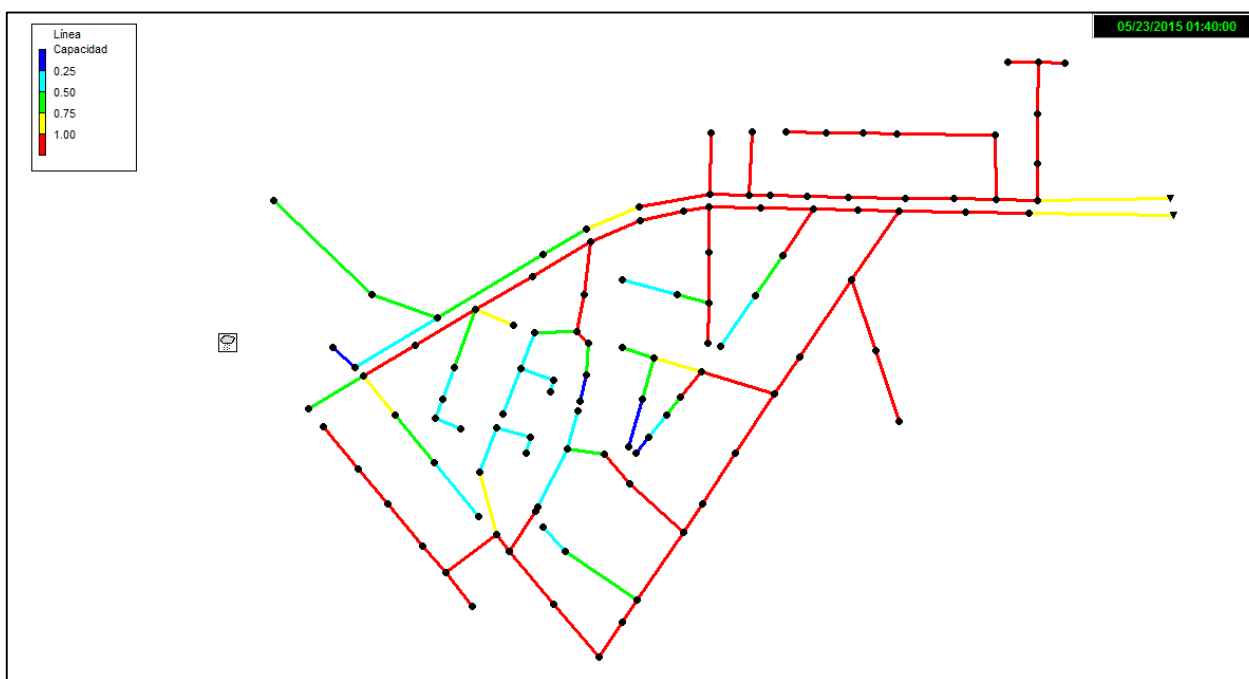
Modelo de simulación introducido en SWMM

5.2 RESULTADOS DEL MODEL DE RED ACTUAL

El hietograma de la tormenta de diseño introducido tiene intervalos de 10 minutos y una duración total de 3 horas, o lo que son 180 minutos. Para evaluar el comportamiento de la red hay que tener en cuenta que el bloque central es el mayor, se le puede llamar pico de la tormenta, por lo que el instante más desfavorable de la tormenta se corresponderá con el intervalo de tiempo entre 90 y 100 minutos, es decir, 1:30 a 1:40.

Seguidamente se aportan una serie de plantas de la cuenca de estudio, en la que se podrán observar claramente los comportamientos que adopta la red.

La siguiente planta muestra los colectores que entran en carga en el bloque más desfavorable de la tomenta:

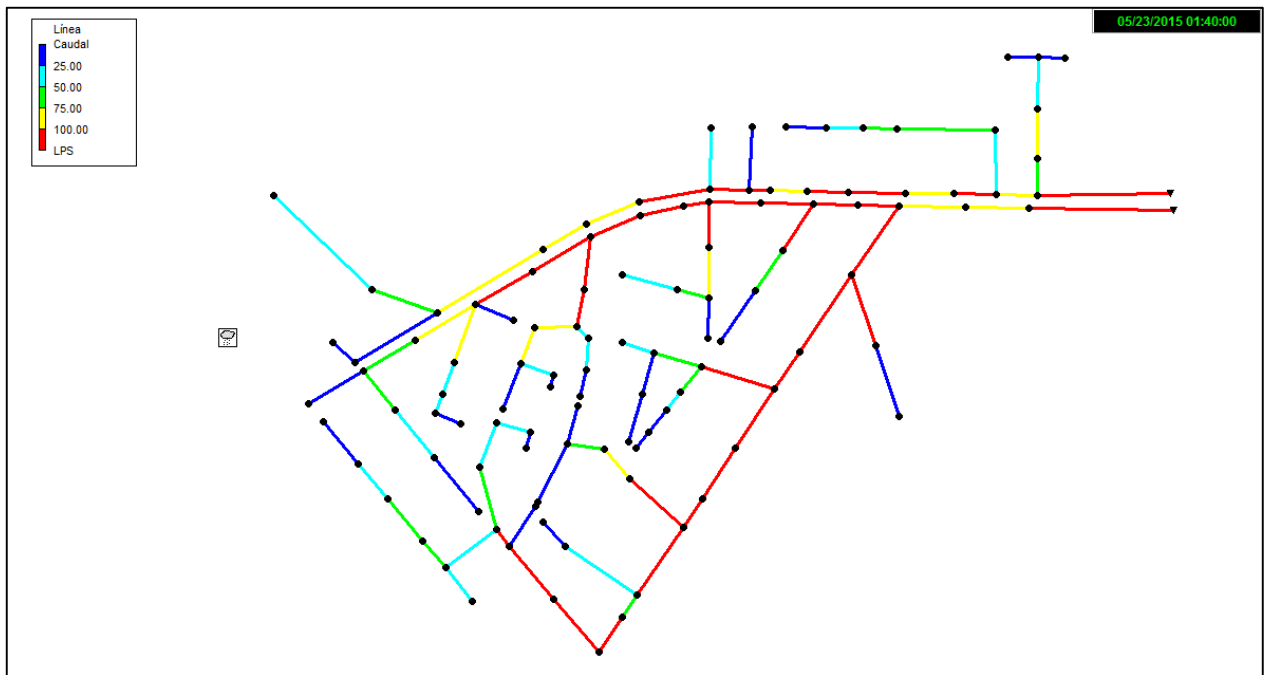


Planta del estado de los colectores respecto a la capacidad

En esta figura se observa claramente que la red actual de saneamiento, para un período de retorno de 10 años, es insuficiente. Los colectores en rojo están al 100% de capacidad, por lo que entran en carga 66 de los 111 colectores existentes. Además, otros 7 tienen una línea de capacidad por encima del 75%.

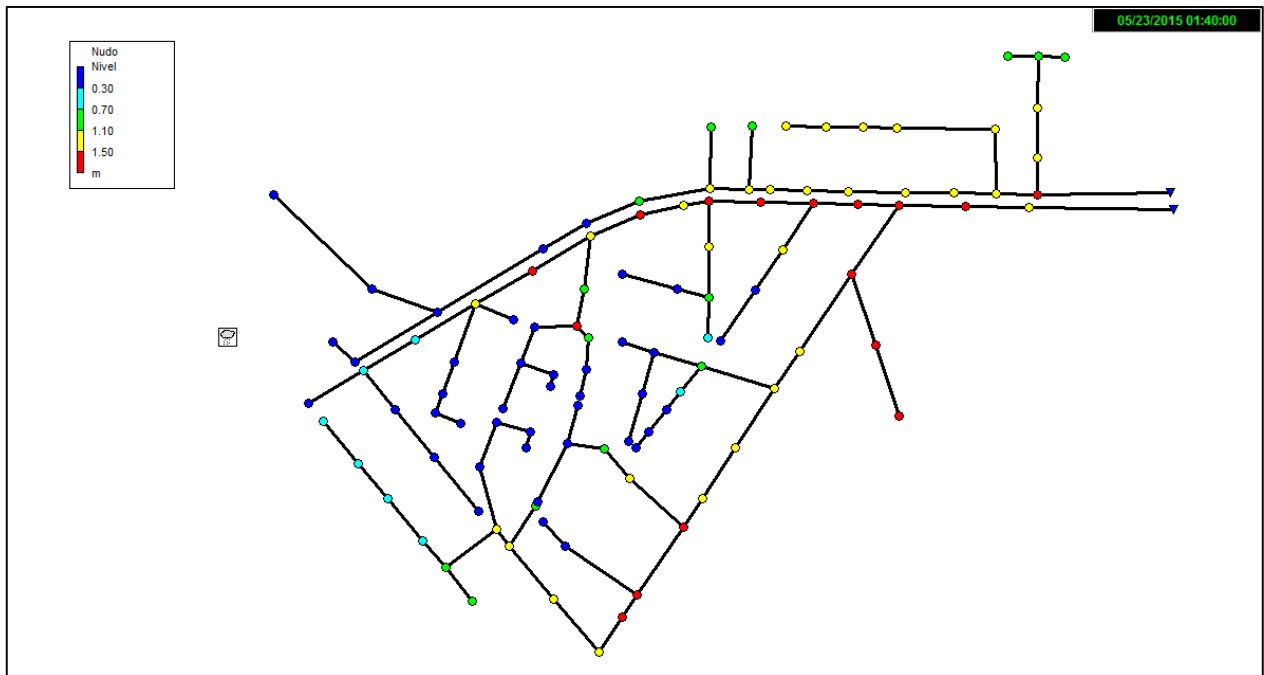
Una de las razones por la que entran en carga es porque los pozos de estos colectores reciben precipitaciones de áreas mayores de las que vierten en las zonas más elevadas. Esto está relacionado con la ordenación del territorio, pues la zona en la que los colectores no entran en carga se corresponde con el barrio más antiguo, por lo que las calles son estrechas pero con mayor número de concentración, por lo que habrá más pozos de registro. Al contrario, en las zonas que sí entran en carga se corresponde con pozos que tiene asignadas mayores áreas de aportación.

Recurriendo a la planta de caudales en los colectores, se observa que coinciden los comienzos de las líneas, que es donde menor caudal circula, con los colectores que no entran en carga:



Planta de caudales circulantes en los colectores

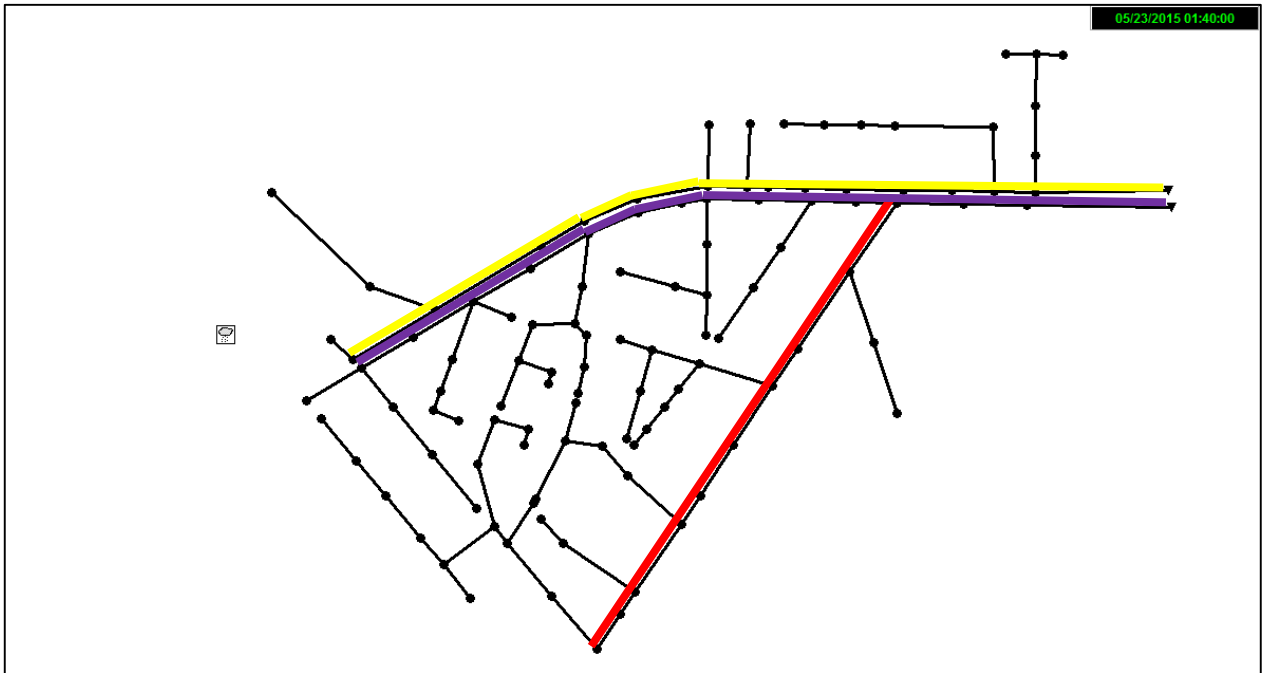
La siguiente planta muestra el nivel que se alcanza en los pozos de registro:



Planta de nivel en los pozos de registro

En este plano, se observan en azul oscuro los pozos en los que el nivel no aumenta por encima de los 300 mm de la conducción, en el resto de los pozos, el nivel iría aumentando hasta llegar, en el momento central de la tormenta, a la cota de la rasante de la calle. Esto pasaría en casi 50 de los pozos de registro, en ellos, las tapas se levantarían por la presión y saldría agua, por lo que aguas abajo podrían provocar inundaciones severas.

En las plantas que se han aportado se observan tres colectores principales, en la siguiente figura los mostramos:

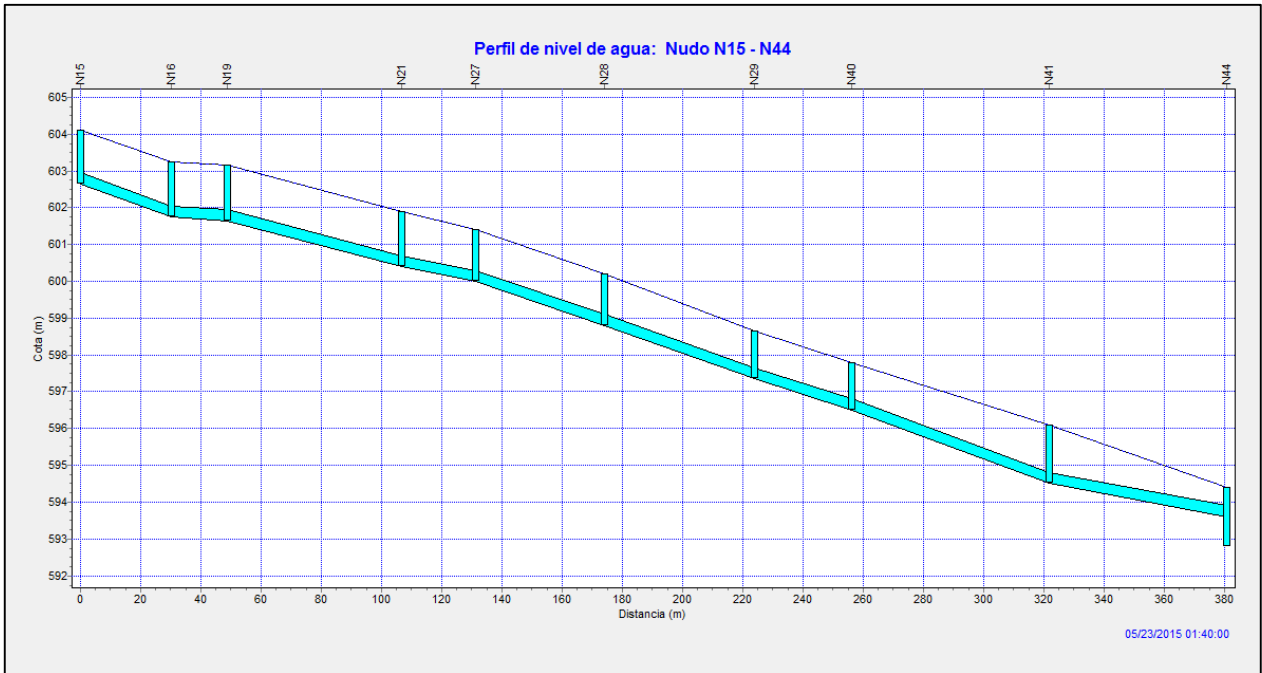


Colectores principales

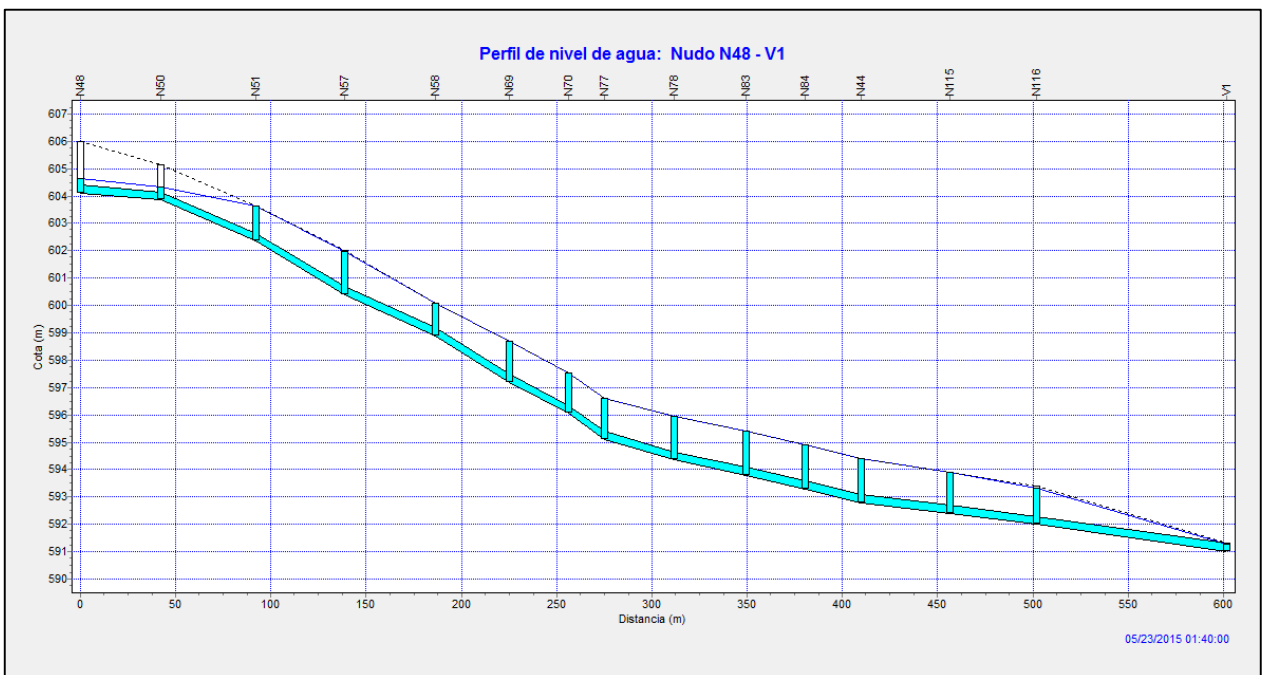
Los anteriores colectores se corresponden con los siguientes perfiles:

- Rojo: del nudo N15 al N44
- Morado: del nudo N48 al vertido V1
- Amarillo: del nudo N87 al vertido V2

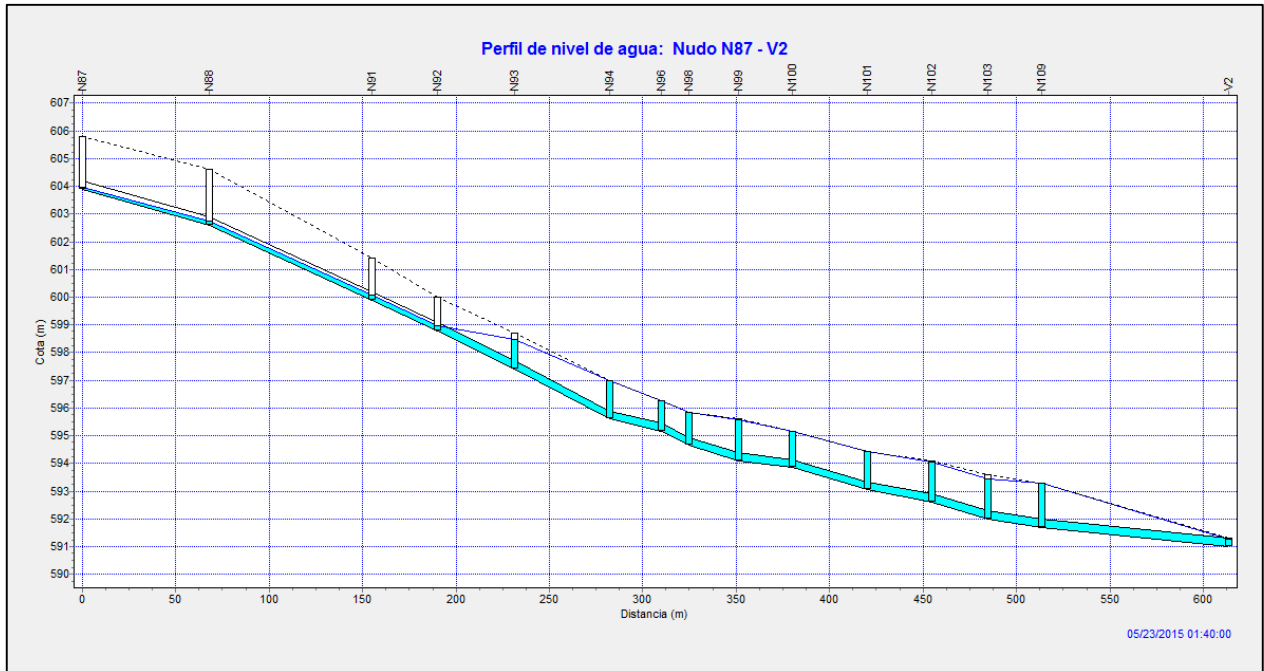
Seguidamente se muestran los perfiles de estos colectores:



Perfil longitudinal del colector entre los nudos N15 y N44, correspondiente a la Av. Argentina



Perfil longitudinal del colector entre los nudos N48 y V1, correspondiente a la C/ Dr. López trigo en su tramo sur



Perfil longitudinal del colector entre los nudos N87 y V2, correspondiente a la C/ Dr. López trigo en su tramo norte

En los perfiles longitudinales anteriores se observa claramente los pozos de registro de los que emanaría agua hacia la calle, lo que se ha comentado anteriormente. Es de suponer, que al estar el colector principal colapsado totalmente, los secundarios que viertan sus aguas en pozos que tengan un alto nivel, también sufrirán el colapso. Por ello, en el apartado de mejoras, hay que centrarse en solucionar los problemas que atañen a los colectores principales.

