

ANEJO Nº3

ESTUDIO DE SOLUCIONES

ÍNDICE

1. OBJETO DEL ANEJO.....	Pág 4
2. NECESIDAD DE LA RED.....	Pág 4
3. CRITERIOS BÁSICOS DE LA ELECCIÓN.....	Pág 4
4. PLANTEAMIENTO DE LAS ALTERNATIVAS.....	Pág 4
4.1 TIPOLOGÍA DE LA RED.....	Pág 4
4.1.1 SEPARATIVA.....	Pág 5
4.1.2 UNITARIA.....	Pág 6
4.2 MATERIALES.....	Pág 6
4.2.1 INTRODUCCIÓN.....	Pág 6
4.2.2 HORMIGÓN ARMADO.....	Pág 7
4.2.3 TUBERIAS PLÁSTICAS.....	Pág 8
4.3 TRAZADOS DE LA RED.....	Pág 11
4.3.1 CONSIDERACIONES GENERALES.....	Pág 11
4.3.2 CONDICIONANTES DEL DISEÑO.....	Pág 11
4.3.3 DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA PROPUESTA.....	Pág 13
5. ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS.....	Pág 14
5.1 TIPOLOGÍA DE LA RED.....	Pág 14
5.2 MATERIALES.....	Pág 14
5.3 TRAZADO DE LA RED.....	Pág 17
6. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	Pág 17
6.1 ELECCIÓN DE LA TIPOLOGÍA DE LA RED.....	Pág 17
6.2 ELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA DE MATERIAL.....	Pág 18
6.3 JUSTIFICACIÓN DEL TRAZADO DE LA RED.....	Pág 19
6.4 CONCLUSIÓN.....	Pág 19

1. OBJETO DEL ANEJO

El objeto de este anejo es el planteamiento y posterior análisis de las posibles alternativas, tanto técnicas como económicas, para un diseño óptimo de la red de aguas pluviales y residuales de la zona de actuación en el Puerto de Sagunto; partiendo de la condición impuesta de que la red sea separativa.

Las alternativas se han estudiado con base en los diferentes materiales a emplear, si existían diferentes trazados posibles a seguir y la simplicidad de la puesta en obra.

2. NECESIDAD DE LA RED

Debido a que la zona está urbanizar, carece de redes de recogida de aguas pluviales y de aguas residuales.

En el Plan General de Ordenación Urbana de Sagunto que: se explicita que se deberán prever las instalaciones precisas para permitir a los propietarios a cargo propio la conexión a las mismas.

3. CRITERIOS BÁSICOS DE ELECCIÓN

Los criterios que se han tenido en cuenta para la elección de la red han sido:

- Sencillez y economía de explotación: La solución adoptada debe contemplar pequeños costes de mantenimiento, de forma que la explotación sea funcional y rentable.
- Menores costes de inversión: La inversión económica por parte de la Administración en la solución adoptada debe ser la menor posible.
- Procedimiento constructivo: El procedimiento constructivo debe ser el más simple y sencillo de llevar a cabo, a fin de asegurar una correcta instalación manteniendo las necesidades técnicas de diseño. Se evita así que otros procedimientos más complejos puedan llevar a funcionamientos inadecuados de la red por una mala instalación.

4. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

4.1 TIPOLOGÍA DE LA RED

La tipología de la red puede ser unitaria o separativa.

4.1.1 SEPARATIVA

Una red con sistema separativo tiene conducciones independientes para las aguas residuales y para las aguas pluviales.

Ventajas:

- Los colectores de aguas pluviales tienen normalmente un menor desarrollo, ya que en general desaguan por caminos cortos a los cauces naturales.

- Solo se transporta el caudal de agua residual hasta las depuradoras, lo que disminuye diámetros de conductos.
- Hay casos en los que se pueden canalizar las aguas pluviales mediante cunetas o canales abiertos evitándose la doble canalización, con lo que tanto desde el punto de vista económico como constructivo será preferible el sistema separativo.
- Los gastos de limpieza son menores en este tipo de sistemas, porque al ser menores las variaciones del caudal circulante también son menores las variaciones de velocidad y se reducen las sedimentaciones.
- Son apropiados en caso de haber bombeos o de necesitar conducciones a presión, donde el caudal se debe reducir al mínimo.
- Con sistemas separativos las depuradoras se ajustan a las necesidades reales de agua a depurar. La depuradora trabaja con unas variaciones de cargas contaminantes mínimas.
- Con el análisis conjunto de red de saneamiento más depuración final el sistema separativo resulta más económico.
- El uso de sistema separativo minimiza el riesgo de daños en redes de saneamiento y estaciones depuradoras debidos a vertidos directos de zonas industriales.

