

ANEJO N°6

Hidrología y Drenaje

ÍNDICE

1. Introducción	1
2. Metodología para la Obtención de Caudales	1
2.1 Tramos 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 Túnel en Mina	5
2.3 Falso Túnel	6
2.4 Estación de Sarratu	7
2.5 Estación de Aperribai	7
2.6 Salida de emergencia de ariz	7
3. Descripción de las Redes de Drenaje	8
3.1 Tramo a Cielo Abierto	8
3.1.1 Tipos de Cunetas	8
3.1.2 Drenaje Longitudinal Superficial	9
3.1.3 Drenaje Transversal Superficial	9
3.2 Túnel de Línea	11
3.2.1 Drenaje Transversal	11
3.2.2 Drenaje Longitudinal	12
3.3 Tramo en Falso Túnel	13
3.3.1 Drenaje Transversal	14
3.3.2 Drenaje Longitudinal	14
3.4 Estación de Sarratu	15
3.5 Estación de Aperribai	16
3.6 Salida de Emergencia de Ariz	17
3.6.1 Agua que accede directamente al pozo	17
3.6.2 Agua procedente de la Infiltración Freática	18
3.6.3 Agua que accede directamente al pozo	18
3.6.4 Agua procedente de la Infiltración Freática	19
3.7 túnel Ariz-euskotren	19
3.7.1 agua en superficie	19
3.7.2 Agua procedente de la Infiltración Freática	20

Anejo nº6: Hidrología y
Drenaje

3.8 Conexión entre tramos de diferente tipología	20
3.8.1 Conexión Falso Túnel y Túnel	23
3.8.2 Conexión tramo a cielo abierto y Estación de Sarratu	23
3.9 Dimensionamiento de los pozos de bombeo	24
3.9.1 Caudal de Diseño	24
3.9.2 Altura de Bombeo	24
3.9.3 Tuberías de Impulsión de Agua de Drenaje	25

APÉNDICE Nº 6.1. CUENCAS DE APORTACIÓN

APÉNDICE Nº 6.2. CÁLCULOS HIDRÁULICOS

1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente Anejo es la descripción del proceso de diseño y dimensionamiento de los elementos de drenaje que contempla el presente Proyecto de Construcción de la Obra Civil de la línea 5 del F.M.B. Tramo: Sarratu – Aperribai.

El primer paso consiste en la determinación de los caudales de diseño para poder dimensionar la sección que precisa el elemento de drenaje. Así, en el apartado nº 2 se explica cual ha sido la metodología utilizada para la determinación de los caudales de diseño para las redes de drenaje a las que accede directamente el agua de lluvia correspondiente al tramo que se ejecuta a cielo abierto, o el agua de infiltración en el resto de casos.

Como sucede con otros aspectos del presente Proyecto, en el caso del diseño de los elementos de drenaje es necesario diferenciar entre la infraestructura que se va a implantar en determinadas zonas con mayor complejidad y otras zonas de mayor sencillez. Así, para la descripción de los elementos de drenaje que se realiza en este Anejo, el total de la obra se ha subdividido en siete partes, ya que el drenaje de cada una de ellas presenta características particulares diferenciadas y que son las que se muestran a continuación:

- Tramo a cielo abierto
- Tramo en Falso Túnel
- Tramo Túnel en mina
- Estación de Sarratu (Falso Túnel)
- Estación de Aperribai (Falso Túnel)
- Salida de Emergencia de Ariz

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 necesario la obtención de los caudales de partida y que componen la base del cálculo.

Así, se expone a continuación la metodología empleada para la obtención de dichos caudales, diferenciándose, por un lado, los tramos de trazado que se configuran a cielo abierto y en los que serán de aplicación las Normas BAT de Drenaje y por otro, los tramos subterráneos excavados en mina, con una metodología específica y que también se describe.

