



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESTUDIO BÁSICO DE SOLUCIONES PARA EL
SANEAMIENTO DE TITAGUAS (VALENCIA)



ETS INGENIEROS DE
CAMINOS, CANALES Y
PUERTOS.

ANEJO N.º 4.

ESTUDIO DE SOLUCIONES.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

CURSO 2018-2019

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

TUTOR: JUAN BAUTISTA MARCO SEGURA

AUTORA: ELENA MARTÍNEZ BELLIDO



Índice

1. Introducción.	1
2. Problemas a solucionar.	1
3. Características comunes.....	3
4. Soluciones propuestas.	6
4.1. Solución 1.	6
4.1.1. Perfiles.....	8
4.2. Solución 2.	9
4.2.1. Perfiles.....	10
4.3. Solución 3.	12
4.3.1. Perfiles.....	13
5. Comparación de soluciones.	15
6. Conclusión.	17

1. Introducción.

La finalidad del siguiente anejo es plantear posibles soluciones para el problema de la red de saneamiento en el municipio de Titaguas, el cual se presenta en el anejo 1 'Situación actual y problemática'.

Se estudiarán las soluciones planteadas, concluyendo con la elección de la propuesta más favorable para solventar el problema, siguiendo las recomendaciones de la 'Guía técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano' y 'Recomendaciones para tuberías de hormigón armado en redes de saneamiento y drenaje' del CEDEX (centro de estudios y experimentación de obras públicas).

Con toda la información obtenida, junto con los cálculos realizados, se diseña una solución para un periodo estimado de retorno de 25 años.

2. Problemas a solucionar.

En la situación actual existen algunas deficiencias a lo largo de la red.

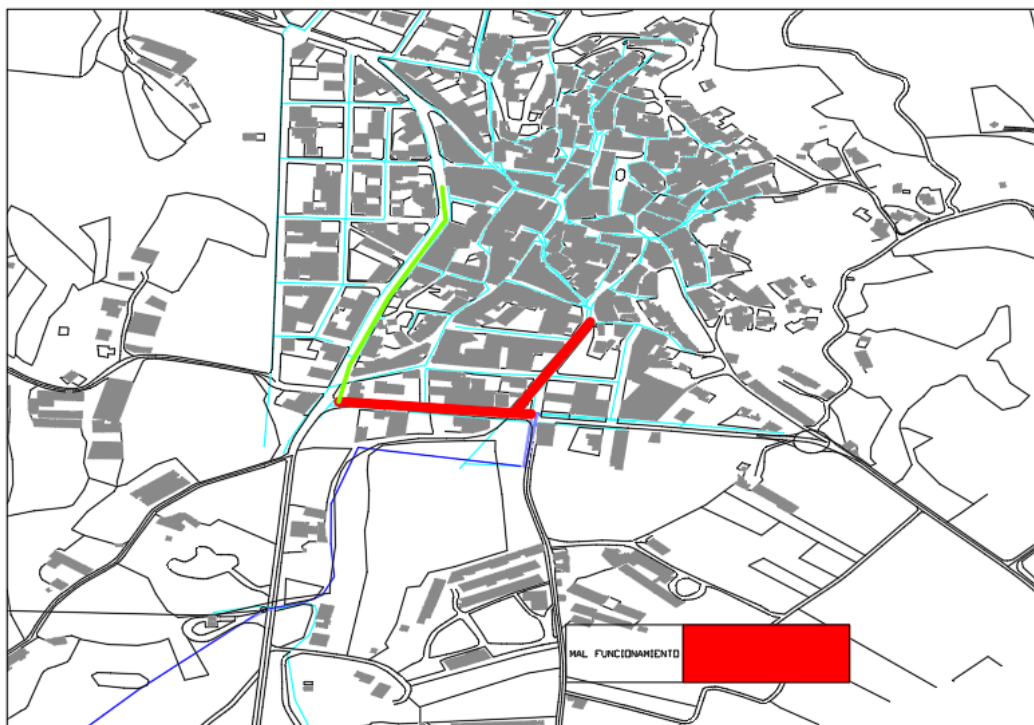
- El colector en la carretera de Alpuente, no dispone de capacidad suficiente para evacuar el agua en periodos de lluvia muy intensa, por lo que provoca inundaciones a su alrededor.

- El colector de la calle Tiro de Barra, finaliza en la confluencia con el anterior, por lo tanto, el problema se adhiere también a este otro colector aumentando así el área de inundación y afectando a gran cantidad de viviendas

Las principales modificaciones se deben realizar en la desembocadura de los colectores de la calle Tiro de Barra y Carretera de Alpuente.

Se debe modificar su trazado, y si es necesario alterar las pendientes y las dimensiones de estos colectores, los cuales conectarán con otro colector principal de capacidad suficiente para evacuar las precipitaciones, en primer lugar, al tanque de tormentas, y finalmente a al barranco de desembocadura.

En el siguiente mapa se puede observar en color rojo, los tramos en los cuales la evacuación de agua es deficiente, es decir, los tramos sobre los que se debe actuar.



Mapa 1: Mapa del saneamiento de Titaguas, en rojo zonas de mal funcionamiento de la red.

3. Características comunes.

En el desarrollo del estudio de las distintas soluciones, se debe conocer que el material empleado en todas las soluciones ha sido hormigón armado.

Se ha utilizado hormigón armado por las siguientes razones:

-Capacidad portante.

El comportamiento mecánico de las tuberías de hormigón es muy poco dependiente de la forma de instalación, ya que la resistencia a las cargas es muy superior con el hormigón. Las tuberías de hormigón armado son resistentes por sí mismas.

-Estabilidad.

Las tuberías de hormigón armado son estructuralmente estables. Una vez instaladas, su propio peso se encarga de que se mantengan en la posición adecuada, por lo que no se ven afectadas por los pequeños asentamientos del terreno, ni el empuje ejercido por el agua.