De esta forma, y después del análisis de la modelización de las cuencas y de la red de drenaje en su estado actual, podemos concluir que la red necesita algún tipo de actuación para poder absorber la lluvia correspondiente al período de retorno de 10 años, que marca las ordenanzas municipales. En el apartado siguiente se plantearán dos posibles alternativas resolver la problemática existente.

6. PROPUESTA DE ALTERNATIVAS

Se presentan a continuación las alternativas que se proponen para mejorar el comportamiento deficiente que tiene la red de saneamiento en la zona de estudio. Los problemas detectados vienen tienen el origen en la falta de capacidad de la red, por lo que las medidas que se propongan deberán a portar una mayor capacidad de desagüe que permita asimilar toda la precipitación recibida.

6.1 MODIFICACIÓN DE LOS DIÁMETROS EXISTENTES

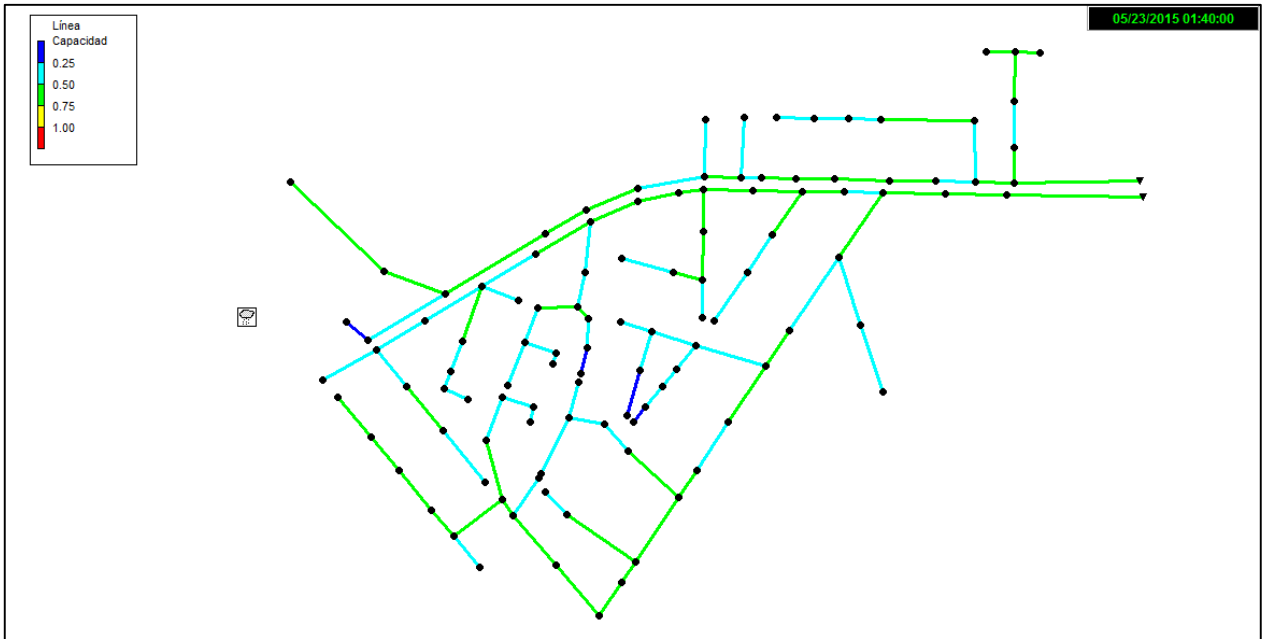
La alternativa más obvia para conseguir una mayor capacidad es la modificación de diámetros de manera que la red asimile toda la precipitación evitando que los colectores entren en carga.

Para ello, siguiendo la metodología indicada anteriormente, se modifican los diámetros en las interfaces correspondientes a los conductos que entran en carga. Otro parámetro a modificar será coeficiente de Manning ya que, al sustituir los conductos, se utilizará como material el PVC-U, un material menos rugoso que el hormigón. El valor de n para los nuevos conductos que se impone será 0,01.

Para el desarrollo de esta alternativa hay que tener en cuenta que, al sustituir los conductos, se privará del uso del servicio de saneamiento, un tema que desde el punto de vista social, no estaría bien considerado ya que las obras podrían durar varios meses. Por ello, en caso de que los presupuestos de las alternativas estén en el mismo orden de valores, esta propuesta se descartaría automáticamente.

Tanto los conductos que habría que sustituir como las mediciones para valorar se encuentran “*Anejo VI Valoración de alternativas*”. A continuación se muestran los resultados obtenidos.

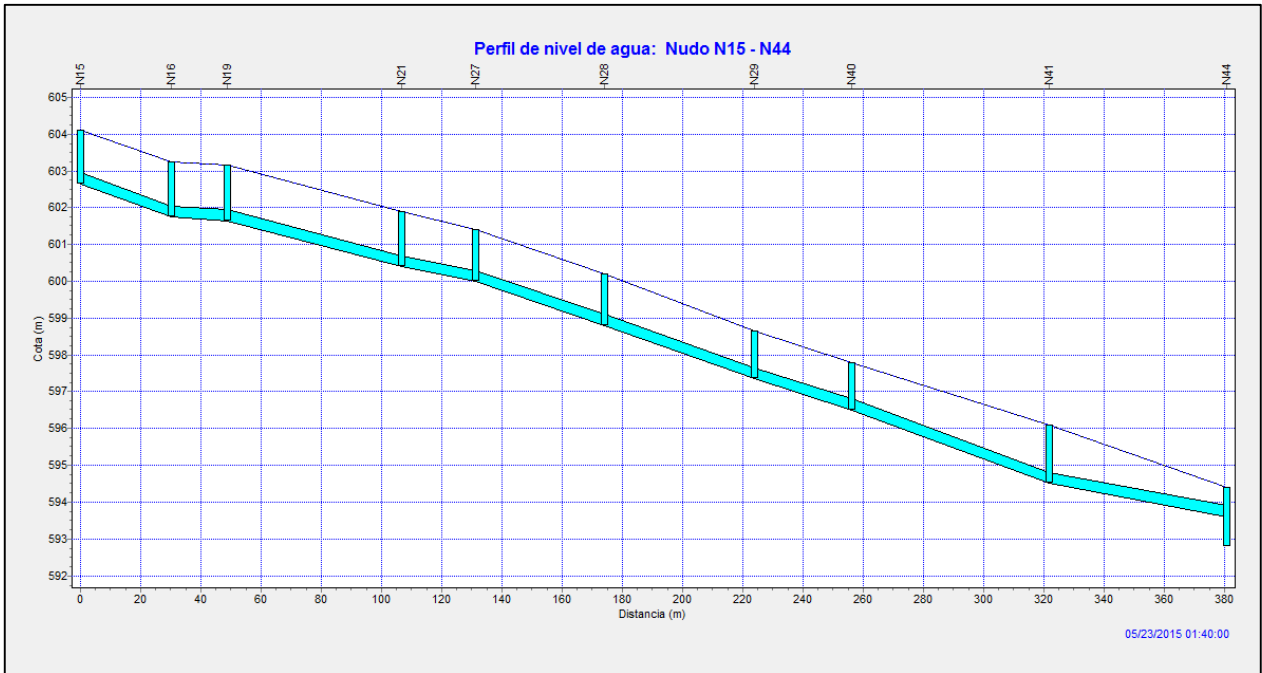
En primer lugar se aporta una planta con las capacidades de los diferentes conductos. Por supuesto se trata del intervalo de tiempo más desfavorable dentro de la tormenta de diseño, es decir, en el bloque central:



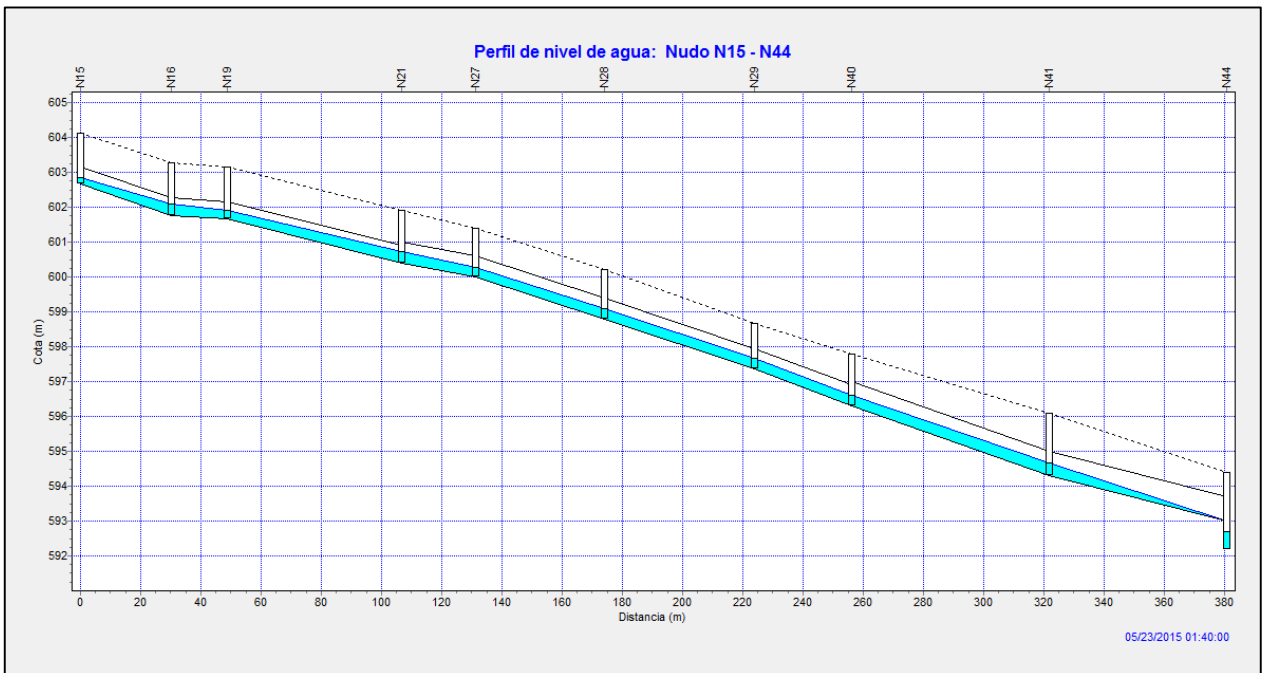
Planta del estado de los colectores respecto a la capacidad

En la imagen se observa claramente que la red funciona perfectamente, además manteniendo unas capacidades del 50-60%, lo que convierte esta alternativa en viable técnicamente. Sin embargo, se vuelve a remarcar el gran inconveniente que tendría la realización de esta alternativa, la suspensión del servicio de saneamiento, que conlleva un corte en el abastecimiento de agua potable a todas las viviendas afectadas.

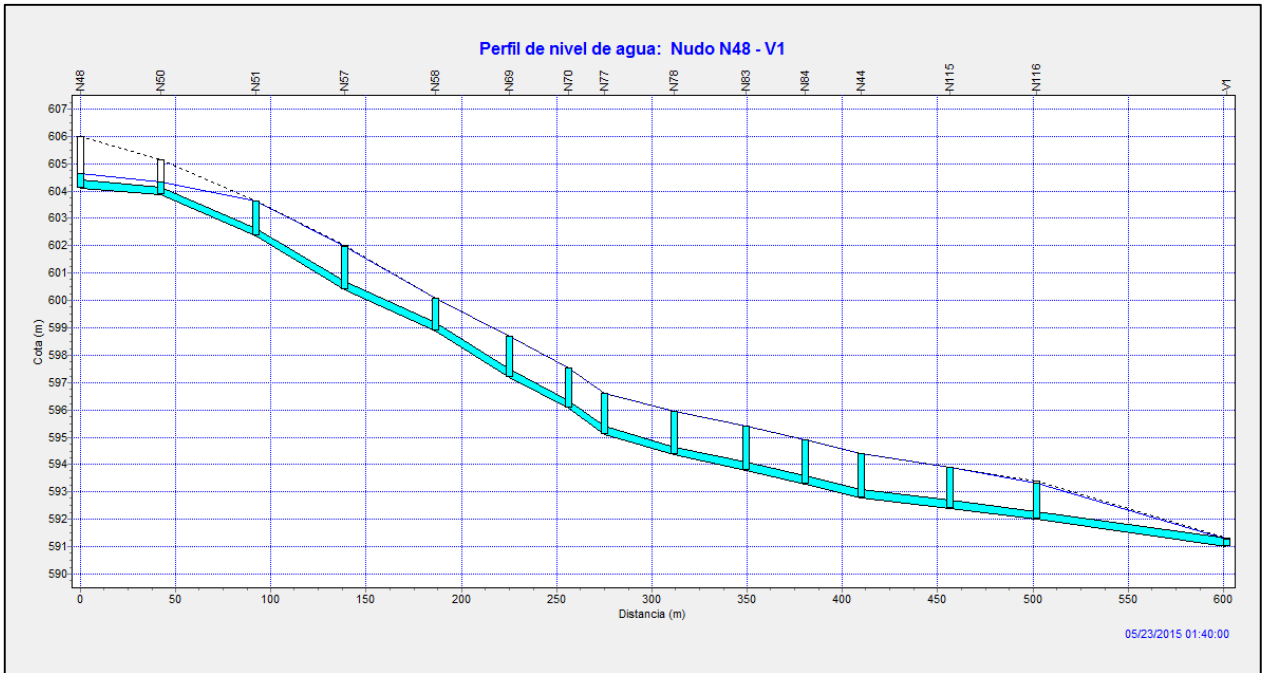
Para corroborar la funcionalidad de la sustitución de los diámetros, seguidamente, se incluyen los perfiles longitudinales de los colectores principales ya representados anteriormente para determinar el funcionamiento de la red. Para ello se realiza una comparación con los resultados obtenidos anteriormente:



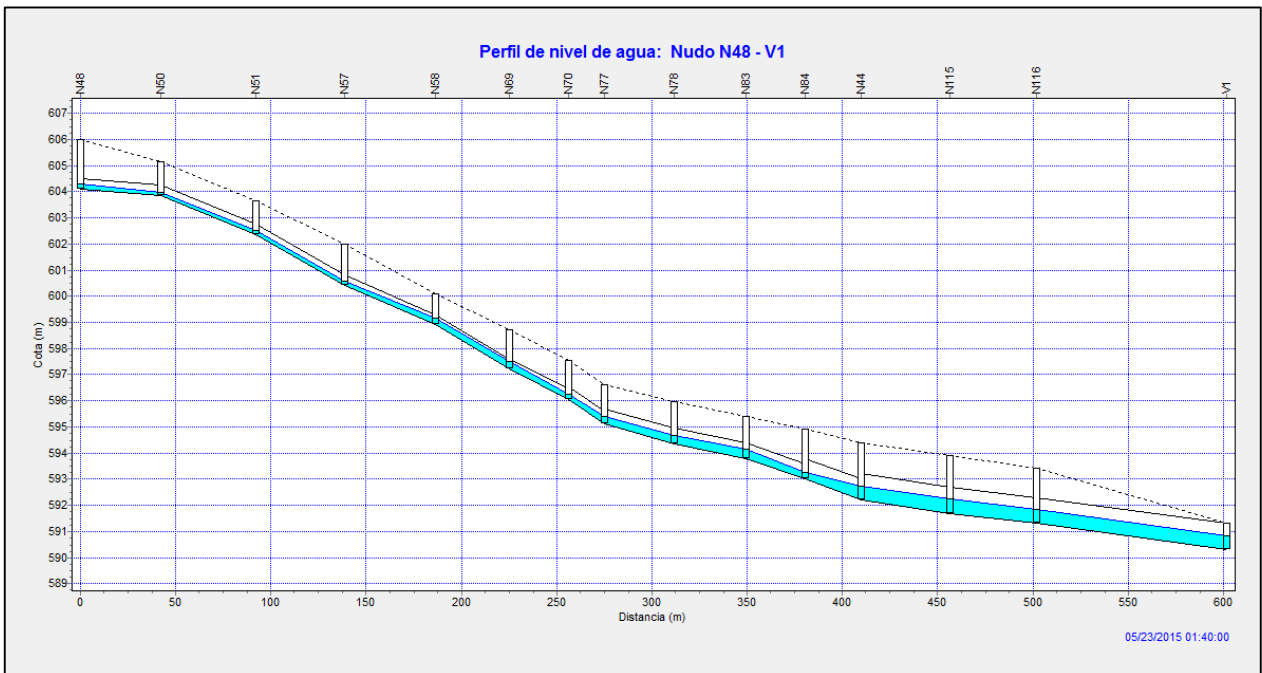
Perfil longitudinal del colector actual entre los nudos N15 y N44, correspondiente a la Av. Argentina



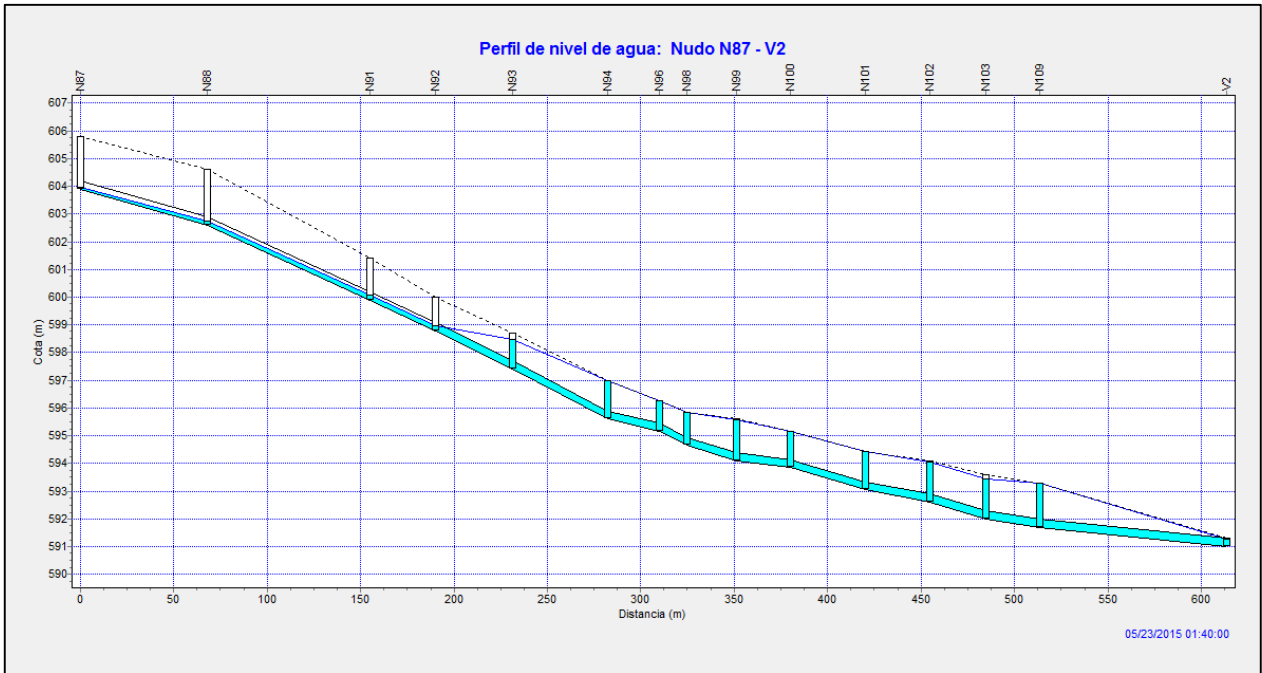
Perfil longitudinal del colector, una vez realizada la sustitución de diámetros, entre los nudos N15 y N44, correspondiente a la Av. Argentina



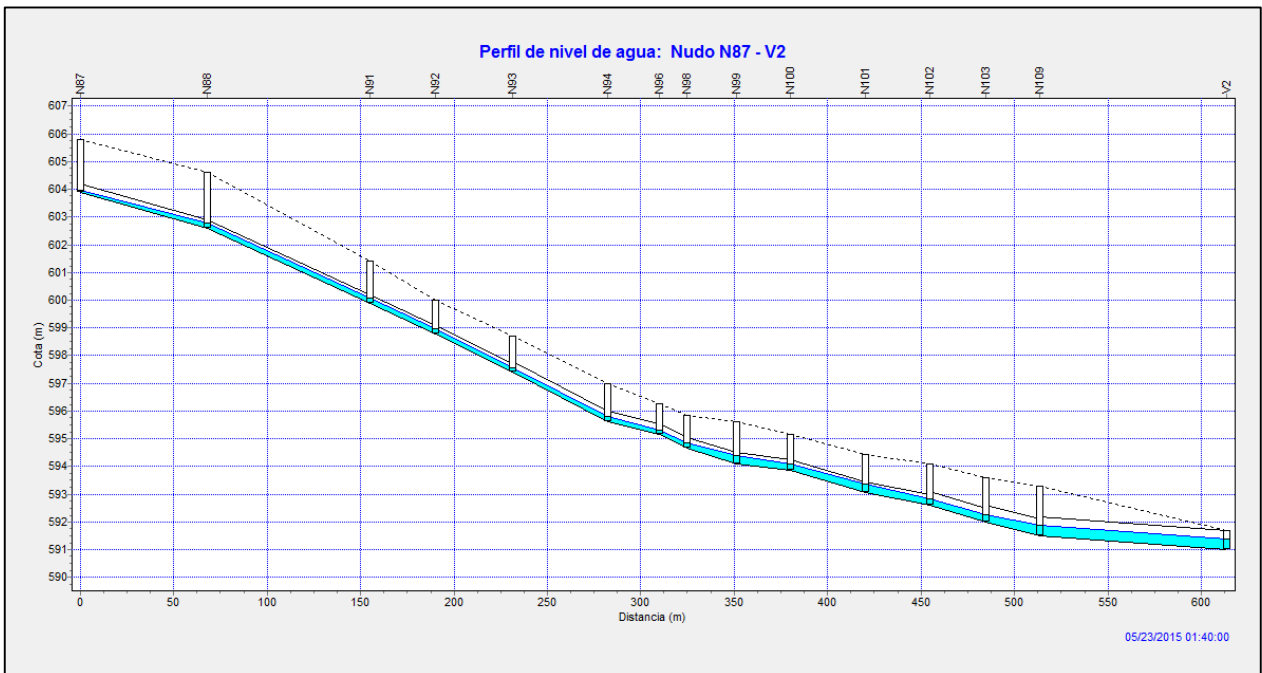
Perfil longitudinal del colector actual entre los nudos N48 y V1, correspondiente a la C/ Dr. López trigo en su tramo sur



Perfil longitudinal del colector, una vez realizada la sustitución de diámetros, entre los nudos N48 y V1, correspondiente a la C/ Dr. López trigo en su tramo sur



Perfil longitudinal del colector actual entre los nudos N87 y V2, correspondiente a la C/ Dr. López trigo en su tramo norte



Perfil longitudinal del colector, una vez realizada la sustitución de diámetros, entre los nudos N87 y V2, correspondiente a la C/ Dr. López trigo en su tramo norte

En las comparaciones anteriores se observa, sin margen alguno de error, que la actuación de sustituir los diámetros es muy válida. Los tres colectores principales funcionan perfectamente en el bloque de mayor intensidad de la tormenta, por lo que durante el resto de la duración del evento funcionará incluso mejor. Tal y como estaría proyectada esta red, podría recibir unas aportaciones de precipitación mayor que las determinadas para un período de retorno de 10 años, estando así, de lado de la seguridad ante episodios tormentos más intensos.

