

[Año]

Francisco Castro Cea
Alejandro López Sande

**PROYECTO DE
SANEAMIENTO EN O
PEDRIDO
(BERGONDO)**

ÍNDICE

1. Descripción de la obra
 - 1.1. Descripción general
 - 1.2. Descripción detallada
 - 1.2.1. Objeto del proyecto
 - 1.2.2. Localización
 - 1.2.3. Aspectos ingenieriles de la obra
 - 1.2.3.1. Movimientos de tierras
 - 1.2.3.2. Tuberías
 - 1.2.3.2.1. Ejecución en zanja
 - 1.2.3.2.2. Ejecución de tuberías
 - 1.2.3.3. Ejecución de cunetas
 - 1.2.3.4. Pozo de registro
 - 1.2.3.5. Reposición de servicios existentes
 - 1.2.3.6. Criterios y datos de diseño
 - 1.2.3.7. Presupuesto
 - 1.2.3.8. Maquinaria en instalación previa
 - 1.2.3.8.1. Maquinaria de movimiento de tierras
 - 1.2.3.8.2. Puesta en obra de pavimentos y firmes
 - 1.2.3.8.3. Acopios
2. Aspectos teóricos relacionados con la obra de estudio
 - 2.1. Trazado
 - 2.1.1. Consideraciones generales
 - 2.1.2. Trazado en planta
 - 2.1.3. Trazado en alzado
 - 2.2. Instalación de canalización
 - 2.2.1. Transporte y almacenamiento
 - 2.2.2. Instalación de tubos enterrados
 - 2.2.3. Geometría de las zanjas
 - 2.2.3.1. Ejecución de las zanjas
 - 2.2.4. Entibaciones
 - 2.2.5. Agotamiento de las zanjas y rebajamiento del nivel freático.
 - 2.3. Tuberías de PVC
 - 2.3.1. Descripción del material
 - 2.3.2. Parámetros geométricos y mecánicos
 - 2.3.3. Características

- 2.3.4. Juntas
- 2.4. Relleno de la zanja
 - 2.4.1. Tipología de rellenos
 - 2.4.2. Compactación de los rellenos
- 2.5. Construcción de colectores “in situ”
- 2.6. Pozos de registro de hormigón en masa construidos “in situ”
- 2.7. Arqueta de arranque
- 3. Seguimiento y desarrollo de la obra
- 4. Análisis comparativo
 - 4.1. Trazado
 - 4.2. Zanjas
 - 4.3. Tuberías
 - 4.4. Relleno
 - 4.5. Pozos de registro
- 5. Bibliografía
- 6. Índice fotográfico

1. Descripción de la obra

1.1 Descripción general

Proyecto de saneamiento en Pedrido. T.M. de Bergondo (A Coruña).

La obra que hemos seleccionado para este trabajo es una obra de saneamiento en el ayuntamiento de Bergondo, abarcando una longitud total de 1,8 km desde el núcleo de Pedrido hasta las inmediaciones del pazo de Mariñan.

Esta obra forma parte del Proyecto del Mandeo (Primera Fase); a cargo de Jesús Martínez Construcciones, cofinanciada por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, con un presupuesto de 574.850,5€ y un plazo de ejecución de seis meses (iniciada el 12/12/2011 y a finalizar el 12/06/2012).

En la zona del proyecto existe una red de saneamiento separativa que conduce las aguas residuales hasta la EDAR de Miodelo (5000 h-e) que vierte las aguas ya tratadas a la ría de Betanzos.

Plan de obra:



Figura 1: Gráfico del plan de obra

1.2. Descripción detallada

1.2.1. Objeto del proyecto

El objeto del proyecto es la definición de las actuaciones necesarias para dotar de saneamiento al núcleo de Pedrido en el término municipal de Bergondo para lo cual se proyecta una red de saneamiento separativa ramificada con tubería de PVC de 315 mm de diámetro y 1,8 km de longitud total.

En el extremo aguas abajo del colector principal se proyecta la estación de bombeo de Pedrido cuya impulsión, en PEAD de 75 mm de diámetro y 1,7 Km de longitud, discurrirá por la carretera provincia CP-0804 hasta el punto alto situado en las inmediaciones del Pazo de Mariñan, donde se romperá carga para seguir por gravedad, con tubería de PVC de 315 mm de diámetro, hasta conectar con la red existente en el núcleo de Mariñan desde donde se conducirá el agua residual hasta la EDAR de Miodelo (5000 h-e).



E: 1/15000

Figura 2: Plano real de la zona de actuación

1.2.2. Localización

La obra seleccionada se sitúa en el ayuntamiento de Bergondo, concretamente en O Pedrido.

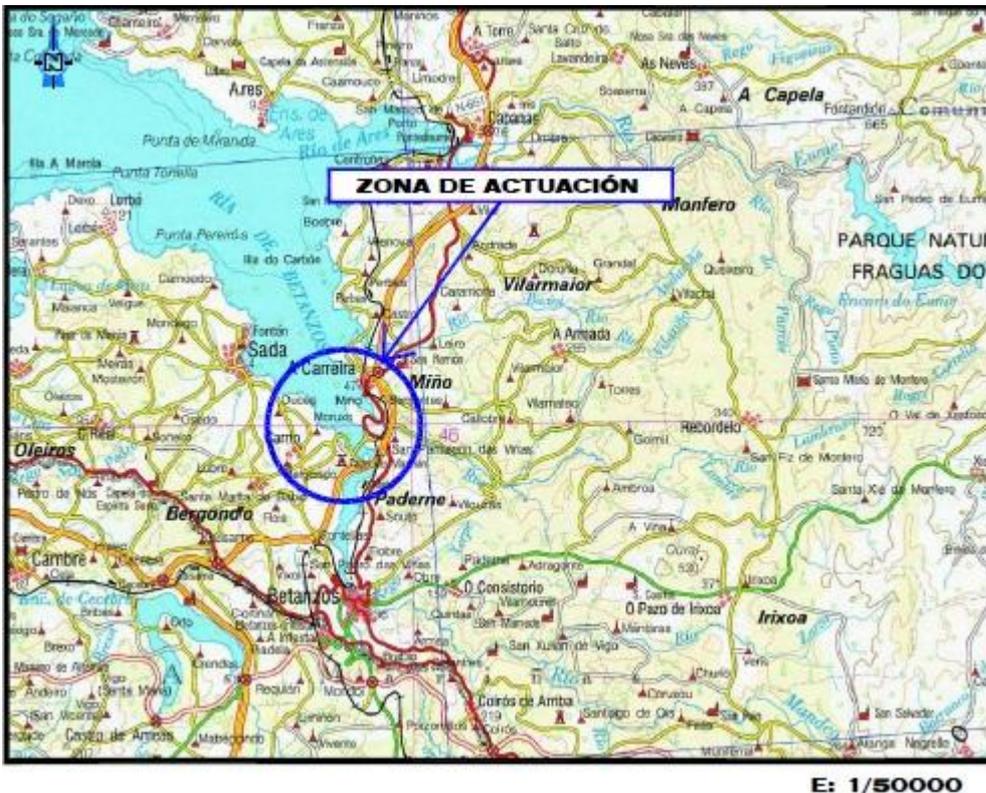


Figura 3: Mapa de situación

1.2.3. Aspectos ingenieriles de la obra

1.2.3.1. Movimiento de tierras

En primer lugar, antes de hablar de movimiento de tierras, debemos mencionar otros aspectos previos, que engloban la limpieza, despeje y desbroce del terreno, incluido tala de árboles, desmontaje, demolición de cerramientos de madera o alambrada, mobiliario urbano y elementos de señalización y retirada de productos a vertedero.

En cuanto a movimiento de tierras, Excavación en zanja o pozo en todo tipo de terreno, incluso roca y también



Figura 4: Sección tipo zanja con entibación

demolición de firme existente.

Existe un relleno de protección de tubería con arena silíceo y un relleno ordinario de zanja con material adecuado de préstamo o de la propia excavación.

El saneamiento cuenta con un terraplén con material adecuado procedente de la excavación o de préstamo, transportado a obra, extendido, humectado y compactado.

Para el movimiento de tierras se usan medios mecánicos, y/o voladura si fuese necesario.



Figura 5: Entibaciones a pie de la subestación eléctrica

1.2.3.2. Tuberías

La descarga de las tuberías y sus accesorios se realizará empleando equipos y dispositivos que eviten la producción de daños a los elementos, tanto interior como exteriormente. A estos efectos se prohíbe el empleo de cadenas sin una adecuada protección.



Figura 6: Acopio de tuberías

1.2.3.2.1.- Ejecución en zanja

Antes de proceder a la colocación de las tuberías es necesario acondicionar el terreno mediante zanjas. El fondo de la zanja se perfilará de acuerdo con la pendiente requerida para la conducción. Durante la ejecución de los trabajos se cuidará de que no se produzcan esponjamientos o hinchamientos del material de la base y en otro caso, se procederá a la compactación del mismo. Cuando el material que compone el fondo de la zanja no alcance una carga admisible de medio kilogramo por centímetro cuadrado, se procederá a la reprofundización de la zanja y a la sustitución del terreno.