Inconvenientes:

- Las redes pluviales pueden producir importantes contaminaciones, sobre todo durante las primeras lluvias.
- El coste del sistema separativo es, como norma general, superior al del sistema unitario ya que obliga en muchas zonas a doblar los metros de colector a colocar y duplicar las acometidas.
- Riesgo de conexión errónea de las acometidas.
- Mayores gastos de conservación y mantenimiento.

4.1.2 UNITARIA

Una red de alcantarillado unitaria transporta aguas residuales en tiempo seco y aguas residuales y pluviales mezcladas en tiempo de lluvia.

Ventajas:

- Al no ser doble hay menor necesidad de espacio para la colocación de la red,.
- El coste del primer establecimiento del sistema unitario es entre 1,5 y 2 veces menor que el sistema separativo.

- El sistema unitario tiene la mitad de coste en las acometidas frente al sistema separativo.
- Inexistencia del riesgo de conexiones incorrectas de acometidas.
- Los gastos de levantamiento y reposición de pavimentos son de 1,5 a 2 veces menor en el sistema unitario.
- La conservación y explotación de una red doble exige gastos entre un 30% y un 50% mayor que el caso de red unitaria.
- Dada la gran contaminación que contienen las primeras aguas de lluvia recogidas, con un sistema unitario se evitan vertidos contaminados al río.

Inconvenientes:

- La gran variación de caudal de las aguas por variaciones del tiempo seco y tiempo de lluvia, produce o puede llegar a producir sedimentos de las materias sólidas, por lo que habría que realizar servicios de limpieza.

4.2 MATERIALES

4.2.1 INTRODUCCIÓN

Los materiales a emplear en los conductos y en los elementos complementarios deben ser capaces de soportar los esfuerzos a los que van a ser sometidos durante su almacenamiento, transporte, acopio en obra, montaje, su funcionamiento y explotación. En concreto deben soportar:

- Esfuerzos de cargas estáticas y dinámicas
- Ataque de las aguas residuales, del suelo y subterráneas

Son características fundamentales a considerar:

- Rugosidad de la superficie interior
- Resistencia a las sollicitaciones internas o externas, tanto mecánicas, como químicas y biológicas
- Cumplimiento de las especificaciones recogidas en las normas de producto
- Estanquidad de juntas
- Dimensión homogénea, con referencia a la linealidad, diámetros nominales, espesores

Los materiales comúnmente utilizados para estas redes son:

- Hormigón armado

- Hormigón en masa
- Poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV)
- Policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U)
- Polietileno (PE)

Aunque son materiales convencionales a priori se pueden descartar dos. Primero el hormigón en masa por el mal comportamiento a tracción que sufriría la pared del tubo y segundo el PRFV por el sobrecoste que podría ocasionar.

4.2.2 HORMIGON ARMADO

Las tuberías de este tipo son una buena solución económica y eficaz para redes que trabajan en régimen libre o en baja presión. Funcionan bien gracias a su simplicidad y solidez, lo que las hace tener una amplia utilización.

Ventajas:

- Al contrario que otros materiales, no deben su resistencia al empuje pasivo del terreno sino a la propia rigidez del tubo.
- Son elementos rígidos que no se alteran a su entrada en servicio, a diferencia de los tubos deformables (cambian su sección y reducen su caudal).
- Bajo precio de adquisición inicial.
- Dispone de múltiples accesorios, conexiones y pozos de registro estancos; todos ellos de gran precisión y con una gran amplitud de formas, características y dimensiones. Esto permite realizar toda la conducción con el mismo material sin interrupciones.
- La alta durabilidad del material, así como el hecho de estar enterradas, confieren al tubo de hormigón una vida útil larga. Si la fabricación y colocación de esta tubería se realiza en condiciones adecuadas, la vida media de ésta puede alcanzar entre 75 y 90 años.
- La colocación de los tubos de hormigón armado no requiere precauciones especiales ni accesorios complicados.
- Son instalados en la zanja de forma cómoda y fácil independientemente de la naturaleza del suelo.
- El relleno y la compactación de la zanja no son tan críticos como en otros materiales alternativos.