-Resistencia al deterioro físico.

La abrasión es un fenómeno físico que ocurre en todo tipo de tuberías. Todo sistema de saneamiento requiere de procesos de limpieza con agua a presión para eliminar depósitos. Las tuberías de hormigón se ven mucho menos afectadas por la abrasión y no sufren daños con los procesos de limpieza.

-Estabilidad térmica.

Las tuberías de hormigón armado son resistentes al fuego, la acción de los rayos UVA y las altas temperaturas.

-Seguridad.

Un sistema de saneamiento debe ser estanco. Las tuberías de hormigón armado se diseñan con uniones que garantizan la estanqueidad mediante juntas elásticas.

-Sostenibilidad.

Las tuberías de plástico se fabrican con materias primas procedentes del petróleo, mientras que las tuberías de hormigón están realizadas con sustancias naturales no perjudiciales para el medio ambiente, que además pueden integrarse en este sin causar el menor perjuicio tras ser reducido el hormigón a grava. Además, consumen muchos menos recursos y energía en su fabricación, y su reciclaje es mucho más sencillo y menos costoso.

-Coste económico.

El precio es determinante a la hora de elegir entre todas las soluciones válidas. Los costos han de ser evaluados en su conjunto. El coste de amortización de las tuberías de hormigón es menor que en las de plástico, ya que su durabilidad es como mínimo un 40% superior a la de las tuberías plásticas.

Los sistemas de saneamiento de plástico son menos fiables que los de hormigón, ya que su integridad estructural y garantía de estanquidad es menor, siendo el gasto de mantenimiento por tanto superior. Las tuberías de hormigón armado permiten ahorros a corto y largo plazo.

Para la determinación de los diámetros de cada tubo, se puede consultar en el anejo 5 'Cálculos Hidráulicos' donde se desarrollan las operaciones y los resultados llevados a cabo para la obtención de los valores, cumpliendo la normativa, del diámetro normalizado de cada tubo.

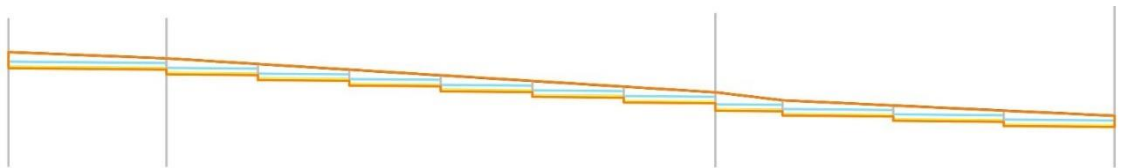
También se puede consultar en el anejo citado anteriormente las velocidades que se alcanzan en cada uno de los tramos y la pendiente con la que discurren a lo largo del recorrido.

Estos valores se han obtenido mediante consulta del libro 'Open-channel hydraulics' del profesor Ven Te Chow. Donde se han ajustado todo lo posible los valores para que la velocidad del agua que discurre por los colectores sea máxima.

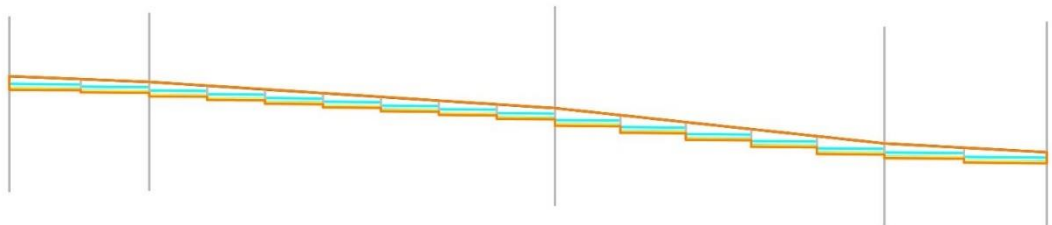
Por último, también se dispondrá de tanques de tormenta. Se trata de una estructura hidráulica destinada a regular caudales en los periodos de lluvia y posteriormente evacuarlos de forma controlada, con dos posibles objetivos: reducir los vertidos al medio, o evitar inundaciones aguas abajo.

Para poder comprar las diferentes soluciones se deben realizar perfiles de los distintos tramos, de manera que se pueda calcular el gasto por excavación y por longitud de tubo por tramo.

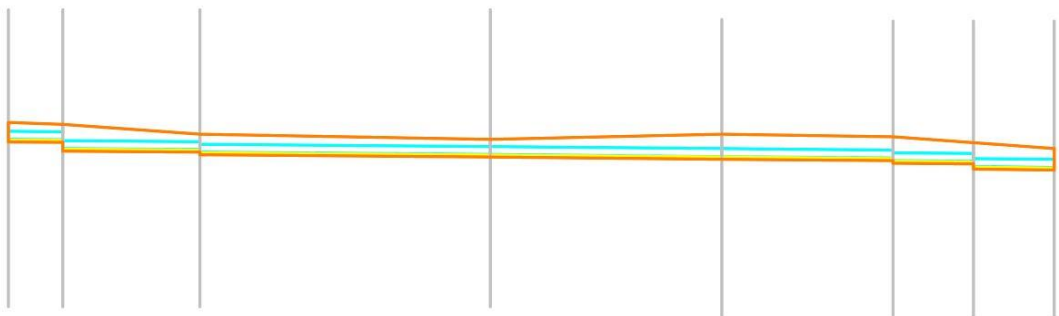
En el caso de los tramos 1, 2 y 3 los tramos se mantendrán constantes y sus perfiles serán los siguientes:



Perfil 1: Tramo 1.



Perfil 2: Tramo 2.



Perfil 3: Tramo 3.

Área excavación	Orange
Colector	Cyan
Apoyo colector	Yellow
Pozo	Grey

Tabla 1: Leyenda perfiles.

