ANEJO Nº14

Sistemas y procedimientos constructivos

Índice

1 Introducción 1

2 Excavación de la zanja para alojamiento de conducciones 2

3 Ejecución mediante hinca de tuberías 4

4 Obras de fábrica 7

4.1 Estación de bombeo de Murueta-2 7

4.2 Estación de bombeo de Murueta-3 8

4.3 Estación de bombeo de Murueta-4 9

4.4 Estación de bombeo de Murueta-5 10

4.5 Pozos de hinca 11

4.5.1 Pozo de hinca ejecutado mediante pilotes secantes: pozo de hinca de ataque PR-1 11

4.5.2 Pozos de hinca ejecutados con tablestacas 12

4.5.2.1 Pozo de hinca de ataque I02/301 12

4.5.3 Pozo de hinca de recepción VP-26 13

4.5.4 Pozo de hinca de ataque VP-27 13

4.5.5 Pozo para instalación de tubería de abastecimiento VP-28 13

4.5.6 Pozos de hinca ejecutados con entibación de doble guía monocodal con patín deslizante lateral 14

5 Colocación de conducciones en el interior de la tubería de 1.800 mm, VP-27 - VP-28 16

6 Accesos provisionales y definitivos 17

7 Cierres 18

8 Desvíos de tráfico 19

1 Introducción

El objeto del presente Anejo es la descripción de los sistemas y procedimientos constructivos propuestos para la ejecución de las obras del **Proyecto Constructivo del Colector General de la Margen Izquierda de la Ría de Mundaka. Tramo Gernika - Busturia**.

2 Excavación de la zanja para alojamiento de conducciones

Para seleccionar el método de excavación, se ha partido de la información que se ha obtenido relativa al tipo de materiales en los que se van a ejecutar las obras, contenida en el **Anejo nº 9: Geología y Geotecnia**. Basándose en esta información, y teniendo en cuenta todos los condicionantes existentes, se han definido las secciones tipo recogidas en el Proyecto.

Estos condicionantes geomecánicos son, entre otros:

- Profundidad y excavabilidad de la roca.
- Influencia del nivel freático.
- Resistencia del terreno a nivel de fondo de zanja.
- Resistencia del terreno a nivel de superficie para soportar el tráfico de obra.

Como consecuencia de este análisis, se han adoptado una serie de secciones tipo, siendo las más utilizadas las Secciones Tipo 1, 2 y 3. Se trata de unas secciones tipo con las siguientes características:

- Sección Tipo 1. Esta sección se utilizan en zonas no pavimentadas cuando la profundidad de excavación es igual o menor a 1,50 metros. El procedimiento constructivo es el siguiente:
  - Se realiza previamente la retirada de la tierra vegetal en un espesor aproximado de 50 centímetros y con la anchura necesaria para el acopio de las tierras excavadas en la zanja, la pista de trabajo y la propia zanja.
  - La zanja se excava con taludes 1(H):1(V) en toda su altura.
  - El apoyo de la tubería se realiza mediante hormigón HM-20 si la tubería es de hormigón armado y mediante arena caliza compactada al 95 % del Proctor si la tubería es de fundición dúctil o de polietileno.
  - La zanja se rellena con material granular hasta 0,30 metros por encima de la tubería y el resto con relleno compactado con material seleccionado de la excavación y se cubre la pista de trabajo con tierra vegetal.
- Sección Tipo 2. Esta sección se usa en zonas no pavimentadas para cualquier profundidad de zanja. El procedimiento constructivo es el siguiente:
  - Se realiza previamente la retirada de la tierra vegetal en un espesor aproximado de 50 centímetros y con la anchura necesaria para el acopio de las tierras excavadas en la zanja, la pista de trabajo y la propia zanja incluyendo la prezanja.
  - Se excava la zanja, con paredes verticales, con un sostenimiento mediante entibación metálica.
  - El apoyo de la tubería se realiza mediante hormigón HM-20 si la tubería es de hormigón armado y mediante arena caliza si la tubería es de fundición dúctil o de polietileno.

- La zanja se rellena con material granular hasta 0,30 metros por encima de la tubería y el resto con relleno compactado con material seleccionado de la excavación, retirando a la vez la entibación. Por último se restituye la tierra vegetal.

- Sección Tipo 3. Esta sección se utiliza en zonas pavimentadas para cualquier profundidad de zanja. El procedimiento constructivo es el siguiente:
  - Se realizará previamente una demolición del pavimento.
  - La zanja se excava con paredes verticales y con un sostenimiento mediante entibación metálica.
  - El apoyo de la tubería se realiza mediante hormigón HM-20 si la tubería es de hormigón armado y mediante arena caliza si la tubería es de fundición dúctil o de polietileno.
  - A continuación se rellena la zanja con material granular, hasta 30 centímetros por encima de la tubería y el resto con relleno compactado con material seleccionado de la excavación o de prestamos, retirando a la vez la entibación. Se finaliza con una capa de 25 centímetros de una zahorra, 20 centímetros de hormigón en masa y 6 centímetros de mezcla bituminosa.

Estos métodos constructivos son aplicables, no sólo a las propias tuberías, sino también a las obras accesorias como los pozos de registro, incluidos los especiales que tienen una pérdida de cota en su interior.

3 Ejecución mediante hinca de tuberías

El sistema de empuje de tubería se utiliza para el paso de infraestructuras existentes, o zonas donde la ejecución de zanjas sea inviable. El objeto de utilizar este método es evitar las consiguientes molestias a los ciudadanos y las complicaciones que supondría la ejecución a cielo abierto.