6.2 CONSTRUCCIÓN DE COLECTORES QUE RECIBAN CAUDALES ALIVIDADOS DE LA RED DE SANEAMIENTO ACTUAL

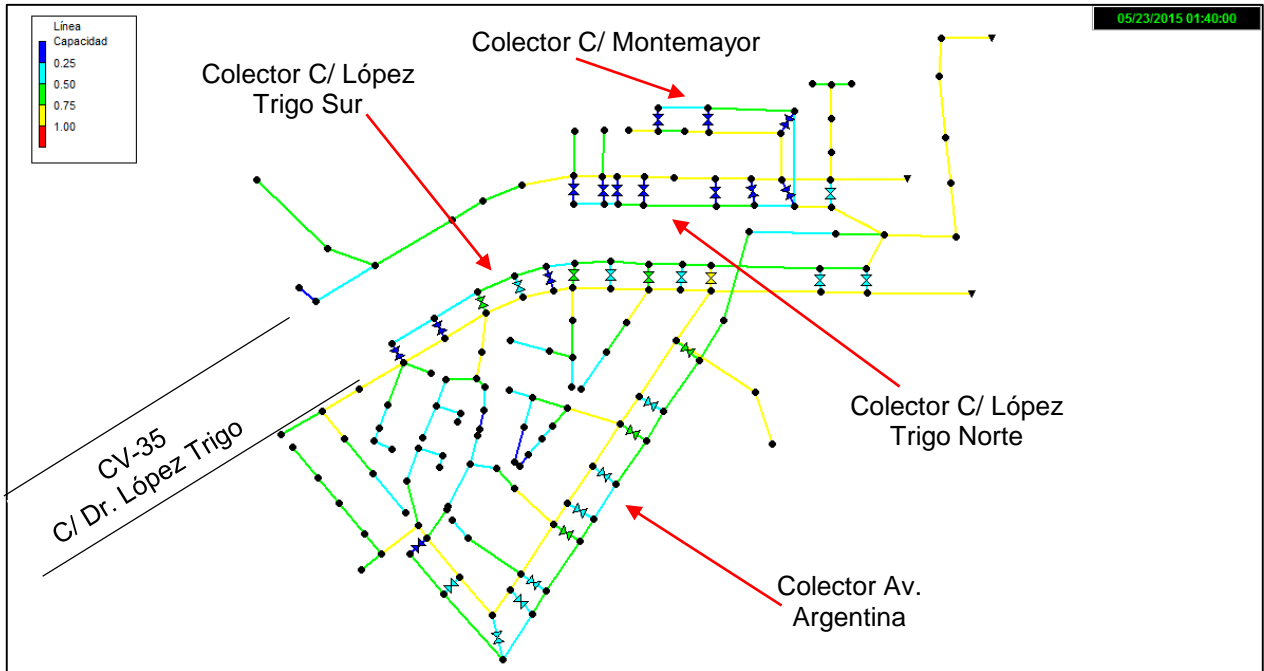
Siguiendo la premisa planteada en el anterior apartado de ser necesario obtener una mayor capacidad de desagüe, se plantea esta alternativa. Consistiría en realizar la construcción de una serie de colectores paralelos a los principales estudiados anteriormente, que reciban aliviados desde los pozos de éstos.

Para su desarrollo se habilitarían aliviaderos longitudinales en los pozos de registro existentes, de forma que el caudal aliviado fluya por un conducto hacia los pozos de los colectores proyectados. De esta manera, descenderían los niveles alcanzados en la red de saneamiento actual.

El problema residiría en el lugar de vertido de estos caudales aliviados, sin embargo, no existe, dado que la CV-35 se encuentra instalado un colector de aguas pluviales (el único en todo el municipio) de hormigón armado de 1100 mm de diámetro interior. Así pues, los colectores proyectados enlazarían en diferentes puntos del colector de pluviales existente. Este colector vierte en una acequia de gran tamaño que conduce los caudales hacia el río Reconque.

Al tratarse de caudales con presencia de aguas residuales, habría que tener en cuenta la concentración en la que están presentes, pues se verterían directamente al río, sin haber sido tratados. Sin embargo, al tratarse de episodios de gota fría se da por supuesto que la concentración en la que estén presentes cumplirá la normativa municipal de vertidos de 1/10.

Al igual que se ha realizado con la anterior alternativa se aporta, en primer lugar, la planta de la red con las capacidades de los conductos:



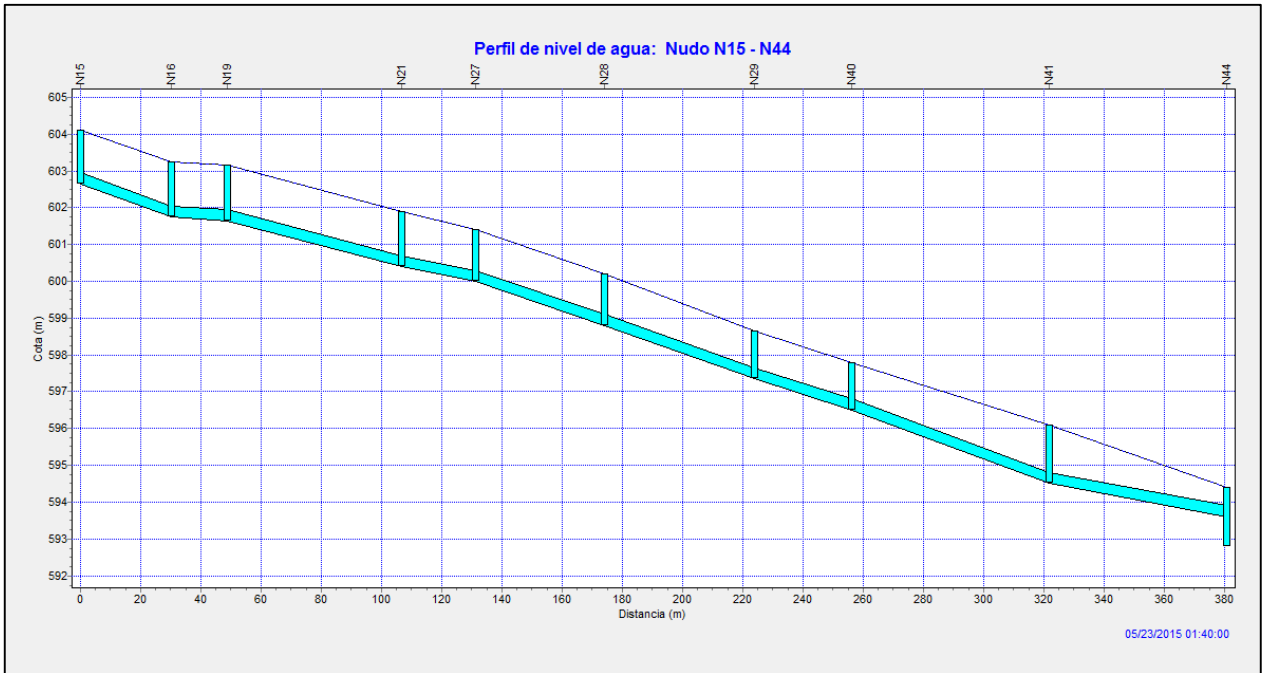
Planta del estado de los colectores respecto a la capacidad

Para la correcta compresión de los elementos diseñados, la C/ Dr. López Trigo, se ha diseñado más ancha con el objetivo que no apelmazarlos. En la zona más al este de esta calle, se observa en la parte central, siguiendo el eje de la calle, el colector de pluviales existente al que se conectan dos colectores proyectados en el pozo PP4 y otro más en su primer pozo PP1.

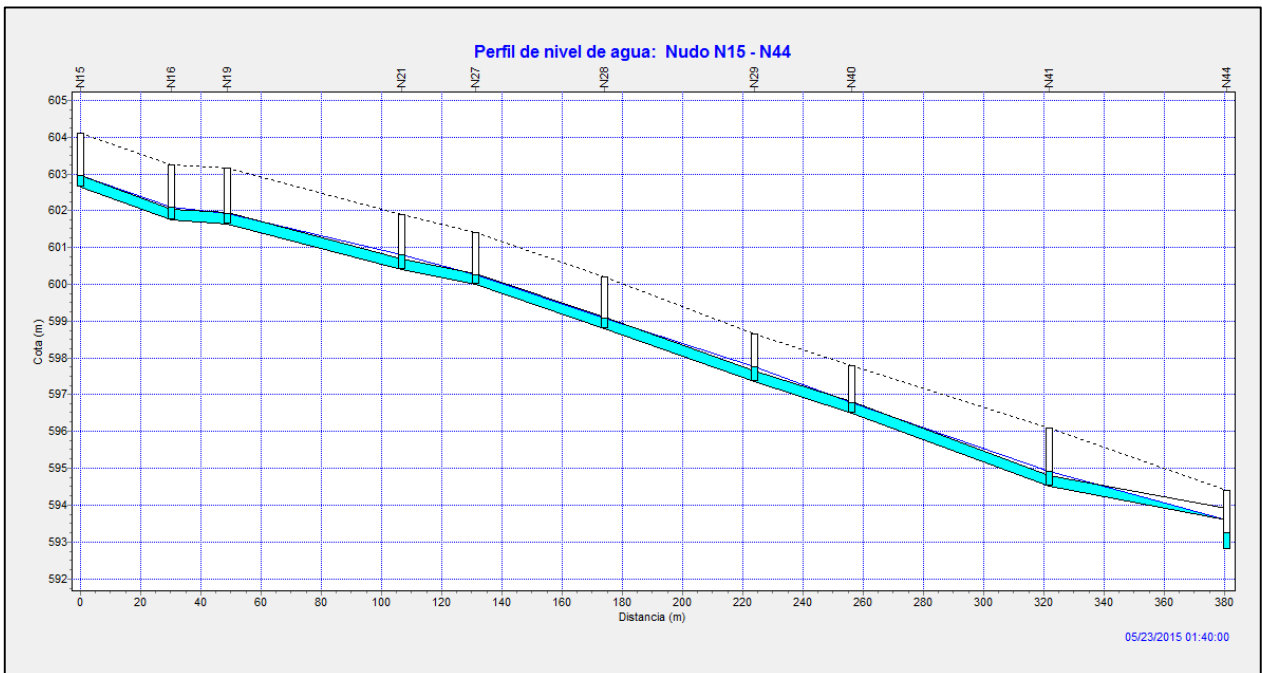
Se observa que el funcionamiento tanto de la red existente como de los colectores proyectados es correcto. En el caso de los colectores proyectados se han dimensionado de tal forma que no superen el 70% de la capacidad, y por otra parte, los colectores pertenecientes a la red existente en ningún intervalo de la tormenta entran en carga. Por lo que se considera una alternativa igual de válida que la planteada en el apartado anterior.

Esta alternativa tiene la ventaja de que no será necesario la suspensión del servicio de saneamiento, hecho que como veremos en el siguiente apartado servirá para determinar la alternativa a realizar.

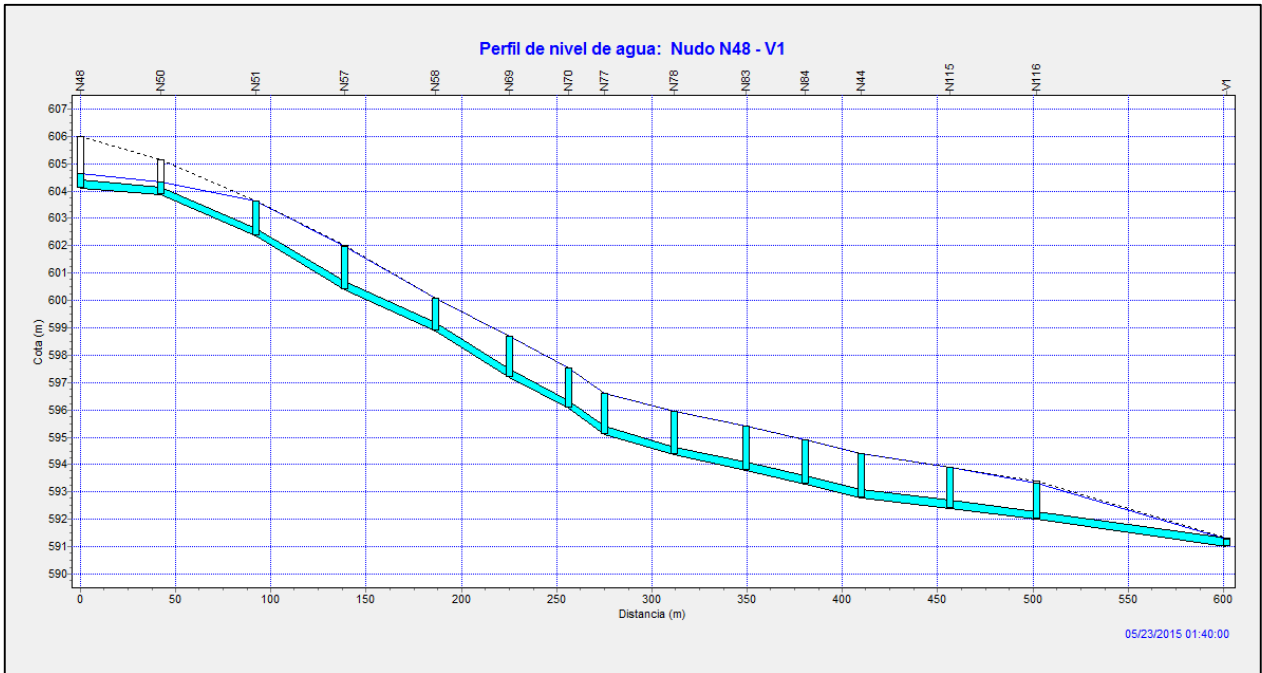
Para comprobar la funcionalidad de los aliviaderos y colectores propuestos, en primera instancia se comparan los ramales principales de la red actual con los de la actuación propuesta:



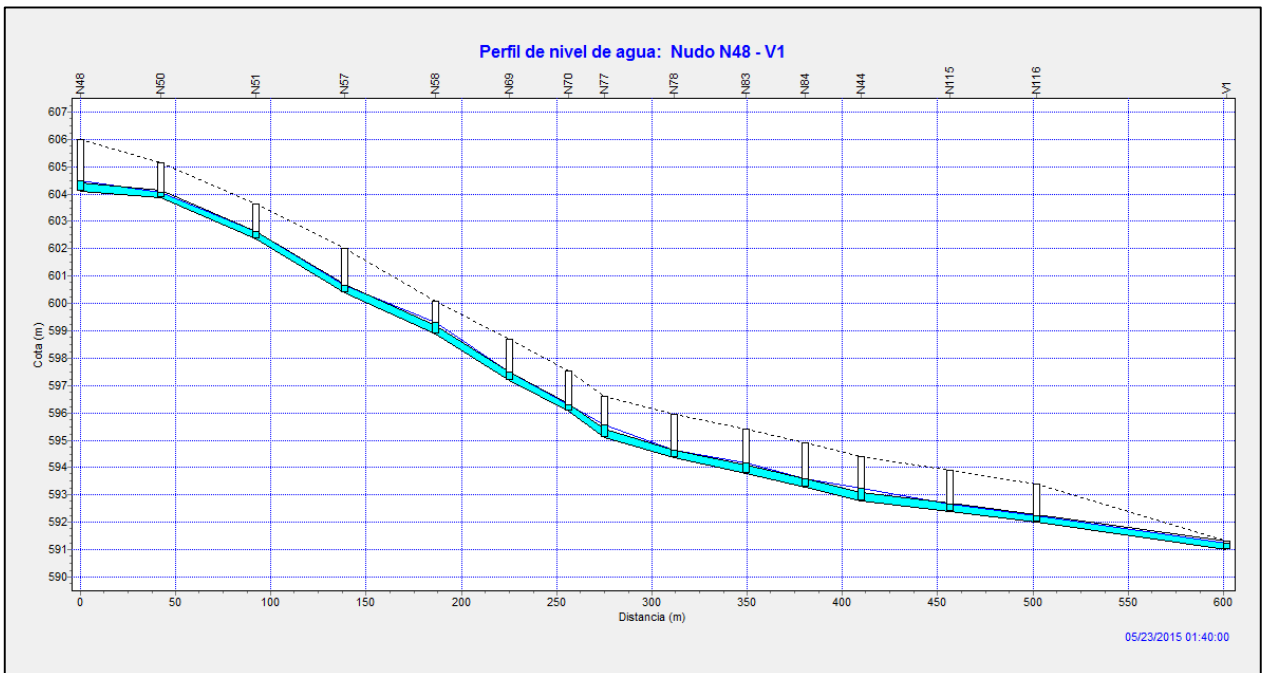
Perfil longitudinal del colector actual entre los nudos N15 y N44, correspondiente a la Av. Argentina



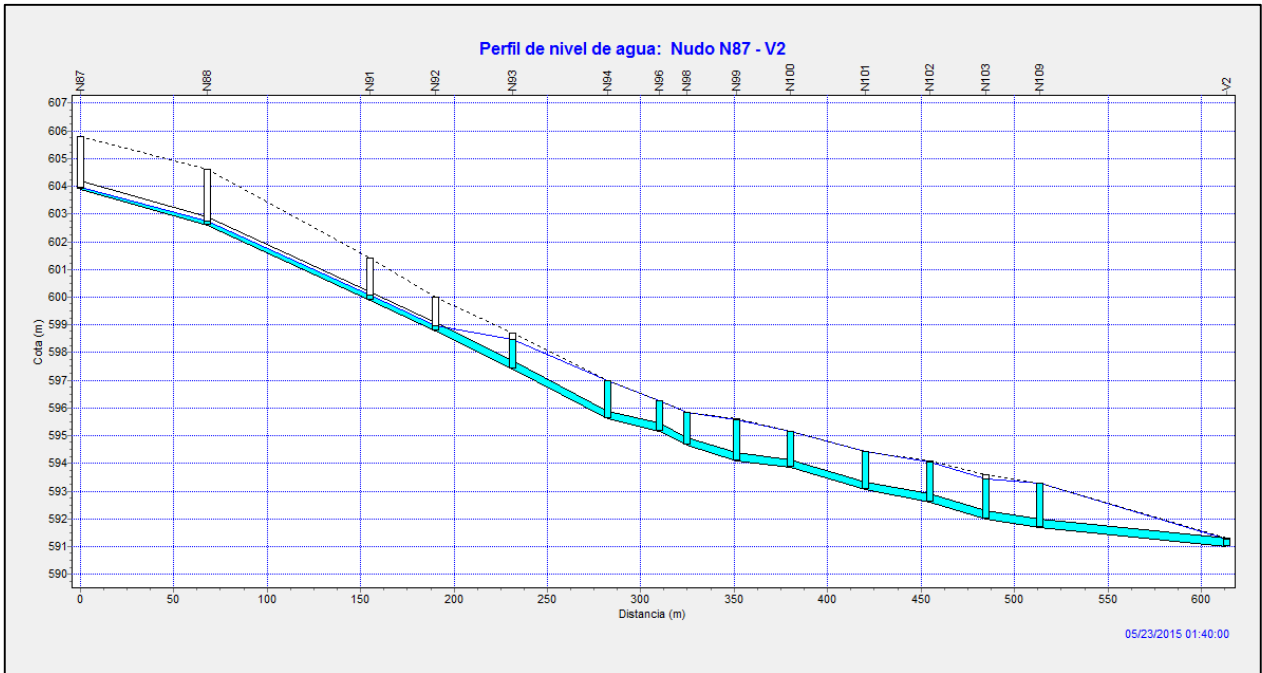
Perfil longitudinal del colector, una vez realizada la actuación propuesta, entre los nudos N15 y N44, correspondiente a la Av. Argentina