Inconvenientes:

- El anhídrido carbónico y el sulfuro de hidrógeno atacan a los morteros de cemento.

- Elevado coeficiente de rugosidad.
- Su elevado peso propio, del orden de 100 Kg/m, aumenta el coste de instalación.
- Limitaciones en la puesta en obra por ser necesaria la utilización de maquinaria auxiliar para su colocación.

4.2.3 TUBERÍAS PLÁSTICAS

Las ventajas fundamentales de las tuberías plásticas son su flexibilidad y ligereza. Aunque estas cualidades las hacen idóneas para implantarse, en el caso de conducciones enterradas de líquidos sin presión habrían tenido tradicionalmente un freno debido a su falta de rigidez. Este problema se soluciona mediante el uso de tuberías de doble pared. La pared externa (corrugada) confiere a la conducción una elevada rigidez circunferencial por su especial diseño, lo cual mejora considerablemente la resistencia al aplastamiento de la misma; mientras que la pared interior (lisa), proporciona un óptimo comportamiento hidráulico al conseguir unas pérdidas de carga mínimas.

Además del diámetro nominal, para este tipo de tuberías existen cuatro clases de rigidez denominadas SN2, SN4, SN8 y SN16, que equivalen a valores de rigidez circunferencial específica inicial del tubo de 2, 4, 8 y 16 KN/m².

No obstante, la clase SN2, por su baja rigidez sólo se permite en diámetros nominales DN600 o superiores, por lo que no se usa en la práctica, y la clase SN16 apenas tiene fabricantes. Para las obras de saneamiento en las que existen colectores de la red principal, la clase de rigidez más habitual es la SN8, por lo que el análisis de los materiales se centrará en las tuberías con esta clase de rigidez.

Dentro de las tuberías plásticas corrugadas de doble pared, se han estudiado dos tipologías teniendo en cuenta los materiales comúnmente utilizados para colectores de saneamiento:

1. CONDUCCIONES DE PVC POLICLORURO DE VINILO (PVC)

Puede tener múltiples aplicaciones pero la más frecuente es la evacuación de aguas residuales y pluviales.

Ventajas:

- Poco peso.
- Facilidad de montaje e instalación, incluso corte en obra de tubos a medida.
- Facilidad de mantenimiento.
- Absoluta estanqueidad de tubos y juntas.
- Buena adaptación a los trazados quebrados.

- Inertes a la corrosión de las tierras e inalterables en las corrientes vagabundas.
- Alta resistencia a los ataques químicos interiores y exteriores, lo que les proporciona una elevada estabilidad frente a aguas residuales domésticas e industriales fuertemente contaminadas.
- No existe peligro de obstrucción en los tubos como resultado de la formación de residuos y óxidos. En consecuencia, se puede decir que la sección útil de los tubos permanece prácticamente invariable.
- Excelente comportamiento a las sobrepresiones.
- Elevada capacidad hidráulica. Baja rugosidad interna ($K < 0,01$).
- Mejor comportamiento que los tubos tradicionales bajo los efectos de las heladas.
- Poseen una excelente relación peso-resistencia. Un tubo de 315 mm de diámetro y 6 m de longitud pesa 13,2 kg/m y puede ser manipulado en obra por dos personas, una gran ventaja en obras de difícil acceso.
- Más de 50 años de vida útil.

Inconvenientes:

- Poseen un buen comportamiento cuando se instalan bajo tierra, pero su nivel de respuesta disminuye cuando son expuestos al sol por largos periodos.
- Mal comportamiento frente a grandes oscilaciones térmicas.

2. CONDUCCIONES DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD)

Las tuberías de polietileno presentan excelentes propiedades específicas frente a las fabricadas con materiales tradicionales.

Para la protección contra el envejecimiento producido por la radiación ultravioleta, el calor y el oxígeno del aire, se adiciona negro de carbono (del 2 al 3%) y antioxidante.

Entre sus aplicaciones se encuentran:

- Distribuciones de agua potable.
- Alcantarillados sanitarios, pluviales y combinados.
- Instalaciones de riego.
- Aguas residuales ganaderas e industriales.

Ventajas:

- Alta resistencia mecánica.
- Soportan bien las condiciones climáticas.
- Soportan las sustancias agresivas presentes en las aguas residuales.
- Comportamiento estable frente a agentes químicos.
- Excelente estanqueidad.
- Excelente resistencia al impacto.
- Se adaptan muy bien a los trazados quebrados.
- No son afectados por las corrientes vagabundas y telúricas.
- Mantienen permanentemente su capacidad hidráulica.
- Son muy ligeras.
- Resisten la mayoría de los disolventes orgánicos a 20 °C.
- Más de 50 años de vida útil.

