# *Anejo Nº 6*

# HIDROLOGÍA Y DRENAJE

© Sener Mobility, S.A. - 2024

# ÍNDICE

HIDROLOGÍA Y DRENAJE ..... 1
1 INTRODUCCIÓN ..... 1
2 METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE CAUDALES ..... 2
2.1 ELEMENTOS A CIELO ABIERTO ..... 2
2.1.1 CÁLCULO DE IT ..... 2
2.1.2 COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA ..... 4
2.1.3 DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES DE PROYECTO ..... 4
2.1.4 CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS DRENADAS ..... 5
2.2 ELEMENTOS EN TRAMOS DE TÚNEL EN MINA ..... 5
2.3 ELEMENTOS EN TRAMOS DE FALSO TÚNEL ..... 6
2.4 ELEMENTOS EN LA ESTACIÓN DE BENGOETXE ..... 7
2.5 ELEMENTOS EN LA ESTACIÓN DE GALDAKAO ..... 7
3 DESCRIPCIÓN DE LAS REDES DE DRENAJE ..... 8
3.1 REJILLAS ..... 8
3.2 TÚNEL DE LÍNEA ..... 9
3.2.1 DRENAJE TRANSVERSAL ..... 9
3.2.2 DRENAJE LONGITUDINAL ..... 10
3.3 TRAMO EN FALSO TÚNEL ..... 11
3.3.1 DRENAJE TRANSVERSAL ..... 12
3.3.2 DRENAJE LONGITUDINAL ..... 12
3.4 ESTACIÓN DE GALDAKAO ..... 12
3.5 ESTACIÓN DE BENGOETXE ..... 14
3.6 CONEXIÓN ENTRE TRAMOS DE DIFERENTE TIPOLOGÍA ..... 14
3.7 DIMENSIONAMIENTO DE LOS POZOS DE BOMBEO ..... 17
3.7.1 Caudal de Diseño ..... 17
3.7.2 Altura de Bombeo ..... 17
3.7.3 TUBERÍAS DE IMPULSIÓN DE AGUA DE DRENAJE ..... 18
*3.7.3.1 Estación de Bengoetxe ..... 18*
*3.7.3.2 Estación de Galdakao ..... 18*
*3.7.3.3 Pozo de Bombeo P.k. 1+737,12 ..... 18*



© Sener Mobility, S.A. - 2024

*3.7.3.4 Pozo de Bombeo P.K. 2+311,21 ..... 18*

*3.7.3.5 Pozo de Bombeo P.K. 3+253,28 ..... 18*

## APÉNDICE 6.1. CUENCAS DE APORTACIÓN

© Sener Mobility, S.A. - 2024

# 1 INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo es la descripción del proceso de diseño y dimensionamiento de los elementos de drenaje a disponer en el tramo: Aperribai-Galdakao, del Proyecto de Construcción de la Obra civil de la línea 5 del F.M.B.

Como sucede con otros aspectos del Proyecto, también en este caso, diseño de los dispositivos de drenaje, es necesario diferenciar entre la infraestructura que se va a implantar en determinadas zonas con alta complejidad y otras zonas de mayor sencillez. En este sentido, para la descripción de los elementos de drenaje que se recoge en este documento, el total de la obra se ha subdividido en las siguientes cuatro partes, ya que el drenaje de cada una de ellas presenta características particulares diferenciadas, como seguidamente se detalla.

- Elementos a cielo abierto.
- Elementos en tramos de túnel en mina.
- Elementos en tramos de falso túnel
- Elementos en la Estación de Bengoetxe (asimilable a falso túnel por el dren profundo proyectado del trasdós de la estructura)
- Elementos en la Estación de Galdakao (túnel en Mina)


© Sener Mobility, S.A. - 2024

# 2 METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE CAUDALES

Previo a la realización de las comprobaciones y cálculo de los elementos que componen la red de drenaje es necesaria la obtención de los caudales de partida que compondrán la base del cálculo, para ello es necesario tener en cuenta que se han utilizado dos metodologías diferentes. Una de ellas, la correspondiente a la obtención de caudales de elementos dispuestos a cielo abierto, que sigue las indicaciones contenidas en las Normas Técnicas de Vizcaya (B.A.T.) de Hidrología y Drenaje del Departamento de Obras Públicas y Transporte de la Diputación Foral de Vizcaya, y la otra, la correspondiente a elementos colocados en tramos subterráneos, con una metodología específica que se describe seguidamente.

## 2.1 ELEMENTOS A CIELO ABIERTO

Para la estimación de los caudales de cálculo de los elementos dispuestos a cielo abierto es necesario establecer previamente diferentes parámetros, como el coeficiente de escorrentía, tiempo de concentración, la intensidad de lluvia o los periodos de retorno a considerar.

Al tratarse de cuencas de extensión inferior a 1 km$^2$ no existen datos sobre sus caudales de aportación en los Organismos de Cuenca correspondientes, por lo que se procede a la estimación de los mismos mediante el Método Hidrometeorológico basado en el denominado Método Racional. En este método, los caudales se evalúan a partir de la fórmula:

$$Q_e = \frac{CIA}{360}$$

siendo:

- $Q_e$: caudal estimado en la sección de desagüe en estudio (m$^3$/s).
- C: coeficiente de escorrentía de la cuenca.
- A: superficie de la cuenca de aportación (h).
- I: intensidad de lluvia máxima correspondiente al periodo de retorno de diseño para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración de la cuenca (mm/h).

### 2.1.1 CÁLCULO DE IT

La aplicación de las normas BAT simplifica el cálculo de la intensidad de lluvia a considerar. Estas normas tienen ya en cuenta las características del territorio y las series de datos recogidos por los Servicios de Meteorología de la zona, por lo que la intensidad de lluvia pasa a depender de dos únicos factores que son el Periodo de retorno (Tr) y el Tiempo de concentración (Tc).

El tiempo de concentración se calcula mediante la fórmula:

$$Tc = 0.3 \cdot \left( \frac{L}{J^{1/4}} \right)^{0.76}$$

Siendo:

- Tc: tiempo de concentración (h).
- L: longitud de cuenca interceptada (km).
- J: pendiente media de la cuenca (m/m).



© Sener Mobility, S.A. - 2024

Dadas las reducidas dimensiones de las diferentes cuencas de aportación, donde no existe ningún punto de las mismas que diste del pozo de bombeo o de los puntos de desagüe más de 150 m, y teniendo en cuenta además que la mayoría de ellas están constituidas por superficies pavimentadas o ajardinadas por tratarse de una zona urbana, siguiendo las indicaciones de las Normas BAT, se asume para el cálculo de los caudales un tiempo de concentración Tc = 10 min.

Una vez fijado el tiempo de concentración de las cuencas, la obtención de la intensidad de lluvia correspondiente se realiza utilizando la tabla de intensidad-duración elaborada a partir de los datos registrados en la estación meteorológica de Sondika que se adjunta a continuación, seleccionada como estación de referencia por su proximidad a la zona de obras.

*Gráfica Intensidad-Duración de la Estación Meteorológica de Sondika.*

| Intensidad máxima de precipitación (mm/h) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Tiempo de concentración** | **Periodo de retorno (años)** | | | | | |
| | 10 | 25 | 50 | 100 | 250 | 500 |
| 24 h | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 12 h | 9 | 11 | 12 | 14 | 16 | 17 |
| 9 h | 11 | 13 | 15 | 17 | 19 | 21 |
| 6 h | 14 | 17 | 19 | 22 | 24 | 27 |
| 5 h | 16 | 19 | 22 | 24 | 27 | 30 |
| 4 h | 18 | 22 | 25 | 28 | 31 | 34 |
| 3 h | 21 | 26 | 29 | 33 | 37 | 41 |
| 2 h 30 min | 23 | 29 | 32 | 36 | 41 | 45 |
| 2 h | 27 | 32 | 37 | 41 | 47 | 51 |
| 1 h 45 min | 29 | 35 | 40 | 44 | 50 | 55 |
| 1 h 30 min | 31 | 38 | 43 | 48 | 55 | 60 |
| 1 h 20 min | 33 | 40 | 46 | 51 | 58 | 64 |
| 1 h 10 min | 36 | 43 | 49 | 55 | 63 | 68 |
| 1 h | 40 | 47 | 53 | 60 | 68 | 74 |
| 50 min | 42 | 52 | 59 | 66 | 75 | 81 |
| 40 min | 47 | 58 | 66 | 73 | 84 | 91 |
| 30 min | 55 | 67 | 76 | 85 | 96 | 105 |
| 25 min | 60 | 73 | 83 | 92 | 105 | 115 |
| 20 min | 66 | 81 | 92 | 103 | 117 | 127 |
| 15 min | 76 | 92 | 105 | 117 | 133 | 145 |
| 10 min | 91 | 111 | 125 | 140 | 159 | 174 |

### 2.1.2 COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

Según las normas BAT, para la estimación del Coeficiente de escorrentía, la primera opción debe ser utilizar datos fiables (Organismo de cuenca) si se dispone de ellos, acudiéndose en caso contrario a la siguiente tabla, facilitada a tal efecto:

| Tipo de suelo | C |
|---|---|
| Pavimentos y zonas urbanas intensivas | 0,8 – 1,0 |
| Zonas urbanas residenciales. Terrenos impermeables, vegetación escasa. | 0,7 – 0,9 |
| Terrenos permeables, vegetación escasa. Terrenos impermeables vegetación densa. | 0,6 – 0,8 |
| Terrenos permeables, vegetación densa. Terrenos impermeables, bosque frondoso. | 0,5 – 0,7 |
| Terrenos permeables, bosque frondoso. | 0,4 – 0,6 |

Dada las características de las cuencas interceptadas (zona urbana), en el presente proyecto se asumen los valores de 0,9 para superficies pavimentadas y 0,7 cuando el agua es recogida por el terreno (principalmente superficies ajardinadas).