En cuanto a los tramos hincados, a continuación se hace una descripción de los mismos:

- Interceptor Principal, tramo Estación de Bombeo de Busturia - Arqueta de rotura de Carga de Forua.
  - Un tramo mediante hinca de tubería de hormigón de 1.200 mm de diámetro con escudo ciego para atravesar una zona de bolos, entre el bombeo de Busturia y el pozo de registro PR-1, con un tramo recto de 115,22 metros de longitud.
  - Un tramo mediante hinca de tubería de hormigón de 1.200 mm de diámetro con escudo ciego para cruzar bajo el río Mape, entre los pozos de registro PR-1 y PR-2, con un tramo recto de 67,04 metros de longitud.
  - Un tramo mediante hinca de tubería de hormigón de 1.200 mm de diámetro con escudo ciego para cruzar bajo la carretera Gernika - Bermeo, entre los pozos de registro PR-12 y PR-13, con un tramo recto de 40,52 metros de longitud. Paralelo a este tramo, para instalar la conducción de abastecimiento se coloca una camisa metálica hincada con barrena helicoidal, entre los vértices CA-6 y CA-07.
  - Un tramo mediante hinca de tubería de hormigón de 1.200 mm de diámetro con escudo ciego, entre los pozos de registro PR-14 y PR-15, con un tramo recto de 290,97 metros de longitud total.
  - Un tramo mediante hinca de tubería con escudo ciego entre los pozos de registro PR-21 y PR-22, con un tramo recto de 185,00 metros de longitud.
- Interceptor Principal, Impulsión de Forua.
  - Tres hincas de camisa metálica mediante barrena helicoidal, para realizar el cruce de la carretera de Gernika - Bermeo, entre los vértices VA-4 y VP-11 con un tramo recto de 22,47 metros de longitud.
  - Un tramo mediante tubería de hormigón de 1.800 metálica hincada con escudo ciego, para atravesar una zona de limos negros, entre los vértices VP-24 y VP-25 con un tramo recto de 338,20 metros de longitud.
- Incorporación Murueta - 2. Astilleros (I02/III): Un tramo mediante tubería metálica hincada con barrena helicoidal, para realizar el cruce bajo las líneas de ferrocarril, con un tramo de 30 metros de longitud. Paralelo a este tramo se hinca otra camisa de metálica para alojar la conducción del Aliviadero de Murueta.
- Incorporación Murueta - 3 (I03): Un tramo mediante tubería metálica hincada con barrena helicoidal, para realizar el cruce bajo la carretera Gernika - Bermeo, entre los vértices VA-1 y VA-2, con un tramo recto de 25,00 metros de longitud.

- Incorporación Murueta - 4 (I04): Un tramo mediante tubería metálica hincada con barrena helicoidal, para realizar el cruce bajo la carretera Gernika - Bermeo, entre los vértices VP-2 y VP-3, con un tramo recto de 40,68 metros de longitud.
- Incorporación Murueta - 5 (I05): Un tramo mediante tubería metálica hincada con barrena helicoidal, para realizar el cruce bajo la carretera Gernika - Bermeo, entre los vértices VP-2 y VP-3, con un tramo recto de 19,04 metros de longitud.
- Conexión de la tubería de abastecimiento con la actual en el lado Gernika: Un tramo mediante perforación dirigida para cruzar la ría de Gernika, entre los vértices CA-2 y CA-3, con un tramo de 142,07 metros de longitud.
- Conexión de la tubería de abastecimiento con la actual en el lado Busturia: Dos tramos mediante camisa metálica hincada con barrena helicoidal, para realizar el cruce bajo la carretera San Cristóbal-Larrabe, entre los vértices CA-2 y CPA-2, con un tramo recto de 10,00 metros de longitud y bajo la carretera Gernika - Bermeo, entre los vértices CA-5 y CPA-8, con un tramo recto de 30,14 metros de longitud.

La ejecución de estos tramos mediante barrena helicoidal y colocación de camisa de chapa tiene el siguiente proceso constructivo:

- Construcción del pozo de ataque, que debe excavarse hasta una cota situada por debajo de la cota inferior de la tubería a hincar.
- Excavación de la hinca, mediante la utilización de una broca situada en el frente. El material excavado es extraído del frente de ataque hasta el pozo, gracias a un tornillo sinfín que rota en el interior de la hinca. El material, una vez en el pozo de ataque, es elevado hasta la superficie mediante una retroexcavadora. Una unidad de empuje instalada en el pozo de ataque, formada por gatos hidráulicos montados sobre un chasis, dotada de un aro de presión y con macizo de hormigón en masa que sirve de apoyo para la reacción, introduce la tubería de chapa. Los gatos ejercen suficiente fuerza en la tubería para hincarla en el terreno. Cuando la tubería ha sido introducida totalmente, los gatos y el aro de presión retroceden, la hélice es desconectada y una nueva tubería es posicionada y soldada entre la última tubería empujada y el aro de presión.
- Construcción del pozo de recepción y finalización de la hinca. Con este método de hinca mediante barrena helicoidal, el pozo de recepción es relativamente pequeño, ya que los elementos de la maquinaria que tienen que ser extraídos por él son pequeños (la cabeza de la barrena), mientras que los ejes y el tornillo sinfín son extraídos por el pozo de ataque. Por este motivo, el pozo de recepción será similar a la excavación precisa para construir un pozo de registro y su sostenimiento será mediante entibación metálica.
- Una vez hincada la camisa metálica, se procede a la colocación en su interior de la tubería nivelándola mediante tacos y sujetándola mediante coronas y abrazaderas. Por último se inyecta entre la camisa metálica y la conducción una lechada o mortero de cemento.