Figura 7: Zanja sin entibación

La zanja se divide en 3 partes:

- Cuna de apoyo:

Es la zona de la zanja comprendida entre el fondo de la misma y el plano paralelo al mismo que intersecta a la tubería según el ángulo de apoyo proyectado.

- Recubrimiento de protección.

Es la zona comprendida entre la cuna de apoyo descrita anteriormente y el plano paralelo al fondo de la excavación situado a veinte centímetros por encima de la generatriz superior exterior de la tubería.

- Zona de cobertura

Es la comprendida entre el plano límite superior de la zona de protección y la superficie del terreno, terraplén ó parte inferior del firme en zonas pavimentadas.

El fondo de la excavación deberá estar drenado en todo momento para poder asegurar la correcta ejecución de la instalación de las conducciones así como la compactación de las cunas.

1.2.2.3. Ejecución de tuberías

Antes de proceder a la colocación de las tuberías en el lugar proyectado debemos colocar unos apoyos de tubería (cunas de apoyo). La cuna de apoyo de la tubería tiene como misión asegurar una distribución uniforme de las presiones en el área de contacto, estando por ello prohibido en cualquier sistema, el apoyo puntual o a través de una generatriz de aquélla.

Cuando la tubería se coloque en zonas de agua circulante deberá adoptarse un sistema de ejecución que evite el lavado y transporte del material constituyente de la cuna.

En el apoyo de las tuberías se pueden emplear materiales granulares u hormigones en masa o armados.

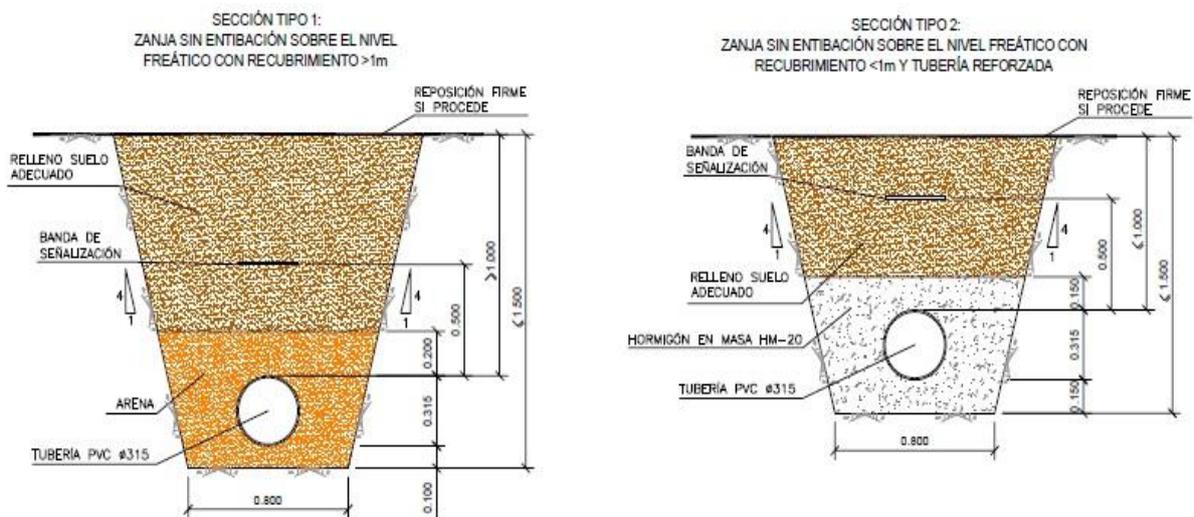


Figura 8: Secciones tipo de zanjas sin entibación

La aplicación de fuerzas para la aproximación de diferentes tramos de tuberías, para la formación de las juntas, se realizará con métodos que garantizan que aquéllas no tienen componentes fuera de la dirección del eje de los tubos.

Para cada unión deberán comprobarse sus dimensiones, después de ejecutadas, de modo que se garanticen las holguras que se especifican por el fabricante. Se tendrá especial cuidado en evitar la entrada de tierras, agua, o cualquier cuerpo extraño en el interior de las conducciones

Las conexiones entre las tuberías y las estructuras (pozos de registro, etc.) se realizarán de forma articulada; cuando la conexión tenga que ser directa se deberá garantizar que no se produce una disminución de la capacidad resistente, que la conexión es estanca al agua y que la tubería conectada no disminuye la sección de la principal.

Comprobadas las uniones y finalizada la ejecución de la cuna, se procederá a la ejecución del relleno de protección de la tubería. Cuando en las zanjas se hayan realizado entibaciones su retirada se llevará a cabo coordinadamente con la ejecución del relleno de manera que no se comprometa la seguridad de los operarios.

Realizado el relleno y compactación de la protección de las tuberías se procederá al relleno y compactación de la cobertura de las zanjas.

1.2.3.3. Ejecución de cunetas.

A partir de la superficie natural del terreno o de la explanación se procederá a la ejecución de la excavación de la caja que requiera la cuneta y a la nivelación, refino y preparación del lecho de asiento.

La excavación se realizará, en lo posible, de aguas abajo a aguas arriba y, en cualquier caso, se mantendrá con la nivelación y pendiente tales que no produzca retenciones de agua ni encharcamientos.



Figura 9: Sección tipo de reposición de cuneta

Durante la construcción de las cunetas se adoptarán las medidas oportunas para evitar erosiones y cambio de características en el lecho de asiento. A estos efectos, el tiempo que el lecho pueda permanecer sin revestir se limitará a lo imprescindible para la puesta en obra del hormigón, y en ningún caso será superior a ocho días.



Figura 10: Reposición de cunetas de hormigón

1.2.3.4. Pozo de registro

Los pozos de registro contemplados en proyecto serán visitables y tendrán un diámetro interior de 1 m.

En la unidad se incluirá la excavación y la solera de hormigón HM-20, el cono de hormigón prefabricado, el encofrado, hormigonado y desencofrado de las paredes laterales del pozo, los pates de polipropileno y la tapa y aro de fundición dúctil acerrojada y abisagrada para carga de 40 toneladas, de forma que quede completamente terminada la unidad.

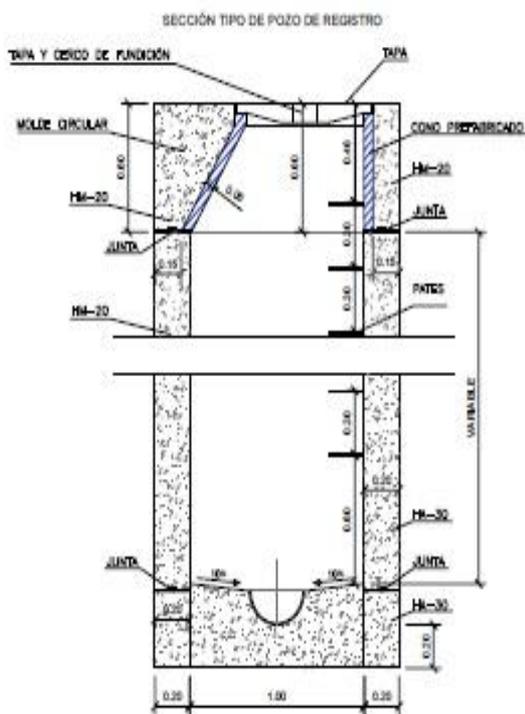


Figura 11: Sección tipo de pozo de registro

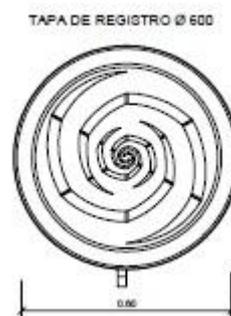


Figura 12: Planta tapa de registro



Figura 13: Pozo de registro sin pavimentar

1.2.3.5. Reposición de servicios existentes

En la zona del proyecto el único servicio que se podría ver afectado por la obra es la red de abastecimiento cuyo trazado discurre por las mismas vías que el saneamiento, pero se han proyectado los colectores de forma que este servicio no se vea afectado.

Se incluye en el presupuesto una partida alzada para reparación de abastecimiento de agua vecinal de 1.000,00 euros para realizar la reposición de las conducciones de esta red que puedan verse afectadas por las obras.