4. Soluciones propuestas.

Para solucionar los problemas anteriores se proponen tres soluciones distintas, las cuales se van a estudiar a continuación. (Se analizarán con más detalle en el anejo 5 'Cálculos hidráulicos').

4.1. Solución 1.



Mapa 1: Solución propuesta número 1.










TRAMO	LONGITUD(m)	DIÁMETRO(m)	CAUDAL(m ³ /s)		
1	181,2000	0,8000	0,9100		TANQUE DE TORMENTA
2	187,2000	0,8000	1,4400		
3	106	0,8000	1,3500		
A	148,7000	0,8000	1,3500		
B	73	1,1000	2,7800		
C	128,4000	1,3000	3,4400		
Emisario	880				
Red. Pluvial	811	1,3000			

Tabla 2: Leyenda solución propuesta número 1.

En la solución 1 se puede observar como el tramo de la Carretera de Alpunte o tramo A, de color cian, cambia su sentido de evacuación con respecto a la situación actual.

Anteriormente ese tramo se encontraba a contrapendiente, por el contrario, siguiendo la solución planteada, el tramo se ejecutaría a favor de la pendiente con lo que se facilita y se reduce el trabajo de excavación y su coste.

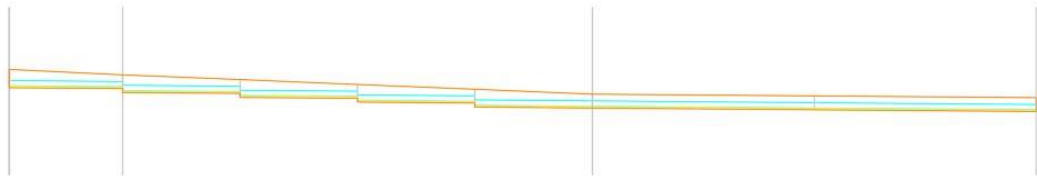
Otra de las variaciones que se llevan a cabo en esta solución es la ejecución del tramo B, de color amarillo. En el que se unifican los caudales procedentes de dos de los tres colectores principales, disminuyendo de esta forma, el recorrido por el que anteriormente discurría el tramo que transportaba los caudales de los colectores principales 2 y 3. Este tramo tiene un diámetro de 1.1 metros de manera que se permite una circulación del agua a su máxima velocidad permitida.

A continuación, se plantea la ejecución de un tramo C, de color verde, en el cual confluyen los 3 colectores principales, de forma que con un solo colector se pueda transportar toda el agua pluvial hasta el tanque de tormentas. Este colector transportará un caudal de hasta 3.44 m³/s de manera segura, por lo que su diámetro debe de ser mínimo de 1.3 metros.

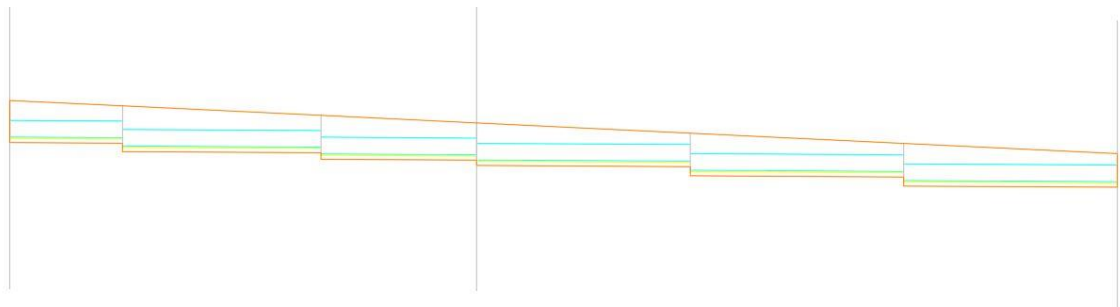
Finalmente, se instala un tanque de tormentas, en el cual desemboca el colector C. Donde se separa una porción del agua, la más contaminada, que se transporta hasta la depuradora para su tratamiento, y el resto del agua se transporta hasta la acequia, que posteriormente la desaguará en el barranco.

4.1.1. Perfiles.

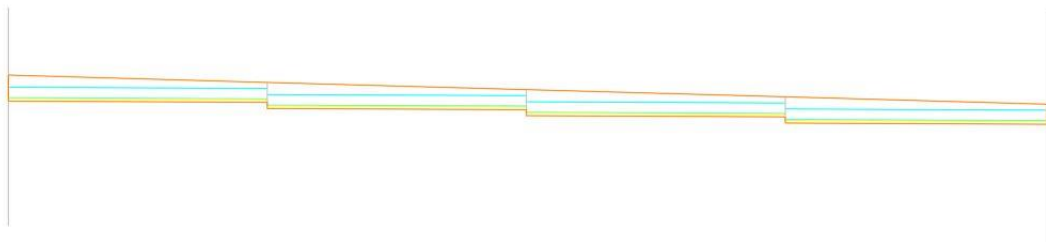
En este caso los perfiles por tramos que se obtiene son los siguientes, los cuales hacen referencia a la leyenda de la tabla 1.



Perfil 4: Tramo A.