El proceso constructivo de la hinca o perforación dirigida es el siguiente:

- Se realiza una primera perforación, denominada perforación piloto, de un diámetro reducido (entre seis y diez pulgadas) según la trayectoria previamente diseñada que se desee seguir. Para ello, la cabeza de la perforación lleva incorporada una sonda a través de la

cual puede conocerse en tiempo real la inclinación de la cabeza y su profundidad, de forma que pueden realizarse las variaciones que se consideren oportunas.

- Una vez se ha llegado al punto proyectado de llegada, se cambia el perforador por un escariador que recibe del varillaje un par de rotación adecuado al tamaño del túnel así como el correspondiente tiro y se produce el ensanchado del agujero inicialmente perforado. Debido a que no es conveniente realizar este ensanchado con mucha diferencia de radios, este proceso puede repetirse varias veces hasta conseguir alcanzar el diámetro deseado.
- Una vez obtenido el diámetro deseado se introducen las tuberías de Polietileno (500 y 110 mm) soldada a tope desde el punto proyectado de llegada mediante un compactador que va tirando de ella hasta llegar a la posición de la máquina.
- Tanto durante la perforación como en el escariado se emplean lodos bentoníticos que garanticen la limpieza y estabilidad de la perforación y que una vez colocadas las tuberías, solidifican y dan consistencia a la instalación.

El sistema constructivo de la hinca mediante escudo cerrado es el siguiente:

- Construcción del pozo de ataque, cuyas dimensiones son función de las conducciones a hincar. Este pozo se debe excavar hasta una cota situada por debajo de la cota inferior exterior de la tubería a hincar.
- Excavación de la hinca, mediante la utilización de una microtuneladora. El material es excavado mediante una cabeza rotativa y extraído del frente de ataque convertido en lodo, hasta una balsa donde se decanta. Una unidad de empuje instalada en el pozo de ataque, formada por gatos hidráulicos montados sobre un chasis, dotada de un aro de presión y con macizo de hormigón en masa que sirve de apoyo para la reacción, introduce la tubería, de hormigón armado Clase V. Los gatos hidráulicos ejercen suficiente fuerza en la tubería para hincarla en el terreno. Cuando la tubería ha sido introducida totalmente, los gatos y el aro de presión retroceden y una nueva tubería es posicionada y colocada entre la última tubería empujada y el aro de presión.
- Construcción del pozo de recepción y finalización de la hinca. Con este método de hinca mediante escudo cerrado, el pozo de recepción es casi tan grande como el pozo de ataque, ya que los elementos de la maquinaria que tienen que ser extraídos por él son bastante grandes.

4 Obras de fábrica

Las obras de fábrica importantes corresponden a las Estaciones de Bombeo proyectadas para las Incorporaciones de los vertidos existentes en el T.M. de Murueta y a los pozos de ataque y recepción de las hincas.

A continuación se indican los procedimientos constructivos empleados en cada una de las obras de fábrica.

4.1 Estación de bombeo de Murueta-2

La Estación de Bombeo de la Incorporación Murueta - 2 se localiza en las proximidades de las instalaciones de Astilleros de Murueta, en la margen derecha de la carretera de acceso a los mismos.

La Estación de Bombeo se sitúa en una zona con un gran afloramiento de rocas volcánicas de tipo ofitas que se hunde bajo el relleno cuaternario de la ría de Mundaka. La base del bombeo se sitúa en ofitas meteorizadas firmes, situándose la excavación por debajo del nivel freático pero en material bastante impermeable por lo que los flujos serán pequeños y en todo caso procederán de las filtraciones del lado de la marisma.

El recinto necesario para construir el bombeo es de 7,00 x 6,00 metros y 5,50 metros de profundidad. Dadas las características geotécnicas del terreno, ha sido preciso utilizar métodos de sostenimiento especiales. Teniendo en cuenta la cohesión de las ofitas, se puede colocar una entibación mediante paneles con doble guía y entibación monocodal de patines.

El método constructivo utilizado en la Estación de Bombeo de Murueta - 2 se describe a continuación:

- Desmonte de la ladera hasta cota de superficie del bombeo y protección de taludes por medio de una escollera.
- Demolición del pavimento y excavación de una altura variable entre 0,50 y 1,00 metro de toda la superficie ocupada por la Estación de Bombeo y colocación de las guías, las primeras planchas de entibación y el monocodal. Se comienza a excavar por el interior de la entibación, empujando a ésta según se va avanzando. Colocación de las segundas planchas de entibación y continuación del proceso de excavado y descenso de los paneles y codal.
- Tras excavar hasta el fondo de la excavación se procede a la extensión de una capa de 0,10 metros de hormigón de limpieza y a continuación se hormigona la solera del bombeo y parte del hormigón ciclópeo a colocar bajo las cámaras de entrada y de válvulas, cuya profundidad es menor que la del pozo de bombeo, de forma que todo el conjunto se apoye finalmente sobre las ofitas meteorizadas. De esta forma los paneles quedan arriostrados por

dicha losa pudiendo desplazar el codal hacia la superficie del pozo de forma que se libera la zona para poder trabajar en el interior del recinto.