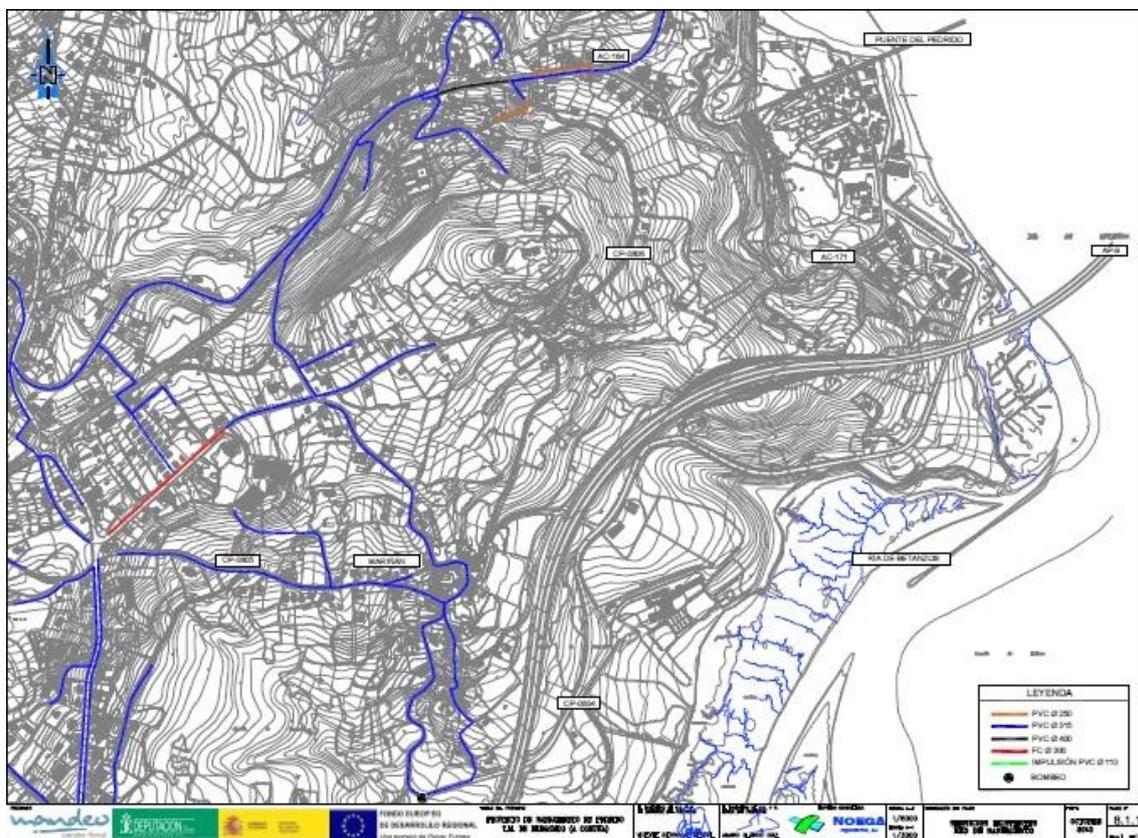


Figura 14: Plano de la red de saneamiento existente

1.2.3.6. Criterios y datos de diseño

Se ha utilizado tuberías de PVC de diámetro nominal 315 mm para los tramos proyectados por gravedad y tuberías de polietileno de alta densidad para los tramos proyectados en impulsión.

MATERIAL	VELOCIDAD MÁXIMA (m/s)	VELOCIDAD MÍNIMA (m/s)
Hormigón y fundición dúctil	3,0	0,6
Gres, PVC y silimares	6,0	0,6

Proyecto de saneamiento en O Pedrido T.M. de Bergondo

Para la impulsión de Pedrido se propone la utilización de tubería de polietileno de alta densidad de 75 mm de diámetro y PN16. La red de saneamiento por gravedad se ha proyectado con tubería lisa de PVC SN4 de diámetro 315

El trazado de las redes de saneamiento consiste, en general, en alineaciones rectas tanto en alzado como en planta, entre las que se intercalará un pozo de registro o resalto.

Las redes de saneamiento se han diseñado para que discurran preferentemente por terrenos públicos legalmente utilizables.

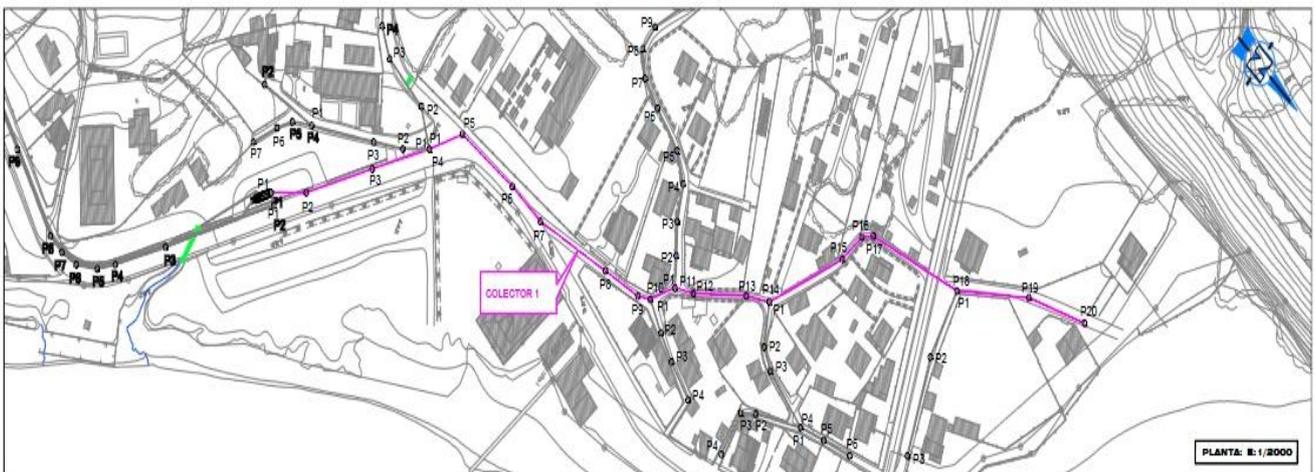


Figura 15: Plano situación de los pozos de registro

El material a emplear en la impulsión será polietileno de alta densidad con un diámetro mínimo de 63 mm. Como criterio de velocidad se considera que las que superen los 3 m/s podrán provocar problemas de deterioro de las conducciones por abrasión del material arrastrado además de pérdidas de carga elevadas y las inferiores a 0,6 m/s podrán provocar problemas de sedimentación en la impulsión.

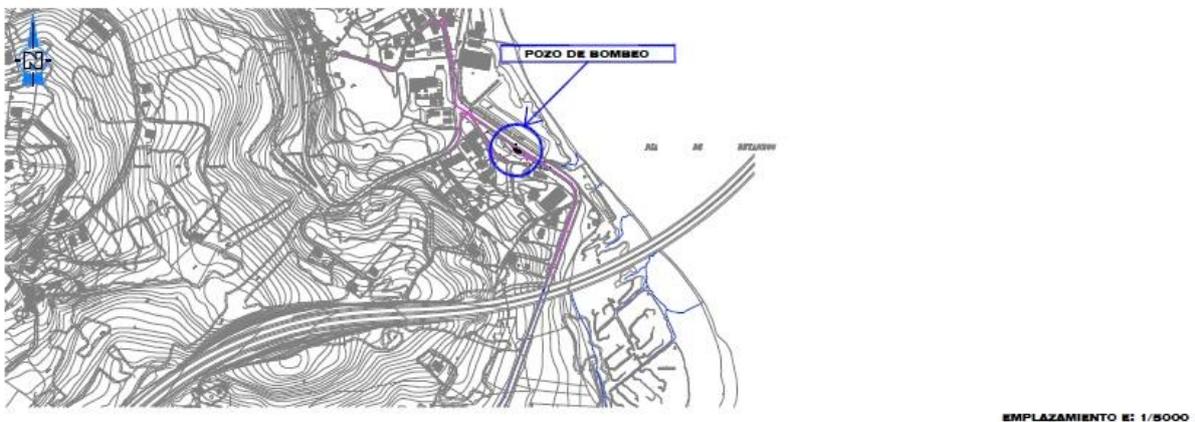


Figura 16: Plano situación pozo de bombeo

Se proyecta la construcción de un pozo de bombeo, de dimensiones interiores 2,50x2,50 m en planta y 3,75 m de profundidad, en hormigón armado HA-30 que albergará 2 bombas sumergibles (1+1 de reserva). Con objeto de proteger las bombas y evitar la llegada a estas de sólidos de gran tamaño se instalará un cestón.