### 2.1.3 DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES DE PROYECTO

Los caudales de diseño se estiman como el producto del caudal obtenido por el método racional y un coeficiente de mayoración (kp), que no depende de parámetros hidrológicos, sino de los posibles daños que una avenida pueda ocasionar en el entorno. Este coeficiente se estima en función del elemento a proyectar y el daño a partir de las siguientes tablas:

| Clasificación de los daños posibles | |
|---|---|
| **A** | Inundación de vegas agrícolas por elevación de la lámina de agua con la velocidad de la corriente < 1 m/seg. |
| **B** | Inundación de granjas, instalaciones industriales y viviendas aisladas, por la elevación de la lámina de agua con velocidad de la corriente>1 m/seg. |
| **C** | Inundación de áreas urbanas y suburbanas con arrastre de vehículos y corte de las vías de comunicación. |
| **D** | Inundación catastrófica con arrastre de árboles y animales, importantes daños materiales y peligro de vidas humanas |

| Coeficiente de mayoración (kp) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| OBRA DE DRENAJE | Daños A | Daños B | Daños C | Daños D |
| Sumideros, cunetas, colectores, caños y obras con sección de desagüe inferior a 0,75 m$^2$ | 1 - 1,2 | 1 - 1,2 | _ | _ |
| Caños, alcantarillas, tajeas, pontones y obras con sección de desagüe entre 0,75 y 5 m$^2$ | 1 - 1,2 | 1 - 1,2 | 1,1 - 1,3 | 1,2 - 1,4 |
| Pontones, puentes y obras de drenaje con sección de desagüe entre 5 y 50 m$^2$ | 1 - 1,2 | 1,1 - 1,3 | 1,2 - 1,4 | 1,3 - 1,5 |

A la vista de los valores anteriores, se asume un coeficiente de mayoración de todos los dispositivos kp = 1,10.

### 2.1.4 CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS DRENADAS

En el *Apéndice nº 6.1. Cuencas de aportación* se incluye una colección de planos de las cuencas interceptadas por las redes de drenaje, indicándose en los mismos su ubicación y superficie.

## 2.2 ELEMENTOS EN TRAMOS DE TÚNEL EN MINA

Los túneles se diseñan como drenados, es decir, no se consideran posibles cargas hidráulicas desde el punto de vista estructural. Este tipo de solución exige por tanto la configuración de una sección permeable de túnel que permita la infiltración de las aguas, que deberán ser recogidas y reconducidas al exterior.

Para la determinación del caudal infiltrado se ha empleado el método analítico de Goodman que permite realizar una estimación del orden de magnitud de dicho caudal en régimen estacionario:

$$q = \frac{2 \cdot \pi \cdot k \cdot H}{2{,}3 \cdot \log\left(\frac{2 \cdot H}{r}\right)}$$

Siendo:

- q: caudal por metro lineal de túnel (m$^3$/s ml)
- k: coeficiente de permeabilidad del terreno (m/s)
- H: profundidad desde el nivel freático hasta el centro del túnel (m)
- r: radio del túnel (m)

Se muestran a continuación los caudales unitarios obtenidos tras la aplicación del método Goodman en los distintos tramos de túnel en mina considerados y que también se incluye en el *Anejo nº 5 Geología y Geotecnia*.

| Estimación de caudales en túnel por el método de Goodman | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pk inicio | Pk final | Longitud (m) | k (m/s) Ens. Lugeon | k | Sondeo | Cota sondeo /terreno (m) (ETRS89) | Prof. nivel agua desde boca sondeo (m) | Cota centro túnel (m) (ETRS89) | H (m) | r (m) | q (m3/s m) | q (l/s m) | q (l/s km) | $q_{medio}$ (l/s km) |
| 1+540 | 1+740 | 200 | 7,86E-07 | 7,86E-07 | SM-11 | 54 | 12 | 25 | 17 | 6,61 | 0,00 | 0,05 | 51,32 | **51,32** |
| 1+740 | 1+990 | 250 | 3,11E-07 | 3,11E-07 | SM-12 | 58 | 3 | 25 | 30 | 6,61 | 0,00 | 0,03 | 26,61 | **26,61** |
| 1+990 | 2+330 | 340 | 1,40E-06 | 1,40E-06 | SM13 | 90 | 15 | 31 | 44 | 6,61 | 0,00 | 0,15 | 149,68 | |
| 1+990 | 2+330 | 340 | 2,06E-06 | 2,06E-06 | SM-13 | 90 | 15 | 31 | 44 | 6,61 | 0,00 | 0,22 | 220,24 | **139,80** |
| 1+990 | 2+330 | 340 | 1,40E-06 | 1,40E-06 | SM-14 | 47 | 4 | 20 | 23 | 6,61 | 0,00 | 0,10 | 104,40 | |
| 1+990 | 2+330 | 340 | 1,14E-06 | 1,14E-06 | SM-14 | 47 | 4 | 20 | 23 | 6,61 | 0,00 | 0,09 | 85,01 | |
| 2+330 | 2+760 | 430 | 1,25E-06 | 1,25E-06 | SM-16 | 49 | 2 | 32 | 15 | 6,61 | 0,00 | 0,08 | 77,97 | |
| 2+330 | 2+760 | 430 | 1,50E-06 | 1,50E-06 | SM-16 | 49 | 2 | 32 | 15 | 6,61 | 0,00 | 0,09 | 93,57 | **85,90** |
| 2+330 | 2+760 | 430 | 1,68E-06 | 1,68E-06 | SM-17 | 51 | 5 | 32 | 14 | 6,61 | 0,00 | 0,10 | 102,48 | |
| 2+330 | 2+760 | 430 | 1,14E-06 | 1,14E-06 | SM-17 | 51 | 5 | 32 | 14 | 6,61 | 0,00 | 0,07 | 69,54 | |
| 2+760 | 3+260 | 500 | 1,68E-06 | 1,68E-06 | SM-17 | 51 | 5 | 32 | 14 | 6,61 | 0,00 | 0,10 | 102,48 | |
| 2+760 | 3+260 | 500 | 1,14E-06 | 1,14E-06 | SM-17 | 51 | 5 | 32 | 14 | 6,61 | 0,00 | 0,07 | 69,54 | **43,70** |
| 2+760 | 3+260 | 500 | 2,63E-08 | 2,63E-08 | SM-18 | 63 | 5 | 24 | 34 | 6,61 | 0,00 | 0,00 | 2,41 | |
| 2+760 | 3+260 | 500 | 2,35E-09 | 2,35E-09 | SM-18 | 63 | 5 | 24 | 34 | 6,61 | 0,00 | 0,00 | 0,22 | |
| 3+260 | 3+900 | 640 | 2,35E-07 | 2,35E-07 | SM-20 | 45 | 5 | 16 | 24 | 6,61 | 0,00 | 0,02 | 17,89 | |
| 3+260 | 3+900 | 640 | 4,94E-07 | 4,94E-07 | SM-21 | 47 | 5 | 16 | 26 | 6,61 | 0,00 | 0,04 | 39,17 | **29,30** |
| 3+260 | 3+900 | 640 | 3,73E-07 | 3,73E-07 | SM-24 | 50 | 6 | 16 | 28 | 6,61 | 0,00 | 0,03 | 30,75 | |
| 3+900 | 4+350 | 450 | 3,73E-07 | 3,73E-07 | SM-24 | 50 | 6 | 16 | 28 | 6,61 | 0,00 | 0,03 | 30,75 | **30,70** |

En vista de los resultados obtenidos se ha asumido como valores de cálculo del caudal de infiltración el promedio del tramo ($q_{medio}$).