- Ejecución del resto de la estructura del pozo de bombeo, incluso el relleno de hormigón ciclópeo a colocar bajo las cámaras de entrada y de válvulas. Las planchas, protegidas con poliestireno expandido, sirven de encofrado exterior de los hastiales.
- Una vez realizada la estructura se procederá al relleno del recinto con material procedente de la excavación y retirada de la entibación.
- Reposición de pavimento.

4.2 Estación de bombeo de Murueta-3

La Estación de Bombeo de la Incorporación Murueta - 3 se localiza en las proximidades del vertido existente en el núcleo rural de Landa, en una suave ladera en el barrio de Larrondo.

Se sitúa en un gran afloramiento de rocas volcánicas tipo ofitas, que constituye el relieve que limita la margen izquierda de la ría de Mundaka. La base del bombeo se sitúa en ofitas poco meteorizadas y fracturadas y firmes, y la excavación se realiza por debajo del nivel freático pero el material es bastante impermeable por lo que los flujos serán pequeños.

El recinto necesario para construir el bombeo es de 7,00 x 6,00 metros y 3,50 metros de profundidad. Dadas las características geotécnicas del terreno, ha sido preciso utilizar métodos de sostenimiento especiales. Teniendo en cuenta la cohesión de las ofitas, se puede colocar una entibación mediante paneles con doble guía y entibación monocodal de patines.

El método constructivo utilizado en la Estación de Bombeo de Murueta - 3 se describe a continuación:

- Excavación de una altura variable entre 0,50 y 1,00 metro de toda la superficie ocupada por la Estación de Bombeo y colocación de las guías, las primeras planchas de entibación y el monocodal. Se comienza a excavar por el interior de la entibación, empujando a ésta según se va avanzando. Colocación de las segundas planchas de entibación y continuación del proceso de excavado y descenso de los paneles y codal. El vaciado deberá excavarse con cazo previo ripado con martillo.
- Tras excavar hasta el fondo de la excavación se procede a la extensión de una capa de 0,10 metros de hormigón de limpieza y a continuación se hormigona la solera del bombeo y parte del hormigón ciclópeo a colocar bajo las cámaras de entrada y de válvulas, cuya profundidad es menor que la del pozo de bombeo, de forma que todo el conjunto se apoye finalmente sobre las ofitas. De esta forma los paneles quedan arriostrados por dicha losa pudiendo desplazar el codal hacia la superficie del pozo de forma que se libera la zona para poder trabajar en el interior del recinto.
- Ejecución del resto de la estructura del pozo de bombeo, incluso el relleno de hormigón ciclópeo a colocar bajo las cámaras de entrada y de válvulas. Las planchas, protegidas con poliestireno expandido, sirven de encofrado exterior de los hastiales.

- Una vez realizada la estructura se procederá al relleno del recinto con material procedente de la excavación y retirada de la entibación.
- Reposición de la tierra vegetal.

4.3 Estación de bombeo de Murueta-4

La Estación de Bombeo de la Incorporación Murueta - 4 se sitúa en el barrio de Goihería, en las proximidades del vertido actual, en la parte izquierda de la carretera de acceso al barrio de caserío Itxaserrota.

Se sitúa en un gran afloramiento de rocas volcánicas de tipo ofitas que constituye el relieve que limita la margen izquierda de la ría de Mundaka. La base del bombeo se sitúa en arcillas firmes pero que pueden asentarse a partir de 1kg/cm^2. La excavación se sitúa por debajo del nivel freático pero el material es bastante impermeable por lo que los flujos serán pequeños y en todo caso procederán de las filtraciones del arroyo cercano. Se realiza la excavación hasta 4 metros de profundidad, recreciendo con un encachado hasta la cota de la base.

El recinto necesario para construir el bombeo es de 6,00 x 5,00 metros y 4,50 metros de profundidad Dadas las características geotécnicas del terreno, ha sido preciso utilizar métodos de sostenimiento especiales. Teniendo en cuenta la cohesión de las arcillas, se puede colocar una entibación mediante paneles con doble guía y entibación monocodal de patines.

El método constructivo utilizado en la Estación de Bombeo de Murueta - 4 se describe a continuación:

- Desmonte de la ladera hasta cota de superficie del bombeo y protección de taludes con escollera.
- Excavación de una altura variable entre 0,50 y 1,00 metro de toda la superficie ocupada por la Estación de Bombeo y colocación de las guías, las primeras planchas de entibación y el monocodal. Se comienza a excavar por el interior de la entibación, empujando a ésta según se va avanzando. Colocación de las segundas planchas de entibación y continuación del proceso de excavado y descenso de los paneles y codal.
- Tras excavar hasta el fondo de la excavación se procede a la ejecución de un encachado de 0,30 metros hasta la cota de la base del bombeo, extensión de una capa de 0,10 metros de hormigón de limpieza y a continuación se hormigona la solera del bombeo y parte del hormigón ciclópeo a colocar bajo las cámaras de entrada y de válvulas, cuya profundidad es menor que la del pozo de bombeo, de forma que todo el conjunto se apoye finalmente sobre las ofitas meteorizadas. De esta forma los paneles quedan arriostrados por dicha losa pudiendo desplazar el codal hacia la superficie del pozo de forma que se libera la zona para poder trabajar en el interior del recinto.
- Ejecución del resto de la estructura del pozo de bombeo, incluso el relleno de hormigón ciclópeo a colocar bajo las cámaras de entrada y de válvulas. Las planchas, protegidas con poliestireno expandido, sirven de encofrado exterior de los hastiales.