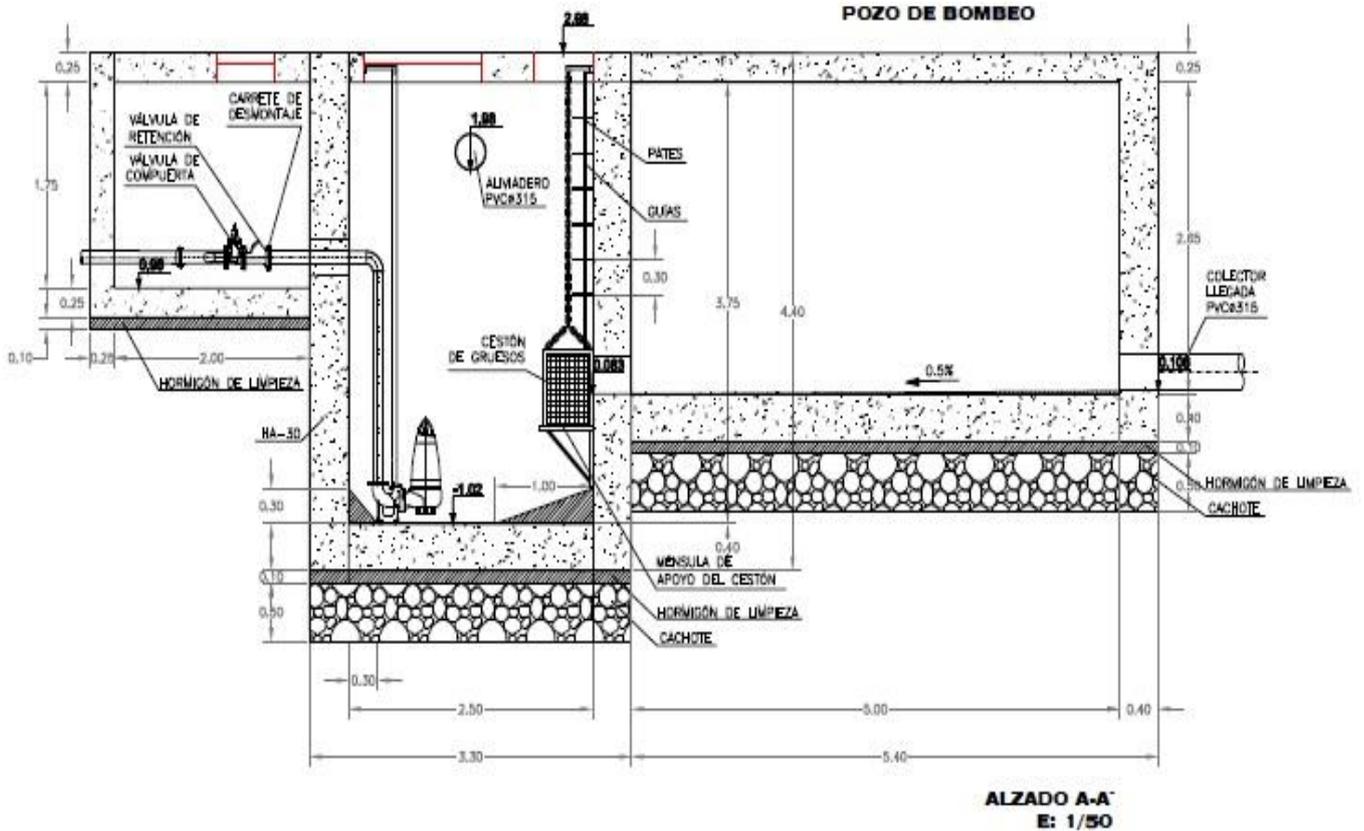


Figura 17: Sección tipo pozo de bombeo

Este pozo de bombeo llevará adosada una cámara de almacenamiento previa.

El grupo de bombeo está formado por una bomba sumergible Flygt de diámetro impulsor 222 mm y con anclajes de acero galvanizado, completamente instalada y probada.



Figura 18: Bomba perteneciente al pozo de bombeo

1.2.3.7. Presupuesto

A continuación se muestra el desglose del Presupuesto de Ejecución Material por capítulos:

Capítulos	Porcentaje sobre total	Cantidad
Cap.1 Demolición y trabajos previos.	0.03%	117,50€
Cap.2 Movimiento de tierras	15.5%	63.657,19€
Cap.3 Red de saneamiento	39.7%	162.284,57€
Cap.4 Pozo de bombeo	20.6%	84.473,66€
Cap.5 Reposiciones	13.8%	56.809,64€
Cap.6 Gestión de residuos	6.4%	26.193,47€
Cap.7 Limpieza y terminación de obras	0.6%	2.500,00€
Cap.8 Seguridad y Salud	3.3%	13.343,33€

Figura 19: Tabla de presupuestos

El Presupuesto de Ejecución Material del proyecto asciende a la cantidad de

CUATROCIENTOS NUEVE MIL TRESCIENTOS SETENTA Y NUEVE EUROS CON TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS (409.379,36 €).

1.2.3.8. Maquinaria e instalación previa.

1.2.3.8.1. Maquinaria de movimiento de tierras.

- Retro pala excavadora



Figura 20: Retro pala excavadora

- Retro excavadora con martillo rompedor



Figura 21: Retro excavadora con martillo rompedor

- Mini retro excavadora



Figura 22: Mini retro excavadora

- Dúmper de obra



Figura 23: Dúmper

- Camión dumper



Figura 24: Camión dumper

1.2.3.8.2. Puesta en obra de pavimentos y firmes

- Camión hormigonera



Figura 26: Camión hormigonera

- Camión de riego asfáltico.



Figura 27: Camión de riego asfáltico

- Compactador vibrante



Figura 28: Compactador vibrante

1.2.3.8.3. Acopios

- Tuberías



Figura 6: Acopio de tuberías

- Áridos



Figura 29: Acopio de materiales en el punto más alto

2. Aspectos teóricos relacionados con la obra de estudio.

2.1. Trazado

2.1.1. Consideraciones generales

El trazado de las redes de alcantarillado deberá consistir, en general, en alineaciones rectas tanto en alzado como en planta, entre las que se intercalará un pozo de registro. Otras finalidades de los pozos de registro es facilitar el mantenimiento de las conducciones y, en ocasiones, hacerlas visitables, de manera que, además de disponerse en la quebradura del trazado, deben colocarse pozos de registro en las siguientes situaciones:

- En los inicios de cada ramal.
- En los tramos rectos, la una distancia máxima variable en función del diámetro de la conducción.
- En los cambios de diámetro o de material de la conducción.
- En general, en todas las singularidades de la red.

A distancia entre pozos de registro vendrá en función del tipo de colector y de los medios de mantenimiento previstos.

DN (mm)	Separación máxima entre pozos (m)
DN < 600	80
600 < DN < 1.000	100
1.000 < DN < 1.500	150
DN > 1.500	200

Como criterio general, en el trazado de las redes de saneamiento, tanto en planta como en alzado, se prestará especial atención al diseño de la unión de los conductos, a los cambios de alineación, pendiente o sección, y demás circunstancias que puedan alterar o distorsionar el flujo hidráulico.

2.1.2. Trazado en planta:

Las redes de sumideros podrán discurrir tanto por terrenos públicos como privados, preferentemente por los primeros. Los terrenos públicos serán legalmente utilizables. En los terrenos privados se deberán establecer las correspondientes servidumbres, y siempre deberá ser posible el acceso a las mismas.

En los viales más estrechos (normalmente anchuras menores de 5 metros) se instalará una única conducción por el centro de la calzada, preferentemente, salvo que se prevea una diferencia significativa de acometidas entre ambos lados del viario, en ese caso la conducción podrá discurrir por aquel lado que tenga el mayor número de acometidas.

En lo tocante al dominio público hidráulico cuando el trazado de las conducciones afecte a infraestructuras viarias la Ley de Carreteras y el Reglamento General de Carreteras establecen las siguientes zonas:

- Zona de dominio público.

Son de dominio público los terrenos ocupados por las carreteras estatales y sus elementos funcionales, y una franja de terreno de ocho metros de anchura en autopistas, autovías y vías rápidas, y de tres metros en el resto de las carreteras, a cada lado de la vía, medidas en horizontal y perpendicularmente al eje de la misma, desde la arista exterior de la explanación.

En las zonas de dominio público solo podrán realizarse obras o instalaciones, previa autorización de la autoridad competente, cuando la prestación de un servicio público de interés general así lo exija.

Podrá autorizarse excepcionalmente la utilización del subsuelo en la zona de dominio público, para la implantación o construcción de infraestructuras imprescindibles para la prestación de servicios públicos de interés general, con los requisitos y procedimientos establecidos en el Reglamento.

- Zona de servidumbre.

La zona de servidumbre de las carreteras estatales consiste en dos franjas de terreno a ambos lados de las mismas, delimitadas interiormente por la zona de dominio público, definida en los artículos 21 de la Ley de Carreteras y 74 del Reglamento, y exteriormente por dos líneas paralelas a las aristas exteriores de la explanación a una distancia de 25 metros en autopistas, autovías y vías rápidas, y de ocho metros en el resto de las carreteras.

El otorgamiento de las autorizaciones para la utilización por terceros de la zona de servidumbre para los fines expresados, corresponderá a la autoridad competente.

- Zona de afección.