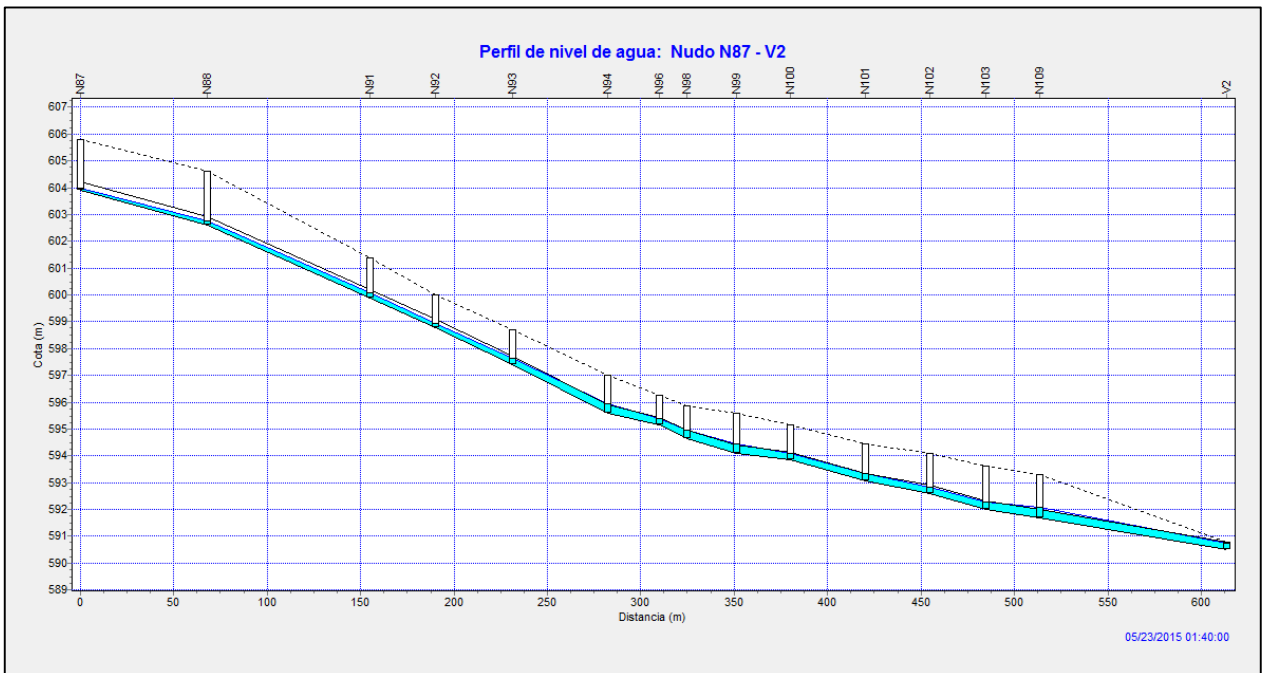
Perfil longitudinal del colector actual entre los nudos N48 y V1, correspondiente a la C/ Dr. López trigo en su tramo sur



Perfil longitudinal del colector, una vez realizada la actuación, entre los nudos N48 y V1, correspondiente a la C/ Dr. López trigo en su tramo sur



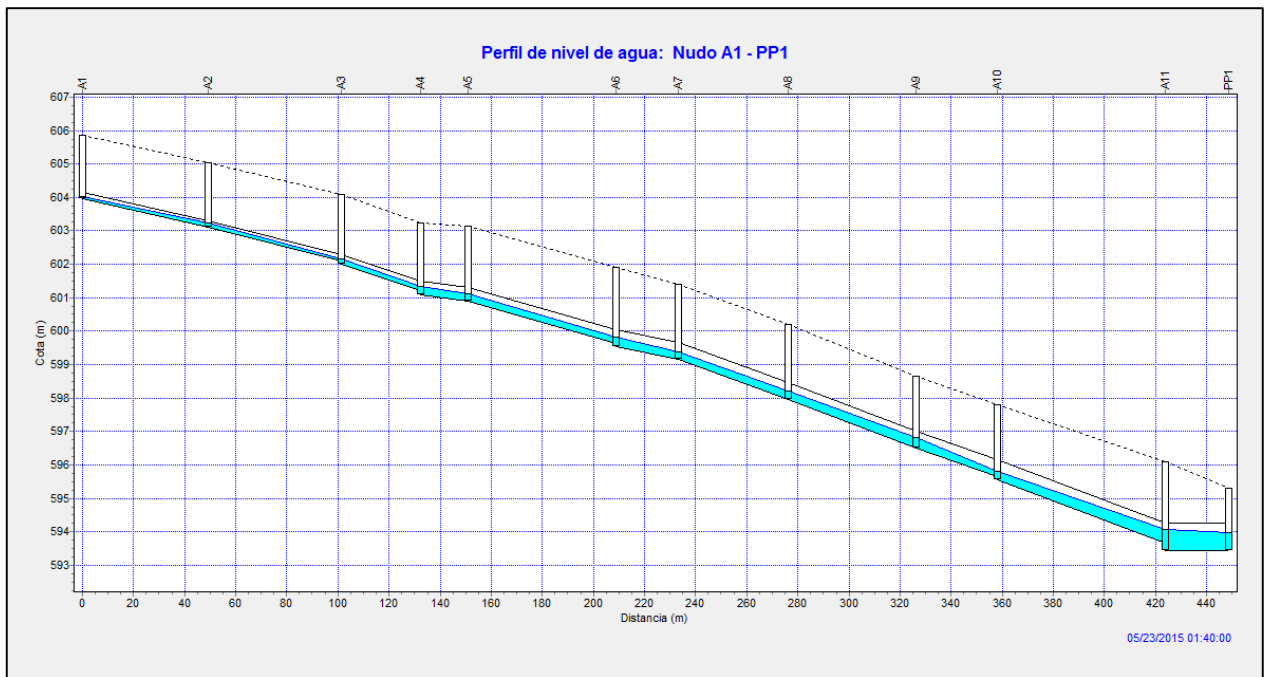
Perfil longitudinal del colector actual entre los nudos N87 y V2, correspondiente a la C/ Dr. López trigo en su tramo norte



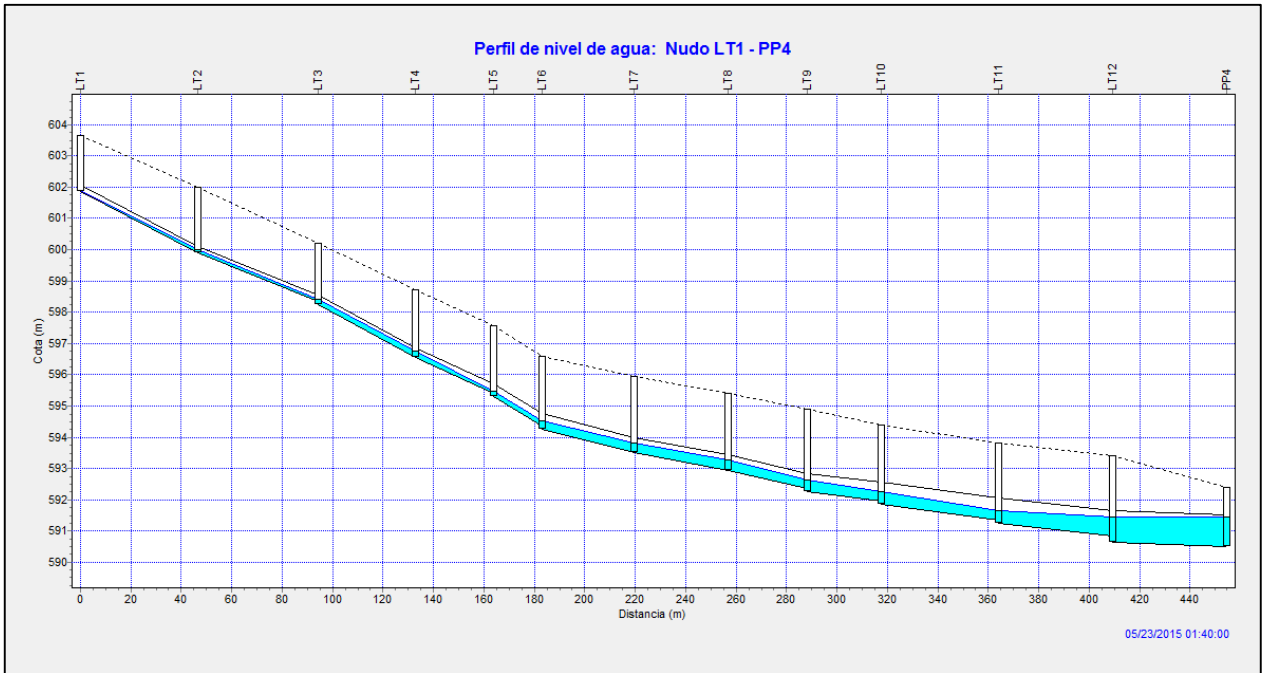
Perfil longitudinal del colector, una vez realizada la actuación, entre los nudos N87 y V2, correspondiente a la C/ Dr. López trigo en su tramo norte

Comparando la situación actual con la que existirá una vez realizada la actuación, se observa que el funcionamiento respecto a la capacidad de los conductos se encuentra dentro de los límites establecidos, por lo que no entran en carga. Estas capacidades se encuentran en torno al 80-90%, siendo mayores que realizando la alternativa de incremento de diámetros.

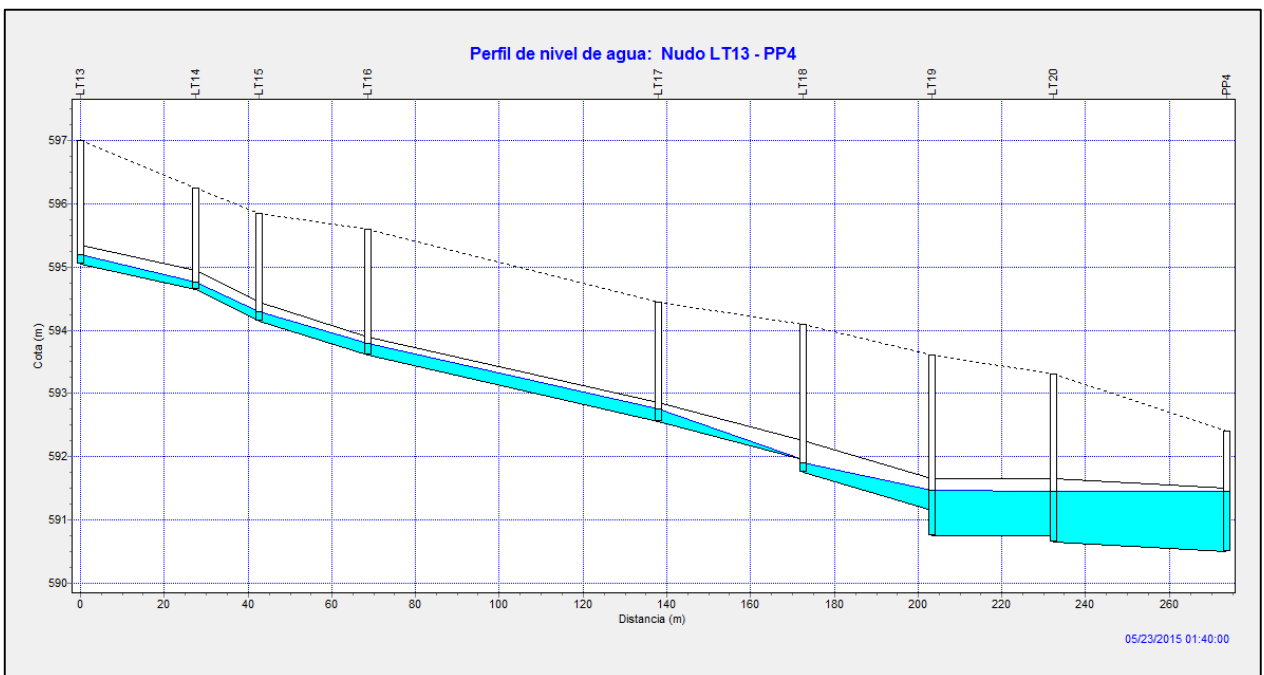
A continuación se muestran los perfiles longitudinales obtenidos en el SWMM para los colectores de aliviado proyectados:



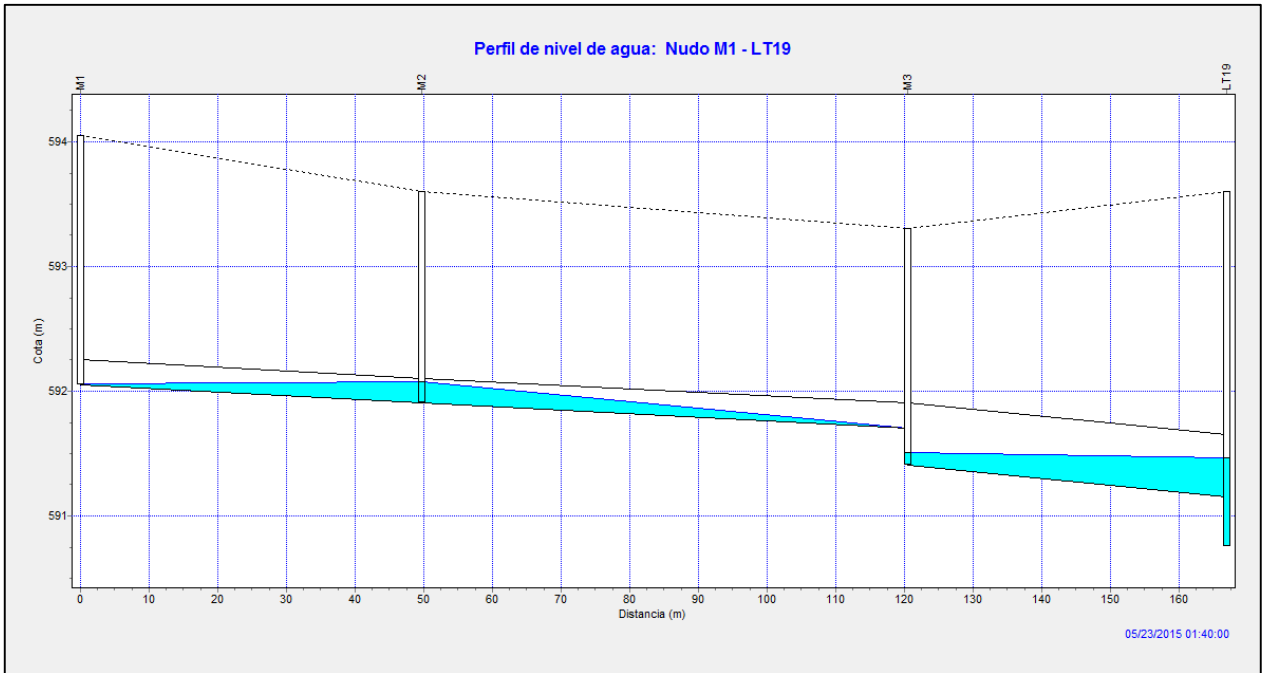
Perfil longitudinal correspondiente al colector proyectado en Av. Argentina



Perfil longitudinal correspondiente al colector proyectado en C/ Dr. López Trigo Sur



Perfil longitudinal correspondiente al colector proyectado en C/ Dr. López Trigo Norte



Perfil longitudinal correspondiente al colector proyectado en C/ Montemayor

En los colectores de Av. Argentina y C/ López Trigo Sur se observa un crecimiento de los diámetros gradual, hasta el punto de vertido en el pozo PP4 perteneciente al colector de pluviales existente. Sin embargo, en los colectores C/ López Trigo Norte y C/ Montemayor este crecimiento es brusco; en el primero, lo es debido a que en el pozo LT19 enlaza el colector C/ Montemayor, por lo que es necesario un aumento de diámetro contundente; y en el segundo, debido a que el nivel impuesto aguas abajo, en el pozo LT19, es demasiado elevado como para colocar un tubo de menor diámetro.

6.3 VALORACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

Para determinar la valoración de las alternativas se ha procedido a realizar una hoja de cálculo que permita obtener las mediciones correspondientes a cada alternativa. Se han realizado a “grosso modo”, sin el cálculo del precio de las partidas, ya que sólo servirá para determinar la alternativa a desarrollar. En el “Anejo VI Mediciones de las alternativas”, vienen adjuntados los resultados obtenidos en la hoja de cálculo íntegramente.

En este apartado se mostrarán las mediciones de forma muy resumida, para determinar sencillamente la alternativa más conveniente. A continuación se muestran éstos resúmenes:

MEDICIONES		
	SUSTITUCIÓN DIÁMETROS	COLECTORES Y ALIVIADEROS
1.- DEMOLICIONES		
1.1 Asfalto (m2)	2809.05	1441.03
1.2 Base HM (m3)	421.36	209.75
1.3 Pozos existentes (Ud)	56	36
2.- MOV. TIERRAS		
2.1 Excavación (m3)	4422.60	3288.52
2.2 Transporte (m3)	5307.12	3946.22
2.3 Entibación (m2)	6917.72	5935.72
2.4 Tapado arena (m3)	1726.22	860.80
2.5 Tapado zahorra (m3)	1143.19	1680.99
3.- TUBERÍA Y MONTAJE		
3.1 Tubería PVC (m)		
DN 200	-	315.72
DN 315	-	273.45
DN 400	1239.71	95.59
DN 500	281.68	331.70
DN 630	283.46	95.23
DN 710	224.56	46.61
DN 800	29.53	70.04
DN 900	-	28.98
DN 1000	191.89	86.43
	2250.83	1343.75

4.- HORMIGÓN Y ALBAÑILERÍA			
4.1	Pozo registro nuevo (Ud)	56	-
4.2	Pozo registro aliviado	-	36

5.- REPOSICIÓN			
5.1	Pavimento (m2)	2809.05	1441.03
5.2	HM (m3)	421.36	209.75
5.3	Acometidas	Por determinar	-

En la primera actuación valorada, la correspondiente a la sustitución de diámetros, es necesario mayor longitud de conductos, lo que conlleva un mayor volumen tanto de excavación como de posterior relleno de zanjas. Este mayor volumen se traduce en mayor número de mano de obra, alquiler de maquinaria, duración de obra, etc., definitivamente un mayor número de recursos a destinar, es decir, un presupuesto más elevado.

A esta valoración le añadimos el corte en suministros y servicios en la zona durante la obra, que como se ha mencionado anteriormente, desde el punto de vista social, supone un punto a favor de la segunda alternativa.

Por ello, la propuesta que se estudiará más a fondo será la de construir una línea de colectores paralela a los ramales principales de la red existente, sobre la que se viertan caudales aliviados de la red cuando se disponga a entrar en carga.

7. DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

7.1 OBJETIVO

Tiene como objeto principal mejorar la capacidad de desagüe del caudal producido por episodios tormentosos intensos, con ello se pretende reducir los niveles que se alcanzan en los pozos de registro, hecho que provoca inundaciones en bajos semienterrados de viviendas de tipo adosado.

7.2 DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA IDENTIFICADA

Tal y como se ha explicado anteriormente, la red en la zona de estudio tiene tres colectores principales sobre los que vierten los diferentes ramales secundarios. La red, en todos sus conductos, tiene un diámetro de 300 mm, que se considera insuficiente, pues la precipitación recogida por los tejados que vierten en patios interiores y la propia de éstos, termina entrando en la red de saneamiento y provocando que entre en carga.

Este hecho produce que en la zona más baja de la cuenca estudiada aparezca un remanso del flujo hacia aguas arriba y con ello la inundación de bajos que tienen menor cota que la rasante de la calle.

La problemática identificada puede definirse como una capacidad hidráulica insuficiente de los colectores principales, a la que va asociada un aumento del nivel en pozos de registro y la entrada en carga de la red.

7.3 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Se trata de ejecutar una serie de colectores paralelos a los colectores principales de modo que sobre ellos se viertan caudales que circulan en exceso por la red existente. Este vertido se realizaría por medio de unos pozos aliviadero que se ejecutarían sobre la red existente.

Los aliviaderos serán dimensionados para garantizar que la red actual no entre en carga en ningún intervalo de la tormenta de diseño. Para ello se dispondrá un tubo de PVC de 710 mm de

diámetro que sirva de nexo entre pozos del colector existente y del proyectado. Para garantizar que el caudal se vierte al nuevo colector solamente durante tormentas en las que la red entre en carga, se dispone una cresta en el pozo de la red actual de 15 cm, de modo que hasta que la inundación en el pozo no alcance ese nivel, no se producirá el vertido sobre la red proyectada.

Los conductos proyectados vierten en diferentes puntos del único colector de pluviales que existe en la población. Éste transcurre a lo largo de la C/ Doctor López Trigo hasta finalizar en una acequia cuyo destino es el río Reconque. El recorrido de dicho colector es el siguiente:



Planta del colector de pluviales existente.

El colector es de sección circular de 1100 mm de diámetro interior y de hormigón armado. Durante la simulación, se le han asignado las aguas de esorrentía de las calles que recogen por medio de una serie de imbornales a lo largo del trayecto marcado anteriormente.

Para una completa definición de los colectores proyectados hay que recurrir a los planos de planta y de perfiles longitudinales correspondientes a cada colector. Estos planos aparecen en el Documento 2: Planos, del presente estudio.

8. CONCLUSIONES

En el presente documento se ha realizado un análisis y diagnóstico de la red de saneamiento en la zona de “El Bácil” de Ayora.