Inconvenientes:

- Elevada dilatación térmica, por lo que se debe tener muy en cuenta éste aspecto cuando se instale en un ambiente con posibilidad de grandes variaciones de temperaturas.
- Reducción brusca del módulo de elasticidad en las primeras 2000 h de uso, según las curvas de regresión del material proporcionadas por el fabricante, lo cual se ve reflejado en una disminución de la rigidez circunferencial específica inicial.
- Para contrarrestar el bajo valor inicial del módulo de elasticidad, se fabrican los tubos de polietileno combinando una mayor altura de corruga con una disminución del diámetro interior, lo que implica una menor capacidad hidráulica.

4.3 TRAZADOS DE LA RED

4.3.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Se recomienda para la construcción de redes de saneamiento que las redes de alcantarillado discurran por terrenos públicos, preferentemente por viales, y que en calles de menos de 25 m de anchura la traza del colector discurra bajo el eje de la calzada por razones de equidistancia entre ambas líneas de fachada.

Por otra parte, las aguas deben discurrir por gravedad en la medida de lo posible, evitando el uso de bombes y que los colectores entren en carga. Por ello se busca comenzar los tramos de colector en los puntos con mayor cota y dirigirlos hacia aquellos puntos donde la cota sea menor.

4.3.2 CONDICIONANTES DEL DISEÑO

El trazado de la red se determinará en función de la topografía del terreno, la red viaria, los puntos de conexión, la disponibilidad física de espacios, la afección a terceros, y la afección a los servicios existentes.

1. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO

La topografía del sector es muy llana por su proximidad al mar. Las cotas de las calles van en disminución de noroeste a sureste hacia el mar. Sin embargo, la escasa inclinación del terreno dificulta la evacuación por gravedad de toda la red de saneamiento teniendo que aumentar la profundidad de excavación hasta profundidades de 4,5 m en ciertos colectores.

Minimizando en todo lo posible el volumen de excavación por aspectos económicos se consigue realizar toda la evacuación de las aguas residuales y pluviales por gravedad.

2. RED VIARIA

La distribución y geometría de la red viaria son factores fundamentales a tener en cuenta al estudiar el óptimo diseño del trazado de la red de saneamiento. La red viaria existente está compuesta por viales de anchura variable sin pavimentar excepto los que limitan la zona de actuación, que son viales pavimentados y con tráfico rodado y peatonal. Las vías principales tienen pendiente hacia el sureste.

3. PUNTOS DE CONEXIÓN

Los puntos de conexión de la red de residuales proyectada hasta los colectores existentes limitan tanto la cota de llegada de los colectores como la pendiente de los mismos, debido a que, según el “Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones, MOPU 1986” y la “Guía Técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano, CEDEX 2007”, como norma general bajo calzadas o en terreno de tráfico rodado posible la profundidad mínima de la zanja será tal que la generatriz superior de la tubería quede por lo menos a un metro de la superficie, debiendo proceder al hormigonado de la tubería si no se pudiese cumplir dicha profundidad mínima.

La red de drenaje se ha planteado recogiendo todas las aguas por la C/ Pico Caroig Caroché continuando por Arquitecto Simón Gurumeta y aquí se produce el vertido al colector existente. (Fig2). La clave del colector se encuentra a la cota 4.14 m y tiene un diámetro de 2m.

La red de aguas negras (residuales) se conecta en su mayoría a la red existente en la C/ Camp de Morvedre al colector de diámetro 1000 mm, llegando hasta aquí a través de la C/ Cid. (Fig3). La clave de este colector se encuentra a la cota 4.80 m y su diámetro es de 1m.