La zona de afección de una carretera estatal consiste en dos franjas de terreno a ambos lados de la misma, delimitadas interiormente por la zona de servidumbre y exteriormente por dos líneas paralelas a las aristas exteriores de la explanación a una distancia de 100 metros en autopistas, autovías y vías rápidas, y de 50 metros en el resto de las carreteras.

El tubaje discurrirá según indica la siguiente figura:

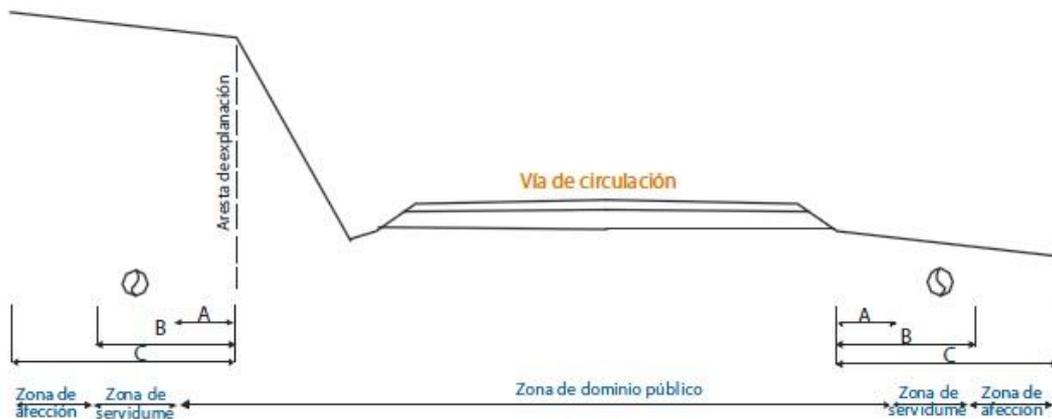


Figura 30: Esquema de suelos según Ley de Carreteras

2.1.3 Trazado en alzado

En el trazado en alzado de las conducciones de saneamiento, la pendiente máxima y mínima admisibles quedan condicionadas por el diseño hidráulico. En cualquier caso la pendiente mínima recomendada ven dada por el tipo de apoyo y el diámetro de la conducción y no podrán ser menores de las presentadas en la siguiente tabla.

Diámetro	Apoio granular	Apoio Rígido
< 500	0,0060	0,0050
500 a 800	0,0040	0,0030
900 a 1.200	0,0022	0,0015

Siempre que la pendiente natural de las calles lo permita, la conducción procurará instalarse paralelamente a la superficie de las mismas, con el objetivo de reducir al mínimo el movimiento de tierras necesario.

Por el contrario, cuando la pendiente de las calles es exagerada, la red de alcantarillas se dividirá en tramos con la inclinación precisa para que la velocidad de circulación del agua no supere el límite máximo a adoptar.

La profundidad mínima de las conducciones de la red de alcantarillas se determinará de forma que:

- se cumplan los requisitos funcionales y exista una correcta conexión de las acometidas.
- se cumplan los requisitos mecánicos justificativos mostrados en la ITOHG-MAT.
- se guarde una profundidad mínima de 1 m.

En el caso de redes separativas las conducciones de aguas residuales deberán proyectarse a una cota inferior a las de pluviales, de manera que se faciliten las acometidas a todos los edificios. La clave de las conducciones de aguas residuales se dispondrá, siempre que sea posible, por lo menos a 0,30 metros por bajo de la rasante de las de aguas pluviales.

Por último, en los puntos bajos de las conducciones que funcionen en presión (como una línea de impulsión), se instalarán un racor que permita el vaciado completo del tubaje con la ayuda de medios auxiliares. En ningún caso se instalarán dispositivos que permitan el vaciado por gravedad de la conducción al medio receptor.

2.2. Instalación de canalización.

2.2.1. Transporte y almacenamiento

Las operaciones de transporte de los tubos deben hacerse conforme a las normas vigentes de tráfico. En cualquier caso, debe cuidarse que los camiones (o en el transporte que se emplee), el piso y los laterales de la caja estén exentos de protuberancias o bordes rígidos que puedan dañar a los tubos o a las piezas especiales.

Una vez en la obra, los tubos se almacenan sobre un terreno que sea lo suficientemente resistente para soportar las cargas que le transmitan y lo suficientemente liso como para no dañarlos.

2.2.2. Instalación de tubos enterrados

La instalación de las canalizaciones en zanjas enterrados es la forma más frecuente de montar las conducciones. Esta disposición implica excavaciones, rellenos, compactaciones, agotamiento del nivel freático, un posible uso de entibaciones, etc. La secuencia de la instalación es la siguiente:

- Trabajos preparatorios.
- Excavaciones y entibación de la zanja.
- Ejecución del apoyo de la canalización.

- Colocar los tubos al fondo de la zanja.
- Montaje de las uniones.
- Relleno de las zanjas y retirada de la entibación.

2.2.3. Geometría de las zanjas

Debe procurarse excavar los zanjas con un talud estable, pero cuando esto no sea posible de forma natural, se dispondrán medios de contención, pudiendo llegar a proyectarse incluso taludes verticales. En estos casos, si las profundidades son superiores a 1,5-2 m, se procederá a la protección contra el desprendimiento mediante entibaciones. En los casos de taludes inferiores a los estables y profundidades menores a 1,5-2 m, es recomendable anoirar el borde superior de la zanja.

En el caso de los tubos flexibles se recomienda que el ancho del alcorque sea el mínimo posible y las paredes el más verticales, por lo menos hasta el nivel de la generatriz superior de los tubos.

2.2.3.1. Ejecución de las zanjas

Normalmente las zanjas se abren mecánicamente, debiendo quedar alineadas en planta y con la rasante uniforme. Entre la apertura de la zanja, el montaje de la canalización y el posterior relleno parcial deberá transcurrir el menor tiempo posible.

Cuando el fondo de la zanja quede irregular, por presencia de piedras, restos de cimentaciones, etc., será necesario realizar una sobre-excavación por debajo de la rasante de unos 15 a 30 cm., para su posterior relleno, compactación y regularización. El relleno de este sobre-excavación, así como el de las posibles grietas y hendiduras que hayan aparecido en el fondo de la zanja, se deben efectuar, preferentemente, con el mismo material que constituya la cama o apoyo de la tubería.

Los productos de la excavación aprovechables para el relleno posterior de la zanja pueden depositarse en caballeros situados, en todo caso, a un solo lado de la zanja, dejando una banqueta del ancho necesario para evitar su caída, con un mínimo de 60 centímetros o un metro. Los que no sean utilizables en el relleno se deben transportar y depositar en los vertederos o escombreras previstos.

2.2.4. Entibaciones

Las zanjas que no estén excavadas con taludes estables de forma natural deben protegerse contra los posibles desprendimientos mediante entibaciones. En cualquier caso, estas protecciones deber ser dispuestas de forma inmediata cuando aparezcan síntomas de inestabilidad en la zanja. Especial atención hay que prestar cuando la profundidad supere el

metro y medio o dos metros a lo sumo y cuando exista tráfico adyacente a la zanja o bien edificaciones próximas.

Atendiendo a su tipología, los sistemas de entibación se clasifican de la siguiente manera:

- Entibación tradicional con paneles de madera.
- Entibación mediante blindajes ligeros.
- Entibación mediante cajones de blindaje.
- Entibación por paneles deslizantes con guías.
- Entibación mediante tablestacas.
- Entibación mediante pantallas continuas de hormigón.
- Entibación mediante pantallas de pilotes.

Las entibaciones mediante tablestacas o paneles de madera sólo se recomiendan en ocasiones puntuales, mediante la aprobación previa de la Dirección de Obra.

Cada día, al comenzar la jornada de trabajo, deben revisarse las entibaciones, la estabilidad de las zanjas y las marcas longitudinales en la superficie del terreno.

2.2.5. Agotamiento de zanjas y rebajamiento del nivel freático

Debe procurarse excavar las zanjas en sentido ascendente de la pendiente, para dar salida a las aguas por el punto más bajo, debiendo el contratista tomar las precauciones precisas para evitar que las aguas superficiales inunden las zanjas abiertas. Si la tubería discurre por una media ladera de gran pendiente puede llegar a ser necesaria la construcción de una cuneta de recogida de agua.

Se entiende como agotamiento en el caso que el nivel freático este por encima del fondo de la zanja, por lo que hay entrada de agua de la misma. Cuando esto sucede se puede recurrir al rebajamiento que consiste en un descenso artificial del nivel freático, gracias al cual la excavación se realiza en seco.