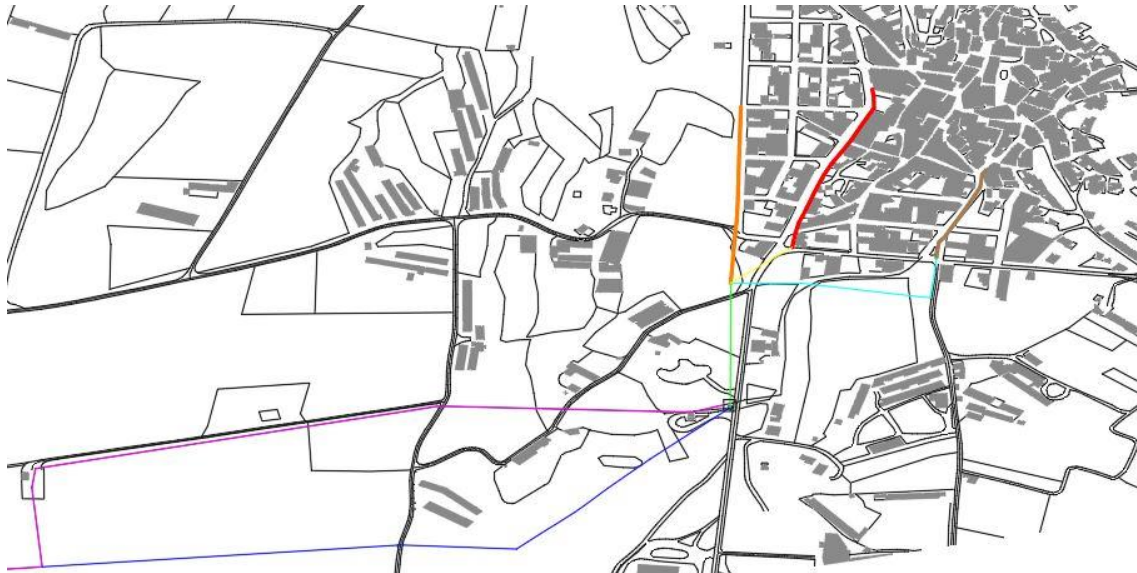


Perfil 5: Tramo B.



Perfil 6: Tramos C.

4.2. Solución 2.



Mapa 2: Solución propuesta número 2.










TRAMO	LONGITUD(m)	DIÁMETRO(m)	CAUDAL(m ³ /s)		
1	181,2000	0,8000	0,9100		TANQUE DE TORMENTA
2	187,2000	0,8000	1,4400		
3	106	0,8000	1,3500		
D	246,5000	0,8000	1,3500		
E	73	0,8000	1,4400		
F	128,3600	1,3000	3,4400		
Emisario	880				
Red Pluvial	811	1,3000			

Tabla 3: Leyenda solución propuesta número 2.

En la solución 2 se plantea realizar trazados distintos para los caudales provenientes de cada colector principal, y posteriormente hacerlos coincidir en el mismo punto, desde el cual se ejecuta un único tramo hasta el tanque de tormentas.

Por lo tanto, usando esta solución se realizan más metros de colectores de menor diámetro, generando un recorrido más largo hasta llegar al punto de desagüe.

Puede observarse como el tramo D evacua y transporta el agua por las afueras del pueblo, eliminando así el colector de la Carretera de Alpuente, el cual generaba la mayor parte de los problemas. De forma que se permite también la continuación de la descarga del colector de tramo 3, resolviendo así la falta de capacidad del tramo.

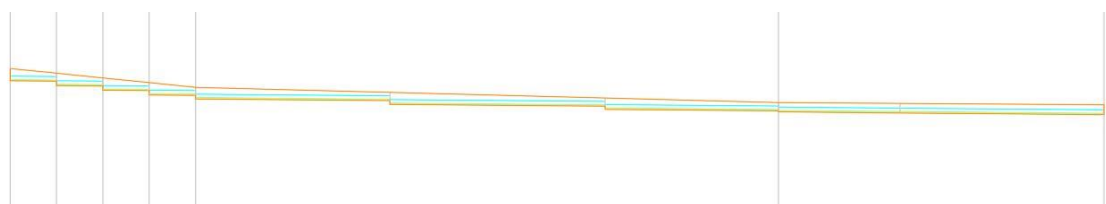
En este caso, al llevar el agua pluvial separada en tres tramos distintos, no será necesaria la utilización de un tubo de diámetro 1.1 metros, como sí se necesitaba para la solución 1.

Como se observa en la tabla, para esta solución solo se emplean tubos de diámetro 0.8 y 1.3 metros.

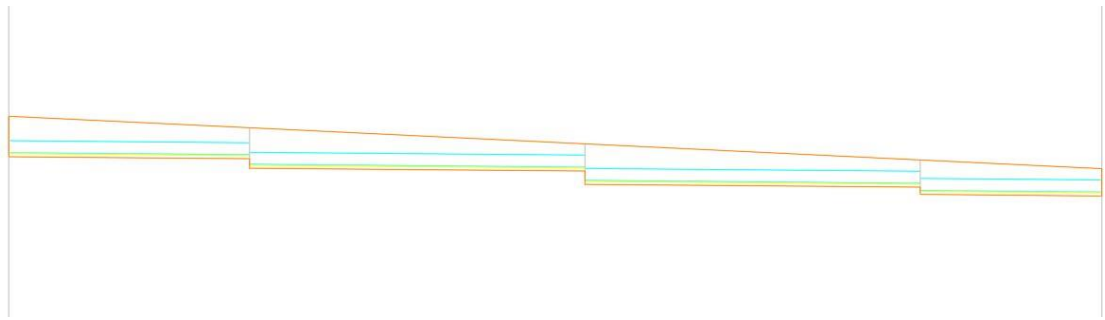
En cuanto a la pendiente, como ventaja todos los tramos se realizan en el mismo sentido que la pendiente, disminuyendo así el presupuesto de ejecución y facilitando el diseño. Ajustando siempre las pendientes y diámetros a la velocidad máxima.

4.2.1. Perfiles.

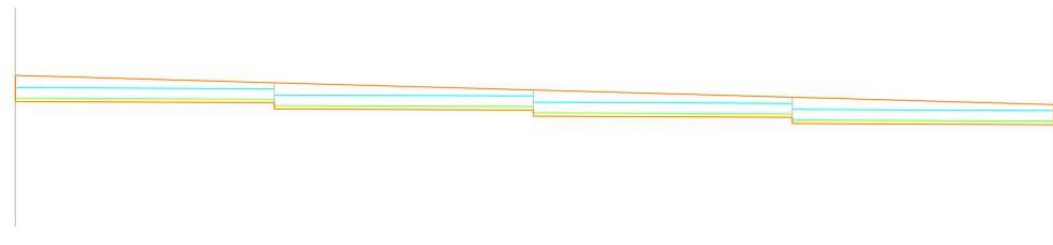
En este caso los perfiles por tramos que se obtiene son los siguientes, los cuales hacen referencia a la leyenda de la tabla 1.