2.1 TRAMOS A CIELO ABIERTO

Para la determinación de los caudales de cálculo es necesario establecer 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 menor a 1 Km², no existen en los Organismos de Cuenca correspondientes datos de estos caudales. Con lo que se procede a la estimación de estos caudales mediante el método hidrometeorológico basado en el denominado Método Racional. En este método, los caudales se evalúan a partir de la fórmula:

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

donde:

- Q_e es el caudal estimado en la sección de desagüe en estudio en m³/s.
- C es el coeficiente de escorrentía de la cuenca.
- A es la superficie de la cuenca de aportación en Ha
- I es la intensidad de lluvia máxima correspondiente al periodo de retorno de diseño para una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca en mm/hora.

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:

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

Siendo:

- T_c Tiempo de concentración en horas.
- L Longitud de cuenca interceptada en Km.
- J Pendiente media de la cuenca en tanto por uno.

Se considera que el tiempo de concentración mínimo es de 10 minutos, por lo que cuando el resultado de la fórmula anterior sea menor al indicado, se tomará T_c = 10 min.

Anejo nº6: Hidrología y
Drenaje

Los periodos de retorno recomendados en las normas BAT a efectos del presente proyecto son:

- 25 años para sumideros y cunetas.
- 100 años para caños y bajantes escalonadas.

Una vez fijado el tiempo de concentración de las cuencas, la obtención de la intensidad de lluvia correspondiente se realiza utilizando la tabla intensidad-duración que se adjunta a continuación. Esta tabla se ha obtenido a partir de los datos recogidos en la estación meteorológica de Sondika. Dada la proximidad de dicha estación a la zona de actuación del presente Proyecto se considera que dicha gráfica es perfectamente aplicable.

Gráfica Intensidad-Duración de la Estación Meteorológica de Sondika.

INTENSIDAD MÁXIMA DE PRECIPITACIÓN						
Tiempo de concentración	PERIODO DE RETORNO T_r (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

Para la obtención del Coeficiente de escorrentía y si se dispone de datos fiables, se utilizarán éstos, acudiéndose en caso contrario a la siguiente tabla contenida a tal efecto en las Normas BAT:

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

En el presente proyecto se tomarán los valores de 1,0 para superficies pavimentadas y 0,6 cuando el agua es recogida por el terreno.

2.1.3 DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES DE PROYECTO

La determinación de los caudales de proyecto se obtienen como el producto del caudal obtenido por el método racional, y un coeficiente de mayoración, k_p , que no depende de parámetros hidrológicos, sino de los posibles daños que una avenida pueda ocasionar en el entorno.

El parámetro k_p se halla en función del elemento 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/sg.
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

En todos los cálculos se mayorará el caudal con un coeficiente de seguridad de 1,1.

2.1.4 CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS DRENADAS

Las características de las cuencas drenadas y el cálculo de los caudales de proyecto con los que dimensionar las obras de drenaje implantadas en superficie se adjuntan en el Apéndice nº 6.2. Cálculos Hidráulicos.

Además, en el Apéndice nº 6.1. Cuencas de Aportación, se incluyen los planos de las cuencas interceptadas por las redes de drenaje, indicándose la ubicación de las mismas y su superficie.

2.2 TÚNEL EN MINA

Los túneles se diseñan como drenados, es decir, sin contar con posibles cargas hidráulicas desde el punto de vista estructural. Este tipo de solución exige, por tanto, la configuración de una sección permeable de túnel, permitiendo la infiltración de las aguas, que son 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 (m³/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:

Cálculo Infiltración Método Goodman												
PK Inicio	PK Final	Longitud (m)	k (m/s) Ensayo Lungeon	k (m/s)	Sondeo	Cota Terreno	Profundidad N.F. desde boca de Sondeo (m)	Cota Centro del Túnel (m)	H (m)	r (m)	q (m ³ /s m)	q (l/s km)
0+400	0+500	100	1,22E-06	1,E-06	SM-5	37,82	7,80	22,10	8	5	5,E-05	52,71
0+500	0+650	150	1,58E-06	2,E-06	SM-6	35,52	2,00	15,25	18	5	9,E-05	91,29
0+650	0+800	150	5,83E-07	6,E-07	SM-7	36,13	6,90	10,43	19	5	3,E-05	34,17
0+800	1+000	200	1,46E-07	1,E-07	SM-8	34,34	7,00	14,67	13	5	7,E-06	7,17
1+000	1+214	214	1,46E-07	1,E-07	SM-9	39,17	4,75	27,26	7	5	6,E-06	6,25

En vista de los resultados obtenidos se estima como valor del caudal de infiltración medio para todo el tramo de estudio, del orden de **40 litros/s por kilómetro de túnel**.

2.3 FALSO TÚNEL

Los caudales a drenar en los falsos túneles se han estimado mediante el método de Darcy, cuya expresión analítica es la que sigue:

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

Siendo:

- Q Caudal
- k Coeficiente de permeabilidad del terreno
- h Espesor saturado
- i gradiente hidráulico

Así, los caudales estimados son de 2 l/s km en la zona rocosa y 6 l/s en la zona de rellenos, que supone aproximadamente la mitad de la excavación.

Se toma, por tanto, un valor de **4 l/s por kilómetro** como caudal de infiltración medio para los tramos en falso túnel.

2.4 ESTACIÓN DE SARRATU

La estación de Sarratu se configura en falso túnel, siendo de aplicación, por tanto, lo mencionado en el apartado anterior 2.3. Falso Túnel.

Además, se hace necesario tener en consideración que la estación de Sarratu se diseña como intercambiador entre la línea Bilbao-Donostia de EuskoTren y la línea 5 del F.M.B. Así, el recinto de la estación proyectado es simétrico, ocupando EuskoTren la mitad norte y el F.M.B. la mitad sur.

De la misma manera, el drenaje que se diseña es también simétrico, siendo las soluciones ideadas para metro y EuskoTren idénticas. Así, únicamente se hace referencia a uno de los recintos de la estación en los apartados que siguen, siendo todo lo comentado igual de válido para el recinto adyacente.

Por último, en el diseño del drenaje de la estación habrá que tener en cuenta, además, el caudal procedente del servicio de la estación así como de las labores de la limpieza y que se ha estimado en 6 l/s.

2.5 ESTACIÓN DE APERRIBAI

Igual que en el caso de la estación de Sarratu, la estación de Aperribai se configura en falso túnel siendo de aplicación, por tanto, lo establecido en el apartado 2.3. Falso Túnel para la determinación del caudal de infiltración.

Además del agua de infiltración freática se tendrá en cuenta el agua procedente del servicio de la estación y de las labores de limpieza y el agua que acceda 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. Tramos a Cielo Abierto.

2.6 SALIDA DE EMERGENCIA DE ARIZ

Para el cálculo de las filtraciones que se producirán en la salida de emergencia de Ariz se ha considerado una filtración igual a la del túnel de línea, debido a la semejanza en cuanto a posición dentro del macizo y de dimensiones, es decir 40 l/s por kilómetro de la citada obra.

En el diseño del drenaje también se tendrá en cuenta el agua de lluvia que cae directamente sobre la rejilla y que deberá ser desaguada.

3. DESCRIPCIÓN DE LAS REDES DE DRENAJE

Una vez obtenidos los caudales de referencia, se describe en los apartados que siguen la red de drenaje diseñada, habiéndose analizado por separado las diferentes tipologías: túnel en mina, falso túnel, estación de Sarratu, estación de Aperribai y salida de emergencia de Ariz.

En apartados posteriores se analiza la conexión entre tramos de diferente tipología.

3.1 TRAMO A CIELO ABIERTO

En el presente apartado se describen los elementos de drenaje superficial que forman parte de la solución de drenaje, tanto para el tramo a cielo abierto del tronco de línea 5, como para las reposiciones tanto viarias como ferroviarias.