La presencia de agua en el interior de las zanjas debe evitarse a toda costa, debiendo ser achicada antes de comenzar las tareas de montaje de la canalización y debe comprobarse que los codales de la entibación no se hayan relajado. Cuando hay que trabajar bajo el nivel freático es aconsejable rebajar el mismo mediante la técnica del *well-points*, que consiste en la hincas en el terreno de una serie de puntas filtrantes por debajo del nivel freático, separadas entre sí uno o dos metros. En el exterior, todos estos conductos se recogen en una tubería que, conectada a una bomba de vacío, permite rebajar el nivel freático durante la ejecución de los trabajos.

2.3. Tuberías de PVC

2.3.1. Descripción del material

El policloruro de vinilo no plastificado se obtiene por polimerización del cloruro de vinilo. Según el proceso de fabricación y las condiciones de temperatura, presión, etc. se obtienen polímeros de PVC más o menos largos y por tanto, de mayor o menor peso molecular. Cuanto mayor es el peso molecular mejores son las propiedades mecánicas, pero el proceso de fabricación es más complicado. Los tubos, que se fabrican por extrusión no requieren de una fluidez tan grande como los accesorios, que se fabrican por inyección, por tanto, para los tubos se emplean resinas con mayor peso molecular y mejores propiedades mecánicas que para los accesorios, y por ello para conseguir la misma resistencia a la presión interna deben utilizarse mayores espesores en los accesorios que en los tubos.

2.3.2. Parámetros geométricos y mecánicos

El diámetro nominal de los de PVC-U es aproximadamente igual al diámetro exterior del tubo. Los diámetros normalizados varían desde 12 hasta 1000 mm.

Las tuberías de saneamiento de PVC no están sometidas a presión interna y por tanto solamente tienen que soportar las cargas externas procedentes de la altura de tierras de relleno y de las cargas de tráfico, si es que las hay.

Por el contrario, los tubos de PVC para presión, se diseñan y dimensionan para resistir una determinada presión interna, y después se comprueba su validez como estructura enterrada, para soportar además las cargas externas debidas a las tierras del relleno y a las cargas de tráfico, si es que las hubiera.

El valor de la resistencia mínima requerida para los tubos de PVC es de 25 MPa.

2.3.3. Características:

Las características de los tubos de PVC son:

- Poco peso.
- Facilidad de mantenimiento.
- Absoluta estanquidad.
- Buena adaptación a los trazados quebrados.
- Buen comportamiento frente a las sustancias agresivas presentes en las aguas residuales como el anhídrido carbónico, los sulfatos, etc.
- Excelente comportamiento a las sobrepresiones.

- Elevada capacidad hidráulica. Baja rugosidad interna ($0,01 > k$).
- Mal comportamiento frente a grandes oscilaciones térmicas.
- Mejor comportamiento que los tubos de materiales no plásticos a los efectos de las heladas.
- Debido a su bajo módulo de elasticidad, en impulsiones tienen bajo valor de la celeridad y por tanto pequeños valores de depresiones/sobrepresiones por golpe de ariete.

2.3.4. Juntas

Las conexiones en los tubos de PVC se pueden realizar mediante:

- Unión encolada.
- Unión elástica con anillo elastomérico.
- Unión mecánica
- Unión con bridas.

2.4. Relleno de la zanja

2.4.1. Tipología de rellenos

Una vez instalada la conducción se efectúa el relleno y compactado de la zanja por capas, distinguiendo dos zonas: el relleno envolvente (o de la zona baja) y el relleno principal (o de la zona alta).

En el relleno envolvente, que alcanza una altura de unos 30cm por encima de la generatriz superior de la conducción se debe emplear relleno seleccionado, con un tamaño máximo recomendado de 3cm, colocándose en capas de pequeño espesor, hasta alcanzar un grado de compactación no menor del 95% del próctor normal.

En canalizaciones no profundas y en zonas urbanas con abundantes actuaciones de empresas de servicios, es conveniente hormigonar las canalizaciones principales, así como las conexiones de albañales e imbornales, con el objeto de protegerlas frente a roturas, especialmente en tuberías que no sean de hormigón

En el relleno principal se puede emplear relleno adecuado, con un tamaño máximo recomendado de 15cm, colocándose en tongadas horizontales, hasta alcanzar un grado de compactación no menor del 100% del próctor normal.

El material del relleno, tanto el de la zona envolvente como el de la principal, puede ser, en general, procedente de la excavación de la zanja a menos que sea inadecuado. No debe aceptarse en ningún caso como material de relleno las arcillas muy plásticas, los suelos altamente orgánicos ni cualquier otro materia que pueda ser perjudicial (física o químicamente) para los materiales constitutivos de la tubería.

Los requisitos que el material procedente de la propia excavación debe cumplir para poder ser empleado como relleno tanto en la zona envolvente como en la principal son los siguientes:

- Conformidad con las especificaciones del proyecto.
- Compactabilidad si se especifica.
- Ausencia de materiales perjudiciales para la conducción (por ejemplo elementos de dimensiones excesivas, en función de la naturaleza de la tubería, de su espesor de pared y de su diámetro; raíces de árboles, escombros, materia orgánica, detritus, terrones de arcilla > 75mm, nieve y hielo).

2.4.2. Compactación de los rellenos

Se debe prestar especial cuidado durante la compactación de los rellenos, de modo que no se produzcan ni movimientos ni daños en la conducción, a cuyo efecto habrá de reducirse en lo necesario el espesor de las tongadas y la potencia de la maquinaria de compactación. Los equipos de compactación deben elegirse en cada caso en función de la naturaleza del terreno, el tamaño de la conducción y el tipo de instalación.

La pala mecánica de ruedas es adecuada para arcillas cohesivas o sedimentos, y no es adecuada para suelos granulares. Los rodillos de llantas de goma, que proporcionan peso estático y acción de amasado, son efectivos para muchos suelos. Los rodillos vibratorios, son efectivos para materiales granulares.

2.5. Construcción de colectores “in situ”

Los colectores ejecutados “in situ” tienen gran versatilidad dado que se pueden adaptar las secciones a las características del terreno y de los servicios presentes.

Permiten además adaptarse a trazados en planta con giros significativos y una mejor disposición para los entronques con otros colectores y para las múltiples conexiones de imbornales y albañales. Se requiere una ejecución pulida teniendo en cuenta la agresividad del agua residual (hay que seguir la normativa respecto a recubrimientos, calidad del hormigón y del cemento, juntas de hormigonado, impermeabilizaciones o acabado superficial).

Los pasos básicos de la ejecución de colectores “in situ” son:

- **Ejecución de solera:** ya sea en colectores en “mina tradicional” o colectores en una excavación a cielo abierto lo primero a ejecutar, tras la excavación y compactación del terreno y el hormigón de limpieza (correctamente nivelado) es la solera del colector. La armadura de solera dispondrá de las esperas para el arranque de hastiales así como de la armadura de las banquetas (en los colectores con canal de aguas bajas). El acabado superficial debe ser liso y sin imperfecciones y es muy recomendable, en grandes colectores, fratar el canal de aguas bajas.
- **Ejecución de hastiales:** en colectores rectangulares, se pueden utilizar encofrados a una cara o a dos caras, dependiendo del ancho de zanja o de la entibación ejecutada. Hay casos donde el colector a ejecutar es abovedado lo que implica que, si se dispone de un “carro” de encofrado (habitualmente deslizante), se pueden hormigonar hastiales y bóveda conjuntamente.
- **Ejecución de losa:** para colectores de techo plano se puede disponer de “mesas” de encofrado deslizantes o bien encofrar a base de puntales o cimbra. Es práctica habitual la utilización de losas prefabricadas (en obra o en taller), alveolares o macizas, para evitar la utilización de cimbras o puntales que puedan dificultar el desagüe del colector si pudiese entrar en servicio en caso de avenidas.

2.6. Pozos de registro de hormigón en masa construidos “in situ”.

Los pozos de registro, independientemente de su tipología, deben cumplir en cualquier caso con los requisitos establecidos en la norma UNE-EN 476 así como con la reglamentación vigente en materia de Seguridad y Salud.

En general los pozos de registro son de sección interior circular. El diámetro nominal de los pozos debe ser, como mínimo, en general, de 1,0 m, de manera que permita las operaciones de limpieza, mantenimiento de la red, control de las características de las aguas residuales, etc.

En cualquier caso, la boca del pozo deberá tener 0,60 m de diámetro como mínimo, pudiendo estar sobre un elemento abocinado o sobre la propia estructura del pozo.

Si la altura del pozo es superior a 2,5 m, deberán construirse plataformas intermedias dentro del pozo, debiendo, además, el mismo retranquearse respecto al eje de la conducción. Dichas plataformas intermedias pueden ser bien de hormigón o bien de tramex, debiendo ser la distancia máxima vertical entre ellas de 2,5 m.

En rigor, sería deseable que los pozos de registro o las arquetas de inspección fueran del mismo material que la conducción, en aras a una mejor homogeneidad y estanquidad de la conducción. Como esto no es siempre posible en la mayoría de las ocasiones los pozos y la

conducción resulta de materiales diferentes. En esos casos es recomendable que, al menos, la solera de los pozos sea del mismo material que la de los tubos, para lo cual deben cortarse los tubos prefabricados a lo largo de dos generatrices paralelas.