- Una vez realizada la estructura se procederá al relleno del recinto con material procedente de la excavación y retirada de la entibación.
- Reposición del pavimento.

4.4 Estación de bombeo de Murueta-5

La Estación de la Incorporación Murueta - 5 se localiza en las proximidades del vertido existente en el barrio de Kanpantxua.

Se sitúa sobre un gran afloramiento de rocas volcánicas de tipo ofitas, que constituye el relieve que limita la margen izquierda de la ría de Mundaka. La base del bombeo se sitúa en margas firmes, pero que pueden asentarse a partir de 2,50 kg/cm^2. La excavación se sitúa por debajo del nivel freático pero el material es bastante impermeable por lo que los flujos serán pequeños, y en todo caso procederán de la escorrentía de encharcamientos superficiales.

El recinto necesario para construir el bombeo es de 8,00 x 4,00 metros y 3,70 metros de profundidad. Dadas las características geotécnicas del terreno, ha sido preciso utilizar métodos de sostenimiento especiales. Teniendo en cuenta la cohesión de las arcillas, se puede colocar una entibación mediante paneles con doble guía y entibación monocodal de patines.

El método constructivo utilizado en la Estación de Bombeo de Murueta - 5 se describe a continuación:

- Excavación de una altura variable entre 0,50 y 1,00 metro de toda la superficie ocupada por la Estación de Bombeo y colocación de las guías, las primeras planchas de entibación y el monocodal. Se comienza a excavar por el interior de la entibación, empujando a ésta según se va avanzando. Colocación de las segundas planchas de entibación y continuación del proceso de excavado y descenso de los paneles y codal.
- Se excavará hasta una profundidad de 4 metros recreciendo con encachado de 0,30 metros de espesor hasta la cota base del bombeo. A continuación se procede a la extensión de una capa de 0,10 metros de hormigón de limpieza y a continuación se hormigona la solera del bombeo y parte del hormigón ciclópeo a colocar bajo las cámaras de entrada y de válvulas, cuya profundidad es menor que la del pozo de bombas, de forma que todo el conjunto se apoye finalmente sobre las margas triásicas meteorizadas. De esta forma los paneles quedan arriostrados por dicha losa pudiendo desplazar el codal hacia la superficie del pozo de forma que se libera la zona para poder trabajar en el interior del recinto.
- Ejecución del resto de la estructura del pozo de bombeo, incluso el relleno de hormigón ciclópeo a colocar bajo las cámaras de entrada y de válvulas. Las planchas, protegidas con poliestireno expandido, sirven de encofrado exterior de los hastiales.
- Una vez realizada la estructura se procederá al relleno del recinto con material procedente de la excavación y retirada de la entibación.
- Reposición de la tierra vegetal.

4.5 Pozos de hinca

Para los pozos de ataque y recepción de las hincas se ha previsto la utilización de dos sistemas distintos de sostenimiento dependiendo de la afluencia de agua prevista al pozo de excavación y sobre todo a la posibilidad de producirse sifonamiento en su fondo. Cuando se prevé que la afluencia de agua sea controlable con sistemas de agotamiento convencionales y la posibilidad de sifonamiento sea pequeña, se ha previsto la utilización de paneles de entibación deslizantes con doble guía y monocodal de patines, y por el contrario cuando se prevé que la afluencia de agua sea grande se ha previsto la utilización de tablestacas hincadas hasta roca, a excepción del pozo PR-1 del colector Busturia - Forua, que por la presencia de bolos se han sustituido las tablestacas por una pantalla de pilotes secantes.

4.5.1 Pozo de hinca ejecutado mediante pilotes secantes: pozo de hinca de ataque PR-1

Este pozo se encuentra en el parque existente junto al río Mape, urbanizado por medio de un relleno que se eleva por encima de la cota de inundabilidad. Se sitúa en una zona de aluvial arenoso cubierta por un relleno de tierras de excavación mezclado con escombros, muy heterogéneo y de granulometría muy cambiante con la aparición de bolos que impiden el clavado de tablestacas. Debajo aparece un aluvial principalmente arenoso de unos 5,00 metros de potencia. El sustrato rocoso aparece a partir de 9,50 metros de profundidad y se compone de unas ofitas alteradas que pasan gradualmente a sanas. Dados estos condicionantes geotécnicos se ha previsto para su ejecución un recinto circular de pilotes secantes de 6,50 metros de diámetro y 5,95 metros de altura, mediante pilotes de 1,00 metro de diámetro y 10 metros de longitud.

El método constructivo utilizado en el pozo de hinca PR-1 se describe a continuación:

- .Construcción de muro guía: Se define la localización del muro de pilotes secantes por medio de topografía. Una vez posicionado el eje se construirá el murete guía.
- Perforación de pilotes secundarios (en masa): La perforación se realiza por medio de barrenas helicoidales, las cuales sacan el material perforado. Los pilotes secundarios se perforan de manera alternada.
- Hormigonado de pilotes secundarios: Una vez alcanzada la profundidad deseada se procede a la limpieza del fondo de la excavación. Posteriormente se realiza el hormigonado de tal manera que no se produzca segregación del mismo debido a la altura de la caída. Para ello se utiliza una tubería especial que facilita que el hormigón del pilote aumente de abajo hacia arriba, y permitiendo además que el hormigón vertido inicialmente sea el primero en alcanzar la superficie y pueda ser eliminado. Este hormigón se considera pobre por estar contaminado por los detritus en el fondo de la excavación.
- Perforación de pilotes primarios (armados): La perforación se realiza con una máquina que permita perforar el borde los pilotes secundarios adyacentes y así se pueda garantizar la continuidad y estanqueidad de la pantalla.