Perfil 7: Tramo D.



Perfil 8: Tramo E.



Perfil 9: Tramo F.

4.3. Solución 3.



Mapa 3: Solución número 3.










TRAMO	LONGITUD(m)	DIÁMETRO(m)	CAUDAL (m ³ /s)		
1	181,2000	0,8000	0,9100		TANQUE DE TORMENTA
2	187,2000	0,8000	1,4400		
3	106	0,8000	1,3500		
G	274,0000	0,8000	1,3500		
H	73	0,8000	1,4400		
I	45,0000	1,0000	2,2000		
J	81,3000	1,3000	3,4400		
Emisario	880				
Red Pluvial	811	1,3000			

Tabla 4: Leyenda solución número 3.

En la solución 3, se plantean cuatro tramos (G, H, I, J) a diferencia que, en el resto de las soluciones, donde el problema se resuelve en tres tramos.

Se observa que el tramo G, de color cian, sigue un recorrido más largo incluso que en la solución 2, esto se debe a que en esta solución se plantea realizar con el tramo G el mismo recorrido que existe actualmente, pero con la diferencia de que el caudal de este tramo será el correspondiente al del tramo 3 ($1.35 \text{ m}^3/\text{s}$), y no al de la confluencia de los tramos 2 y 3 ($2.78 \text{ m}^3/\text{s}$) como sucede en la actualidad. De manera que se soluciona la falta de capacidad que existe hoy en día.

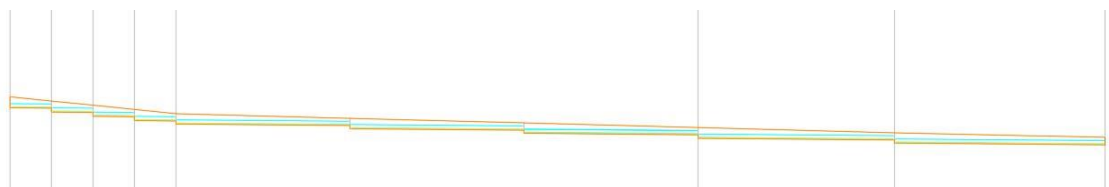
Por otro lado, el tramo H, de color amarillo, une de la forma más rápida los tramos 1 y 2, generando de esta forma la necesidad de ejecutar un tramo intermedio que una, ese nuevo tramo H con el G, originando así el tramo I.

Finalmente, se necesita el tramo J, que como sucede en todas las soluciones planteadas, transporta el caudal total al tanque de tormentas.

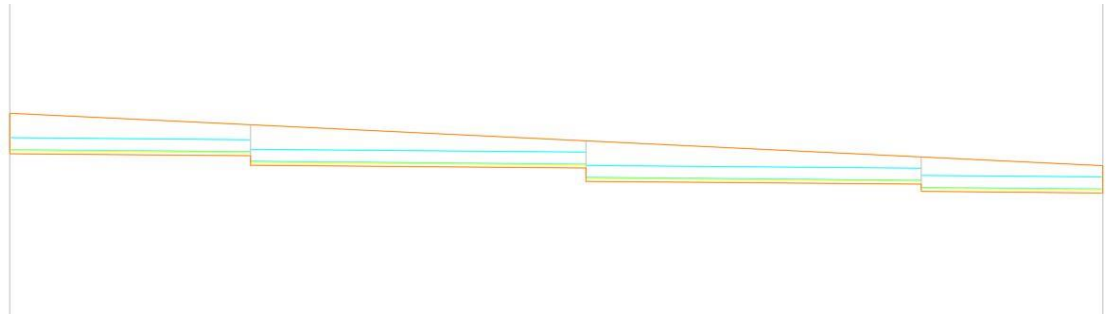
Como conclusión de esta tercera solución, el tramo con mayor diámetro presenta la longitud más corta de todas las soluciones planteadas, y a su vez aparece un nuevo tramo que transporta los caudales de los tramos 1 y 2 ($2.2 \text{ m}^3/\text{s}$) con un diámetro de 1 metro.

4.3.1. Perfiles.

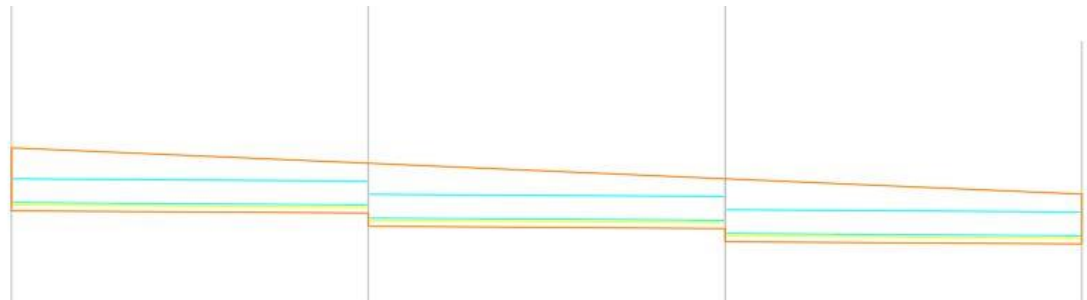
En este caso los perfiles por tramos que se obtiene son los siguientes, los cuales hacen referencia a la leyenda de la tabla 1.