Así, los elementos que constituyen la red de drenaje son:

- Cunetas
- Drenes
- Colectores
- Caños
- Bajantes

Los cálculos hidráulicos de los diferentes elementos se adjunta como Apéndice nº 6.2 del presente anejo.

3.1.1 TIPOS DE CUNETAS

3.1.1.1 CUNETAS REVESTIDAS

Se han empleado seis tipos de cunetas revestidas cuya descripción es la que se adjunta a continuación:

- Cuneta Rectangular CD-1,00: cuneta rectangular con base de 1 metro de ancho y 90 centímetros de profundidad con mechinales que se disponen junto a la plataforma.
- Cuneta Trapecial CD-1,50: cuneta trapecial con base de 70 centímetros de altura y 40 centímetros de profundidad con taludes 1(V): 1(H).
- Cuneta Trapecial CD-0,70: cuneta trapecial con base de 30 centímetros de altura y 20 centímetros de profundidad con taludes 1(V): 1(H).

- Cuneta Triangular R-0,50: cuneta triangular de 50 centímetros de base y 10 centímetros de profundidad.
- Cuneta Rectangular R-0,50: cuneta rectangular ejecutada in situ de 0,50 metros de anchura y profundidad de 35 centímetros a instalar en los tramos en vía en placa.
- Cuneta Rectangular R-0,30: cuneta rectangular de 30 centímetros de anchura y 20 centímetros de profundidad

3.1.1.2 CUNETAS DE BALASTO

Se colocarán cunetas de balasto cuya misión es, además de drenar el agua de lluvia que acceda directamente a la plataforma, hacer de tope para la capa de balasto y drenarla mediante la colocación de unos mechinales.

3.1.2 DRENAJE LONGITUDINAL SUPERFICIAL

Para estimar la capacidad de desagüe en estos elementos donde, la pérdida de energía sea debida al rozamiento se utilizará, la fórmula de Manning-Strickler.

$$Q = S R^{2/3} J^{1/2} K U$$

donde:

- Q: es el caudal circundante.
- S: es el área de la sección mojada.
- R: es el radio hidráulico.
- J: es la pendiente de la línea de energía.
- K: es un coeficiente de rugosidad.
- U: es un coeficiente de conversión que depende de las unidades en que se midan Q, S y R.

Las características geométricas cumplirán las condiciones de calado y velocidad de la corriente establecida en el capítulo 5 de la Instrucción 5.2-IC "Drenaje superficial".

3.1.3 DRENAJE TRANSVERSAL SUPERFICIAL

En el drenaje transversal se van a utilizar colectores, caños y arquetas.

3.1.3.1 CAÑOS Y COLECTORES

Para el cálculo de estos elementos es necesario comprobar su curva característica que relaciona el caudal que desagua el conducto con la cota que alcanza la lámina de agua, teniendo en cuenta las

pérdidas de carga. Se realizan dos controles, a la entrada del conducto, y a la salida de éste si los niveles en el cauce a la salida del conducto o las características de éste influyen en los niveles aguas arriba, necesitándose valores superiores a los deducibles por el control a la entrada.

Todos estos cálculos se reflejarán en una tabla que contiene por columnas la siguiente información y que justifica adecuadamente el diseño y dimensión de todos y cada uno de los elementos de drenaje:

- Columna 1: identifica el nombre del elemento a calcular.
- Columna 2: indica el punto kilométrico de su proyección al eje de la carretera o ramal del enlace o intersección.
- Columna 3: describe el origen o final del elemento, si es arqueta, sumidero, desagüe, etc.
- Columna 4: es la cota de coronación si son arquetas o sumideros y cota del fondo si es cuneta o caz.
- Columna 5: indica el tipo de conducto.
- Columna 6: hace referencia a las dimensiones más importantes de la sección.
- Columna 7: indica la longitud del conducto.
- Columna 8: es la pendiente del conducto.
- Columnas 9 y 10: cotas de entrada y salida del conducto.
- Columnas 11 y 12: si se trata de cuenta o caz indica la superficie de cuenca de aportación propia; si se trata de colector, la superficie acumulada, y en los dos casos, para superficie pavimentada y de terreno separadamente.
- Columnas 13 y 14: caudales unitarios para las superficies de aportación.
- Columna 15: caudal de cálculo para cada tramo.
- Columna 16: pendiente crítica (sólo para tramos de colector).
- Columna 17: sección de control (entrada o salida).
- Columna 18: coeficiente de rugosidad (se toma 0.014)
- Columna 19: máxima capacidad del conducto.
- Columnas 20 y 21: datos de calado y velocidad para el caudal de cálculo.
- Columna 22: pérdidas de carga por fricción.
- Columna 23: pérdidas de carga puntuales.

- Columna 24: Cota del agua o lámina de entrada. En el caso de control a la entrada será igual a la suma de la columna 9 y la altura del agua dada por la curva característica. Si el control es a la salida, la cota de agua será la cota de salida más el calado obtenido del cálculo más las pérdidas de carga de las columnas 22 y 23.
- Columna 25: Cota límite, que en caso de colectores será la altura de la arqueta de entrada menos un resguardo y en el caso de cunetas será la cota de entrada del conducto más la altura útil de ésta.

Se debe cumplir siempre que el valor de la columna 25 sea mayor que el de la columna 24 (lámina entrada < cota admisible límite); en caso contrario, se modificará el dato o los datos que sea posible y conveniente y se repetirá el cálculo.

En el Apéndice nº 6.2. Cálculos Hidráulicos del presente Anejo se adjuntan los resultados del cálculo realizado para los distintos caños y colectores que forman parte de las redes de drenaje.

3.2 TÚNEL DE LÍNEA

El presente Proyecto contempla la ejecución de un túnel en mina de vía doble en los tramos comprendidos entre los P.P.K.K. 0+400 – 1+214.

El agua que habrá que drenar será la procedente de la infiltración y dependerá de la permeabilidad del macizo rocoso.

El drenaje del túnel comprende dos aspectos claramente diferenciados: el drenaje transversal de la sección y el drenaje longitudinal.

A continuación se van a comentar las principales características de ambos aspectos.

3.2.1 DRENAJE TRANSVERSAL

Para recoger el agua que se infiltre a través del sostenimiento se dispondrán bandas drenantes entre dicho sostenimiento y el hormigón de revestimiento, abarcando los hastiales y la bóveda.

Estas bandas drenantes tendrán una anchura de 0,5 metros y la separación entre los ejes de dos bandas sucesivas será de 3 metros.

Estarán constituidas por un núcleo de alta permeabilidad formado por un geotextil drenante de 500 g/m² de peso, el cual estará rodeado por una lámina de polietileno de alta densidad de 650 g/m² de peso.

En la base de los hastiales, las bandas drenantes terminan en prolongación recta, siendo interceptadas por 3 tubos de 50 mm. de diámetro de PVC cada 3 metros. Estos tubos se disponen con inclinación hacia el exterior de la sección.

Estos tubos llevarán el agua a un canalillo longitudinal de sección semicircular de 50 milímetros de radio que discurre junto al hastial, en los dos pasillos laterales de servicio.

Cada 8 metros una tubería flexible transversal de 50 mm. de diámetro se encargará de servir de desagüe del mencionado canalillo por su fondo. Se situarán también dichos tubos a los lados de las arquetas que es preciso ubicar en los pasillos laterales.

Dichos tubos verterán el agua al canal de 0,30 metros de anchura formado por la plataforma de asiento de la doble vía y los pasillos laterales.