Debe procurarse que la solera de los pozos tengan aproximadamente la misma sección hidráulica que la de la mitad de los tubos que acometen, para lo que debe formarse en el fondo de la base una cuna o mediacaña hasta el eje del colector, de forma que encauce los vertidos en su paso a través del pozo y sirva de apoyo a los operarios de mantenimiento.

En cualquier caso, y a efectos de salvaguardar la estructura resistente del registro, deben limitarse el número de perforaciones realizadas para la incorporación de acometidas en un mismo pozo.

En general, se deben disponer pozos de registro en las siguientes situaciones:

- En los inicios de cada ramal.
- En los cambios de pendiente en alzado y/o alineación en planta de la tubería. No obstante, la unión de colectores visitables en planta puede hacerse de forma tangencial, evitando la colocación del correspondiente pozo de registro, si bien, es deseable ubicar un pozo de registro en las cercanías
- En las acometidas a la misma
- En los tramos rectos, a una distancia máxima variable en función del diámetro de la conducción
- En los cambios de diámetro o de material de la tubería
- Cuando haya saltos en alzado de más de 0,60 metros
- En general, en todas las singularidades de la red

Por otro lado, el diámetro de la base del pozo debe también estar relacionado con el diámetro de las conducciones que le acometen.

2.7. Arqueta de arranque

Las funciones básicas de las arquetas de inspección de arranque serán las siguientes:

- Limpieza.
- Localización del arranque de la acometida.
- Ubicación de la valvulería necesaria para cerrar el paso a la red de alcantarillado.
- Colocación de elementos de aforo o tomamuestras.
- Conexión entre la conducción de salida de las aguas residuales y el albañal de la acometida.

Las arquetas de inspección de arranque podrán ser de los siguientes tipos:

- Sifónicas. Solamente se deben instalar arquetas de inspección de arranque sifónicas en aquellos casos que no exista posibilidad de la instalación de una arqueta sifónica en el interior de la propiedad privada. En este caso debe proyectarse específicamente teniendo en cuenta los condicionantes existentes y de forma que se permita el acceso para limpieza.
- No sifónicas. Cuando el diseño de la arqueta no contemple ningún dispositivo que garantice la anegación de los extremos de los conductos de entrada y salida. Pueden ser bien fabricadas o bien construidas "in situ".
- Diseños especiales.

3. Seguimiento y desarrollo de la obra

La obra objeto de seguimiento está desarrollada a lo largo de un tramo de 1.8 km y planificada para una duración de 6 meses en los cuales realizamos 4 visitas (de las cuales disponemos de fotos excepto de la primera).

Plano situación de la obra:



E: 1/15000

Figura 2: Plano real de la zona de actuación

Proyecto de saneamiento en O Pedrido T.M. de Bergondo

La obra comienza bajo el puente de O Pedrido y se extiende a lo largo de la carretera CP-0804, en cuyo borde se encuentra la estación de bombeo. Esta carretera pasa por el pazo de Mariñán y la obra concluye bajo el puente de la AP-9 donde se conecta con una red ya existente.

Antes:



Figura 31: Punto de partida del colector 1, diseñado con tubería de PVC de 315 mm



Figura 32: Camino pavimentado por el que continua el colector 1

Después:



Figura 33: Carretera pavimentada en la que se encuentra la maquinaria



Figura 34: Camino pavimentado entre las casas que se encuentran bajo el puente de O Pedrido

Bajo el puente de O Pedrido nos encontramos con la subestación eléctrica de fenosa, en la cual se hacen entibaciones a pie de la infraestructura, y observamos los primeros pozos de registro.

Antes:



Figura 5: Entibaciones a pie de la subestación eléctrica



Figura 35: Pozo de registro sin pavimentar junto a una sierra eléctrica

Después:



Figura 36: Subestación eléctrica con la carretera pavimentada



Figura 37: Pozo de registro con suelo pavimentado

Según avanzamos y a partir de este punto, el colector 1 continúa por la carretera provincial hasta llegar al pozo de bombeo.

Antes:



Figura 38: Punto a partir del cual el colector sigue por la carretera provincial



Figura 39: Parcela donde se ubica el pozo de bombeo

Después:



Figura 40: Acopio de materiales delante del restaurante



Figura 41: Parcela con el pozo de bombeo finalizado



Figura 42: Pozo de bombeo

Circulando por la CP-0804 y dejando atrás el pozo de bombeo, las obras para introducir los colectores bajo las cunetas se encuentran a mano derecha, en dirección al pazo de mariñan, mientras que a mano izquierda se pueden ver numerosos acopios de materiales (la mayoría material sobrante producido por las entibaciones).

Antes:



Figura 43: Primer punto alto situado en la CP-0804

Durante:



Figura 29: Acopio de materiales en el punto más alto



Figura 44: Obras en la cuneta bajo el puente (punto más alto)

Después:



Figura 45: Carretera pavimentada en el punto más alto



Figura 46: Cuneta finalizada bajo el puente(punto más alto)

Antes de llegar al pazo de Mariñán el tráfico se regula mediante semáforos eléctricos.

Antes:



Figura 47: Paso en el que se regulará el tráfico



Figura 48: Inmediaciones del pazo de Mariñán

Durante:



Figura 49: Semáforo eléctrico antes del pazo de Mariñán



Figura 49: Semáforo eléctrico

Después:



Figura 50: Cuneta finalizada

Por último, cabe destacar el tramo en el que finaliza la obra y en el cual se hace conexión con la red de saneamiento de Mariñán que conducirá las aguas residuales hasta la E.D.A.R. de Miodelo.

Antes:



Figura 51: Tramo final donde se conectará a otra red de saneamiento existente

Después:



Figura 52: Tramo final con cunetas finalizadas y carretera pavimentada

4. Análisis comparativo

4.1. Trazado

Proyecto:

Se hace referencia a los distintos tipos de trazado que diseñan, alzado y planta, teniendo en cuenta el tipo de suelo por el que discurre, las pendientes y anchuras, así como la privacidad de los terrenos.

Se resalta la importancia del mantenimiento de las conducciones mediante la implantación de pozos de registro que se impondrán dependiendo de las circunstancias.

Se señala también el tipo de colectores que se emplearán con sus respectivas características (diámetro, longitud, etc.) en los distintos puntos kilométricos.

Aspectos técnicos:

Las redes de sumideros podrán discurrir tanto por terrenos públicos como privados, preferentemente por los primeros. Los terrenos públicos serán legalmente utilizables. En los terrenos privados se deberán establecer las correspondientes servidumbres, y siempre deberá ser posible el acceso a las mismas.

En los viales más estrechos (normalmente anchuras menores de 5 metros) se instalará una única conducción por el centro de la calzada, preferentemente, salvo que se prevea una diferencia significativa de acometidas entre ambos lados del viario, en ese caso la conducción podrá discurrir por aquel lado que tenga el mayor número de acometidas.

El trazado de las redes de alcantarillado deberá consistir, en general, en alineaciones rectas tanto en alzado como en planta, entre las que se intercalará un pozo de registro.

Como criterio general, en el trazado de las redes de saneamiento, tanto en planta como en alzado, se prestará especial atención al diseño de la unión de los conductos, a los cambios de alineación, pendiente o sección, y demás circunstancias que puedan alterar o distorsionar el flujo hidráulico.

Obra:



Figura 46: Cuneta finalizada bajo el puente(punto más alto)



Figura 50: Cuneta finalizada

4.2. Zanjas

Proyecto:

Independientemente del tipo de suelo en el que se vaya a realizar la excavación, se hará inicialmente, mediante medios mecánicos (martillos neumáticos, hidráulicos, etc.). Se podrían llegar a utilizar explosivos si el Director de obra lo considera oportuno.

Los taludes del desmonte serán los que, según la naturaleza del terreno permitan la excavación, y posterior continuidad de las obras con la máxima facilidad para el trabajo, seguridad para el personal y evitación de daños a terceros, en cualquier caso, los límites máximos de estos taludes serán los que se expresan en los planos.

Aspectos técnicos:

Debe procurarse excavar las zanjas con un talud estable, pero cuando esto no sea posible de forma natural, se dispondrán medios de contención, pudiendo llegar a proyectarse incluso taludes verticales.

Normalmente las zanjas se abren mecánicamente, debiendo quedar alineadas en planta y con la rasante uniforme. Entre la apertura de la zanja, el montaje de la canalización y el posterior relleno parcial deberá transcurrir el menor tiempo posible.

Las zanjas que no estén excavadas con taludes estables de forma natural deben protegerse contra los posibles desprendimientos mediante entibaciones. En cualquier caso, estas protecciones deben ser dispuestas de forma inmediata cuando aparezcan síntomas de inestabilidad en la zanja.