- Colocación de la armadura de los pilotes primarios: Se eleva la armadura de refuerzo y se coloca dentro de las perforaciones realizadas para los pilotes primarios.
- Hormigonado pilotes primarios: El hormigonado de los pilotes primarios se realiza de manera idéntica a la descrita para los pilotes secundarios.
- Antes de realizar la excavación se realizará la viga de atado de la cabeza de los pilotes (secundarios y primarios).
- Se realizará la excavación hasta la cota -2,51.
- Ejecución del pozo de registro tipo 10 y relleno del recinto con material procedente de la excavación.
- Urbanización.

4.5.2 Pozos de hinca ejecutados con tablestacas

4.5.2.1 POZO DE HINCA DE ATAQUE I02/301

Pozo de ataque de hinca desde Astilleros de Murueta hasta la Estación de Bombeo Murueta - 2. El emplazamiento está sobre una playa rellenada por la explanada de los Astilleros de Murueta. La base del bombeo se sitúa sobre un nivel arenoso muy blando, saturado en agua y con influencia mareal, que en marea alta se sitúa 1 metro por debajo de la superficie. Dados estos condicionantes geotécnicos se ha previsto para su ejecución un recinto rectangular tablestacado de 10,80 x 6,15 metros y 3,70 metros de altura.

Además de las tablestacas, es necesario construir un nivel de arriostramiento perimetral, mediante anclajes provisionales a roca. Estos anclajes irán unidos por una viga de arriostramiento.

El método constructivo utilizado en el pozo de hinca I02/301 se describe a continuación:

- Demolición de pavimento e hincado de las tablestacas, de aproximadamente 7,00 metros de longitud, hasta el nivel de limos inferior.
- A continuación se excava 1,80 metros de profundidad alcanzando la cota 2,23. Ejecución, a cota 2,73, de una fila de anclajes provisionales de 32 milímetros de diámetro y de aproximadamente 16,00 metros de longitud, y una viga de arriostramiento formada por dos perfiles UPN, unidos entre si por dos pletinas.
- Tras excavar hasta el fondo de excavación previsto a la cota 0,00, se procederá a la extensión de una capa de 0,30 metros de encachado donde se asentará una solera de 35 centímetros de espesor debidamente armada para soportar las cargas de la maquinaria de la hinca.
- Ejecución del pozo de registro tipo 10 y relleno del recinto con material procedente de la excavación.
- Retirada de las tablestacas y de los zunchos perimetrales.
- Reposición del pavimento.

4.5.3 Pozo de hinca de recepción VP-24

El emplazamiento está sobre limos marrones y la base del pozo se sitúa sobre un nivel de limos negros, estimándose la aparición del sustrato rocoso formado por limonitas, a una profundidad de 8 metros. Dados estos condicionantes geotécnicos se ha previsto para su ejecución un recinto de tablestacas de 6,15 m de largo x 6,15 m de ancho, en cuyo interior se tiene previsto realizar una excavación de 6,77 m de profundidad, al amparo de dos niveles de arriostramiento resueltos con perfiles metálicos y situados a las cotas 1,80 y 0,00 m respectivamente.

Una vez llegado al fondo de excavación (a la cota -2,61 m) se tiene previsto ejecutar una losa de compresión de hormigón armado de 30 cm de espesor situada a la cota -2,21 m, sobre una base de hormigón de nivelación o similar, tras lo cual se procederá a retirar el nivel de arriostramiento inferior.

Después de sacar por el recinto tablestacado el escudo de la hinca se procederá a colocar las conducciones en el interior de la conducción hincada siguiendo el procedimiento que se describe más adelante y una vez instaladas las conducciones se procederá a ejecutar la arqueta con dimensiones en planta de 3,80 m x 3,40 m, y muros laterales de 0,30 m de espesor.

Por último se irá rellenando y retirando los zunchos y el tablestacado.

4.5.4 Pozo de hinca de ataque VP-25

El emplazamiento está sobre rellenos antropogénicos y la base del pozo se sitúa sobre un nivel de limos negros, estimándose la aparición de un sustrato formado por gravas y roca alterada, a una profundidad de 10,50 metros. Dados estos condicionantes geotécnicos se ha previsto para su ejecución un recinto de tablestacas de 12 m de longitud y de dimensiones en planta 15,40 m de largo x 6,16 m de ancho, en cuyo interior se tiene previsto realizar una excavación de 6,28 m de profundidad, al amparo de sendos niveles de arriostramiento resueltos con perfiles metálicos y situados a la cota +1,70 y -0,50 m respectivamente.

Una vez llegado al fondo de excavación (a la cota -2,98 m) se tiene previsto ejecutar una losa de compresión de hormigón armado de 0,30 m de espesor a la cota -2,58, sobre una base de hormigón de nivelación o similar, para a continuación proceder a la retirada del nivel de arriostramiento inferior.

Una vez finalizada la hinca se procederá a colocar las conducciones en el interior de la conducción hincada y una vez instaladas las conducciones se realizará el relleno y la retirada de las tablestacas y los arriostramientos.