## 2.3 ELEMENTOS EN TRAMOS DE FALSO TÚNEL

Los caudales a drenar en los falsos túneles y estructuras (estación de Bengoetxe) se han estimado mediante el método de Darcy, cuya expresión analítica es la siguiente:

$$Q = k \cdot h \cdot i$$

Siendo:

- Q: caudal
- K: coeficiente de permeabilidad del terreno
- H: espesor saturado
- I: gradiente hidráulico

En este caso se ha considerado un coeficiente de permeabilidad del sustrato rocoso en el que se construirán los alzados perimetrales del recinto de la estructura de la estación de Bengoetxe y se encontrará el fondo de

la excavación, de k = $1{,}68 \cdot 10^{-6}$ m/s. Este valor es mayor que el estimado para los suelos (cuaternarios y roca completamente alterada) que recubren al sustrato rocoso: k = $1 \cdot 10^{-8}$ m/s.

El área de la sección transversal es la mitad del ancho entre alzados, cuyo máximo es de 16,80 m, por metro lineal.

El gradiente hidráulico se ha calculado considerando que el nivel freático está a una profundidad de 1,30 m, una altura de alzados de 18 m (valor mínimo) y que el fondo de excavación se encuentra a 15 m de profundidad.

Así, el caudal resultante es **Q = 9,8 l/s km.**

## 2.4 ELEMENTOS EN LA ESTACIÓN DE BENGOETXE

La estación de Bengoetxe se configura como una estructura estanca, contando con un drenaje profundo en el trasdós de la propia estructura que se asimila a un '*Elemento en tramo en falso túnel*'.

En el diseño del drenaje de la estación se ha tenido en cuenta, además, (i) el caudal procedente del servicio de la estación así como de las labores de la limpieza, que se ha estimado en 6 l/s se vehicula por gravedad a la red de saneamiento municipal, y (ii) el que accede por las rejillas de ventilación de las obras singulares se vehicula por gravedad a la red de pluviales municipal.

## 2.5 ELEMENTOS EN LA ESTACIÓN DE GALDAKAO

La estación de Galdakao se configura en mina por lo que será de aplicación lo establecido en el apartado *2.2. Elementos en tramos de túnel en mina*.

En este caso, además de los caudales de infiltración freática, habrán de tenerse en cuenta (i) los procedentes del servicio de la estación y de las labores de limpieza, así como los que acceden directamente a la estación a través de los pozos de ventilación. En este último caso será de aplicación lo establecido en el apartado *2.1. Elementos en tramos a cielo abierto*.


© Sener Mobility, S.A. - 2024

# 3 DESCRIPCIÓN DE LAS REDES DE DRENAJE

En concordancia con la separación de redes en función de su tipología y características que se apuntaba al inicio de este documento, también la presente descripción divide las redes en tres elementos diferentes: elementos a cielo abierto (rejillas), elementos en tramos de túnel en mina y elementos en la Estación de Hospital.

También se aborda en este epígrafe la conexión entre tramos de diferente tipología.

## 3.1 REJILLAS

Se dispone en todo el tramo de siete (7) puntos de acceso de agua procedente del exterior:

- Obra Singular 1 (OS1): Salida de emergencia de Olabarrieta
- Obra Singular 2 (OS2): Ventilación de emergencia 1 de Bengoetxe. Se ha proyectado un colector para vehicular el agua de lluvia que entra en la rejilla hasta la red municipal de pluviales.
- Obra Singular 4 (OS4): Ventilación EBA de Bengoetxe. Se ha proyectado un colector para vehicular el agua de lluvia que entra en la rejilla hasta la red municipal de pluviales.
- Obra Singular 5 (OS5): Ventilación de emergencia 2 de Bengoetxe. Se ha proyectado un colector para vehicular el agua de lluvia que entra en la rejilla hasta la red municipal de pluviales.
- Obra Singular 6 (OS6): Ventilación de emergencia de Galdakao (Calle Nafarroa).
- Obra Singular 7 (OS7): Ventilación EBA de Galdakao.
- Obra Singular 9 (OS9): Ventilación de emergencia de Galdakao (Calle Zamakoa).
- Obra Singular 10 (OS10): Salida de emergencia de Abusu

Para el cálculo del caudal correspondiente a estos puntos se han establecido en primer lugar las cuencas de aportación, cuya delineación se recoge en el *Apéndice nº 6.1.Cuencas de aportación*, procediéndose posteriormente al cálculo de su área con los siguientes resultados.

- Cuenca 1 (OS1) Salida de emergencia de Olabarrieta — No procede
- Cuenca 2 (OS2) Ventilación emergencia 1 Bengoetxe — No procede
- Cuenca 3 (OS4) Ventilación EBA de Bengoetxe — No procede
- Cuenca 4 (OS5) Ventilación emergencia 2 Bengoetxe — No procede
- Cuenca 5 (OS6) Ventilación emergencia Galdakao (Nafarroa) — 211,454 $m^2$
- Cuenca 6 (OS7) Ventilación EBA de Galdakao — 418,194 $m^2$
- Cuenca 7 (OS9) Ventilación emergencia Galdakao (Zamakoa) — 291,990 $m^2$
- Cuenca 8 (OS10) Salida de emergencia de Abusu — No procede

Partiendo de los datos referidos en epígrafes anteriores: tiempo de concentración (10 min), periodo de retorno (100 años), gráfico intensidad duración (140 mm/h), coeficiente de escorrentía (0,9 o 0,7) y coeficiente de mayoración por daños (1,10), el caudal de aportación de cada una de las cuencas es el siguiente:

- Cuenca 1 (OS1) Salida de emergencia de Olabarrieta — No procede
- Cuenca 2 (OS2) Ventilación emerg.1 Bengoetxe — No procede
- Cuenca 3 (OS4) Ventilación EBA de Bengoetxe — No procede
- Cuenca 4 (OS5) Ventilación emergencia 2 Bengoetxe — No procede
- Cuenca 5 (OS6) Ventilación emergencia Galdakao (Nafarroa) — 8,15 l/s (zona pavimentada)
- Cuenca 6 (OS7) Ventilación EBA de Galdakao — 12,52 l/s (zona ajardinada)
- Cuenca 7 (OS9) Ventilación emergencia Galdakao (Zamakoa) — 11,24 l/s (zona pavimentada)
- Cuenca 8 (OS10) Salida de emergencia de Abusu — No procede

Se ha previsto que los caudales captados por las rejillas sean recogidos en un canal semicircular existente en la zona superior de los pozos y reconducidos al túnel de ventilación mediante una bajante de PVC de 150 mm de diámetro hasta la arqueta de fondo del pozo, desde la que serán vertidos a su vez al canal lateral semicircular de 0,15 m de radio, encargado de trasegar también los caudales procedentes de la solera dotada de una pendiente transversal del 1,5%.

Aunque no ha sido considerada en los cálculos, por lo que será un elemento redundante, para evitar la aportación al menos de parte de los caudales procedentes de la calzada exterior a los conductos de ventilación, se ha previsto una canaleta rectangular con rejilla perimetral que desagua a la red de pluviales urbana.

Una vez captados los caudales en el canal semicircular de 0,15 m, serán recogidos por una arqueta-canaleta y conducidos hasta el entronque con el túnel mediante un tubo de 200 mm de diámetro donde también se recogen los caudales captados por la impermeabilización de la cámara de ventilación mediante dos tubos de 150 mm de diámetro situados uno a cada lado de la cámara. Una vez en ella, todos los caudales son vertidos a la arqueta del túnel mediante un tubo de PVC también de 200 mm de diámetro.

## 3.2 TÚNEL DE LÍNEA

El presente Proyecto contempla la ejecución de un túnel en mina de vía doble en los tramos que se destacan en la siguiente tramificación:

| | | |
|---|---|---|
| P.k. 1+540,000 – P.k. 2+628,008 | Túnel de línea | Túnel en mina |
| P.k. 2+628,008 – P.k. 2+735,708 | Estación de Bengoetxe | Recinto Estructura |
| P.k. 2+735,708 – P.k. 3+668,712 | Túnel de línea | Túnel en mina |
| P.k. 3+668,712 – P.k. 3+793,000 | Estación de Galdakao | Túnel en mina |
| P.k. 3+793,000 – P.k. 4+340,000 | Túnel de línea | Túnel en mina |

En estos tramos, los caudales a drenar serán los procedentes de la infiltración del macizo rocoso, habiéndose previsto para ello tanto dispositivos propios del drenaje longitudinal, como transversal, según se describe seguidamente.

### 3.2.1 DRENAJE TRANSVERSAL

Para recoger los caudales infiltrados a través del sostenimiento se han previsto bandas drenantes entre dicho sostenimiento y el hormigón de revestimiento, abarcando tanto los hastiales, como la bóveda. Estas bandas


© Sener Mobility, S.A. - 2024

drenantes tendrán una anchura de 0,5 m y se dispondrán de forma que la separación máxima entre ejes de dos bandas consecutivas será de 3 m.

Estarán constituidas por un núcleo de alta permeabilidad formado por un geotextil drenante de 500 g/m$^2$ de peso, el cual estará rodeado a su vez por una lámina de polietileno de alta densidad de 650 g/m$^2$ de peso.