Se ha partido del conocimiento a fondo de la red en la zona de actuación, ya que desde un principio se sabían las deficiencias que se presentaban en la red. El análisis de la situación actual de la red mediante el modelo matemático ha servido para identificar los puntos críticos en la red y para corroborar la existencia de las deficiencias supuestas desde un principio.

A la vista de las deficiencias identificadas, se ha propuesto una serie de actuaciones orientadas a eliminar los puntos críticos identificados. Con las inversiones previstas se conseguirá un correcto funcionamiento de la red de cara a episodios de gota fría.

Las actuaciones propuestas han sido diseñadas con base a las ordenanzas municipales en materia de evacuación de aguas provenientes de la lluvia, por lo que el presente estudio podría perfectamente llevarse a cabo en la realidad.

Valencia, 12 de junio de 2015

Ángel López Piera

**Propuesta de mejora de la red de saneamiento en la zona
de “El Bácil” en Ayora (Valencia)**

Anejo I.- Reportaje fotográfico

ÍNDICE

1. POZOS DE REGISTRO DE LA RED DE SANEAMIENTO.....	2
2. POZOS DE REGISTRO DEL COLECTOR DE PLUVIALES	5
3. LUGAR DE VERTIDO DEL COLECTOR DE POLUVIALES	7
4. VIVIENDAS AFECTADAS POR INUNDACIONES.....	10
5. VISTAS GENERALES DE LAS CALLES DE LOS COLECTORES PROYECTADOS.....	12

1. POZOS DE REGISTRO DE LA RED DE SANEAMIENTO1



Tapa de alcantarillado



Apertura de pozo de registro



Interior de pozo de registro



Cámara de descarga fuera de servicio



Mal estado de algunos pozos de registro

2. POZOS DE REGISTRO DEL COLECTOR DE PLUVIALES



Apertura de pozo de pluviales



Apertura de pozo de pluviales



Interior de pozo de pluviales, giro de 90°



Interior de pozo de pluviales con restos de la última lluvia

3. LUGAR DE VERTIDO DEL COLECTOR DE POLUVIALES



Interior del tubo de vertido



Exterior del tubo de vertido



Acequia de vertido



Entorno del tubo de vertido

4. VIVIENDAS AFECTADAS POR INUNDACIONES



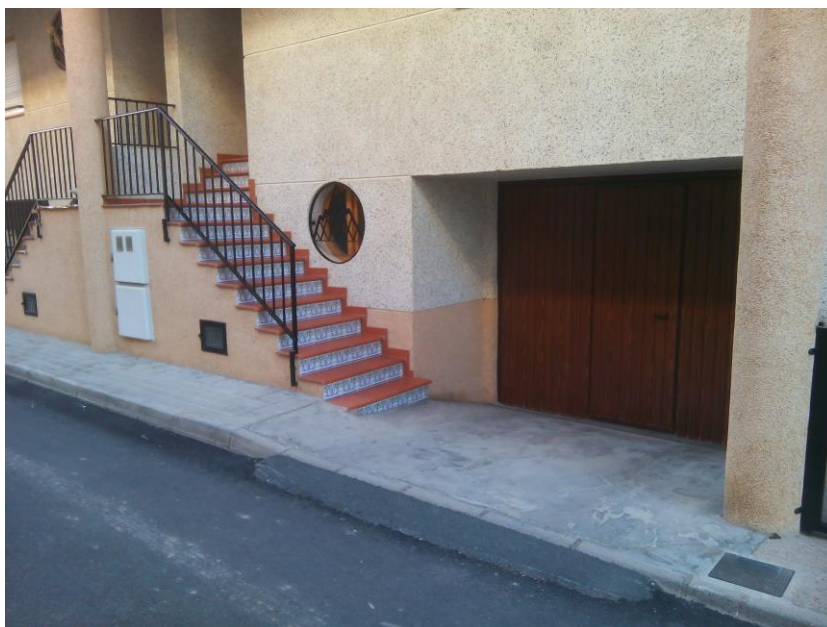
Bajo semienterrado que sufre inundaciones



Vista en la que se aprecia la profundidad del bajo



Vivienda que sufre inundaciones, perteneciente a C/ Montemayor



Vivienda que sufre inundaciones

5. VISTAS GENERALES DE LAS CALLES DE LOS COLECTORES PROYECTADOS



Vista general de la C/ Montemayor, orientada hacia aguas abajo



Vista C/ Miguel Molsós, lugar de inicio del colector
Av. Argentina, orientada hacia aguas abajo



Vista general Av/ Argentina, orientada hacia aguas abajo



Vista general Av/ Argentina, orientada hacia aguas arriba



Vista general C/ Dr. López Trigo, orientada hacia aguas abajo



Vista general de C/ Dr. López Trigo, orientada hacia aguas arriba

**Propuesta de mejora de la red de saneamiento en la zona
de “El Bácil” en Ayora (Valencia)**

Anejo II.- Estudio hidrológico

ÍNDICE

1. OBJETO DEL ESTUDIO HIDROLÓGICO.....	2
2. ANTECEDENTES Y ESTUDIOS PREVIOS	2
3. METODOLOGÍA HIDROLÓGICA E INFORMACIÓN UTILIZADA	2
4. CÁLCULO DE CAUDALES PUNTA	3
4.1 ANÁLISIS DE LA PRECIPITACIÓN.....	3
4.2 DETERMINACIÓN DE LA LLUVIA CON UN DETERMINADO PERÍODO DE RETORNO	3
4.3 DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN	6
5. DISCRETIZACIÓN DE LA CUENCA.....	10

1. OBJETO DEL ESTUDIO HIDROLÓGICO

El presente estudio tiene como objeto la justificación tanto de los modelos utilizados y parámetros de éstos como del período de retorno escogido, así como la obtención de la tormenta de cálculo que nos permitirá analizar la respuesta de la red de saneamiento de la zona de estudio.

2. ANTECEDENTES Y ESTUDIOS PREVIOS

La zona de estudio pertenece a un municipio del interior de la provincia de Valencia, por lo que está sometida a un régimen de precipitaciones típicamente mediterráneo, lo que conlleva episodios de precipitaciones extremas denominados “gota fría” entre las estaciones de verano y otoño.

Los problemas en la red se encuentran en la parte llana de la zona de estudio, ya que, debido a la topografía del municipio, la zona aguas arriba presenta una pendiente media del 2 %, acumulándose los caudales en la parte llana, y provocando así que los colectores entren en carga.

3. METODOLOGÍA HIDROLÓGICA E INFORMACIÓN UTILIZADA

El método de estimación de los caudales asociados a distintos períodos de retorno depende del tamaño y naturaleza de la cuenca de estudio. Para cuencas pequeñas, como la que es objeto del estudio, son apropiados los métodos hidrometeorológicos contenidos en la *Instrucción 5.2-IC Drenaje Superficial*, basados en la aplicación de una intensidad media de precipitación a la superficie de la cuenca, a través de una estimación de la escurrentía. Con esto se admite que la componente superficial de la precipitación es la que interviene en la generación de caudales máximos.

Para una correcta determinación de estos caudales es necesario disponer de información directa sobre niveles o caudales de avenida. En este caso, se dispone de una serie de precipitaciones de máximos anuales aportada por el Departamento de Hidráulica y Medio Ambiente de la Universidad Politécnica de Valencia. Si bien esta serie no se corresponde con el municipio de estudio, al tratarse de un trabajo académico, se ha considerado que válida, ya que se corresponde

con un municipio, Teresa de Cofrentes, que se encuentra a una distancia de unos 2 km en línea recta, a una altura similar y en la misma llanura perteneciente al Valle de Ayora. Asimismo, es una serie de 53 años por lo que se considera suficientemente robusta para el análisis.

Una vez obtenidos los resultados del método hidrometeorológico, ha de contrastarse con la información directa que se dispone sobre niveles o caudales de avenida.

4. CÁLCULO DE CAUDALES PUNTA

4.1 ANÁLISIS DE LA PRECIPITACIÓN

Los estudios pluviométricos requeridos en la estimación de la tormenta de diseño mediante métodos hidrometeorológicos tienen por finalidad la determinación de la lluvia correspondiente a un determinado periodo de retorno.

En primer lugar se estima la cantidad de lluvia en un punto para la duración determinada, a partir de los valores de la serie de precipitaciones; finalmente se determina la distribución temporal de la lluvia a lo largo de la duración considerada.

4.2 DETERMINACIÓN DE LA LLUVIA CON UN DETERMINADO PERÍODO DE RETORNO

Para la determinación de la lluvia se pueden utilizar diferentes funciones de distribución estadísticas que se ajustan mejor o peor a la serie de datos empíricos dependiendo de la robustez del modelo. Generalmente, las distribuciones que presentan más parámetros, a la hora de ajustarlas a la serie empírica, presentan mayor similitud, por lo que serán más apropiadas. En este estudio analizamos las distribuciones estadísticas Gumbel y SQRT-max.

La distribución Gumbel pertenece a la familia *Extreme Value*, se caracteriza por ser muy robusta, ya que solo tiene un parámetro, por lo que previsiblemente no ajustará correctamente en la cuenca de estudio al pertenecer al litoral mediterráneo, que está caracterizado por presentar un clima torrencial. La expresión de la función de distribución Gumbel es la siguiente:

$$F_x(x) = \exp\left[-\exp\left(-\frac{x-\xi}{\alpha}\right)\right]$$

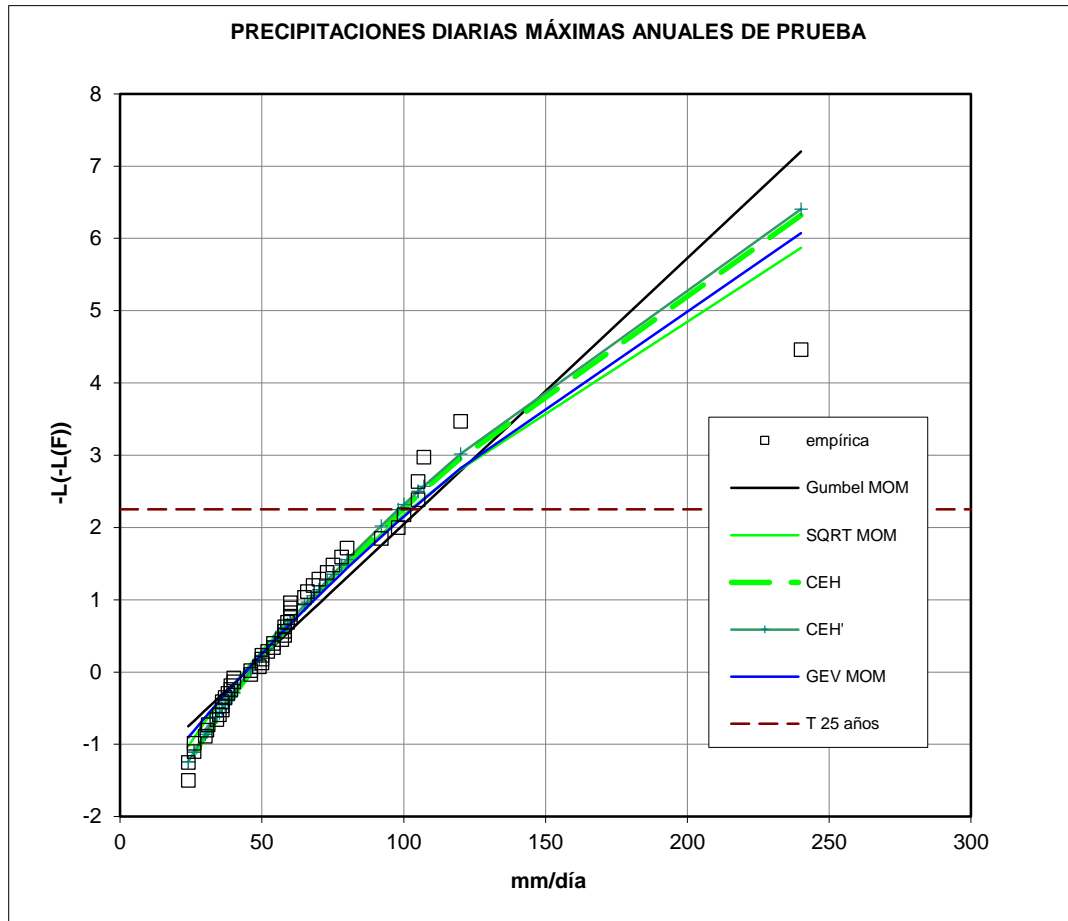
La función de distribución SQRT-max es la recomendada por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX y en la que se basa la monografía *Máximas lluvias diarias en la España Peninsular (1999)* del Ministerio de Fomento. Esta recomendación se produce por:

- El hecho de estar propuesta específicamente para la modelación estadística de máximas lluvias diarias.
- Estar formulada con sólo dos parámetros, lo que conlleva una completa definición de los cuantiles en función exclusivamente del coeficiente de variación que se traduce en una mayor facilidad de presentar los resultados.
- Proporcionar resultados más conservadores que la tradicional led de Gumbel.
- Demostrar una buena capacidad para reproducir las propiedades estadísticas observadas en los datos.

Los parámetros de esta distribución son α y κ , y su expresión es la siguiente:

$$F_x(x) = \exp\left[-\kappa\left(1 + \sqrt{\alpha x}\right)\exp(-\sqrt{\alpha x})\right]$$

El siguiente paso es representar las diferentes distribuciones para determinar cuál de ellas se asemeja más a la serie de datos empírica. La representación de la distribución SQRT-max se realiza desde tres enfoques: SQRT-MOM, que toma la precipitación media y el coeficiente de variación de la serie de datos local; CEH, que toma tanto precipitación media como coeficiente de variación del estudio regional del CEH; y CEH', que toma la precipitación media de la serie de datos local y el coeficiente de variación del estudio regional del CEH.



Observando la serie de datos empírica se observa claramente el efecto pata de perro, por lo que la función de distribución que mejor ajustaría sería la TCEV, sin embargo, no se realiza este ajuste ya que sólo se aprecia un dato que conforma este efecto siendo recomendado por varios autores mínimamente 2 o 3 datos para ser considerado.

Por otra parte, el ajuste GEV MOM, se desecha, aún siendo muy similar a la serie de datos empírica, es una función de tres parámetros, por lo que el ajuste realizado por la distribución SQRT-max se considera más parsimonioso.

Las distribuciones SQRT-MOM, CEH y CEH', son muy similares tanto en el comienzo de las estimaciones como en la parte central, por lo que sería justificable el uso de cualquiera de ellos. Sin embargo, se escoge la SQRT-MOM, ya que el cuantil X_t , que sirve para determinar la

precipitación máxima diaria, es el mayor de los tres ajustes realizados, por tanto se estaría del lado de la seguridad, quedando así justificada su elección.

El período de retorno T de un suceso, desde el punto de vista estadístico, se define como el tiempo que, como promedio separa a las diferentes apariciones de ese suceso. Es un término probabilístico que no contiene inferencia de periodicidad. Para este estudio se sigue lo establecido en la ordenanza municipal correspondiente a obras nuevas destinadas a la evacuación de aguas provenientes de la lluvia. Se considera T=10 años.

Para el período de retorno adoptado se corresponde un cuantil $P_{d_{ma_T}}$ de 102.32 mm.

4.3 DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN

La simulación con tormentas de diseño tiene el inconveniente de que existe distribución temporal y espacial de la precipitación, pero en este caso concreto, al tratarse de un estudio en una zona de poca extensión, por lo que se considerará uniforme espacialmente y distribuida temporalmente.

A partir del cuantil obtenido del análisis estadístico correspondiente a la precipitación máxima diaria, y siguiendo la metodología expuesta en la Instrucción 5.2 – IC Drenajes superficiales (MOPU, 1990), se propone la curva IDF basada en un trabajo de Témez, cuya expresión es la siguiente:

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

donde:

- t, en h, es la duración del intervalo al que se refiere la intensidad a obtener
- $I_T(t)$, en mm/h, es la intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno correspondiente
- $I_T(d)$, en mm/h, es la intensidad media diaria de precipitación correspondiente al período de retorno considerado. Es igual a $P_{d_{ma_T}}/24$

- α es el factor de torrencialidad, que establece la relación entre la intensidad horaria y la intensidad diaria $I_T(t)/ I_T(d)$; obteniéndose del mapa de isolíneas de la Instrucción 5.2-IC (MOPU, 1990), que se muestra a continuación.

Al municipio en el que se realiza el estudio le corresponde un factor de torrencialidad, α , de 11.



Mapa para la obtención del factor de torrencialidad, α

La distribución temporal de la precipitación se realiza mediante un hietograma de bloques alternos. Este tipo de hietograma asume, para cualquier intervalo de tiempo, la intensidad media más desfavorable. El procedimiento a seguir para su obtención es el siguiente:

- Definición de un número n de bloques de duración Δt tal que la duración de la tormenta sea igual el número de bloques por Δt . Seguidamente, usando la expresión mencionada anteriormente de la Instrucción 5.2-IC, se obtienen las intensidades de precipitación correspondientes a cada una de las duraciones, $I(k\Delta t)$.
- La intensidad que corresponde a cada uno de los n bloques se obtiene haciendo uso de la siguiente expresión:

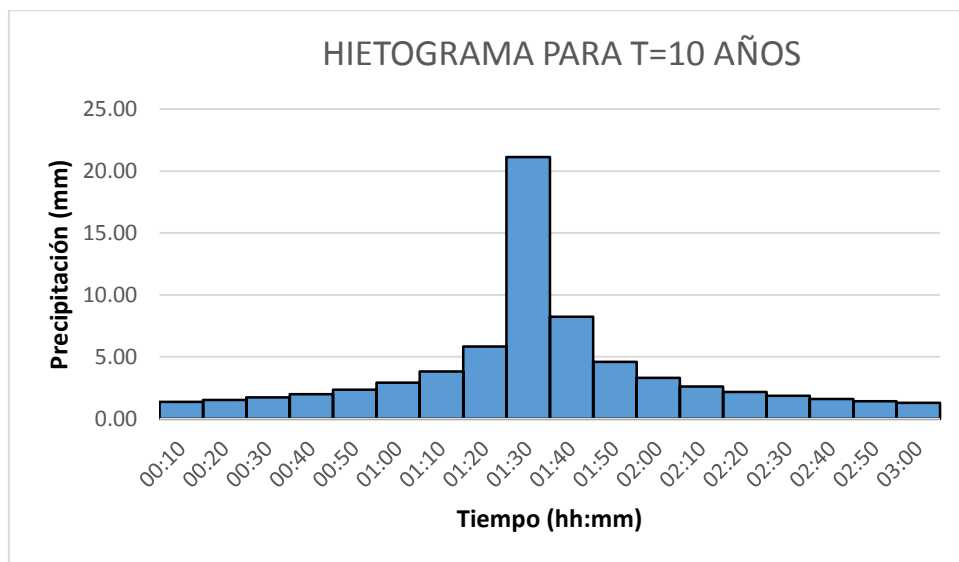
$$b_k = k I(k\Delta t) - \sum_{j=1}^{k-1} b_j$$

- Finalmente, se ordenan los bloques en una secuencia temporal de forma que el bloque de más intensidad sea el central y los demás se ordenen decrecientemente a derecha e izquierda de éste.

En el caso del hietograma realizado, en lugar de corresponder los bloques a la intensidad, se ha calculado la precipitación en mm que corresponde a cada bloque. De esta forma se obtiene directamente la precipitación acumulada evitando cálculos posteriores. La tormenta viene definida por una duración de 3 horas y por una duración de bloque de 10 minutos, por lo que aparecen 18 bloques.

Tiempo (hh:mm)	P (mm)
00:10	1.35
00:20	1.51
00:30	1.71
00:40	1.98
00:50	2.35
01:00	2.9
01:10	3.82
01:20	5.82
01:30	21.13
01:40	8.24
01:50	4.59
02:00	3.29
02:10	2.59
02:20	2.15
02:30	1.84
02:40	1.6
02:50	1.42
03:00	1.28
P_{total}	69.57

Precipitación acumulada en cada bloque



Hietograma para un período de retorno de 10 años

5. DISCRETIZACIÓN DE LA CUENCA

Para analizar la cantidad de precipitación que entra a la red de saneamiento será necesario asignar un área de aportación a cada pozo de registro presente en la zona de estudio. Para ello se realiza una división en subcuencas.

La obtención de las cuencas se ha realizado basándose en un criterio de proximidad, cada gota de lluvia entrará a la red por el pozo más cercano. Para ello se realiza la división por polígonos de Thiessen. Para realizar esta división de una forma rápida y precisa, es necesario el uso de algún sistema de información geográfica (SIG). Un SIG es un sistema de información capaz de integrar, almacenar, editar, analizar y mostrar información geográficamente referenciada. Son herramientas que permiten analizar información espacial, editar datos, mapas y presentar los resultados de estas operaciones. En este caso se recurre al ArcGIS, concretamente a la herramienta ArcMap.

Es necesario destacar que, en el caso de este estudio, no hay que computar el área de la zona de estudio que pertenezca a las calles, pues la precipitación que reciben no entra a la red de saneamiento, sino que corre libremente por la calle. Por ello, en el siguiente mapa se observa la ausencia de área de aportación en las calles:



Planta áreas de aportación a la red de saneamiento.

En esta imagen se aprecian los pozos de registro existentes y las áreas de aportación que se han introducido previamente en el ArcMap importando un archivo en formato .dwg, proveniente del plano del municipio facilitado por la Oficina Técnica del Ayuntamiento de Ayora.

Sobre la siguiente imagen se ha realizado la división por medio de la herramienta correspondiente a los polígonos de Thiessen, quedando así las subcuencas vinculadas a los pozos de registro a los que vierten.



Planta con distribución de subcuencas y pozos de registro.