4.5.5 Pozo para instalación de tubería de abastecimiento VP-26

El emplazamiento está sobre rellenos antropogénicos y la base del pozo se sitúa sobre un nivel de limos negros, estimándose la aparición de un sustrato formado por gravas y roca alterada, a una profundidad de 10,10 metros. Dados estos condicionantes geotécnicos se ha previsto para

su ejecución un recinto de tablestacas de 10,25 m de longitud y de dimensiones en planta 15,40 m de largo x 4,62 m de ancho, en cuyo interior se tiene previsto realizar una excavación de 4,70 m de profundidad, al amparo de sendos niveles de arriostramiento resueltos con perfiles metálicos y situados a la cota 1,50 y 0,20 m respectivamente.

Una vez llegado al fondo de excavación (a la cota -1,74 m) se tiene previsto ejecutar una losa de compresión de hormigón armado de 0,30 m de espesor a la cota -1,34, sobre una base de hormigón de nivelación o similar, para a continuación proceder a la retirada del nivel de arriostramiento inferior.

Una vez colocado el tubo de abastecimiento se procederá a rellenar y retirar las tablestacas del pozo.

4.5.6 Pozos de hinca ejecutados con entibación de doble guía monocodal con patín deslizante lateral

En el resto de los pozos de hinca, la permeabilidad de los limos no es excesiva por lo que es previsible que la afluencia de agua a los pozos no sea elevada y por lo tanto no lleguen a producirse problemas de sifonamiento del fondo. Por ello se ha optado por emplear métodos de sostenimiento especiales mediante paneles de entibación con doble guía y entibación monocodal de patines.

Este tipo de entibación permite la ejecución de pozos de hasta 5,00 metros de longitud y 7,00 metros de profundidad sin codales intermedios y para longitudes comprendidas entre 5,00 y 10,00 metros únicamente es preciso la colocación de un único codal que puede deslizar por unos patines, de forma que cuando se alcanza la cota de fondo de la excavación se realiza la solera de trabajo contra los propios paneles de entibación, de forma que éstos queden arriostrados en el nivel inferior y el monocodal se puede subir, incluso a una cota superior a la del terreno, permitiendo así la instalación de la maquinaria de hinca e incluso la ejecución de la obra de fábrica correspondiente.

Teniendo en cuenta la modulación de paneles existentes en el mercado y las necesidades de espacio requeridas por la maquinaria de hinca, se han adoptado unas dimensiones mínimas para los pozos de hinca, la cuales se indican a continuación:

- Pozos de hinca de recepción PR-2, PR-15 y PR-22: 6,00 x 4,00 m^2.
- Pozos de hinca de ataque PR-12, PR-14 y PR-21: 7,00 x 5,00 m^2
- Pozo de hinca de recepción PR-13: 5,00 x 5,00 m^2.
- Pozo de hinca de ataque VP-11: 11,00 x 8,00 m^2.
- Pozo de hinca de ataque VA-2 (Murueta -3), VP-2 (Murueta - 4)y VA-3 (Murueta - 5): 11,00 x 4,00 m^2.

El método constructivo utilizado en estos pozos de hinca se describe a continuación:

- Retirada de tierra vegetal y excavación en prezanja (pozos PR-14, PR-15, PR-23 y PR-24, de Busturia – Forua y pozo VP-2 de Incorporación Murueta-4). Esta prezanja ronda como

máximo 1,50 metros de profundidad con el objeto de realizarla en los rellenos artificiales o en la capa de limos duros. Para profundidades mayores de prezanja se alcanzan capas de limos blandos que no permitirían la circulación de vehículos.

- Demolición del pavimento o retirada de tierra vegetal y excavación de una altura variable entre 0,50 y 1,00 metro de toda la superficie ocupada por los pozos y colocación de las guías, las primeras planchas de entibación y el monocodal. Se comienza a excavar por el interior de la entibación, empujando a ésta según se va avanzando. Colocación de las segundas planchas de entibación y continuación del proceso de excavado y descenso de los paneles y codal.
- Tras excavar hasta el fondo de la excavación se procede a la extensión de una capa de 0,10 metros de hormigón de limpieza y a continuación se hormigona la solera del espesor correspondiente y debidamente armada para soportar las cargas de la maquinaria de la hinca, con lo que los paneles quedan arriostrados por la misma pudiendo desplazar el codal hacia la superficie del pozo de forma que se libera la zona para poder trabajar en el interior del recinto. Debido a las características del terreno sobre el que se asientan los pozos PR-12, PR-13, PR-14, limos blandos, se procederá a la extensión de una capa de 0,30 metros de de encachado donde se asentará la solera antes indicada.
- Ejecución del pozo de registro tipo.
- Una vez realizada la hinca y tras retirar toda la maquinaria, se procederá al relleno del recinto con material procedente de la excavación y retirada de la entibación.
- Reposición de tierra vegetal o pavimento.