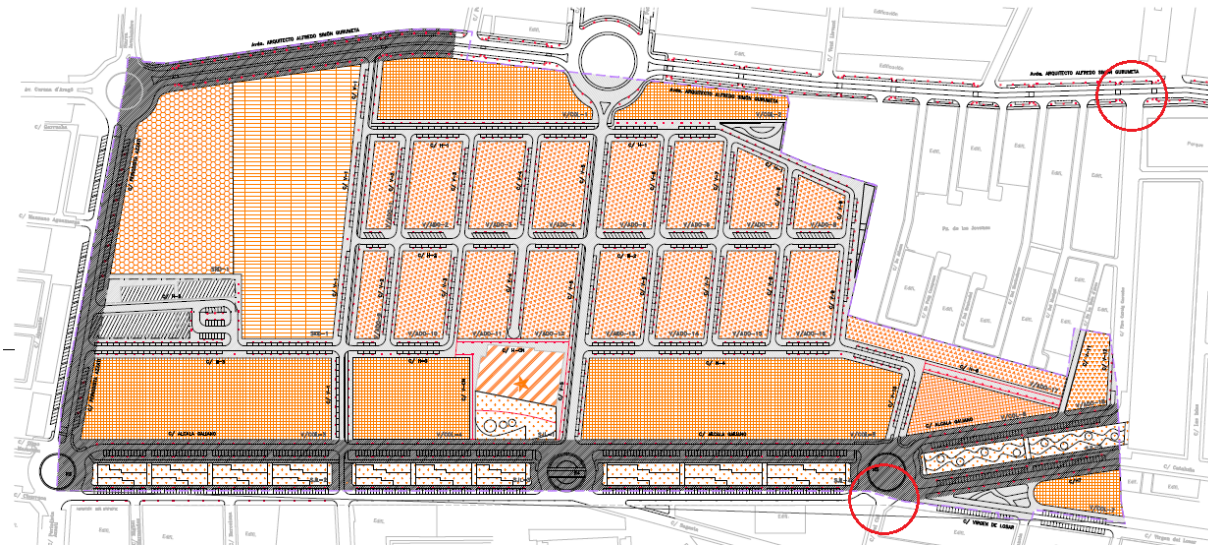


Fig 1 Situación colectores existentes

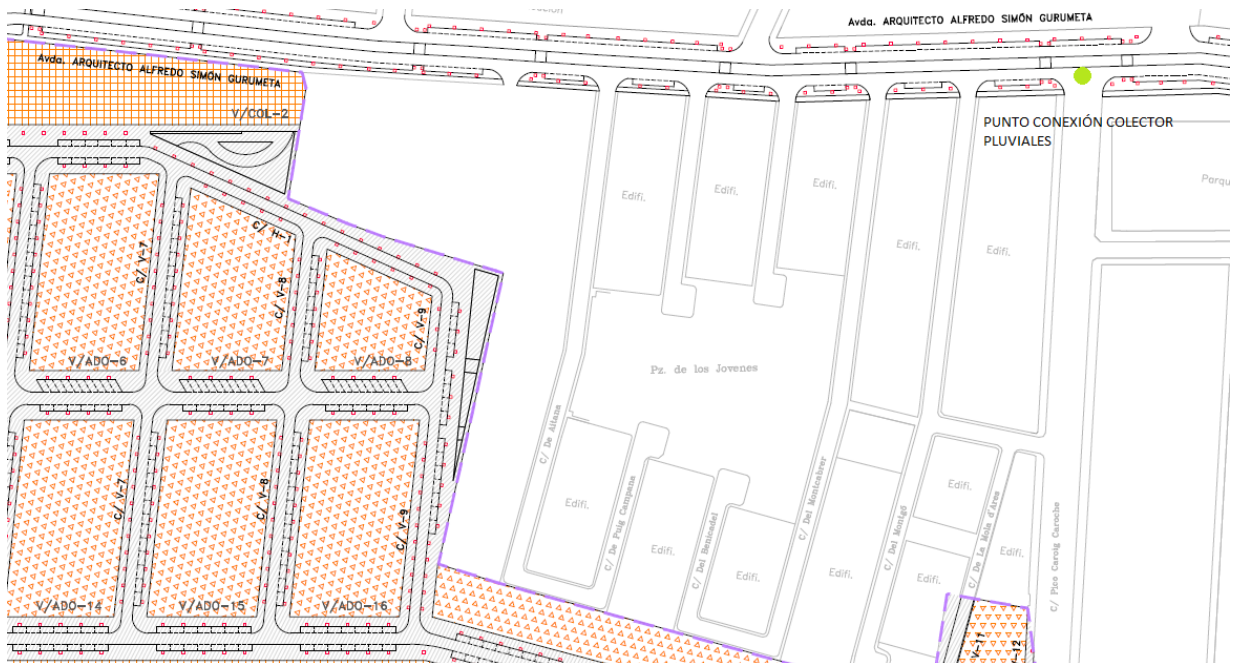


Fig 2 Colector pluviales

4. DISPONIBILIDAD FÍSICA DE ESPACIOS

5. AFECCIONES A TERCEROS

6. AFECTACIONES A SERVICIOS EXISTENTES

4.3.3 DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA PROPUESTA

12

La conexión de la red de residuales proyectada se realizará, tal y como se ha indicado en el epígrafe anterior, al colector de la calle Camp de Morvedre, de diámetro nominal 1000 mm, que discurre por el sur del sector, por medio del entronque al pozo de registro existente más cercano a la zona de actuación en dicho colector.