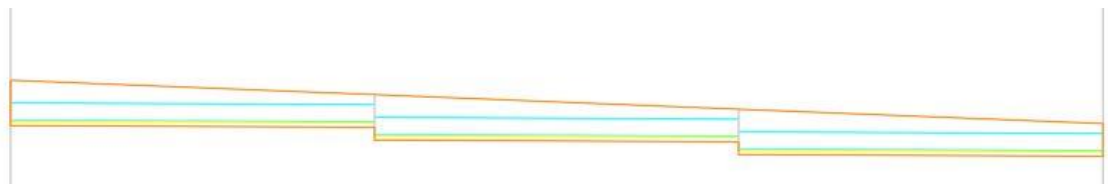
Perfil 10: Tramo G.



Perfil 11: Tramo H.



Perfil 12: Tramo I.



Perfil 13: Tramo J.

5. Comparación de soluciones.

Las tres soluciones planteadas anteriormente son válidas para la resolución del problema que afecta a la red de saneamiento del municipio de Titaguas.

A continuación, se comparan económicamente las tres soluciones anteriores, obteniendo así la solución más rentable.

TRAMOS 1, 2, 3	Subcuenca 1	Subcuenca 2	Subcuenca 3	Total (€)
Área (m)	401,9	475	232,6	
Profundidad (m)	1,23	1,23	1,23	
Volumen (m ³)	494,34	584,25	286,10	
D tubo (m)	0,8	0,8	0,8	
Material	H.armado	H.armado	H.armado	
Longitud (m)	181,2	187,2	106	
Precio unitario excavación (€/ud)	8,37	8,37	8,37	
Coste excavación (€)	4137,60	4890,17	2394,64	11422,41
Precio ML tubo (€/ml)	30,65	30,65	30,65	
Coste tubo (€)	5553,78	5737,68	3248,90	14540,36
				25962,77

Tabla 5: Coste excavación y tubo tramos 1, 2 y 3.

SOLUCIÓN 1	A	B	C	Total (€)
Área (m)	333,11	188,64	365,45	
Profundidad (m)	1,23	1,6675	1,96	
Volumen (m ³)	409,73	314,56	716,28	
D tubo (m)	0,8	1,1	1,3	
Material	H.armado	H.armado	H.armado	
Longitud (m)	148,7	73	128,36	
Precio unitario excavación (€/ud)	8,37	8,37	8,37	
Coste excavación (€)	3429,40	2632,84	5995,28	12057,52
Precio ML tubo (€/ml)	30,65	58,15	90	
Coste tubo (€)	4557,66	4244,95	11552,40	20355,01
				32412,53

Tabla 6: Coste excavación y tubo solución 1.

SOLUCIÓN 2	D	E	F	Total (€)
Área (m)	546,4	164,34	365,45	
Profundidad (m)	1,23	1,23	1,96	
Volumen (m ³)	672,07	202,14	716,28	
D tubo (m)	0,8	0,8	1,3	
Material	H.armado	H.armado	H.armado	
Longitud (m)	246,5	73	128,36	
Precio unitario excavación (€/ud)	8,37	8,37	8,37	
Coste excavación (€)	5625,24	1691,90	5995,28	13312,42
Precio ML tubo (€/ml)	30,65	30,65	90	
Coste tubo (€)	7555,23	2237,45	11552,40	21345,08
				34657,49

Tabla 7: Coste excavación y tubo solución 3.

Sol 3	G	H	I	J	Total (€)
Área (m)	616	164,34	106,77	246,21	
Profundidad (m)	1,23	1,23	1,5225	1,96	
Volumen (m ³)	757,68	202,14	162,56	482,57	
D tubo (m)	0,8	0,8	1	1,3	
Material	H.armado	H.armado	H.armado	H.armado	
Longitud (m)	274	73	45	81,3	
Precio unitario excavación (€/ud)	8,37	8,37	8,37	8,37	
Coste excavación (€)	6341,78	1691,90	1360,60	4039,12	13433,41
Precio ML tubo (€/ml)	30,65	30,65	44,3	90	
Coste tubo (€)	8398,10	2237,45	1993,50	7317,00	19946,05
					33379,46

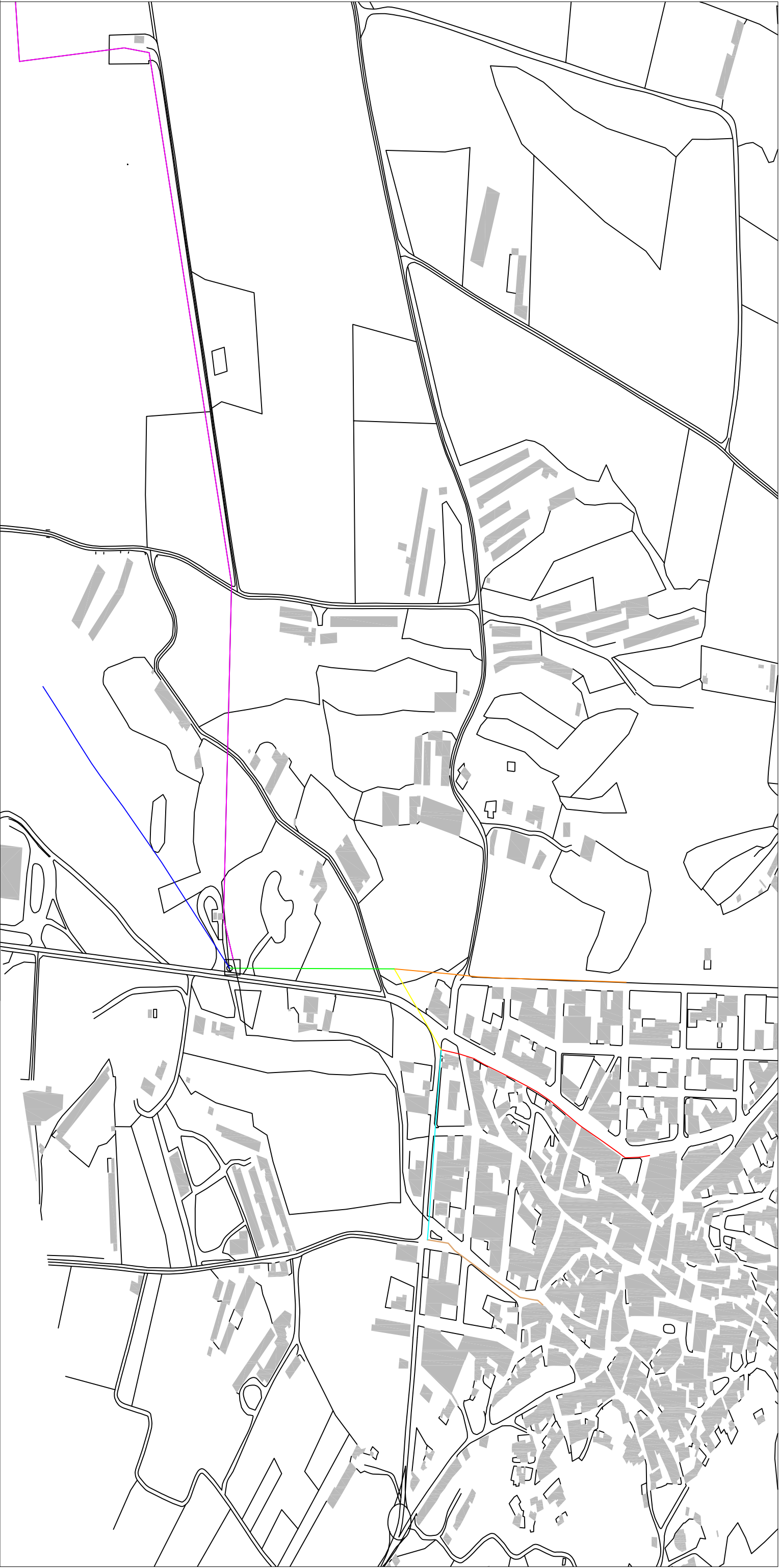
Tabla 8: Coste excavación y tubo solución 3.