5 Colocación de conducciones en el interior de la tubería de 1.800 mm, VP-25 - VP-26

La secuencia de ejecución propuesta es la siguiente:

- Una vez ejecutada la hinca de 1.800 mm se desmontará la maquinaria de empuje instalada en el pozo y se procederá a continuación al extendido de una capa de hormigón de aproximadamente 20 cm. de espesor en la lámina de agua del tubo de hinca, que tendrá como finalidad la consecución de una superficie interior lisa y sensiblemente horizontal que permita el tránsito cómodo del personal por el interior de la conducción, aun a costa de perder parte de la altura útil de ésta.
- A continuación y una vez liberado el recinto, éste servirá para, en su interior, proceder al montaje y soldadura secuencial de las tuberías de polietileno. Éstas, a medida que se vayan soldando unas a otras, se irán deslizando por el interior de la tubería de hinca hacia el VP-25.
- Para el arrastre de la tubería, a medida que ésta se va soldando, se prevé el montaje en el VP-25 de un winch o cabrestante, adecuadamente dimensionado para el peso total de tubería a arrastrar y con la longitud de cable necesaria. El winch se fijará a las tablestacas o a una estructura metálica auxiliar y el cable se hará llegar desde el pozo de salida hasta el pozo de ataque por el interior de la conducción de hinca.
- Se procederá, en primer lugar, al montaje (soldadura y deslizamiento) de la conducción de polietileno de diámetro 800 mm. Una vez colocada ésta se desplazará la conducción al lado izquierdo del tubo de 1.800 (en el sentido de la hinca), según se indica en planos y se procederá al montaje de la estructura metálica de soportación, que por un lado fijará la posición de la impulsión de 800 mm, de forma que ésta no se mueva una vez puesto en marcha el bombeo y por otro lado servirá de apoyo a las conducciones de diámetro 400. Las conducciones de 400 mm se fijarán a la estructura metálica de soportación mediante abarcones de acero galvanizado, protegidos con EPDM.
- Se ha previsto que la soportación sea de acero al carbono galvanizado, formada por soportes transversales en forma de "L" (UPN-100), dispuestos cada 6 m de longitud, anclados a solera y a la pared del tubo de hormigón armado. Para el apoyo de la tubería de diámetro 400 mm se prevé un perfil longitudinal del mismo tipo, que apoyará sobre los soportes transversales y sobre el que se instalará la tubería.
- Una vez montadas ambas conducciones de impulsión en el interior de la hinca se ejecutará la arqueta de registro A-2 y la adecuación de la arqueta existente A-3, que servirán de pozos de acceso a la "galería visitable".

6 Accesos provisionales y definitivos

Se ha previsto el acceso a todos los tajos de la obra proyectada durante la fase de construcción así como un acceso definitivo a las estaciones de bombeo para su explotación y mantenimiento.

Para la ejecución del tramo del Interceptor General entre la Estación de Bombeo de Busturia y la Arqueta de Rotura de carga de Forua el acceso se realizará desde la carretera Gernika - Bermeo y desde el vial de acceso a las casas de los Astilleros en el barrio de San Cristóbal en Busturia. En el Término Municipal de Forua, el acceso al Interceptor se realizará desde los caminos vecinales existentes en la zona hasta el cruce con el colector y desde aquí por la propia pista de trabajo.

El inicio de la impulsión de Forua discurre bajo viales existentes. Al resto del trazado, el acceso se realizará por la propia pista de trabajo desde la carretera Gernika - Bermeo. Para el acceso a la zona del Bombeo de Gernika se utilizará el actual acceso a la misma.

El acceso a las incorporaciones de Murueta - 1 y Gambe se realizará desde el vial de acceso al barrio de Gambe.

Para ejecutar la incorporación de Murueta - 2, el acceso se realizará por la propia carretera de acceso a los Astilleros de Murueta, por la cual discurre el trazado.

A la incorporación de Murueta - 3 se accederá desde la carretera Gernika – Bermeo, a través del vial bajo el cual discurre el trazado de la tubería. Ya en la zona más cercana a la Estación de Bombeo, el acceso se realizará por la propia pista de trabajo desde el vial antes mencionado.

La incorporación de Murueta -4 discurre en todo su trazado por el vial de acceso al caserío Itxaserrota, por lo que el acceso a la misma se realizará desde la carretera Gernika - Bermeo a través de dicho vial.

Para la ejecución de la incorporación Murueta - 5 entre el PR - 33 y el VP - 2, el acceso se realizará desde el vial de acceso a Osakidetza, por donde discurre la propia conducción. Para el resto del trazado, el acceso se realizará desde el vial de acceso a las viviendas del barrio de Kanpantxua, bajo el cual discurre el colector.

7 Cierres

En las obras de fábrica importantes como pueden ser las estaciones de bombeo así como en los pozos de ataque de las hincas de escudo ciego se ha previsto un cierre de obra mediante módulos de 2,40 x 2,10 metros compuestos por pies de tubo, chapa grecada y malla.

Para los pozos de ataque de las hincas helicoidales así como para los de recepción de las hincas de escudo ciego se ha previsto un cierre de obra mediante valla prefabricada desmontable de 2,00 metros de altura con pies de hormigón.

Por otro lado en las Estaciones de Bombeo también se ha previsto un cierre definitivo de la parcela de la estación de bombeo mediante cerramiento de malla rectangular (101,6 x 38 mm) de alambre soldado, galvanizado y plastificado en verde de 1,5 metros de altura con postes cada 2,5 metros encajados sobre un murete corrido de hormigón de 0,50 metros de alto.

8 Desvíos de tráfico

Dada la situación de las obras el único tráfico que se puede afectar durante el transcurso de éstas es el tráfico de acceso a caseríos y empresas donde el trazado del colector coincide con estos viales.

Esto ocurre en las incorporaciones de Murueta 1 y Gambe, así como en el resto de las incorporaciones del Municipio de Murueta, y en el tramo de la impulsión de Forua comprendido entre el VP - 2 y el VP - 11.

Debido a que estas afecciones no son demasiado significativas, tanto en longitud de colector como en tráfico afectado, no se ha previsto desvíos de tráfico alguno, debiendo permitirse, en estos tramos, el paso de vehículos de forma provisional mediante chapas u otros elementos