Para la implementación de estas subcuencas al modelo de simulación de SWMM, hay que determinar numerosos parámetros:

- Pozo de registro en el que desaguan
- Superficie en hectáreas que les corresponden
- Anchura característica del flujo de la escorrentía superficial (calculado como el área de la subcuenca dividida por la distancia entre el vértice más alejado al pozo de registro, y el propio pozo)
- Pendiente de la cuenca en porcentaje
- Porcentaje de superficie impermeable para determinar la velocidad media del agua
- Valor del número de Manning para cada superficie

**Propuesta de mejora de la red de saneamiento en la zona
de “El Bácil” en Ayora (Valencia)**

Anejo III.- Cálculo mecánico

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. COMPROBACIONES.....	4
2.1 COMPROBACIÓN DN 200 EN LT1	4
2.2 COMPROBACIÓN DN 315 EN LT14.....	7
2.3 COMPROBACIÓN DN 400 EN A4.....	10
2.4 COMPROBACIÓN DN 500 EN M3	13
2.5 COMPROBACIÓN DN 630 EN A10.....	16
2.6 COMPROBACIÓN DN 710 EN LT10 Y LT11	19
2.7 COMPROBACIÓN DN 800 EN PP1	22
2.8 COMPROBACIÓN DN 900 EN LT20.....	25
2.9 COMPROBACIÓN DN 1000 EN PP4	28
2.10 COMPROBACIÓN ALIVIADEROS DN 710 EN LT14.....	31

1. INTRODUCCIÓN

Para realizar la comprobación mecánica de las conducciones de PVC empleadas se a seguir el método indicado en la norma UNE-53331:1997 IN, “*Plásticos. Tuberías de poli (cloruro de vinilo) (PVC) no plastificado y polietileno (PE) de alta y media densidad. Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas*”.

Para facilitar el desarrollo de los cálculos es necesario utilizar el programa AseTUB, que está basado en la norma anterior. Las dimensiones de los tubos disponibles son los que aparecen en la norma UNE-EN 1.401-1, “*Sistemas de canalizaciones en plástico para saneamiento enterrado sin presión. Policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U)*”.

Las comprobaciones se realizan en la sección más desfavorable correspondiente a cada diámetro, que coincide con la sección que tiene menor recubrimiento por encima de la clave del tubo.

A continuación se muestra una tabla con los diferentes diámetros nominales escogidos, la sección a la que pertenecen y las dimensiones de la zanja en la sección (altura sobre la clave, H1; y ancho de la zanja, B1):

DN (mm)	Sección	H1 (m)	B1 (m)
200	LT1	1.600	0.600
315	LT14	1.300	0.815
400	A4	1.750	1.100
500	M3	1.400	1.200
630	A10	1.650	1.330
710	LT10, LT 11	1.850	1.560
800	PP1	1.050	1.650
900	LT20	1.750	1.750
1000	PP4	0.900	1.850

Los anchos de zanja que aparecen en la anterior tabla, se han calculado de acuerdo a la norma UNE-EN 1.610, “*Instalación y pruebas de acometidas y redes de saneamiento*”, en el que se establecen los anchos de zanja mínimos:

Zanja entibada	
DN (mm)	Ancho de zanja (m)
DN ≤ 225	DN + 0.400
225 < DN ≤ 350	DN + 0.500
350 < DN ≤ 700	DN + 0.700
700 < DN ≤ 1200	DN + 0.800
DN > 1200	DN + 1.000

Adicionalmente, se hace el cálculo mecánico correspondiente al tubo que une pozos de registro de la red de saneamiento existente con los pozos de los colectores de aliviado que se proyectan en la alternativa de los aliviaderos. Por estos tubos circula el caudal aliviado de la red de saneamiento. En todos los casos será un tubo de diámetro nominal 710 mm, por lo que se ha procedido a realizar el cálculo en la sección más desfavorable de todas las existentes. Esta sección es la correspondiente al pozo de aliviado LT14.

2. COMPROBACIONES

2.1 COMPROBACIÓN DN 200 EN LT1

DATOS DE PARTIDA

DATOS DEL CONDUCTO

	Material	PVC-U
Diámetro Nominal	DN	200 mm
Espesor	e	3.9 mm
Diámetro interior	Di	192.2 mm
Peso específico	γ	14 kN/m ³
Radio medio	Rm	98.05 mm
Módulo Elasticidad conducto	Et (lp)	1750 N/mm ²
	Et (cp)	3600 N/mm ²
Esfuerzo tangencial de diseño	σ (lp)	50 N/mm ²
	σ (cp)	90 N/mm ²
Rigidez del conducto	SN	2 kN/m ²

DATOS DE LA INSTALACIÓN

	Tipo	Zanja
Altura sobre la clave	H1	1.600 m
Anchura de la zanja	B1	0.600 m
Ángulo de inclinación de la zanja	β	90 °

DATOS DEL APOYO

	Tipo	Tipo A
Apoyo sobre material granular compactado		
Ángulo de apoyo	2 α	90 °

DATOS DEL RELLENO

	Tipo	Poco cohesivo
Peso específico	γ	20 kN/m ³
Módulos de compresión	E1	8 N/mm ²
	E2	8 N/mm ²

DATOS DEL TERRENO

	Tipo	Poco cohesivo
Módulos de compresión	E3	8 N/mm ²
	E4	20 N/mm ²

DATOS DEL TRÁFICO

	Tipo	HT 60
Espesor 1ª capa de pavimentación	h1	0.1 m
Módulo de compresión	Ef1	10000 N/mm ²
Espesor 2ª capa de pavimentación	h2	0.15 m
Módulo de compresión	Ef2	25000 N/mm ²

CÁLCULO DE DEFORMACIÓN

PRESIÓN VERTIVAL DE LAS TIERRAS

Debida a las tierras	qv	11.9049 kN/m ²
Debida a sobrecargas concentradas	Pvc	11.6833 kN/m ²
Presión vertical total sobre el conducto	qvt	23.5881 kN/m ²

PRESIÓN LATERAL DE LAS TIERRAS

Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	qht	8.9561 kN/m ²
---	-----	--------------------------

DEFORMACIÓN RELATIVA

	dv	1.22586 ≤ 5 %	ADMISIBLE
--	----	---------------	------------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD

MOMENTO FLECTOR TOTAL

En Clave	Mc	0.03538 kN·m/m
En Riñones	Mr	-0.0345 kN·m/m
En Base	Mb	0.04562 kN·m/m

FUERZA AXIL TOTAL

En Clave	Nc	-0.86350 kN/m
En Riñones	Nr	-2.3006 kN/m
En Base	Nb	-1.0482 kN/m

ESFUERZOS TANGENCIALES MÁXIMOS

En Clave	σ_c	13.92177 N/mm ²
En Riñones	σ_r	-14.034 N/mm ²
En Base	σ_b	17.96512 N/mm ²

COEFICIENTE DE SEGURIDAD A ROTURA

En Clave	3.59150 > 2	ADMISIBLE
En Riñones	3.56279 > 2	ADMISIBLE
En Base	2.78317 > 2	ADMISIBLE

COEF. DE SEGURIDAD AL APLASTAMIENTO

Debido al terreno	17.79553 > 2	ADMISIBLE
--------------------------	--------------	------------------

2.2 COMPROBACIÓN DN 315 EN LT14

DATOS DE PARTIDA

DATOS DEL CONDUCTO

	Material	PVC-U
Diámetro Nominal	DN	315 mm
Espesor	e	6.2 mm
Diámetro interior	Di	302.6 mm
Peso específico	γ	14 kN/m ³
Radio medio	Rm	154.4 mm
Módulo Elasticidad conducto	Et (lp)	1750 N/mm ²
	Et (cp)	3600 N/mm ²
Esfuerzo tangencial de diseño	σ (lp)	50 N/mm ²
	σ (cp)	90 N/mm ²
Rigidez del conducto	SN	2 kN/m ²

DATOS DE LA INSTALACIÓN

	Tipo	Zanja
Altura sobre la clave	H1	1.300 m
Anchura de la zanja	B1	0.815 m
Ángulo de inclinación de la zanja	β	90 °

DATOS DEL APOYO

	Tipo	Tipo A
Apoyo sobre material granular compactado		
Ángulo de apoyo	2 α	90 °

DATOS DEL RELLENO

	Tipo	Poco cohesivo
Peso específico	γ	20 kN/m ³
Módulos de compresión	E1	8 N/mm ²
	E2	8 N/mm ²

DATOS DEL TERRENO

	Tipo	Poco cohesivo
Módulos de compresión	E3	8 N/mm ²
	E4	20 N/mm ²

DATOS DEL TRÁFICO

	Tipo	HT 60
Espesor 1ª capa de pavimentación	h1	0.1 m
Módulo de compresión	Ef1	10000 N/mm ²
Espesor 2ª capa de pavimentación	h2	0.15 m
Módulo de compresión	Ef2	25000 N/mm ²

CÁLCULO DE DEFORMACIÓN

PRESIÓN VERTICAL DE LAS TIERRAS

Debida a las tierras	qv	13.557 kN/m ²
Debida a sobrecargas concentradas	Pvc	12.8335 kN/m ²
Presión vertical total sobre el conducto	qvt	26.3905 kN/m ²

PRESIÓN LATERAL DE LAS TIERRAS

Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	qht	11.0182 kN/m ²
---	-----	---------------------------

DEFORMACIÓN RELATIVA

dv	1.38050 ≤ 5 %	ADMISIBLE
----	---------------	------------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD

MOMENTO FLECTOR TOTAL

En Clave	Mc	0.09919 kN·m/m
En Riñones	Mr	-0.09659 kN·m/m
En Base	Mb	0.1289 kN·m/m

FUERZA AXIL TOTAL

En Clave	Nc	-1.48945 kN/m
En Riñones	Nr	-4.04449 kN/m
En Base	Nb	-1.77152 kN/m

ESFUERZOS TANGENCIALES MÁXIMOS

En Clave	σ_c	15.44888 N/mm ²
En Riñones	σ_r	-15.5274 N/mm ²
En Base	σ_b	20.10319 N/mm ²

COEFICIENTE DE SEGURIDAD A ROTURA

En Clave	3.23648 > 2	ADMISIBLE
En Riñones	3.22012 > 2	ADMISIBLE
En Base	2.48717 > 2	ADMISIBLE

COEF. DE SEGURIDAD AL APLASTAMIENTO

Debido al terreno	16.13422 > 2	ADMISIBLE
--------------------------	--------------	------------------

2.3 COMPROBACIÓN DN 400 EN A4

DATOS DE PARTIDA

DATOS DEL CONDUCTO

	Material	PVC-U
Diámetro Nominal	DN	400 mm
Espesor	e	7.9 mm
Diámetro interior	Di	384.2 mm
Peso específico	γ	14 kN/m ³
Radio medio	Rm	196.05 mm
Módulo Elasticidad conducto	Et (lp)	1750 N/mm ²
	Et (cp)	3600 N/mm ²
Esfuerzo tangencial de diseño	σ (lp)	50 N/mm ²
	σ (cp)	90 N/mm ²
Rigidez del conducto	SN	2 kN/m ²

DATOS DE LA INSTALACIÓN

	Tipo	Zanja
Altura sobre la clave	H1	1.750 m
Anchura de la zanja	B1	1.100 m
Ángulo de inclinación de la zanja	β	90 °

DATOS DEL APOYO

	Tipo	Tipo A
Apoyo sobre material granular compactado		
Ángulo de apoyo	2 α	90 °

DATOS DEL RELLENO

	Tipo	Poco cohesivo
Peso específico	γ	20 kN/m ³
Módulos de compresión	E1	8 N/mm ²
	E2	8 N/mm ²

DATOS DEL TERRENO

	Tipo	Poco cohesivo
Módulos de compresión	E3	8 N/mm ²
	E4	20 N/mm ²

DATOS DEL TRÁFICO

	Tipo	HT 60
Espesor 1ª capa de pavimentación	h1	0.1 m
Módulo de compresión	Ef1	10000 N/mm ²
Espesor 2ª capa de pavimentación	h2	0.15 m
Módulo de compresión	Ef2	25000 N/mm ²

CÁLCULO DE DEFORMACIÓN

PRESIÓN VERTICAL DE LAS TIERRAS

Debida a las tierras	qv	17.7782 kN/m ²
Debida a sobrecargas concentradas	Pvc	11.1534 kN/m ²
Presión vertical total sobre el conducto	qvt	28.9316 kN/m ²

PRESIÓN LATERAL DE LAS TIERRAS

Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	qht	14.1474 kN/m ²
---	-----	---------------------------

DEFORMACIÓN RELATIVA

dv	1.40805 ≤ 5 %	ADMISIBLE
----	---------------	------------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD

MOMENTO FLECTOR TOTAL

En Clave	Mc	0.14944 kN·m/m
En Riñones	Mr	-0.14308 kN·m/m
En Base	Mb	0.20323 kN·m/m

FUERZA AXIL TOTAL

En Clave	Nc	-2.55487 kN/m
En Riñones	Nr	-5.62347 kN/m
En Base	Nb	-2.91457 kN/m

ESFUERZOS TANGENCIALES MÁXIMOS

En Clave	σ_c	14.23622 N/mm ²
En Riñones	σ_r	-14.2828 N/mm ²
En Base	σ_b	19.43166 N/mm ²

COEFICIENTE DE SEGURIDAD A ROTURA

En Clave	3.51217 > 2	ADMISIBLE
En Riñones	3.50071 > 2	ADMISIBLE
En Base	2.57312 > 2	ADMISIBLE

COEF. DE SEGURIDAD AL APLASTAMIENTO

Debido al terreno	17.79438 > 2	ADMISIBLE
--------------------------	--------------	------------------

2.4 COMPROBACIÓN DN 500 EN M3

DATOS DE PARTIDA

DATOS DEL CONDUCTO

	Material	PVC-U
Diámetro Nominal	DN	500 mm
Espesor	e	9.8 mm
Diámetro interior	Di	480.4 mm
Peso específico	γ	14 kN/m ³
Radio medio	Rm	245.1 mm
Módulo Elasticidad conducto	Et (lp)	1750 N/mm ²
	Et (cp)	3600 N/mm ²
Esfuerzo tangencial de diseño	σ (lp)	50 N/mm ²
	σ (cp)	90 N/mm ²
Rigidez del conducto	SN	2 kN/m ²

DATOS DE LA INSTALACIÓN

	Tipo	Zanja
Altura sobre la clave	H1	1.400 m
Anchura de la zanja	B1	1.200 m
Ángulo de inclinación de la zanja	β	90 °

DATOS DEL APOYO

	Tipo	Tipo A
Apoyo sobre material granular compactado		
Ángulo de apoyo	2 α	90 °

DATOS DEL RELLENO

	Tipo	Poco cohesivo
Peso específico	γ	20 kN/m ³
Módulos de compresión	E1	8 N/mm ²
	E2	8 N/mm ²

DATOS DEL TERRENO

	Tipo	Poco cohesivo
Módulos de compresión	E3	8 N/mm ²
	E4	20 N/mm ²

DATOS DEL TRÁFICO

	Tipo	HT 60
Espesor 1ª capa de pavimentación	h1	0.1 m
Módulo de compresión	Ef1	10000 N/mm ²
Espesor 2ª capa de pavimentación	h2	0.15 m
Módulo de compresión	Ef2	25000 N/mm ²

CÁLCULO DE DEFORMACIÓN

PRESIÓN VERTICAL DE LAS TIERRAS

Debida a las tierras	qv	16.9049 kN/m ²
Debida a sobrecargas concentradas	Pvc	12.4284 kN/m ²
Presión vertical total sobre el conducto	qvt	29.3333 kN/m ²

PRESIÓN LATERAL DE LAS TIERRAS

Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	qht	14.1821 kN/m ²
---	-----	---------------------------

DEFORMACIÓN RELATIVA

dv	1.51452 ≤ 5 %	ADMISIBLE
----	---------------	------------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD

MOMENTO FLECTOR TOTAL

En Clave	Mc	0.26004 kN·m/m
En Riñones	Mr	-0.25125 kN·m/m
En Base	Mb	0.34871 kN·m/m

FUERZA AXIL TOTAL

En Clave	Nc	-2.89301 kN/m
En Riñones	Nr	-7.11327 kN/m
En Base	Nb	-3.27741 kN/m

ESFUERZOS TANGENCIALES MÁXIMOS

En Clave	σ_c	16.16720 N/mm ²
En Riñones	σ_r	-16.2164 N/mm ²
En Base	σ_b	21.74129 N/mm ²

COEFICIENTE DE SEGURIDAD A ROTURA

En Clave	3.09268 > 2	ADMISIBLE
En Riñones	3.08387 > 2	ADMISIBLE
En Base	2.29977 > 2	ADMISIBLE

COEF. DE SEGURIDAD AL APLASTAMIENTO

Debido al terreno	14.42254 > 2	ADMISIBLE
--------------------------	--------------	------------------

2.5 COMPROBACIÓN DN 630 EN A10

DATOS DE PARTIDA

DATOS DEL CONDUCTO

	Material	PVC-U
Diámetro Nominal	DN	630 mm
Espesor	e	12.3 mm
Diámetro interior	Di	605.4 mm
Peso específico	γ	14 kN/m ³
Radio medio	Rm	308.85 mm
Módulo Elasticidad conducto	Et (lp)	1750 N/mm ²
	Et (cp)	3600 N/mm ²
Esfuerzo tangencial de diseño	σ (lp)	50 N/mm ²
	σ (cp)	90 N/mm ²
Rigidez del conducto	SN	2 kN/m ²

DATOS DE LA INSTALACIÓN

	Tipo	Zanja
Altura sobre la clave	H1	1.650 m
Anchura de la zanja	B1	1.330 m
Ángulo de inclinación de la zanja	β	90 °

DATOS DEL APOYO

	Tipo	Tipo A
Apoyo sobre material granular compactado		
Ángulo de apoyo	2 α	90 °

DATOS DEL RELLENO

	Tipo	Poco cohesivo
Peso específico	γ	20 kN/m ³
Módulos de compresión	E1	8 N/mm ²
	E2	8 N/mm ²

DATOS DEL TERRENO

	Tipo	Poco cohesivo
Módulos de compresión	E3	8 N/mm ²
	E4	20 N/mm ²

DATOS DEL TRÁFICO

	Tipo	HT 60
Espesor 1ª capa de pavimentación	h1	0.1 m
Módulo de compresión	Ef1	10000 N/mm ²
Espesor 2ª capa de pavimentación	h2	0.15 m
Módulo de compresión	Ef2	25000 N/mm ²

CÁLCULO DE DEFORMACIÓN

PRESIÓN VERTIVAL DE LAS TIERRAS

Debida a las tierras	qv	20.39959 kN/m ²
Debida a sobrecargas concentradas	Pvc	11.49397 kN/m ²
Presión vertical total sobre el conducto	qvt	31.89356 kN/m ²

PRESIÓN LATERAL DE LAS TIERRAS

Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	qht	17.61364 kN/m ²
---	-----	----------------------------

DEFORMACIÓN RELATIVA

dv	1.62648 ≤ 5 %	ADMISIBLE
----	---------------	------------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD

MOMENTO FLECTOR TOTAL

En Clave	Mc	0.40929 kN·m/m
En Riñones	Mr	-0.38995 kN·m/m
En Base	Mb	0.56735 kN·m/m

FUERZA AXIL TOTAL

En Clave	Nc	-4.40981 kN/m
En Riñones	Nr	-9.72879 kN/m
En Base	Nb	-4.85408 kN/m

ESFUERZOS TANGENCIALES MÁXIMOS

En Clave	σ_c	16.08905 N/mm ²
En Riñones	σ_r	-16.0505 N/mm ²
En Base	σ_b	22.40444 N/mm ²

COEFICIENTE DE SEGURIDAD A ROTURA

En Clave	3.10770 > 2	ADMISIBLE
En Riñones	3.11517 > 2	ADMISIBLE
En Base	2.23170 > 2	ADMISIBLE

COEF. DE SEGURIDAD AL APLASTAMIENTO

Debido al terreno	13.18598 > 2	ADMISIBLE
--------------------------	--------------	------------------

2.6 COMPROBACIÓN DN 710 EN LT10 Y LT11

DATOS DE PARTIDA

DATOS DEL CONDUCTO

	Material	PVC-U
Diámetro Nominal	DN	710 mm
Espesor	e	13.9 mm
Diámetro interior	Di	682.2 mm
Peso específico	γ	14 kN/m ³
Radio medio	Rm	348.05 mm
Módulo Elasticidad conducto	Et (lp)	1750 N/mm ²
	Et (cp)	3600 N/mm ²
Esfuerzo tangencial de diseño	σ (lp)	50 N/mm ²
	σ (cp)	90 N/mm ²
Rigidez del conducto	SN	2 kN/m ²

DATOS DE LA INSTALACIÓN

	Tipo	Zanja
Altura sobre la clave	H1	1.850 m
Anchura de la zanja	B1	1.560 m
Ángulo de inclinación de la zanja	β	90 °

DATOS DEL APOYO

	Tipo	Tipo A
Apoyo sobre material granular compactado		
Ángulo de apoyo	2 α	90 °

DATOS DEL RELLENO

	Tipo	Poco cohesivo
Peso específico	γ	20 kN/m ³
Módulos de compresión	E1	8 N/mm ²
	E2	8 N/mm ²

DATOS DEL TERRENO

	Tipo	Poco cohesivo
Módulos de compresión	E3	8 N/mm ²
	E4	20 N/mm ²

DATOS DEL TRÁFICO

	Tipo	HT 60
Espesor 1ª capa de pavimentación	h1	0.1 m
Módulo de compresión	Ef1	10000 N/mm ²
Espesor 2ª capa de pavimentación	h2	0.15 m
Módulo de compresión	Ef2	25000 N/mm ²

CÁLCULO DE DEFORMACIÓN

PRESIÓN VERTIVAL DE LAS TIERRAS

Debida a las tierras	qv	22.9288 kN/m ²
Debida a sobrecargas concentradas	Pvc	10.8121 kN/m ²
Presión vertical total sobre el conducto	qvt	33.7408 kN/m ²