En la base de los hastiales, las bandas drenantes terminan en prolongación recta, siendo interceptadas por 3 tubos de PVC de 50 mm de diámetro cada 3 metros. Estos tubos, dispuestos con inclinación hacia el exterior de la sección, conducirán los caudales captados a un canalillo longitudinal de sección semicircular de 50 milímetros de radio que discurre junto al hastial, en los dos pasillos laterales de servicio.

Con una interdistancia de 8 m, así como a ambos lados de las arquetas de los pasillos laterales, una tubería flexible transversal de 50 mm de diámetro desaguará el canalillo por su fondo hasta un canal de 0,30 m de anchura formado por la plataforma de asiento de la doble vía y los pasillos laterales.

El desagüe de este canal se realiza mediante dos tubos de PVC de 75 mm de diámetro, uno a cada lado del túnel, que verterán los caudales a las arquetas del túnel situadas cada 25 m. A estos caudales se incorporan además parte de los procedentes de la plataforma de asiento de la doble vía. Las arquetas de túnel están conectadas mediante un tubo de PVC de 250 mm de diámetro que acaban vertiendo los caudales totales en los pozos de bombeo.

La parte de los caudales procedente de la plataforma de asiento mencionada en el párrafo anterior, que no solicita a la red descrita, es la desaguada por el canal de 0,30 m de anchura formado entre la plataforma y los pasillos laterales.

### 3.2.2 DRENAJE LONGITUDINAL

El drenaje longitudinal se resuelve mediante un colector de 250 mm de diámetro situado entre vías (eje del túnel) y pozos de registro cada 25 m.

Dada la permeabilidad del macizo atravesado por el túnel de vía doble, estimada en 40 o 42 l/s por kilómetro de túnel dependiendo del tramo, los caudales resultantes de los distintos tramos son:

- Tramo 0: P.k. 1+540 – P.k. 1+737,117 (tramo anterior) l/s
- Tramo 1: P.k. 1+737,117 (punto bajo) – P.k. 1+982,134 (punto alto) 7,10 l/s
- Tramo 2: P.k. 1+982,134 (punto alto) – P.k. 2+311,204 (punto bajo) 45,11 l/s
- Tramo 3: P.k. 2+311,204 (punto bajo) – P.k. 2+628,008 (inicio Bengoetxe) 28,56 l/s
- Tramo 4: P.k. 2+735,708 (final Bengoetxe) – P.k. 3+253,280 (punto bajo) 23,51 l/s
- Tramo 5: P.k. 3+253,280 (punto bajo) – P.k. 3+668,712 (inicio Galdakao) 12,27 l/s
- Tramo 6: P.k. 3+793,000 (final Galdakao) – P.k. 3+884,450 2,68 l/s
- Tramo 7: P.k. 3+884,450 – P.k. 4+340,00 (tramo posterior) 13,96 l/s


© Sener Mobility, S.A. - 2024

Además de la infiltración freática ha de tenerse en cuenta en los cálculos el caudal procedente de las ventilaciones y salidas de emergencia, con los valores que seguidamente se relacionan, así como los procedentes de los tramos a cielo abierto (apartado *3.1 Rejillas*).

- Ventilación de emergencia 1 Bengoetxe: 0,00 l/s
- Ventilación de emergencia 2 Bengoetxe: 0,00 l/s
- Ventilación de emergencia Galdakao (Calle Nafarroa): 1,20 l/s
- Ventilación de emergencia Galdakao (Calle Zamakoa): 1,70 l/s
- Salida de emergencia de Olabarrieta 0,00 l/s
- Salida de emergencia de Abusu 0,00 l/s

Se ha procedido además a la comprobación del caudal máximo drenado por dichos elementos mostrándose los resultados en la tabla que sigue:

| Tramo | Pendiente (%) | Caudal estimado (l/s) | Caudal a sección llena (l/s) |
|---|---|---|---|
| 0 | - | - | - |
| 1 | -5,0% | 7,10 | 192,10 |
| 2 | 5,0% | 45,11 | 192,10 |
| 3 | -5,0% | 28,75 | 192,10 |
| 4 | 5,0% | 29,70 | 192,10 |
| 5 | 1,0% | 13,47 | 85,90 |
| 6 | 0,0% | 2,68 | 8,60 |
| 7 | -0,30 | 15,66 | 47,00 |

## 3.3 TRAMO EN FALSO TÚNEL

El único tramo en falso túnel contemplado anteriormente en el Proyecto Constructivo lo constituía la Estación de Bengoetxe, debido a la modificación realizado en el sistema constructivo del mismo y el drenaje realizado en el trasdós de la estructura lo asimilamos, en cuanto a recogida de caudales, a un falso túnel, es el que se destaca en la siguiente tramificación:

- P.k. 1+540,000 – P.k. 2+628,008 Túnel de línea Túnel en mina
- P.k. 2+628,008 – P.k. 2+735,008 Estación de Bengoetxe Falso túnel
- P.k. 2+735,008 – P.k. 3+668,712 Túnel de línea Túnel en mina
- P.k. 3+668,712 – P.k. 3+793,000 Estación de Galdakao Túnel en mina
- P.k. 3+793,000 – P.k. 4+340,000 Túnel de línea Túnel en mina

Pese a que la Estación de Bengoetxe se incluye en este tramo, la descripción de su sistema de drenaje se realiza en el correspondiente anejo, por lo que el intervalo en que se inserta la estación (P.k. 2+628,008 – P.k. 2+735,708) no es objeto de este apartado.


© Sener Mobility, S.A. - 2024

El sistema de drenaje profundo diseñado para la estructura de la estación tiene por objeto conducir y evacuar los caudales procedentes de la infiltración del terreno, los asociados a las labores de mantenimiento y limpieza de la misma, no así el agua que pudiera acceder a través de los pozos de las Obras Singulares, ya que para ellos se ha diseñado una solución para ser vehiculada dicha agua a la red municipal de pluviales.

Al igual que en el caso de túnel en mina el drenaje comprende dos aspectos claramente diferenciados: el drenaje transversal de la sección y el drenaje longitudinal.

### 3.3.1 DRENAJE TRANSVERSAL

La recogida de los caudales procedentes de la infiltración freática se realizará mediante la combinación de láminas drenantes, con sus correspondientes geotextiles, y tubo dren de PVC de 315 milímetros de diámetro adosado a ambos hastiales. Esta red de colectores drenantes vierten al colector central del túnel en cada uno de los extremos de la estación, correspondiendo la mitad del caudal hacia el tramo anterior (testero Aperribai) y la otra mitad del caudal hacia el tramo posterior (testero Galdakao).

Teniendo en cuenta el valor de infiltración estimado en el apartado *2.3. Elementos en tramos de falso túnel* (9,8 l/s·km), el caudal a evacuar es de:

- Tramo 7: P.k. 2+628,008 – P.k. 2+735,708 1,023 l/s

### 3.3.2 DRENAJE LONGITUDINAL

Los vertidos a la plataforma se drenarán mediante una recogida en los puntos bajos en los que se ubican las correspondientes arquetas conectadas al colector central de recogida de la estación por medio de unas conducciones de PVC de 200 mm de diámetro. El colector central consiste en un tubo de PVC de 300 mm de diámetro que acaban vertiendo en el colector central del túnel del testero Galdakao.

Teniendo en cuenta la impermeabilidad de la estructura proyectada, los únicos caudales a contemplar serán los de baldeo y limpieza de la propia estación.

## 3.4 ESTACIÓN DE GALDAKAO

Los caudales a desaguar en la zona de estación proceden de tres orígenes diferentes: (i) de la infiltración a través del sostenimiento de la caverna, (ii) desde los elementos exteriores (pozos) y (iii) de la red de abastecimiento de la estación, que accederá a la red de drenaje desde el filtro biológico (al que llega desde el servicio destinado al personal de la estación).

Para recoger los caudales de infiltración freática se dispone entre el sostenimiento y el revestimiento, de forma continua en sentido longitudinal, una banda drenante formada por un geotextil y una lámina de impermeabilización de PVC de 2 mm de grosor entre la banda y el revestimiento. Transversalmente, esa banda abarca la bóveda y hastiales, llegando hasta un punto situado ligeramente por debajo de la cota de andén.

En los dos extremos inferiores de la banda drenante los caudales captados son recogidos por sendos tubos longitudinales de PVC de 150 mm de diámetro, desaguados cada 6 m mediante un tubo de PVC de 150 mm de diámetro que los trasegará hasta el canal formado bajo andenes por la contrabóveda y el tabique existente bajo los mismos. Este canal se desaguará desde ambos lados por tubos de PVC de 110 mm de diámetro enfrentados a las arquetas del eje central de la estación, distanciadas entre sí 15 m.

Las arquetas de estación se unen a su vez mediante dos tuberías de PVC de 250 mm de diámetro, que parten del centro de la caverna y llegan a las arquetas finales, una en cada testero de la estación, de las que se desaguará al pozo de bombeo por medio de sendos tubos de PVC de 300 mm de diámetro y una pendiente del 2%. A lo largo de la estación dicha tubería de 250 mm irá alojada en un hueco de 0,60 m formado por los tabiques separadores de los conductos de la E.B.A.