La red proyectada tendrá las siguientes características:

- El diámetro exterior de los tubos será de 315 mm, mínimo establecido según las directrices marcadas por el ayuntamiento de Sagunto.
- La traza de los diferentes tramos discurrirá bajo las calzadas siempre que sea posible.
- La red de drenaje tendrá una longitud total de 4047 m.
- La red de residuales tendrá una longitud 3868 m.
- El caudal máximo a evacuar por la red de drenaje según la tormenta de diseño para un periodo de retorno de 25 años es de 20.880 m³/h.
- El caudal máximo a evacuar por la red de residuales es de 49,10 m³/h para todo el sistema.
- En los planos nº 4 y nº 5 que corresponden a los planos “Red de drenaje” y “Red de residuales” respectivamente se presentan las plantas generales y los perfiles longitudinales, donde se puede visualizar el trazado definido y sus características.

5. ANALISIS DE ALTERNATIVAS

5.1 TIPOLOGÍA DE LA RED

Se considera el sistema separativo como el más indicado debido a que existen colectores cercanos, uno de pluviales y otro de residuales. Además es una zona cercana al río Palancia y contigua al mar Mediterráneo. Por otro lado, con este sistema la depuradora encargada de tratar las aguas residuales se ajustaría mejor a las necesidades reales del agua a depurar ya que, en un sistema unitario sería preciso un sobredimensionamiento.

5.2 MATERIALES

Para una mejor interpretación se han representado las características de los materiales en la siguiente tabla.

TABLA DE CARACTERÍSTICAS SEGÚN MATERIAL

CARACTERÍSTICA	HORMIGÓN	PVC	POLIETILENO
LIGEREZA	100kg/m	13,2kg/m	7,5kg/m
LONGITUD TUBOS	3 m	6 m	6 m
RIGIDEZ CIRCUNFERENCIAL A LAS 2000 HORAS		5,33 kN/m ²	2,42 kN/m ²
DIÁMETRO EXTERIOR	343 mm	315 mm	315 mm
DIÁMETRO INTERIOR	300 mm	286 mm	271 mm
COEF. RUGOSIDAD	0,013	0,01	0,01
INCRUSTACIONES	Puede presentar	No presenta	No presenta
INSTALACIÓN	Precisa maquinaria auxiliar y buenos accesos.	Sencilla incluso en lugares de difícil acceso. Todos los diámetros son manejables a mano.	Sencilla incluso en lugares de difícil acceso. Todos los diámetros son manejables a mano.
RENDIMIENTO	0,30 h/m	0,15 h/m	0,15 h/m
ESTANQUEIDAD	Se potencia a lo largo del tiempo.	Total	Total
ASIENTOS DIFERENCIALES DEL SUELO	Limitada: tubo rígido. Mejora con la utilización de junta elástica.	Alta, debido a la flexibilidad del tubo.	Alta, debido a la flexibilidad del tubo.
DURABILIDAD	70-90 años	50 años	50 años
PÉRDIDAS DE CARGA	Mayores pérdidas por su elevada rugosidad.	Menores pérdidas debido a su lisura interior.	Menores pérdidas debido a su lisura interior.
RESISTENCIA	Alta, basada en la propia rigidez del tubo.	Aportada por la capa exterior corrugada.	Aportada por la capa exterior corrugada.
ATAQUE QUÍMICO	Atacable por ácidos, sulfatos y cloruros.	Resistente al ataque químico.	Resistente al ataque químico.
ATAQUE FÍSICO	Alta velocidad del fluido provoca efectos negativos frente a la abrasión.	Resistente gracias al grado de lisura de la pared interior.	Resistente gracias al grado de lisura de la pared interior.
COSTE ECONÓMICO	Alto.	Medio.	Medio.