PRESIÓN LATERAL DE LAS TIERRAS

Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	qht	19.6521 kN/m ²
---	-----	---------------------------

DEFORMACIÓN RELATIVA

dv	1.67013 ≤ 5 %	ADMISIBLE
----	---------------	------------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD

MOMENTO FLECTOR TOTAL

En Clave	Mc	0.51475 kN·m/m
En Riñones	Mr	-0.48637 kN·m/m
En Base	Mb	0.7303 kN·m/m

FUERZA AXIL TOTAL

En Clave	Nc	-5.62776 kN/m
En Riñones	Nr	-11.5895 kN/m
En Base	Nb	-6.11089 kN/m

ESFUERZOS TANGENCIALES MÁXIMOS

En Clave	σ_c	15.79298 N/mm ²
En Riñones	σ_r	-15.7367 N/mm ²
En Base	σ_b	22.54109 N/mm ²

COEFICIENTE DE SEGURIDAD A ROTURA

En Clave	3.16596 > 2	ADMISIBLE
En Riñones	3.17728 > 2	ADMISIBLE
En Base	2.21817 > 2	ADMISIBLE

COEF. DE SEGURIDAD AL APLASTAMIENTO

Debido al terreno	12.51651 > 2	ADMISIBLE
--------------------------	--------------	------------------

2.7 COMPROBACIÓN DN 800 EN PP1

DATOS DE PARTIDA

DATOS DEL CONDUCTO

	Material	PVC-U
Diámetro Nominal	DN	800 mm
Espesor	e	19.6 mm
Diámetro interior	Di	760.8 mm
Peso específico	γ	14 kN/m ³
Radio medio	Rm	390.2 mm
Módulo Elasticidad conducto	Et (lp)	1750 N/mm ²
	Et (cp)	3600 N/mm ²
Esfuerzo tangencial de diseño	σ (lp)	50 N/mm ²
	σ (cp)	90 N/mm ²
Rigidez del conducto	SN	4 kN/m ²

DATOS DE LA INSTALACIÓN

	Tipo	Zanja
Altura sobre la clave	H1	1.050 m
Anchura de la zanja	B1	1.650 m
Ángulo de inclinación de la zanja	β	90 °

DATOS DEL APOYO

	Tipo	Tipo A
Apoyo sobre material granular compactado		
Ángulo de apoyo	2 α	90 °

DATOS DEL RELLENO

	Tipo	Poco cohesivo
Peso específico	γ	20 kN/m ³
Módulos de compresión	E1	8 N/mm ²
	E2	8 N/mm ²

DATOS DEL TERRENO

	Tipo	Poco cohesivo
Módulos de compresión	E3	8 N/mm ²
	E4	20 N/mm ²

DATOS DEL TRÁFICO

	Tipo	HT 60
Espesor 1ª capa de pavimentación	h1	0.1 m
Módulo de compresión	Ef1	10000 N/mm ²
Espesor 2ª capa de pavimentación	h2	0.15 m
Módulo de compresión	Ef2	25000 N/mm ²

CÁLCULO DE DEFORMACIÓN

PRESIÓN VERTIVAL DE LAS TIERRAS

Debida a las tierras	qv	16.0834 kN/m ²
Debida a sobrecargas concentradas	Pvc	19.8817 kN/m ²
Presión vertical total sobre el conducto	qvt	29.9651 kN/m ²

PRESIÓN LATERAL DE LAS TIERRAS

Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	qht	14.2612 kN/m ²
---	-----	---------------------------

DEFORMACIÓN RELATIVA

dv	1.14983 ≤ 5 %	ADMISIBLE
----	---------------	------------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD

MOMENTO FLECTOR TOTAL

En Clave	Mc	0.78263 kN·m/m
En Riñones	Mr	-0.76918 kN·m/m
En Base	Mb	1.04039 kN·m/m

FUERZA AXIL TOTAL

En Clave	Nc	-3.76145 kN/m
En Riñones	Nr	-11.5333 kN/m
En Base	Nb	-4.05813 kN/m

ESFUERZOS TANGENCIALES MÁXIMOS

En Clave	σ_c	12.23631 N/mm ²
En Riñones	σ_r	-12.4007 N/mm ²
En Base	σ_b	16.31436 N/mm ²

COEFICIENTE DE SEGURIDAD A ROTURA

En Clave	4.08620 > 2	ADMISIBLE
En Riñones	4.03202 > 2	ADMISIBLE
En Base	3.06479 > 2	ADMISIBLE

COEF. DE SEGURIDAD AL APLASTAMIENTO

Debido al terreno	19.87999 > 2	ADMISIBLE
--------------------------	--------------	------------------

2.8 COMPROBACIÓN DN 900 EN LT20

DATOS DE PARTIDA

DATOS DEL CONDUCTO

Material	PVC-U	
Diámetro Nominal	DN	900 mm
Espesor	e	22 mm
Diámetro interior	Di	856 mm
Peso específico	γ	14 kN/m ³
Radio medio	Rm	439 mm
Módulo Elasticidad conducto	Et (lp)	1750 N/mm ²
	Et (cp)	3600 N/mm ²
Esfuerzo tangencial de diseño	σ (lp)	50 N/mm ²
	σ (cp)	90 N/mm ²
Rigidez del conducto	SN	4 kN/m ²

DATOS DE LA INSTALACIÓN

Tipo	Zanja	
Altura sobre la clave	H1	1.750 m
Anchura de la zanja	B1	1.750 m
Ángulo de inclinación de la zanja	β	90 °

DATOS DEL APOYO

Apoyo sobre material granular compactado	Tipo A	
Ángulo de apoyo	2 α	90 °

DATOS DEL RELLENO

Tipo	Poco cohesivo	
Peso específico	γ	20 kN/m ³
Módulos de compresión	E1	8 N/mm ²
	E2	8 N/mm ²

DATOS DEL TERRENO

	Tipo	Poco cohesivo
Módulos de compresión	E3	8 N/mm ²
	E4	20 N/mm ²

DATOS DEL TRÁFICO

	Tipo	HT 60
Espesor 1ª capa de pavimentación	h1	0.1 m
Módulo de compresión	Ef1	10000 N/mm ²
Espesor 2ª capa de pavimentación	h2	0.15 m
Módulo de compresión	Ef2	25000 N/mm ²

CÁLCULO DE DEFORMACIÓN

PRESIÓN VERTIVAL DE LAS TIERRAS

Debida a las tierras	qv	24.33308 kN/m ²
Debida a sobrecargas concentradas	Pvc	11.13744 kN/m ²
Presión vertical total sobre el conducto	qvt	35.47052 kN/m ²

PRESIÓN LATERAL DE LAS TIERRAS

Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	qht	21.47434 kN/m ²
---	-----	----------------------------

DEFORMACIÓN RELATIVA

dv	1.27245 ≤ 5 %	ADMISIBLE
----	---------------	------------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD

MOMENTO FLECTOR TOTAL

En Clave	Mc	0.90764 kN·m/m
En Riñones	Mr	-0.86191 kN·m/m
En Base	Mb	1.28822 kN·m/m

FUERZA AXIL TOTAL

En Clave	Nc	-7.10029 kN/m
En Riñones	Nr	-15.3696 kN/m
En Base	Nb	-7.5574 kN/m

ESFUERZOS TANGENCIALES MÁXIMOS

En Clave	σ_c	11.11692 N/mm ²
En Riñones	σ_r	-11.205 N/mm ²
En Base	σ_b	15.89294 N/mm ²

COEFICIENTE DE SEGURIDAD A ROTURA

En Clave	4.49765 > 2	ADMISIBLE
En Riñones	4.46229 > 2	ADMISIBLE
En Base	3.14605 > 2	ADMISIBLE

COEF. DE SEGURIDAD AL APLASTAMIENTO

Debido al terreno	16.73589 > 2	ADMISIBLE
--------------------------	--------------	------------------

2.9 COMPROBACIÓN DN 1000 EN PP4

DATOS DE PARTIDA

DATOS DEL CONDUCTO

Material	PVC-U	
Diámetro Nominal	DN	1000 mm
Espesor	e	24.5 mm
Diámetro interior	Di	951 mm
Peso específico	γ	14 kN/m ³
Radio medio	Rm	487.75 mm
Módulo Elasticidad conducto	Et (lp)	1750 N/mm ²
	Et (cp)	3600 N/mm ²
Esfuerzo tangencial de diseño	σ (lp)	50 N/mm ²
	σ (cp)	90 N/mm ²
Rigidez del conducto	SN	4 kN/m ²

DATOS DE LA INSTALACIÓN

Tipo	Zanja	
Altura sobre la clave	H1	0.900 m
Anchura de la zanja	B1	1.850 m
Ángulo de inclinación de la zanja	β	90 °

DATOS DEL APOYO

Apoyo sobre material granular compactado	Tipo A	
Ángulo de apoyo	2 α	90 °

DATOS DEL RELLENO

Tipo	Poco cohesivo	
Peso específico	γ	20 kN/m ³
Módulos de compresión	E1	8 N/mm ²
	E2	8 N/mm ²

DATOS DEL TERRENO

	Tipo	Poco cohesivo
Módulos de compresión	E3	8 N/mm ²
	E4	20 N/mm ²

DATOS DEL TRÁFICO

	Tipo	HT 60
Espesor 1ª capa de pavimentación	h1	0.1 m
Módulo de compresión	Ef1	10000 N/mm ²
Espesor 2ª capa de pavimentación	h2	0.15 m
Módulo de compresión	Ef2	25000 N/mm ²

CÁLCULO DE DEFORMACIÓN

PRESIÓN VERTIVAL DE LAS TIERRAS

Debida a las tierras	qv	14.7702 kN/m ²
Debida a sobrecargas concentradas	Pvc	14.5574 kN/m ²
Presión vertical total sobre el conducto	qvt	29.3276 kN/m ²

PRESIÓN LATERAL DE LAS TIERRAS

Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	qht	13.3641 kN/m ²
---	-----	---------------------------

DEFORMACIÓN RELATIVA

dv	1.15088 ≤ 5 %	ADMISIBLE
----	---------------	------------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD

MOMENTO FLECTOR TOTAL

En Clave	Mc	1.31747 kN·m/m
En Riñones	Mr	-1.30746 kN·m/m
En Base	Mb	1.74082 kN·m/m

FUERZA AXIL TOTAL

En Clave	Nc	-3.81560 kN/m
En Riñones	Nr	-14.0559 kN/m
En Base	Nb	-3.85889 kN/m

ESFUERZOS TANGENCIALES MÁXIMOS

En Clave	σ_c	13.20624 N/mm ²
En Riñones	σ_r	-13.4241 N/mm ²
En Base	σ_b	17.53480 N/mm ²

COEFICIENTE DE SEGURIDAD A ROTURA

En Clave	3.78609 > 2	ADMISIBLE
En Riñones	3.72465 > 2	ADMISIBLE
En Base	2.85147 > 2	ADMISIBLE

COEF. DE SEGURIDAD AL APLASTAMIENTO

Debido al terreno	20.31212 > 2	ADMISIBLE
--------------------------	--------------	------------------

2.10 COMPROBACIÓN ALIVIADEROS DN 710 EN LT14

DATOS DE PARTIDA

DATOS DEL CONDUCTO

	Material	PVC-U
Diámetro Nominal	DN	710 mm
Espesor	e	13.9 mm
Diámetro interior	Di	682.2 mm
Peso específico	γ	14 kN/m ³
Radio medio	Rm	348.05 mm
Módulo Elasticidad conducto	Et (lp)	1750 N/mm ²
	Et (cp)	3600 N/mm ²
Esfuerzo tangencial de diseño	σ (lp)	50 N/mm ²
	σ (cp)	90 N/mm ²
Rigidez del conducto	SN	4 kN/m ²

DATOS DE LA INSTALACIÓN

	Tipo	Zanja
Altura sobre la clave	H1	0.100 m
Anchura de la zanja	B1	1.560 m
Ángulo de inclinación de la zanja	β	90 °

DATOS DEL APOYO

	Tipo	Tipo A
Apoyo sobre material granular compactado		
Ángulo de apoyo	2 α	90 °

DATOS DEL RELLENO

	Tipo	Poco cohesivo
Peso específico	γ	20 kN/m ³
Módulos de compresión	E1	8 N/mm ²
	E2	8 N/mm ²

DATOS DEL TERRENO

	Tipo	Poco cohesivo
Módulos de compresión	E3	8 N/mm ²
	E4	8 N/mm ²

DATOS DEL TRÁFICO

	Tipo	HT 60
Espesor 1ª capa de pavimentación	h1	0.1 m
Módulo de compresión	Ef1	10000 N/mm ²
Espesor 2ª capa de pavimentación	h2	0.15 m
Módulo de compresión	Ef2	25000 N/mm ²

CÁLCULO DE DEFORMACIÓN

PRESIÓN VERTIVAL DE LAS TIERRAS

Debida a las tierras	qv	1.92664 kN/m ²
Debida a sobrecargas concentradas	Pvc	19.09831 kN/m ²
Presión vertical total sobre el conducto	qvt	21.02495 kN/m ²

PRESIÓN LATERAL DE LAS TIERRAS

Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	qht	1.82321 kN/m ²
---	-----	---------------------------

DEFORMACIÓN RELATIVA

dv	0.96729 ≤ 5 %	ADMISIBLE
----	---------------	------------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD

MOMENTO FLECTOR TOTAL

En Clave	Mc	0.7328 kN·m/m
En Riñones	Mr	-0.75514 kN·m/m
En Base	Mb	0.88627 kN·m/m

FUERZA AXIL TOTAL

En Clave	Nc	0.64239 kN/m
En Riñones	Nr	-7.15563 kN/m
En Base	Nb	0.61312 kN/m

ESFUERZOS TANGENCIALES MÁXIMOS

En Clave	σ_c	-12.14539 N/mm ²
En Riñones	σ_r	-144.22644 N/mm ²
En Base	σ_b	-11.89621 N/mm ²

COEFICIENTE DE SEGURIDAD A ROTURA

En Clave	3.37779 > 2	ADMISIBLE
En Riñones	3.30563 > 2	ADMISIBLE
En Base	2.79435 > 2	ADMISIBLE

COEF. DE SEGURIDAD AL APLASTAMIENTO

Debido al terreno	28.34584 > 2	ADMISIBLE
--------------------------	--------------	------------------

**Propuesta de mejora de la red de saneamiento en la zona
de “El Bácil” en Ayora (Valencia)**

Anejo IV.- Mediciones de las alternativas

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. MEDICIONES CORRESPONDIENTES AL LA ALTERNATIVA DE SUSTITUCIÓN DE DIÁMETROS	0
3. MEDICIONES CORRESPONDIENTES A LA REALIZACIÓN DE ALIVIADEROS	11

1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo se ha elaborado mediante una hoja de cálculo en la que se introducen los parámetros correspondientes a nudos y líneas. Con sencillas fórmulas, se calcula los volúmenes correspondientes a excavación, arena proveniente de la excavación a compactar, zavorra necesaria para cubrir la zanja hasta el pavimento, transporte de materiales extraídos de las zanjas hasta el vertedero, y hormigón a recomponer como base del pavimento. También aporta las superficies a pavimentar mediante emulsión bituminosa y la correspondiente a entibaciones.

Las mediciones totales se encuentran en la siguiente tabla:

MEDICIONES		
	SUSTITUCIÓN DIÁMETROS	COLECTORES Y ALIVIADEROS
1.- DEMOLICIONES		
1.1 Asfalto (m2)	2809.05	1441.03
1.2 Base HM (m3)	421.36	209.75
1.3 Pozos existentes (Ud)	56	36
2.- MOV. TIERRAS		
2.1 Excavación (m3)	4422.60	3288.52
2.2 Transporte (m3)	5307.12	3946.22
2.3 Entibación (m2)	6917.72	5935.72
2.4 Tapado arena (m3)	1726.22	860.80
2.5 Tapado zavorra (m3)	1143.19	1680.99
3.- TUBERÍA Y MONTAJE		
3.1 Tubería PVC (m)		
DN 200	-	315.72
DN 315	-	273.45
DN 400	1239.71	95.59
DN 500	281.68	331.70
DN 630	283.46	95.23
DN 710	224.56	46.61
DN 800	29.53	70.04
DN 900	-	28.98
DN 1000	191.89	86.43
	2250.83	1343.75

4.- HORMIGÓN Y ALBAÑILERÍA

4.1 Pozo registro nuevo (Ud)	56	-
4.2 Pozo registro aliviado	-	36

5.- REPOSICIÓN

5.1 Pavimento (m2)	2809.05	1441.03
5.2 HM (m3)	421.36	209.75
5.3 Acometidas	Por determinar	-

Estos resultados se han obtenido del análisis por partes de las dos alternativas vienen definidos en los dos siguientes apartados:

2. MEDICIONES CORRESPONDIENTES AL LA ALTERNATIVA DE SUSTITUCIÓN DE DIÁMETROS

Diámetro (mm)	Longitud (m)
400	188.66
	188.66

Id. Pozo	P.K. (m)	Incremento (m)	Desmonte (m)
N6	0.000	0.000	0.700
N5	30.420	30.420	1.300
N7	75.900	45.480	1.400
N12	90.520	14.620	1.400
N14	139.640	49.120	1.400
N15	188.660	49.020	1.450

Conducto	Diámetro (m)	Ancho Zanja (m)	Espesor arena (m)
C5	0.400	1.100	0.650
C6	0.400	1.100	0.650
C11	0.400	1.100	0.650
C13	0.400	1.100	0.650
C14	0.400	1.100	0.650

Espesor arena	Variable
Espesor HM	0.15
Espesor pavimento	0.1
Esponjamiento	1.2
Material	PVC

Sección	Excavación (m3)	Arena (m3)	Zahorra (m3)	Carga (m3)	Pavimento (m2)	Entibación (m2)	Hormigón (m3)
C5	33.462	17.928	3.042	40.154	33.462	60.840	5.019
C6	67.538	26.803	20.466	81.045	50.028	122.796	7.504
C11	22.515	8.616	7.310	27.018	16.082	40.936	2.412
C13	75.645	28.948	24.560	90.774	54.032	137.536	8.105
C14	76.839	28.889	25.736	92.207	53.922	139.707	8.088
	275.998	111.184	81.114	331.198	207.526	501.815	31.129

Diámetro (mm)	Longitud (m)
500	106.510
630	149.490
710	124.560
	380.56

Espesor arena	Variable
Espesor HM (m)	0.150
Espesor pavimento (m)	0.100
Esponjamiento	1.2
Material	PVC

Id. Pozo	P.K. (m)	Incremento (m)	Desmonte (m)
N15	0.000	0.000	1.450
N16	30.020	30.020	1.500
N19	48.740	18.720	1.500
N21	106.510	57.770	1.500
N27	131.030	24.520	1.400
N28	173.920	42.890	1.400
N29	223.950	50.030	1.300
N40	256.000	32.050	1.500
N41	321.700	65.700	1.800
N44	380.560	58.860	2.200

Conducto	Diámetro (m)	Ancho Zanja (m)	Espesor arena (m)
C15	0.500	1.200	0.750
C18	0.500	1.200	0.750
C20	0.500	1.200	0.750
C26	0.630	1.330	0.880
C27	0.630	1.330	0.880
C28	0.630	1.330	0.880
C39	0.630	1.330	0.880
C40	0.710	1.410	0.960
C43	0.710	1.410	0.960

Sección	Excavación (m3)	Arena (m3)	Zahorra (m3)	Carga (m3)	Pavimento (m2)	Entibación (m2)	Hormigón (m3)
C15	53.135	21.124	14.260	63.762	36.024	88.559	5.404
C18	33.696	13.172	9.360	40.435	22.464	56.160	3.370
C20	103.986	40.650	28.885	124.783	69.324	173.310	10.399
C26	47.287	21.055	7.846	56.744	32.612	71.108	4.892
C27	79.861	36.829	11.580	95.833	57.044	120.092	8.557
C28	89.829	42.960	11.007	107.795	66.540	135.081	9.981
C39	59.677	27.521	8.654	71.613	42.627	89.740	6.394
C40	152.851	62.920	28.908	183.421	92.637	216.810	13.896
C43	165.985	56.369	46.499	199.182	82.993	235.440	12.449
	786.308	322.598	166.999	943.569	502.263	1186.300	75.339

Diámetro (mm)	Longitud (m)
400	256.170
500	19.100
630	104.990
800	29.530
1000	191.890
	601.680

Espesor arena	Variable
Espesor HM (m)	0.150
Espesor pavimento (m)	0.100
Esponjamiento	1.2
Material	PVC

Id. Pozo	P.K. (m)	Incremento (m)	Desmonte (m)
N48	0.000	0.000	1.900
N50	42.180	42.180	1.300
N51	92.240	50.060	1.300
N57	138.800	46.560	1.600
N58	186.350	47.550	1.200
N69	225.220	38.870	1.500
N70	256.170	30.950	1.500
N77	275.270	19.100	1.500
N78	311.830	36.560	1.600
N83	349.130	37.300	1.600
N84	380.260	31.130	1.900
N44	409.790	29.530	2.200
N115	456.400	46.610	2.200
N116	501.680	45.280	2.100
V1	601.680	100.000	2.000

Conducto	Diámetro (m)	Ancho Zanja (m)	Espesor arena (m)
C48	0.400	1.100	0.650
C49	0.400	1.100	0.650
C55	0.400	1.100	0.650
C56	0.400	1.100	0.650
C67	0.400	1.100	0.650
C68	0.400	1.100	0.650
C69	0.500	1.200	0.750
C75	0.630	1.330	0.880
C76	0.630	1.330	0.880
C80	0.630	1.330	0.880
C81	0.800	1.650	1.050
C97	1.000	1.850	1.250
C112	1.000	1.850	1.250
C113	1.000	1.850	1.250