En términos de reparto de caudales de infiltración entre los dos bombeos situados en ambos testeros de la estación, teniendo en cuenta el cambio de rasante del colector (P.k. 3+739,000), el bombeo situado en el testero lado Sarratu trasegará los caudales captados desde el P.k. 3+668,712 hasta el mencionado cambio de rasante y el situado en el testero lado Hospital, desde éste y el P.k. 3+793,000 (testero lado Hospital).

En cuanto a los caudales procedentes del exterior a través de los diferentes pozos, su captación se llevará a cabo dando pendientes a la solera de las galerías (2% longitudinal y 1,5% transversal) y colocando los correspondientes sumideros en los puntos bajos de las mismas. Estos caudales serán evacuados mediante los correspondientes colectores a los pozos de bombeo.

Por su parte, el drenaje del ascensor y su cuarto de máquinas se realizará dando a las soleras una pendiente del 2% y recogiendo los caudales resultantes con tubos de PVC de 150 mm de diámetro que los conducirán mediante una bajante de PVC de 150 mm de diámetro, hasta una arqueta de rotura de carga, para posteriormente ser conducidos hasta la arqueta final del testero mediante otro tubo de PVC de 150 mm de diámetro.

En los cañones de acceso los caudales procedentes de lluvia se recogerán con una canaleta colocada al final de las escaleras fijas, desde donde serán transportados hasta una arqueta con rejilla dispuesta antes de las escaleras mecánicas mediante un tubo de PVC de 150 mm de diámetro y un 2% de pendiente. Una vez en este punto se saca un tubo de PVC de 150 mm a partir del cual se deja caer el agua por el pavimento inclinado por debajo de las escaleras y se recoge con otra rejilla. En este punto se recoge también el caudal de infiltración procedente de los drenes longitudinales y ambos son vertidos mediante un tubo de PVC de 200 mm de diámetro hasta los andenes. Para ubicar éste tubo se hace una perforación inclinada hasta la zona bajo andenes para posteriormente desaguar en el colector general de PVC de 250 mm de diámetro.

En cuanto al túnel de ventilación E.B.A., es dotado en superficie con una canaleta rectangular perimetral con rejilla para recoger los caudales generados a cielo abierto. Los caudales no recogidos por la rejilla son recibidos en una canaleta semicircular de 0,15 m de radio dispuesta en solera, a la que se ha dado una inclinación transversal de 1,5%. Los caudales así captados son recogidos por una arqueta que desagua mediante un tubo de PVC de 150 mm de diámetro hasta una segunda arqueta con rejilla que también recoge el caudal de infiltración de la cámara de ventilación. Desde esta segunda arqueta los caudales son vertidos en la arqueta final situada en el túnel por un tubo de PVC de 200 milímetros de diámetro.

Además del anterior, también se ha previsto el drenaje de otras zonas de la estación, en las que puede darse la presencia de agua de forma esporádica (labores de limpieza y potenciales fugas de conducciones contra incendios o de abastecimiento). Para la recogida de estos caudales, estas zonas (bajo andenes, foso de ascensores y huecos de E.B.A.) han sido dotadas de solera inclinada con sumideros en puntos bajos y colectores que desaguan bien al colector longitudinal situado bajo las vías, o bien directamente a los pozos de bombeo.

La evacuación al exterior de todos los caudales captados se realiza mediante dos pozos de bombeo dentro de la estación y próximos a los testeros de la caverna, función para la que serán dotados de un grupo de bombas calculado a partir del caudal de cálculo y de la altura de elevación de los caudales, según se detalla seguidamente.

- Testero Sarratu:
  - Caudal de infiltración (caverna) 2,06 l/s
  - Caudal procedente de pozos (EBA + ascensor + JBU) 4,46 l/s
  - Caudal procedente de la limpieza de la estación 3,00 l/s


© Sener Mobility, S.A. - 2024

- Testero Hospital:
  - Caudal de infiltración (caverna) 1,61 l/s
  - Caudal procedente de pozos (cañón Plaza Roja) 2,52 l/s
  - Caudal procedente de la limpieza de la estación 3,00 l/s

## 3.5 ESTACIÓN DE BENGOETXE

Los caudales a desaguar en esta estación proceden de tres orígenes diferentes: (i) de la infiltración a través del dren profundo proyectado, (ii) el de los elementos exteriores (VE-1, EBA y VE-2) que ya han sido vehiculados a la red municipal de pluviales y (iii) de la red de abastecimiento de la estación, que accederá a la red de drenaje por el baldeo y limpieza de la estación, ya que las aguas residuales han sido conducidas a la red municipal de saneamiento por gravedad.

Los caudales de infiltración, que son los únicos a tener en cuenta, serán recogidos por el dren profundo y vehiculado por éste hacia la red de drenaje del túnel:

Por último, se estima que el caudal máximo a desaguar procedente de las labores de limpieza será de 6,00 l/s, que será drenado mediante una red de colectores embutidos en la losa de cimentación que lo vehiculan al colector del túnel en sentido Galdakao.

De esta manera el caudal a drenar en cada testero es:

- Agua de infiltración:
  - Testero Sarratu 0,51 l/s
  - Testero Hospital 0,51 l/s
- Agua procedente de la limpieza y mantenimiento de la estación:
  - Testero Sarratu 0,00 l/s
  - Testero Hospital 6,00 l/s
- Agua que accede a través de los pozos de ventilación.
  - Testero Hospital 0,00 l/s

Además, al caudal que accede por la rejilla le es de aplicación lo establecido en el apartado *2.1. Elementos a cielo abierto*.

## 3.6 CONEXIÓN ENTRE TRAMOS DE DIFERENTE TIPOLOGÍA

Una vez descritas las diferentes tipologías que conforman el tramo objeto de estudio y descritas las soluciones de drenaje para cada una de ellas, es necesario analizar la validez de la interacción entre ellas.

A efectos del presente anejo se entiende por interacción entre diferentes tipologías el trasvase de caudal de un tramo diferenciado a otro.

Así, existirán las conexiones que se detallan en los apartados que siguen. Se incluye, además, una tabla esquemática de red.

| Esquema Red Drenaje | Tramo | | Caract. del Tramo | Conexiones | | Pendiente Longitudinal | Orígenes del Agua Drenada | Caudal Estimado en Cada Tramo | | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | P.K. Inicio | P.K. Fin | | Tramo Anterior | Tramo Posterior | | | | | |
| ↓ | 1+540,000 | 1+737,12 | Túnel en mina | Tramo Sarratu - Aperribai | Túnel en mina | -0,5% | Este tramo se incluye en el Proyecto de Construcción del tramo Sarratu - Aperribai | | | |
| **Pozo de Bombeo** | **1+737,12** | | **Punto Bajo del Trazado. El Caudal a Evacuar:** (a estimar tras el Proyecto de Construcción del tramo Sarratu - Aperribai) | | | | | | | |
| ↑ | 1+737,12 | 1+982,13 | Túnel en mina | Túnel en mina | Túnel en mina | | Caudal procedente de infiltración freática | 7,10 l/s | | El agua recogida será conducida por un colector central hasta el punto de conexión con otro tramo |
| ↓ | 1+982,13 | 2+311,21 | Túnel en mina | Túnel en mina | Tramo túnel en mina | -5,0% | Caudal procedente de la infiltración freática | 45,11 l/s | | El agua recogida será conducida por un colector central hasta el pozo de bombeo intermedio |
| **Pozo de Bombeo** | **2+311,21** | | **Punto Bajo del Trazado. Caudal a evacuar (45,11 + 28,56 + 0,51) = 74,18 l/s** | | | | | | | |
| ↑ | 2+311,21 (tramo 3) | 2+628,01 | Túnel en mina | Túnel en mina | Estación Bengoetxe | 5,0% | Caudal procedente de la infiltración freática<br>Caudal procedente del tramo anterior | 28,56 l/s<br>0,51 l/s | | El agua recogida será conducida por un colector central hasta el pozo de bombeo intermedio |
| ↑<br>↓ | 2+628,01 | 2+735,71 | Estación de Bengoetxe | Túnel en mina | Túnel en mina | 0,0% | Caudal procedente de la infiltración freática<br>Caudal procedente de la limpieza de la estación | **Test. Sarratu**<br>0,51 l/s | **Test. Hospital**<br>0,51 l/s<br>6,00 l/s | Todo el agua recogida en la estación se desagua en un colector central, el cual desagua a su vez en el colector del túnel en dirección Galdakao |