COMPARACIÓN DE LOS DISTINTOS MATERIALES

- **Tuberías Plásticas frente a las de hormigón**

Comparando los distintos materiales, se observa la obtención de una mayor durabilidad empleando hormigón en lugar de PVC o PE.

En cuanto a dimensiones y pesos, el empleo de hormigón hace que el peso por metro lineal sea muy elevado (alrededor de 100kg/m). Un conducto de PVC tiene un peso de 12.2 kg/m y uno de PE 7.5 kg/m. Esto hace que la longitud de los conductos de hormigón se reduzca la mitad de las tuberías plásticas, reduciendo también el rendimiento de colocación. Esto es debido a que para la misma cantidad de metros lineales hay que utilizar mayor número de conductos y además es necesaria la utilización de maquinaria para su colocación.

Con respecto a las características hidráulicas, un conducto de hormigón tiene un coeficiente de Manning (n) de 0.013-0.014 frente al 0.010 del PVE y del PE. Además este bajo coeficiente de rugosidad y la ausencia de porosidad, evitan grandes pérdidas de carga en las tuberías, reducen la abrasión y evitan la necesidad de limpieza periódica de la red.

Con estas contraposiciones realizadas, se entiende que el uso de tuberías plásticas es el más adecuado, teniendo además en cuenta su menor coste económico.

- **Tuberías de PVC frente a las de PE**

En principio ambos tipos de tuberías serían aptas para la ejecución de la red, pero en el caso del polietileno para saneamiento a causa de su alta densidad ($> 0,94 \text{ g/cm}^3$) y alto coeficiente de dilatación lineal ($0,22 \text{ mm/}^\circ\text{C}$), a la hora del tendido de los tubos deben tenerse en cuenta los esfuerzos producidos por la dilatación y retracción, en función de la estacionalidad y las horas del día en que se haga la instalación. Cuando se instalan estas tuberías en épocas de grandes diferencias de temperatura entre el momento de la instalación y el tapado de la zanja, se deben instalar serpenteando para permitir las contracciones que se producirán durante las horas en que desciende la temperatura.

Por otra parte, la rigidez circunferencial específica (o rigidez anular) de los tubos plásticos corrugados de doble pared, es (en el caso de la rigidez nominal SN8) de como mínimo 8 KN/m^2 . Sin embargo, este valor es sólo el correspondiente al momento inicial del tubo antes de ser sometido a esfuerzos, ya que con el tiempo la rigidez del tubo disminuye si actúan sobre él cargas tanto de tierras como de tráfico u otro tipo, como así ocurre en la realidad. Esto es debido al comportamiento de fluencia de los materiales plásticos cuando están sometidos a esfuerzos, el cual da lugar a una caída del módulo de elasticidad con el tiempo, y a la vez una pérdida de la capacidad resistente del material plástico.

Además, la caída del módulo de elasticidad no es lineal con el tiempo, sino que sigue unas curvas de regresión. Estas curvas son características de cada tipo de plástico y representan pérdidas muy bruscas al principio (entre las 0 y las 2000 horas) y más suaves después, de forma que el valor del módulo de elasticidad se considera casi estable a los 50 años.

En la siguiente tabla se indica la variación del módulo de elasticidad con el tiempo para los dos materiales considerados y según la norma alemana DIN 16961-2 de 2000.

	1 min	24 horas	2.000 horas	50 años
PVC	3.600 Mpa	3.000 Mpa	2.300 Mpa	1.750 Mpa
PE	800 Mpa	380 Mpa	250 Mpa	150 Mpa

Como se ve, las caídas del módulo de elasticidad son importantes ya a las 2.000 horas en los dos casos, pero especialmente en el caso del polietileno (PE).

En cuando a la rigidez circunferencia específica (RCE) de un tubo de plástico, su valor se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$RCE = \frac{Ec \times I}{Dm^3}$$

Donde:

Ec = Módulo de elasticidad del material.

I = Momento de inercia de la pared del tubo.

Dm = Diámetro medio del tubo.

Los parámetros anteriores varían según el fabricante pero para conseguir un tubo corrugado SN8 todos deben obtener una rigidez inicial de 8KN/m². Debido a que el módulo de elasticidad es una propiedad intrínseca del material, los fabricantes pueden variar el diámetro medio del tubo y modificar el corrugado variando así el momento de inercia para obtener dicha rigidez.