Obra:



Figura 7: Zanja sin entibación



Figura 5: Entibaciones a pie de la subestación eléctrica

4.3. Tuberías

Proyecto:

La descarga de las tuberías y sus accesorios se realizará empleando equipos y dispositivos que eviten la producción de daños a los elementos, tanto interior como exteriormente.

Cuando los elementos estén compuestos por materiales termoplásticos se prestará especial cuidado para preservarlos de las temperaturas extremas.

En la manipulación hasta su ubicación en las zanjas se tendrán en cuenta las mismas recomendaciones que en las labores de descarga, debiendo mantener en todo momento limpias y protegidas las juntas.

Para cada unión deberán comprobarse sus dimensiones, después de ejecutadas, de modo que se garanticen las holguras que se especifican por el fabricante.

Se tendrá especial cuidado en evitar la entrada de tierras, agua, o cualquier cuerpo extraño en el interior de las conducciones.

Las conexiones entre las tuberías y las estructuras (pozos de registro, etc.) se realizarán de acuerdo con lo indicado en los Planos y en todo caso, de forma articulada.

Aspectos técnicos:

Las características de los tubos de PVC son:

- Poco peso.
- Facilidad de mantenimiento.
- Absoluta estanquidad.
- Buena adaptación a los trazados quebrados.
- Buen comportamiento frente a las sustancias agresivas presentes en las aguas residuales como el anhídrido carbónico, los sulfatos, etc.
- Excelente comportamiento a las sobrepresiones.
- Mal comportamiento frente a grandes oscilaciones térmicas.
- Mejor comportamiento que los tubos de materiales no plásticos a los efectos de las heladas.

Juntas:

Las conexiones en los tubos de PVC se pueden realizar mediante:

- Unión encolada.
- Unión elástica con anillo elastomérico.
- Unión mecánica
- Unión con bridas.

Obra:



Figura 6: Acopio de tuberías



Figura 53: Colocación de tubería en zanja

4.4. Relleno

Proyecto:

El material a utilizar en esta unidad de obra tendrá la categoría de suelo adecuado. Si el material procedente del antiguo talud cumple las condiciones exigidas para

la zona de relleno de que se trate, se mezclará con el del nuevo relleno para su compactación simultánea; en caso contrario, el Director de Obra decidirá si dicho material debe transportarse a vertedero o a los lugares de acondicionamiento del terreno.

Los materiales de relleno se extenderán en tongadas sucesivas de espesor uniforme y sensiblemente horizontales.

El espesor máximo de una tongada será de treinta centímetros (30 cm), condición que se exigirá de forma estricta.

Cuando el Director de Obra lo autorice, el relleno junto a obras de fábrica podrá efectuarse de manera que las tongadas situadas a uno y otro lado de la misma no se hallen al mismo nivel.

Aspectos técnicos:

Una vez instalada la conducción se efectúa el relleno y compactado de la zanja por capas, distinguiendo dos zonas: el relleno envolvente(o de la zona baja) y el relleno principal(o de la zona alta).

El material del relleno, tanto el de la zona envolvente como el de la principal, puede ser, en general, procedente de la excavación de la zanja a menos que sea inadecuado. No debe aceptarse en ningún caso como material de relleno las arcillas muy plásticas, los suelos altamente orgánicos ni cualquier otro materia que pueda ser perjudicial (física o químicamente) para los materiales constitutivos de la tubería.

Obra:

No tenemos información sobre la procedencia del material del relleno.

4.5. Pozos de registro

Proyecto:

Los pozos de registro contemplados en proyecto serán visitables y tendrán un diámetro interior de 1 m. En la unidad se incluirá la excavación y la solera de hormigón HM-20, el cono de hormigón prefabricado, el encofrado, hormigonado y desencofrado de las muros laterales del pozo, los pates de polipropileno y la tapa y aro de fundición dúctil acerrojada y abisagrada para carga de 40 toneladas, de forma que quede completamente terminada la unidad.

Aspectos técnicos:

En general los pozos de registro son de sección interior circular. El diámetro nominal de los pozos debe ser, como mínimo, en general, de 1,0 m, de manera que permita las operaciones de limpieza, mantenimiento de la red, control de las características de las aguas residuales, etc.

En cualquier caso, la boca del pozo deberá tener 0,60 m de diámetro como mínimo, pudiendo estar sobre un elemento abocinado o sobre la propia estructura del pozo.

Otras finalidades de los pozos de registro es facilitar el mantenimiento de las conducciones y, en ocasiones, hacerlas visitables.

Obra:



Figura 54: Pozo de registro en obras en una cuneta



Figura 55: Pozo de registro finalizado, cerca del pozo de bombeo

5. Bibliografía

- Proyecto: Proyecto de saneamiento en Pedrido T.M. de Bergondo (A Coruña)
- Instrucciones técnicas para obras hidráulicas en Galicia (ITOHG)
- Pozos de registro y cámaras de inspección de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibras de acero. (UNE-EN 1917:2008)
- Instalación y pruebas de acometidas y redes de saneamiento. (UNE-EN 1610:1998)
- Sistemas de canalización en materiales plásticos para renovación de redes de evacuación y saneamiento enterradas (UNE-EN ISO 11296-1:2011)

6. Índice fotográfico

Figura 1: Gráfico del plan de obra	4
Figura 2: Plano real de la zona de actuación	5
Figura 3: Mapa de situación	6
Figura 4: Sección tipo zanja con entibación	6
Figura 5: Entibaciones a pie de la subestación eléctrica	7
Figura 6: Acopio de tuberías	7
Figura 7: Zanja sin entibación	8
Figura 8: Secciones tipo de zanjas sin entibación	9
Figura 9: Sección tipo de reposición de cuneta	10
Figura 10: Reposición de cunetas de hormigón	10
Figura 11: Sección tipo de pozo de registro	11
Figura 12: Planta tapa de registro	11
Figura 13: Pozo de registro sin pavimentar	11
Figura 14: Plano de la red de saneamiento existente	12
Figura 15: Plano situación de los pozos de registro	13
Figura 16: Plano situación pozo de bombeo	13
Figura 17: Sección tipo pozo de bombeo	14
Figura 18: Bomba perteneciente al pozo de bombeo	14
Figura 19: Tabla de presupuestos	15
Figura 20: Retro pala excavadora	16
Figura 21: Retro excavadora con martillo rompedor	16
Figura 22: Mini retro excavadora	17
Figura 23: Dúmper	17
Figura 24: Camión dúmper	18
Figura 26: Camión hormigonera	18
Figura 27: Camión de riego asfáltico	19
Figura 28: Compactador vibrante	19
Figura 6: Acopio de tuberías	20
Figura 29: Acopio de materiales en el punto más alto	20
Figura 30: Esquema de suelos según Ley de Carreteras	23

Figura 31: Punto de partida del colector 1, diseñado con tubería de PVC de 315 mm	33
Figura 32: Camino pavimentado por el que continua el colector 1	33
Figura 33: Carretera pavimentada en la que se encuentra la maquinaria	33
Figura 34: Camino pavimentado entre las casas que se encuentran bajo el puente de O Pedrido	33
Figura 5: Entibaciones a pie de la subestación eléctrica	34
Figura 35: Pozo de registro sin pavimentar junto una sierra eléctrica	34
Figura 36: Subestación eléctrica con la carretera pavimentada	34
Figura 37: Pozo de registro con suelo pavimentado	34
Figura 38: Punto a partir del cual el colector sigue por la carretera provincial	35
Figura 39: Parcela donde se ubica el pozo de bombeo	35
Figura 40: Acopio de materiales delante del restaurante	35
Figura 41: Parcela con el pozo de bombeo finalizado	35
Figura 42: Pozo de bombeo	35
Figura 43: Primer punto alto situado en la CP-0804	36
Figura 29: Acopio de materiales en el punto más alto	36
Figura 44: Obras en la cuneta bajo el puente(punto más alto)	36
Figura 45: Carretera pavimentada en el punto más alto	37
Figura 46: Cuneta finalizada bajo el puente(punto más alto)	37
Figura 47: Paso en el que se regulará el tráfico	37
Figura 48: Inmediaciones del pazo de Mariñán	37
Figura 49: Semáforo eléctrico antes del pazo de Mariñán	38
Figura 49: Semáforo eléctrico	38
Figura 50: Cuneta finalizada	38
Figura 51: Tramo final donde se conectará a otra red de saneamiento existente	39
Figura 52: Tramo final con cunetas finalizadas y carretera pavimentada	39
Figura 46: Cuneta finalizada bajo el puente(punto más alto)	41
Figura 50: Cuneta finalizada	41
Figura 53: Colocación de tubería en zanja	43
Figura 54: Pozo de registro en obras en una cuneta	45
Figura 55: Pozo de registro finalizado, cerca del pozo de bombeo	45