Sección	Excavación (m3)	Arena (m3)	Zahorra (m3)	Carga (m3)	Pavimento (m2)	Entibación (m2)	Hormigón (m3)
C48	74.237	24.858	29.526	89.084	46.398	134.976	6.960
C49	71.586	29.502	20.024	85.903	55.066	130.156	8.260
C55	74.263	27.439	25.608	89.116	51.216	135.024	7.682
C56	73.227	28.023	23.775	87.872	52.305	133.140	7.846
C67	57.722	22.908	17.492	69.266	42.757	104.949	6.414

C68	51.068	18.240	18.570	61.281	34.045	92.850	5.107	
C69	34.380	13.440	9.550	41.256	22.920	57.300	3.438	
C75	75.368	31.393	15.355	90.442	48.625	113.336	7.294	
C76	79.374	32.029	17.531	95.249	49.609	119.360	7.441	
C80	72.455	26.731	19.301	86.946	41.403	108.955	6.210	
C81	99.885	36.317	22.148	119.862	48.725	121.073	7.309	
C97	189.703	71.178	32.627	227.643	86.229	205.084	12.934	
C112	180.101	69.147	29.432	216.121	83.768	194.704	12.565	
C113	379.250	152.710	55.000	455.100	185.000	410.000	27.750	
				1815.14				
1512.619	583.915	335.938	3	848.065	2060.907	127.210		

Diámetro (mm)	Longitud (m)
400	223.340
500	29.740
630	28.980
710	100.000
382.060	

Id. Pozo	P.K. (m)	Incremento (m)	Desmonte (m)
N93	0.000	0.000	1.300
N94	50.730	50.730	1.400
N96	78.130	27.400	1.100
N98	93.280	15.150	1.200
N99	119.450	26.170	1.500
N100	148.370	28.920	1.300
N101	188.800	40.430	1.400
N102	223.340	34.540	1.500
N103	253.080	29.740	1.600
N109	282.060	28.980	1.800
V2	382.060	100.000	1.700

Conducto	Diámetro (m)	Ancho Zanja (m)	Espesor arena (m)
C89	0.400	1.100	0.650
C91	0.400	1.100	0.650
C93	0.400	1.100	0.650
C94	0.400	1.100	0.650
C95	0.400	1.100	0.650
C93	0.400	1.100	0.650
C97	0.400	1.100	0.650
C98	0.500	1.200	0.750
C104	0.630	1.330	0.880
C110	0.710	1.510	0.960

Espesor arena	Variable
Espesor HM (m)	0.150
Espesor pavimento (m)	0.100
Esponjamiento	1.2

Material	PVC
-----------------	-----

Sección	Excavación (m3)	Arena (m3)	Zahorra (m3)	Carga (m3)	Pavimento (m2)	Entibación (m2)	Hormigón (m3)
C89	75.334	29.897	22.829	90.401	55.803	136.971	8.370
C91	37.675	16.148	9.590	45.210	30.140	68.500	4.521
C93	19.165	8.928	3.788	22.998	16.665	34.845	2.500
C94	38.862	15.423	11.777	46.635	28.787	70.659	4.318
C95	44.537	17.044	14.460	53.444	31.812	80.976	4.772
C93	60.039	23.827	18.194	72.046	44.473	109.161	6.671
C97	55.091	20.356	18.997	66.110	37.994	100.166	5.699
C98	55.316	20.927	16.357	66.380	35.688	92.194	5.353
C104	65.524	24.884	16.519	78.629	38.543	98.532	5.782
C110	264.250	105.368	54.000	317.100	151.000	350.000	22.650
715.793	282.801	186.509	858.952	470.905	1142.004	70.636	

Diámetro (mm)	Longitud (m)
400	147.980
500	45.580
	193.560

Id. Pozo	P.K. (m)	Incremento (m)	Desmonte (m)
N104	0.000	0.000	1.700
N105	28.510	28.510	1.600
N106	54.250	25.740	1.500
N107	78.250	24.000	1.400
N108	147.980	69.730	1.200
N103	193.560	45.580	1.600

Conducto	Diámetro (m)	Ancho Zanja (m)	Espesor arena (m)
C99	0.400	1.100	0.650
C100	0.400	1.100	0.650
C101	0.400	1.100	0.650
C102	0.400	1.100	0.650
C103	0.500	1.200	0.750

Espesor arena	Variable
Espesor HM (m)	0.150

Sección	Excavación (m3)	Arena (m3)	Zahorra (m3)	Carga (m3)	Pavimento (m2)	Entibación (m2)	Hormigón (m3)
C99	51.746	16.802	21.383	62.095	31.361	94.083	4.704

Espesor pavimento (m)	0.100
Esponjamiento	1.2
Material	PVC

C100	43.887	15.170	16.731	52.664	28.314	79.794	4.247
C101	38.280	14.144	13.200	45.936	26.400	69.600	3.960
C102	99.714	41.094	27.892	119.657	76.703	181.298	11.505
C103	76.574	32.072	18.232	91.889	54.696	127.624	8.204
	310.201	119.282	97.438	372.241	217.474	552.399	32.621

Diámetro (mm)	Longitud (m)
400	78.240
	78.240

Id. Pozo	P.K. (m)	Incremento (m)	Desmonte (m)
N25	0.000	0.000	1.400
N26	26.740	26.740	1.400
N21	78.240	51.500	1.500

Conducto	Diámetro (m)	Ancho Zanja (m)	Espesor arena (m)
C24	0.400	1.100	0.650
C25	0.400	1.100	0.650

Espesor arena	Variable
Espesor HM (m)	0.150
Espesor pavimento (m)	0.100
Esponjamiento	1.2
Material	PVC

Sección	Excavación (m3)	Arena (m3)	Zahorra (m3)	Carga (m3)	Pavimento (m2)	Entibación (m2)	Hormigón (m3)
C24	41.180	15.759	13.370	49.416	29.414	74.872	4.412
C25	82.143	30.351	28.325	98.571	56.650	149.350	8.498
				147.98			
	123.322	46.110	41.695	7	86.064	224.222	12.910

Diámetro (mm)	Longitud (m)
500	54.560
	54.560

Id. Pozo	P.K. (m)	Incremento (m)	Desmonte (m)
N35	0.000	0.000	1.200
N29	54.560	54.560	1.300

Conducto	Diámetro (m)	Ancho Zanja (m)	Espesor arena (m)
C38	0.500	1.200	0.750

Espesor arena	Variable
Espesor HM (m)	0.150
Espesor pavimento (m)	0.100
Esponjamiento	1.2
Material	PVC

Sección	Excavación (m3)	Arena (m3)	Zahorra (m3)	Carga (m3)	Pavimento (m2)	Entibación (m2)	Hormigón (m3)
C38	81.840	38.391	13.640	98.208	65.472	136.400	9.821
	81.840	38.391	13.640	98.208	65.472	136.400	9.821

Diámetro (mm)	Longitud (m)
400	52.86
	52.86

Id. Pozo	P.K. (m)	Incremento (m)	Desmonte (m)
N43	0.000	0.000	1.800
N41	52.860	52.860	1.800

Conducto	Diámetro (m)	Ancho Zanja (m)	Espesor arena (m)
C42	0.400	1.100	0.650

Espesor arena	Variable
Espesor HM (m)	0.150
Espesor pavimento (m)	0.100
Esponjamiento	1.2
Material	PVC

Sección	Excavación (m3)	Arena (m3)	Zahorra (m3)	Carga (m3)	Pavimento (m2)	Entibación (m2)	Hormigón (m3)
C42	104.663	31.152	47.574	5	58.146	190.296	8.722
	104.663	31.152	47.574	5	58.146	190.296	8.722

Diámetro (mm)	Longitud (m)
400	35.300
	35.300

Id. Pozo	P.K. (m)	Incremento (m)	Desmonte (m)
N47	0.000	0.000	1.700
N48	35.300	35.300	1.900

Conducto	Diámetro (m)	Ancho Zanja (m)	Espesor arena (m)
C46	0.400	1.100	0.650

Espesor arena	Variable
Espesor HM (m)	0.150
Espesor pavimento (m)	0.100
Esponjamiento	1.2
Material	PVC

Sección	Excavación (m3)	Arena (m3)	Zahorra (m3)	Carga (m3)	Pavimento (m2)	Entibación (m2)	Hormigón (m3)
C46	69.894	20.804	31.770	83.873	38.830	127.080	5.825
	69.894	20.804	31.770	83.873	38.830	127.080	5.825

Diámetro (mm)	Longitud (m)
400	63.940
	63.940

Id. Pozo	P.K. (m)	Incremento (m)	Desmonte (m)
N64	0.000	0.000	2.600
N68	26.260	26.260	1.500
N58	63.940	37.680	1.200

Conducto	Diámetro (m)	Ancho Zanja (m)	Espesor arena (m)
C65	0.400	1.100	0.650
C66	0.400	1.100	0.650

Espesor arena	Variable
Espesor HM (m)	0.150
Espesor pavimento (m)	0.100
Esponjamiento	1.2

Sección	Excavación (m3)	Arena (m3)	Zahorra (m3)	Carga (m3)	Pavimento (m2)	Entibación (m2)	Hormigón (m3)
C24	59.216	15.476	30.199	71.060	28.886	107.666	4.333
C25	55.955	22.206	16.956	67.146	41.448	101.736	6.217

Material	PVC
-----------------	-----

				138.20				
115.171	37.682	47.155	5	70.334	209.402	10.550		

Diámetro (mm)	Longitud (m)
400	31.480
	31.480

Id. Pozo	P.K. (m)	Incremento (m)	Desmonte (m)
N76	0.000	0.000	1.300
N77	31.480	31.480	1.500

Conducto	Diámetro (m)	Ancho Zanja (m)	Espesor arena (m)
C74	0.400	1.100	0.650

Espesor arena	Variable
Espesor HM (m)	0.150
Espesor pavimento (m)	0.100
Esponjamiento	1.2
Material	PVC

Sección	Excavación (m3)	Arena (m3)	Zahorra (m3)	Carga (m3)	Pavimento (m2)	Entibación (m2)	Hormigón (m3)
C46	48.479	18.552	15.740	58.175	34.628	88.144	5.194
	48.479	18.552	15.740	58.175	34.628	88.144	5.194

Diámetro (mm)	Longitud (m)
400	39.360
	39.360

Id. Pozo	P.K. (m)	Incremento (m)	Desmonte (m)
N79	0.000	0.000	1.300
N83	39.360	39.360	1.500

Conducto	Diámetro (m)	Ancho Zanja (m)	Espesor arena (m)
C79	0.400	1.100	0.650

Espesor arena	Variable
----------------------	----------

Espesor HM (m)	0.150
Espesor pavimento (m)	0.100
Esponjamiento	1.2
Material	PVC

Sección	Excavación (m3)	Arena (m3)	Zahorra (m3)	Carga (m3)	Pavimento (m2)	Entibación (m2)	Hormigón (m3)
C79	60.614	23.196	19.680	72.737	43.296	110.208	6.494
	60.614	23.196	19.680	72.737	43.296	110.208	6.494

Diámetro (mm)	Longitud (m)
400	42.920
	42.920

Id. Pozo	P.K. (m)	Incremento (m)	Desmonte (m)
N95	0.000	0.000	1.100
N94	42.920	42.920	1.400

Conducto	Diámetro (m)	Ancho Zanja (m)	Espesor arena (m)
C90	0.400	1.100	0.650

Espesor arena	Variable
Espesor HM (m)	0.150
Espesor pavimento (m)	0.100
Esponjamiento	1.2
Material	PVC

Sección	Excavación (m3)	Arena (m3)	Zahorra (m3)	Carga (m3)	Pavimento (m2)	Entibación (m2)	Hormigón (m3)
C90	59.015	25.294	15.022	70.818	47.212	107.300	7.082
	59.015	25.294	15.022	70.818	47.212	107.300	7.082

Diámetro (mm)	Longitud (m)
---------------	--------------

Id. Pozo	P.K. (m)	Incremento (m)	Desmonte (m)
----------	----------	----------------	--------------

Conducto	Diámetro (m)	Ancho Zanja (m)	Espesor arena (m)
----------	--------------	-----------------	-------------------

400	44.590
	44.590

N97	0.000	0.000	1.500	C92	0.400	1.100	0.650
N96	44.590	44.590	1.100				

Espesor arena	Variable
Espesor HM (m)	0.150
Espesor pavimento (m)	0.100
Esponjamiento	1.2
Material	PVC

Sección	Excavación (m3)	Arena (m3)	Zahorra (m3)	Carga (m3)	Pavimento (m2)	Entibación (m2)	Hormigón (m3)
C92	63.764	26.279	17.836	76.516	49.049	115.934	7.357
	63.764	26.279	17.836	76.516	49.049	115.934	7.357

Diámetro (mm)	Longitud (m)
400	34.870
500	26.190
	61.060

Id. Pozo	P.K. (m)	Incremento (m)	Desmonte (m)
N113	0.000	0.000	1.200
N114	34.870	34.870	1.250
N109	61.060	26.190	1.800

Conducto	Diámetro (m)	Ancho Zanja (m)	Espesor arena (m)
C108	0.400	1.100	0.650
C109	0.500	1.200	0.750

Espesor arena	Variable
Espesor HM (m)	0.150
Espesor pavimento (m)	0.100
Esponjamiento	1.2

Sección	Excavación (m3)	Arena (m3)	Zahorra (m3)	Carga (m3)	Pavimento (m2)	Entibación (m2)	Hormigón (m3)
C108	46.987	20.550	11.333	56.385	38.357	85.432	5.754
C109	47.928	18.429	13.750	57.513	31.428	79.880	4.714
	94.915	38.979	25.083	113.89	69.785	165.311	10.468

3. MEDICIONES CORRESPONDIENTES A LA REALIZACIÓN DE ALIVIADEROS

Diámetro (mm)	Longitud (m)
200	101.140
315	31.020
400	76.490
500	149.490
630	65.700
800	24.760
	<u>448.600</u>

Espeor arena	Variable
Espeor HM	0.15
Espeor pavimento	0.1
Esponjamiento	1.2
Material	PVC

347.460

Id. Pozo	P.K. (m)	Incremento (m)	Desmonte (m)
A1	0.000	0.000	1.900
A2	49.120	49.120	1.950
A3	101.140	52.020	2.100
A4	132.160	31.020	2.150
A5	150.880	18.720	2.250
A6	208.650	57.770	2.350
A7	233.170	24.520	2.250
A8	276.060	42.890	2.250
A9	326.090	50.030	2.150
A10	358.140	32.050	2.250
A11	423.840	65.700	2.650
PP1	448.600	24.760	1.850

Conducto	Diámetro (m)	Ancho Zanja (m)	Espeor arena (m)
A_1	0.200	0.600	0.450
A_2	0.200	0.600	0.450
A_3	0.315	0.815	0.565
A_4	0.400	1.100	0.650
A_5	0.400	1.100	0.650
A_6	0.500	1.200	0.750
A_7	0.500	1.200	0.750
A_8	0.500	1.200	0.750
A_9	0.500	1.200	0.750
A_10	0.630	1.330	0.880
A_11	0.800	1.650	1.050

Sección	Excavación (m3)	Arena (m3)	Zahorra (m3)	Carga (m3)	Pavimento (m2)	Entibación (m2)	Hormigón (m3)
A_1	56.734	11.719	60.172	68.080	29.472	189.112	4.421
A_2	63.204	12.411	68.927	75.845	31.212	210.681	4.682
A_3	53.723	11.867	40.636	64.467	25.281	131.835	3.792
A_4	45.302	11.032	24.336	54.363	20.592	82.368	3.089
A_5	146.158	34.046	80.878	175.390	63.547	265.742	9.532
A_6	67.675	17.254	31.876	81.210	29.424	112.792	4.414

Anejo IV.- Mediciones de las alternativas

A_7	115.803	30.180	53.613	138.964	51.468	193.005	7.720
A_8	132.079	35.204	60.036	158.495	60.036	220.132	9.005
A_9	84.612	22.552	38.460	101.534	38.460	141.020	5.769
A_10	214.083	56.415	86.724	256.900	87.381	321.930	13.107
A_11	91.922	30.451	23.522	110.306	40.854	111.420	6.128
				1285.55			
	1071.296	273.130	569.179	5	477.727	1980.037	71.659

Diámetro (mm)	Longitud (m)
315	172.610
500	30.740
900	28.980
1000	41.390
	273.720

Espesor arena	Variable
Espesor HM	0.15
Espesor pavimento	0.1
Esponjamiento	1.2
Material	PVC

Id. Pozo	P.K. (m)	Incremento (m)	Desmonte (m)
LT13	0.000	0.000	1.950
LT14	27.400	27.400	1.600
LT15	42.550	15.150	1.700
LT16	68.720	26.170	2.000
LT17	138.070	69.350	1.900
LT18	172.610	34.540	2.350
LT19	203.350	30.740	2.850
LT20	232.330	28.980	2.650
PP4	273.720	41.390	1.900

Conducto	Diámetro (m)	Ancho Zanja (m)	Espesor arena (m)
LT_13	0.315	0.815	0.565
LT_14	0.315	0.815	0.565
LT_15	0.315	0.815	0.565
LT_16	0.315	0.815	0.565
LT_17	0.315	0.815	0.565
LT_18	0.500	1.200	0.750
LT_19	0.900	1.750	1.150
LT_20	1.000	1.850	1.250

Sección	Excavación (m3)	Arena (m3)	Zahorra (m3)	Carga (m3)	Pavimento (m2)	Entibación (m2)	Hormigón (m3)
LT_13	39.638	10.482	26.304	47.565	22.331	97.270	3.350
LT_14	20.373	5.796	12.650	24.448	12.347	49.995	1.852
LT_15	39.458	10.011	27.086	47.349	21.329	96.829	3.199

Anejo IV.- Mediciones de las alternativas

LT_16	110.214	26.529	78.712	132.257	56.520	270.465	8.478
LT_17	59.819	13.213	45.247	71.783	28.150	146.795	4.223
LT_18	95.909	21.630	49.184	115.091	36.888	159.848	5.533
LT_19	139.466	39.886	39.123	167.360	50.715	159.390	7.607
LT_20	174.200	63.207	32.077	209.040	76.572	188.325	11.486
	679.077	190.754	310.384	814.892	304.852	1168.917	45.728

Diámetro (mm)	Longitud (m)
200	94.110
315	69.820
400	19.100
500	104.990
630	29.530
710	46.610
800	45.280
1000	45.040
	454.480

Id. Pozo	P.K. (m)	Incremento (m)	Desmonte (m)
LT1	0.000	0.000	1.800
LT2	46.560	46.560	2.100
LT3	94.110	47.550	1.950
LT4	132.980	38.870	2.150
LT5	163.930	30.950	2.250
LT6	183.030	19.100	2.350
LT7	219.590	36.560	2.450
LT8	256.890	37.300	2.450
LT9	288.020	31.130	2.650
LT10	317.550	29.530	2.550
LT11	364.160	46.610	2.550
LT12	409.440	45.280	2.750
PP4	454.480	45.040	1.900

Conducto	Diámetro (m)	Ancho Zanja (m)	Espesor arena (m)
LT_1	0.200	0.600	0.450
LT_2	0.200	0.600	0.450
LT_3	0.315	0.815	0.565
LT_4	0.315	0.815	0.565
LT_5	0.400	1.100	0.650
LT_6	0.500	1.200	0.750
LT_7	0.500	1.200	0.750
LT_8	0.500	1.200	0.750
LT_9	0.630	1.330	0.880
LT_10	0.710	1.560	0.960
LT_11	0.800	1.650	1.050
LT_12	1.000	1.850	1.250

Espesor arena	Variable
Espesor HM	0.15
Espesor pavimento	0.1
Esponjamiento	1.2
Material	PVC

Sección	Excavación (m3)	Arena (m3)	Zahorra (m3)	Carga (m3)	Pavimento (m2)	Entibación (m2)	Hormigón (m3)
LT_1	54.475	11.108	58.200	65.370	27.936	181.584	4.190
LT_2	57.773	11.345	63.004	69.328	28.530	192.578	4.280
LT_3	64.942	14.869	48.004	77.930	31.679	159.367	4.752
LT_4	55.493	11.840	42.866	66.592	25.224	136.180	3.784
LT_5	48.323	11.256	26.740	57.988	21.010	87.860	3.152
LT_6	105.293	25.725	51.184	126.351	43.872	175.488	6.581
LT_7	109.662	26.246	54.085	131.594	44.760	182.770	6.714
LT_8	95.258	21.905	48.252	114.309	37.356	158.763	5.603
LT_9	102.115	25.357	43.409	122.538	39.275	153.556	5.891
LT_10	185.415	51.349	62.457	222.497	72.712	237.711	10.907
LT_11	197.987	55.687	61.128	237.584	74.712	239.984	11.207
LT_12	193.728	68.781	37.158	232.474	83.324	209.436	12.499
	1270.464	335.469	596.487	1524.55	530.390	2115.277	79.558

Diámetro (mm)	Longitud (m)
200	120.470
500	46.480
	166.950

Id. Pozo	P.K. (m)	Incremento (m)	Desmonte (m)
M1	0.000	0.000	2.000
M2	49.740	49.740	1.800
M3	120.470	70.730	1.900
LT19	166.950	46.480	2.850

Conducto	Diámetro (m)	Ancho Zanja (m)	Espesor arena (m)
M_1	0.200	0.600	0.450
M_2	0.200	0.600	0.450
M_3	0.500	1.200	0.750

Espesor arena	Variable
Espesor HM	0.15
Espesor pavimento	0.1

Esponjamiento	1.2
Material	PVC

Sección	Excavación (m3)	Arena (m3)	Zahorra (m3)	Carga (m3)	Pavimento (m2)	Entibación (m2)	Hormigón (m3)
M_1	56.704	11.867	59.688	68.044	29.844	189.012	2.984
M_2	78.510	16.875	81.340	94.212	42.438	261.701	4.244
M_3	132.468	32.706	63.910	158.962	55.776	220.780	5.578
	267.682	61.448	204.938	321.218	128.058	671.493	12.806