| Esquema Red Drenaje | Tramo | | Caract. del Tramo | Conexiones | | Pendiente Longitudinal | Orígenes del Agua Drenada | Caudal Estimado en Cada Tramo | | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | P.K. Inicio | P.K. Fin | | Tramo Anterior | Tramo Posterior | | | | | |
| ↓ | 2+735,71 | 3+253,28 | Túnel en mina | Estación de Bengoetxe | Túnel en Mina | -5,0% | Caudal procedente de la infiltración freática<br>Caudal procedente del tramo anterior 2 | 23,51 l/s<br>6,00 l/s + 0,51 l/s | | El agua recogida será conducida por un colector central hasta el pozo de bombeo intermedio |
| **Pozo de Bombeo** | **3+253,28** | | **Punto Bajo del Trazado. Caudal a evacuar (23,51 + 6,00 + 0,51 + 12,27 + 8,15 + 1,20) = 51,64 l/s** | | | | | | | |
| ↑ | 3+253,28 | 3+668,71 | Túnel en Mina | Estación de Galdakao | Túnel en mina | 1,0% | Caudal procedente de la infiltración freática<br>Caudal procedente de la Ventilación de Emergencia Nafarroa | 12,27 l/s<br>8,15 l/s + 1,20 l/s | | El agua recogida será conducida por un colector central hasta el pozo de bombeo intermedio |
| Pozo de bombeo<br>↑<br>↓<br>Pozo de bombeo | 3+668,71 | 3+793,00 | Estación de Galdakao | Túnel en mina | Túnel en mina | 0,5% | Caudal procedente de la infiltración freática<br>Caudal procedente de la limpieza de la estación<br>Caudal procedente de Obras Singulares | **Testero Sarratu**<br>2,06 l/s<br>3,00 l/s<br>4,46 l/s | **Testero Hospital**<br>1,61 l/s<br>3,00 l/s<br>2,52 l/s | Todo el agua recogida en la estación se desagua en un colector central, el cual desagua a su vez en sendos pozos de bombeo ubicados en los extremos de la estación |
| ↓ | 3+793,00 | 3+884,45 | Túnel en Mina | Tramo Estación de Galdakao | Tramo Túnel en Mina | 0,0% | Caudal procedente de la infiltración freática | 2,68 l/s | | El agua recogida será conducida por un colector central hasta el punto de conexión con otro tramo |

| Esquema Red Drenaje | Tramo | | Caract. del Tramo | Conexiones | | Pendiente Longitudinal | Orígenes del Agua Drenada | Caudal Estimado en Cada Tramo | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | P.K. Inicio | P.K. Fin | | Tramo Anterior | Tramo Posterior | | | | |
| ↓ | 3+884,45 | 4+340,00 | Túnel en mina | Túnel en Mina | Túnel en Mina | -0,3% | Caudal procedente del Tramo Anterior<br>Caudal procedente de la infiltración freática<br>Caudal procedente de la Ventilación de Emergencia Zamakoa<br>Caudal procedente de la Salida de emergencia de Abusu | 2,68 l/s<br>13,96 l/s<br>11,24 l/s + 1,70 l/s<br>8,68 l/s + 1,40 l/s | El agua recogida será conducida por un colector central hasta el punto de conexión con otro tramo Se considera su drenaje en el P.C. Línea 5 Tramo: Hospital |

## 3.7 DIMENSIONAMIENTO DE LOS POZOS DE BOMBEO

### 3.7.1 Caudal de Diseño

La red de drenaje proyectada contempla la instalación de 7 estaciones de bombeo, con la siguiente ubicación y caudales a trasegar:

- Pozo de Bombeo Estación Galdakao Testero lado Sarratu: 9,52 l/s
- Pozo de Bombeo Estación Galdakao Testero lado Hospital: 7,13 l/s
- Pozo de bombeo P.k. 1+737,12 (a determinar según PC Tramo Sarratu – Aperribai).
- Pozo de Bombeo P.k. 2+311,21: 74,18 l/s
- Pozo de Bombeo P.k. 3+253,28: 51,64 l/s

En vista de los caudales obtenidos, las dimensiones de los pozos de bombeo contemplados son suficientes para alojar **dos bombas** en todos los pozos de bombeo considerados.

### 3.7.2 Altura de Bombeo

Se muestra a continuación las alturas geométricas de cada pozo de bombeo:

| Pozo de bombeo | Cota rasante (m) | Cota solera pozo (m) | Cota de calle | Altura geométrica (m) |
|---|---|---|---|---|
| Estación de Galdakao Testero Sarratu | 18,60 | 13,75 | 46,80 | 33,05 |
| Estación de Galdakao Testero Hospital | 18,60 | 13,75 | 49,82 | 36,07 |
| P.k. 1+737,12 | 26,17 | 22,78 | 67,81 | 45,03 |
| P.k. 2+311,21 | 22,59 | 19,19 | 45,20 | 26,01 |
| P.k. 3+253,28 | 14,80 | 11,40 | 78,00 | 66,60 |

### 3.7.3 TUBERÍAS DE IMPULSIÓN DE AGUA DE DRENAJE

#### 3.7.3.1 Estación de Bengoetxe

El nuevo diseño de la estación ha contemplado la evacuación de las aguas de lluvia y residuales por gravedad hasta la red municipal de saneamiento de pluviales y residual respectivamente, eliminándose con ello la necesidad de bombeo.

#### 3.7.3.2 Estación de Galdakao

En los pozos de bombeo de esta estación se han previsto se han previsto dos tuberías de impulsión de acero de 150 mm de diámetro. Ambas parten del pozo de bombeo correspondiente y siguen por el túnel según se describe en los planos, subiendo o por el hueco de la ventilación de emergencia, o por el de ventilación EBA.

Posteriormente desaguan en una arqueta de rotura de carga antes de su enganche a la red de saneamiento municipal de Galdakao.

#### 3.7.3.3 Pozo de Bombeo P.k. 1+737,12

En este caso se prevé el empleo de una tubería de impulsión de acero de 150 mm de diámetro que se llevará a superficie mediante una perforación vertical. La arqueta de rotura de carga, así como la de conexión con la red de saneamiento municipal, se sitúan en la carretera próxima.

#### 3.7.3.4 Pozo de Bombeo P.K. 2+311,21

En este caso se prevé el empleo de una tubería de impulsión de acero de 150 milímetros de diámetro que se llevará a superficie mediante una perforación vertical. Así, la arqueta de rotura de carga se ubica en una zona de cultivos en el barrio Bengoetxe realizándose el enganche a la red municipal en esa misma calle.

#### 3.7.3.5 Pozo de Bombeo P.K. 3+253,28

Por último, se proyecta una tubería de impulsión de acero de 150 milímetros de diámetro que también se llevará a superficie mediante perforación vertical. La arqueta de rotura de carga, así como la de conexión con la red de saneamiento municipal, se sitúan en la calle Urreta.


© Sener Mobility, S.A. - 2024

# *APÉNDICE Nº6.1: CUENCAS DE APORTACIÓN*

© Sener Mobility, S.A. - 2024

OHARRAK :
NOTAS :

SARRATU

GALDAKAO

SIN CUENCA
DE RECOGIDA

SALIDA DE EMERGENCIA
OLABARRIETA

TERMINO DE GALDAKAO

N

| REV. | CLASE DE MODIFICACION | FECHA | NOMBRE | COMP. | OBRA |
|---|---|---|---|---|---|
| B | MODIFICADO Nº1 | FEB.25 | UTE | ETS | |
| A | PROYECTO - PRIMERA EMISIÓN | JUL.21 | MAHC | ETS | |

BIRAZTERTZEAK
REVISIONES

KONTRATISTA ADOS
CONFORME EL CONTRATISTA

AHOLKULARIA
CONSULTOR

REFERENCIA CONSULTOR: A06h01CUENC

REFERENCIA:

EUSKO JAURLARITZA GOBIERNO VASCO
LURRALDE PLANGINTZA, ETXEBIZITZA ETA GARRAIO SAILA
DEPARTAMENTO DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL, VIVIENDA Y TRANSPORTES

euskal trenbide sarea
PROIEKTUAREN IKUSKAPENA ETA ZUZENDARITZA
INSPECCION Y DIRECCION DEL PROYECTO