6. Conclusión.

Para finalizar el presente anejo, se compara el coste referente a la excavación y a la longitud del tubo.

Mediante las tablas se observa que la solución 2 es la que mayor coste genera, en cambio en la solución 1 se tiene el menor coste en cuanto a excavación y en la solución 3 se requiere el mínimo presupuesto necesario para tubos de hormigón armado.

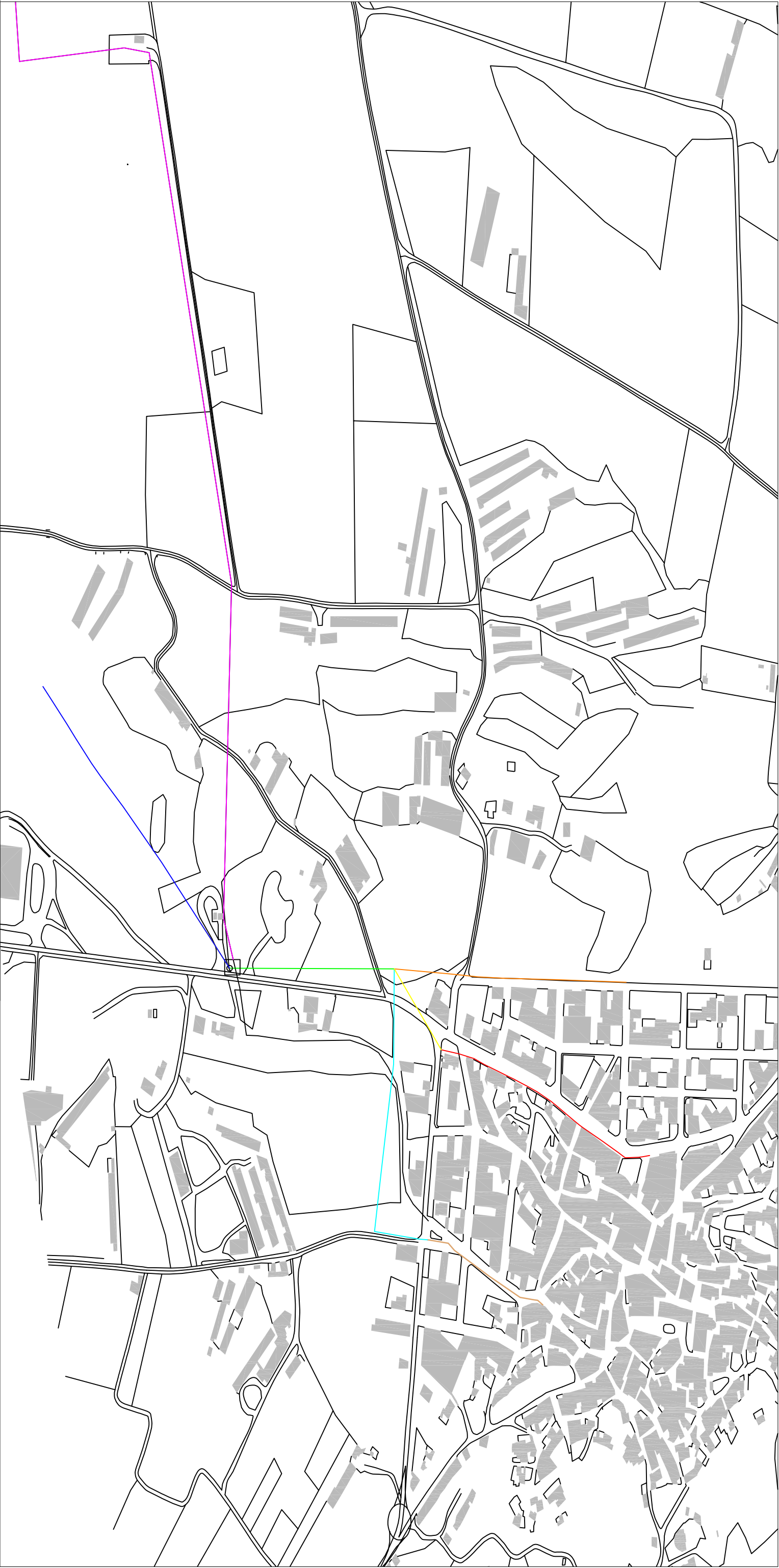
Obteniendo los costes totales se puede afirmar que la solución 1 es la mejor económicamente. Por tanto, es la que se desarrollará en los siguientes anejos.