La forma de mejorar la resistencia a pesar de su bajo módulo de elasticidad inicial se realiza mediante el aumento del valor I (por ejemplo con una mayor altura de corruga) y menor valor de diámetro medio, esto hace que el diámetro interior sea menor, lo cual conlleva a una menor capacidad hidráulica.

De los parámetros mencionados anteriormente, el único que varía con el tiempo es el módulo de elasticidad, parámetro que depende del material de fabricación. Hay que tener en cuenta que el Pliego de Prescripciones Técnicas para Tuberías de saneamiento del Mopu (1986) exige valor es 3,9 kN/m².

5.3 TRAZADO DE LA RED

Debido a los condicionantes de diseño que han sido planteados anteriormente, se considera que solo existe una única distribución adecuada para la red de saneamiento a ejecutar.

6. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Seguidamente se procede a exponer, a grandes rasgos, los motivos que se han considerado más importantes para la selección de la alternativa escogida.

6.1 ELECCIÓN DE LA TIPOLOGÍA DE LA RED

Primeramente, con respecto a la tipología se puede decir que el sistema unitario necesita menor espacio y tiene un coste más reducido

6.2 ELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA DE MATERIAL

En lo relativo al tipo de material se concluye que:

Las tuberías de hormigón armado poseen las propiedades necesarias para su utilización en redes de saneamiento y drenaje dada su calidad, durabilidad, estanqueidad y gran resistencia mecánica aportada por la propia rigidez del tubo. No obstante, sus inconvenientes destacan por tratarse de conducciones de alto coeficiente de rugosidad, elevado peso y dificultad de puesta en obra siendo necesaria la utilización de maquinaria auxiliar.

Las tuberías plásticas se caracterizan por su alta resistencia a la abrasión, bajo coeficiente de rugosidad, durabilidad y gran ligereza. Por ello mismo, su bajo peso permite que sea más sencilla su instalación y se den elevados rendimientos, reduciendo el coste de la mano de obra y maquinaria. Por otro lado uno de sus inconvenientes es la necesidad de adaptar correctamente el terreno por donde va a discurrir la conducción ya que, la resistencia mecánica viene proporcionada por el relleno y el grado de compactación.

De todas formas, este problema se soluciona mediante el uso de tuberías de doble pared, una exterior corrugada y una interior lisa. La primera, por su diseño, confiere a la conducción una elevada rigidez circunferencial, lo cual mejora su resistencia al aplastamiento.

Las características fundamentales que han contribuido a la elección de las tuberías plásticas son las siguientes:

- Facilidad de instalación.
- Ligereza del material, el cual representa altos rendimientos en la instalación.
- Alta resistencia a los ataques químicos.
- Baja rugosidad interior
- Resistencia a la abrasión
- Estanqueidad
- Resistencia adquirida por la doble capa del conducto.
- Coste económico

Además las características fundamentales que han contribuido a la elección del PVC frente al PE son las siguientes:

- La ejecución de las uniones es más compleja en PE, lo que conlleva a una disminución de la productividad.
- Los tubos de PE tienen menos capacidad hidráulica al tener que disminuir el diámetro interior y aumentar la altura de corruga para conseguir el mismo valor de rigidez circunferencial específica que los de PVC, ya que el diámetro exterior es el mismo en ambas conducciones.

Todos estos aspectos hacen que la elección de tuberías de PVC corrugadas de doble pared frente a las PE, resulte altamente ventajosa tanto por las propiedades mecánicas como hidráulicas de la conducción. Además las tuberías de PVC tienen una mayor rigidez a largo plazo, un mayor diámetro medio interior real y una instalación más sencilla que aumenta la productividad de la instalación.

6.3 TRAZADO DE LA RED

El trazado de la red es el más adecuado en función de la red viaria, y la topografía del terreno, tanto para la red de pluviales como para la red de residuales. Cualquier otra configuración de la red supondría una mayor longitud de colectores y la necesidad de ejecución de pozos de bombeo, con el consecuente incremento del coste económico.

6.4 CONCLUSIÓN

Teniendo en cuenta lo visto en los epígrafes anteriores, se puede concluir que la tipología de la red debe ser separativa. El material más adecuado es el policloruro de vinilo (PVC), por su fácil manejo, poco peso y sencillez de instalación. Estas características hacen del PVC una alternativa que, al final de la obra, resulta de una excelente relación costo-eficiencia. Además se puede decir que existe un único trazado adecuado para la óptima instalación de la red.