ESKALA ORIGINALA:
ESCALA ORIGINAL
1/400
EN DIN A1

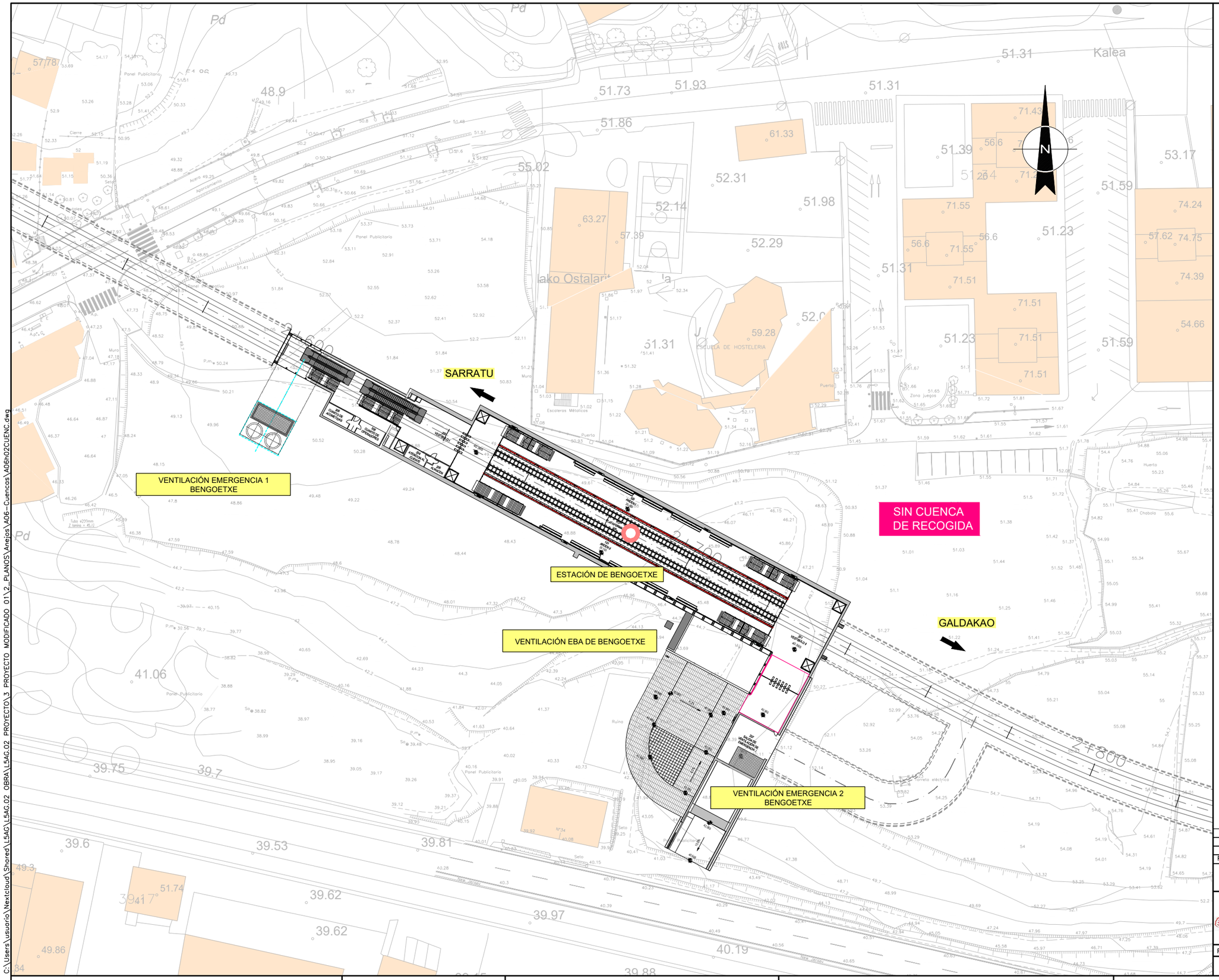
0 4 12 20m.
ESKALA GRAFIKOA
ESCALA GRAFICA

PROJEKTUAREN IZENBURUA
TITULO DEL PROYECTO
BILBOKO METROPOLI-TRENBIDEAREN 5. LINEAKO ERAIKUNTZA PROIEKTUA. APERRIBAI - GALDAKAO TARTEA
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO. TRAMO APERRIBAI - GALDAKAO

PLANOAREN IZENBURUA
TITULO DEL PLANO
HIDROLOGÍA Y DRENAJE
CUENCAS
SALIDAS DE EMERGENCIA

PLANO ZK / N. PLANO
Anejo 6.1
ORRIA / HOJA
1 SIGUE 2

C:\Users\usuario\Nextcloud\Shared\L5AG\L5AG.02_OBRA\L5AG.02_PROYECTO\3_PROYECTO_MODIFICADO_01\2_PLANOS\Anejos\A06-Cuencas\A06h01CUENC.dwg




OHARRAK :

NOTAS :

| REV. | CLASE DE MODIFICACION | FECHA | NOMBRE | COMP. | OBRA |
|---|---|---|---|---|---|
| B | MODIFICADO Nº1 | FEB.25 | UTE | ETS | |
| A | PROYECTO - PRIMERA EMISIÓN | JUL.21 | MAHC | ETS | |

BIRAZTERTZEAK
REVISIONES

KONTRATISTA ADOS
CONFORME EL CONTRATISTA

acciona · ALTUNA Y URIA · BYCAM · sacyr

AHOLKULARIA
CONSULTOR

sener

REFERENCIA CONSULTOR: A06h02CUENC

REFERENCIA

C:\Users\usuario\Nextcloud\Shared\L5AG\L5AG.02 OBRA\L5AG.02 PROYECTO\3 PROYECTO MODIFICADO 01\2_PLANOS\Anejos\A06-Cuencas\A06h02CUENC.dwg

EUSKO JAURLARITZA · GOBIERNO VASCO
LURRALDE PLANGINTZA, ETXEBIZITZA ETA GARRAIO SAILA
DEPARTAMENTO DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL, VIVIENDA Y TRANSPORTES

euskal trenbide sarea
PROIEKTUAREN IKUSKAPENA ETA ZUZENDARITZA
INSPECCION Y DIRECCION DEL PROYECTO

ESKALA ORIGINALA:
ESCALA ORIGINAL
1/400
EN DIN A1

0 4 12 20m.

ESKALA GRAFIKOA
ESCALA GRAFICA

PROJEKTUAREN IZENBURUA
TITULO DEL PROYECTO

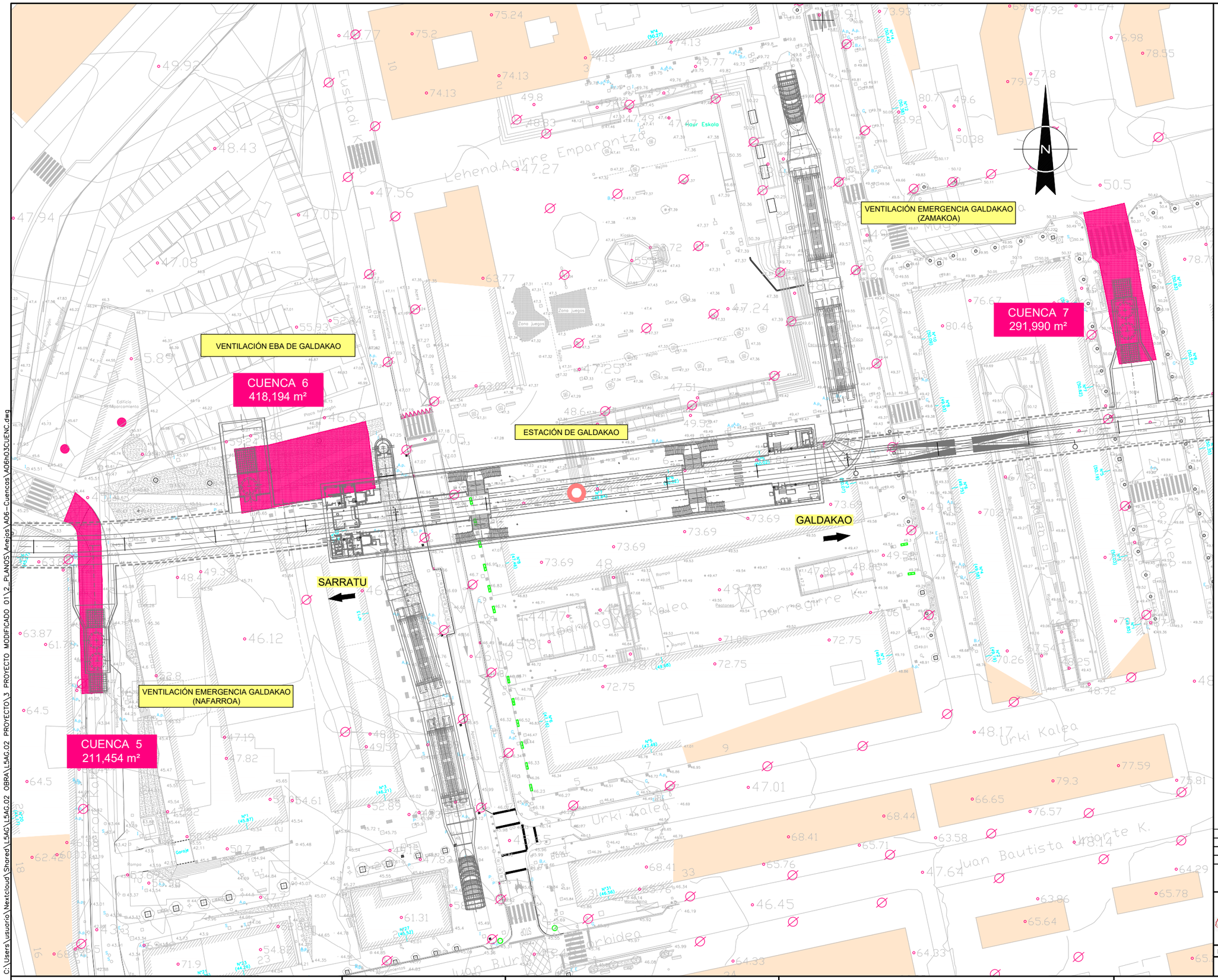
BILBOKO METROPOLI-TRENBIDEAREN 5. LINEAKO ERAIKUNTZA PROIEKTUA. APERRIBAI - GALDAKAO TARTEA