TRAMO	LONGITUD(m)	DIÁMETRO(m)	CAUDAL(m ³ /s)	
1	181,2000	0,8000	0,9100	
2	187,2000	0,8000	1,4400	
3	106	0,8000	1,3500	
A	148,7000	0,8000	1,3500	
B	73	1,1000	2,7800	
C	128,4000	1,3000	3,4400	
Emisario				
Red Pluvial				

□ TANQUE DE TORMENTA

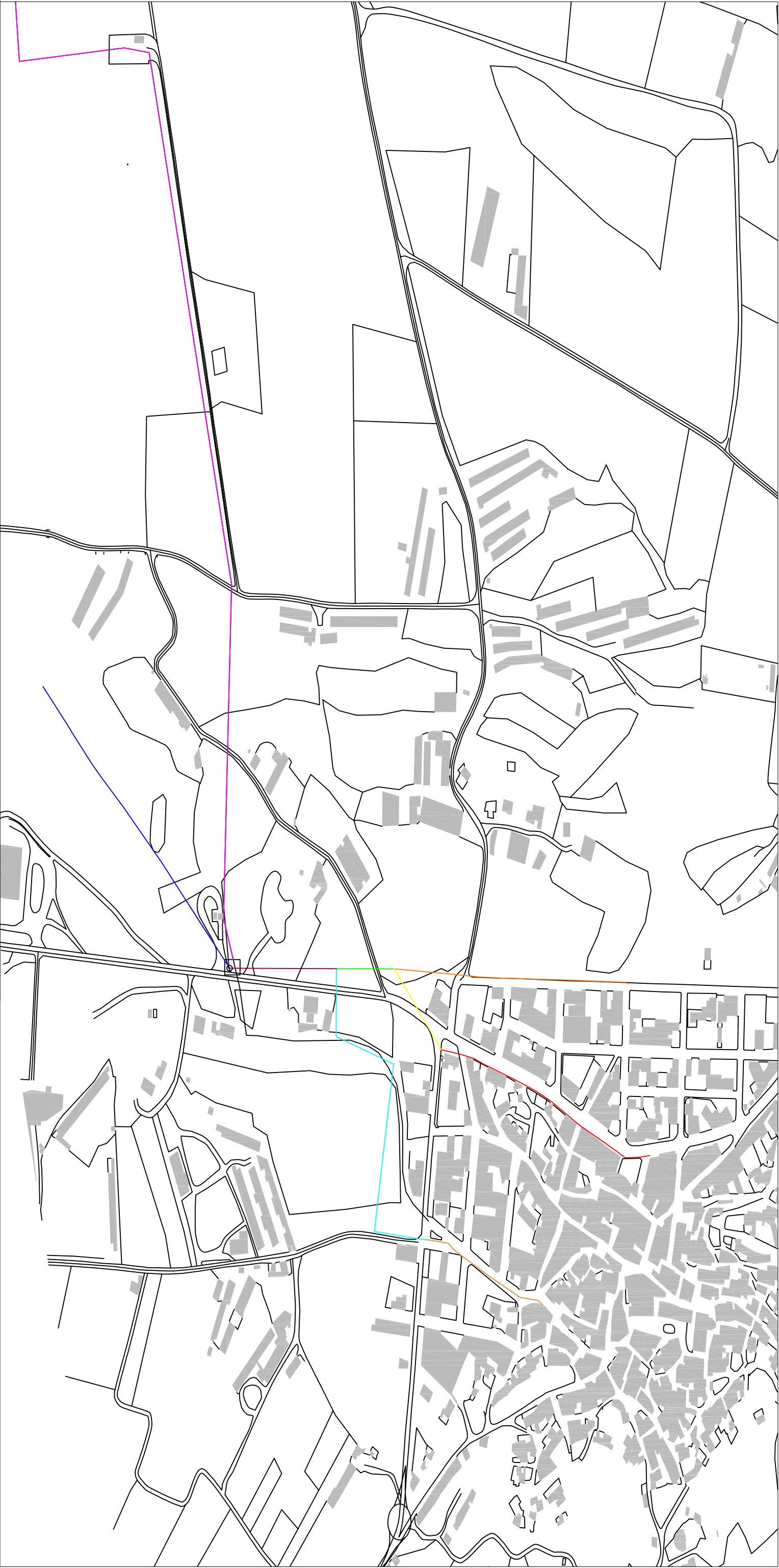
SOLUCIÓN 1



TRAMO	LONGITUD(m)	DIAMETRO(m)	CAUDAL(m ³ /s)	
1	181,2000	0,8000	0,9100	
2	187,2000	0,8000	1,4400	
3	106	0,8000	1,3500	
D	246,5000	0,8000	1,3500	
E	/3	0,8000	1,4400	
F	128,3600	1,3000	3,4400	
Emisario				
Red Pluvial				

 TANQUE DE TORRENTA

SOLUCION 2



TRAMO	LONGITUD(m)	DIÁMETRO(m)	CAUDAL(m ³ /s)	
1	181,2000	0,8000	0,9100	
2	187,2000	0,8000	1,4400	
3	106	0,8000	1,3500	
G	274,0000	0,8000	1,3500	
H	73	0,8000	1,4400	
I	45,0000	1,1000	2,2000	
J	81,3000	1,3000	3,4400	
Emisario				
Red Pluvial				



TANQUE
DE
TORMENTA

SOLUCIÓN 3