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO. TRAMO APERRIBAI - GALDAKAO

PLANOAREN IZENBURUA
TITULO DEL PLANO

HIDROLOGÍA Y DRENAJE
CUENCAS
ESTACIÓN DE BENGOETXE

PLANO ZK / N. PLANO
Anejo 6.1
ORRIA / HOJA
2 SIGUE 3




OHARRAK :

NOTAS :

| REV. | CLASE DE MODIFICACION | FECHA | NOMBRE | COMP. | OBRA |
|---|---|---|---|---|---|
| B | MODIFICADO Nº1 | FEB.25 | UTE | ETS | |
| A | PROYECTO – PRIMERA EMISIÓN | JUL.21 | MAHC | ETS | |

BIRAZTERTZEAK
REVISIONES

KONTRATISTA ADOS
CONFORME EL CONTRATISTA

acciona · ALTUNA Y URIA · BYCAM · sacyr

AHOLKULARIA
CONSULTOR

sener

REFERENCIA CONSULTOR: A06h03CUENC

REFERENCIA

C:\Users\usuario\Nextcloud\Shared\L5AG\L5AG.02 OBRA\L5AG.02 PROYECTO\3 PROYECTO MODIFICADO 01\2_PLANOS\Anejos\A06-Cuencas\A06h03CUENC.dwg

EUSKO JAURLARITZA · GOBIERNO VASCO
LURRALDE PLANGINTZA, ETXEBIZITZA ETA GARRAIO SAILA
DEPARTAMENTO DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL, VIVIENDA Y TRANSPORTES

euskal trenbide sarea
PROIEKTUAREN IKUSKAPENA ETA ZUZENDARITZA
INSPECCION Y DIRECCION DEL PROYECTO

ESKALA ORIGINALA:
ESCALA ORIGINAL
1/1.000
EN DIN A1

0 10 30 50m.

ESKALA GRAFIKOA
ESCALA GRAFICA

PROJEKTUAREN IZENBURUA
TITULO DEL PROYECTO

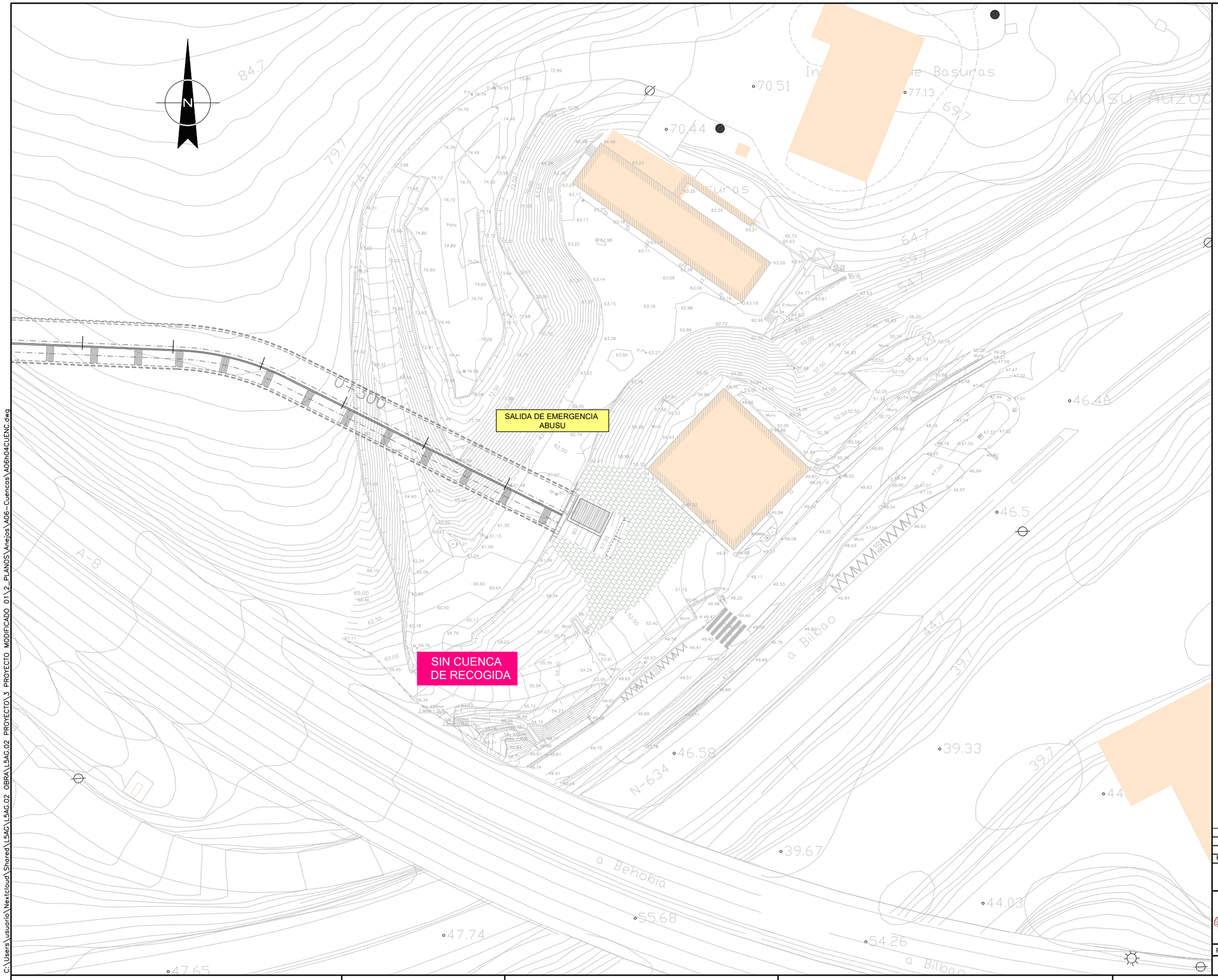
BILBOKO METROPOLI-TRENBIDEAREN 5. LINEAKO ERAIKUNTZA PROIEKTUA. APERRIBAI – GALDAKAO TARTEA

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO. TRAMO APERRIBAI – GALDAKAO

PLANOAREN IZENBURUA
TITULO DEL PLANO

HIDROLOGÍA Y DRENAJE
CUENCAS
ESTACIÓN DE GALDAKAO

PLANO ZK / N. PLANO
Anejo 6.1
ORRIA / HOJA
3 SIGUE 4




OHARRAK :

NOTAS :

| REV. | CLASE DE MODIFICACION | FECHA | NOMBRE | COMP. | OBRA |
|---|---|---|---|---|---|
| B | MODIFICADO Nº1 | FEB.25 | UTE | ETS | |
| A | PROYECTO – PRIMERA EMISIÓN | JUL.21 | MAHC | ETS | |

BIRAZTERTZEAK
REVISIONES

KONTRATISTA ADOS
CONFORME EL CONTRATISTA

AHOLKULARIA
CONSULTOR

| REFERENCIA CONSULTOR | REFERENCIA |
|---|---|
| A06h04CUENC | |

EUSKO JAURLARITZA GOBIERNO VASCO
LURRALDE PLANGINTZA, ETXEBIZITZA ETA GARRAIO SAILA
DEPARTAMENTO DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL, VIVIENDA Y TRANSPORTES

euskal trenbide sarea
PROIEKTUAREN IKUSKAPENA ETA ZUZENDARITZA
INSPECCION Y DIRECCION DEL PROYECTO

ESKALA ORIGINALA:
ESCALA ORIGINAL
1/400
EN DIN A1

0 4 12 20m.
ESKALA GRAFIKOA
ESCALA GRAFICA

PROJEKTUAREN IZENBURUA
TITULO DEL PROYECTO
BILBOKO METROPOLI–TRENBIDEAREN 5. LINEAKO ERAIKUNTZA PROIEKTUA. APERRIBAI – GALDAKAO TARTEA
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO. TRAMO APERRIBAI – GALDAKAO

PLANOAREN IZENBURUA
TITULO DEL PLANO
HIDROLOGÍA Y DRENAJE
CUENCAS
SALIDAS DE EMERGENCIA

PLANO ZK / N. PLANO
Anejo 6.1
ORRIA / HOJA
4 SIGUE FIN

C:\Users\usuario\Nextcloud\Shared\L5AG\L5AG.02 OBRA\L5AG.02 PROYECTO\3 PROYECTO MODIFICADO 01\2_PLANOS\Anejos\A06-Cuencas\A06h04CUENC.dwg