Para desaguar este canal se dispondrán a ambos lados del túnel dos tubos de P.V.C. de 75 milímetros de diámetro que conducirán el caudal que discurre por el canal anteriormente mencionado a las arquetas del túnel situadas cada 25 metros y dicho caudal, además del procedente del posible agua que pueda acceder a la plataforma de asiento de la doble vía, del cual irá parte hacia el exterior y el resto, que es el considerado en este Proyecto, hacia los pozos de bombeo de la estación. Según sean las pendientes de la rasante en el túnel, se conducirá el agua a través de un tubo de P.V.C. de 250 milímetros de diámetro intercalado con las arquetas mencionadas anteriormente, cada 25 metros, para posteriormente desaguar en los pozos de bombeo.

El agua que pueda acceder a la plataforma de asiento mencionada en el párrafo anterior también será desaguada por el canal de 0,30 metros de anchura, formado entre la plataforma y los pasillos laterales.

3.2.2 DRENAJE LONGITUDINAL

Para la conducción del agua en sentido longitudinal se dispone de un colector de 250 mm. de diámetro situado en el eje del túnel, entre las dos vías, que ya se ha mencionado al final del apartado anterior.

A lo largo del recorrido de esta tubería se disponen los correspondientes pozos de registro cada 25 metros.

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

- El primer tramo considerado es el que discurre desde el inicio del túnel de línea (P.K. 0+400) hasta el punto bajo ubicado en el P.K. 0+702. El mencionado tramo discurrirá con una pendiente del 5,5% siendo su longitud de 302 metros y el caudal procedente de la filtración:

$$40,00 * 0,302 = 12,08 \text{ l/s}$$

- El segundo tramo va desde el punto bajo del trazado situado justo antes del subfluvial del río Nervión - Ibaizabal hasta el inicio del falso túnel donde se inserta la estación de Aperribai en el P.K. 1+214. La longitud de dicho tramo es de 512,277 metros aproximadamente siendo el caudal de:

$$40,00 * 0,512277 = 20,49 \text{ l/s}$$

La rasante del trazado a partir del P.K. 1+540, discurre en pendiente, desaguando las aguas recogidas por infiltración en el tramo posterior. Es por ello que el caudal infiltrado a partir del final del trazado no es necesario tomarlos en consideración para el diseño de los elementos de drenaje del presente proyecto constructivo.

3.3 TRAMO EN FALSO TÚNEL

Se dispone de falso túnel en los tramos comprendidos entre los PKs 0+000 – 0+400 y 1+214 – 1+540.

Pese a que las estaciones de Sarratu y Aperribai se incluyen dentro de los tramos anteriores, la descripción del sistema de drenaje diseñado se realiza en apartados posteriores del presente anejo.

Por tanto, los intervalos en los que se insertan las estaciones (Pks aproximados 0+000 – 0+121 y 1+306 – 1+480) nos son objeto del presente apartado.

El sistema de drenaje diseñado para el tramo en falso túnel tiene por objeto conducir y evacuar las aguas procedentes tanto de la infiltración del terreno como de vertidos procedentes de labores de mantenimiento y limpieza del falso túnel.

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.

La línea de Ariz, también se ejecuta gran parte en Falso Tunel.

3.3.1 DRENAJE TRANSVERSAL

La recogida de las aguas procedentes de la infiltración freática se realizará mediante la instalación de láminas drenantes y sus correspondientes geotextiles, así como de un tubo dren de P.V.C. de 150 milímetros de diámetro adosado a ambos hastiales.

El tubo dren es interceptado por un tubo de 150 mm. de diámetro de P.V.C. cada 25 metros que llevará el agua a un canalillo longitudinal de sección semicircular de 50 milímetros de radio que discurre junto al hastial, en los dos pasillos laterales de servicio.

Cada 8 metros dos tuberías flexibles transversales de 75 mm. de diámetro se encargarán de servir de desagüe del mencionado canalillo por su fondo. Se situarán también dichos tubos a los lados de las arquetas que es preciso ubicar en los pasillos laterales.

Dichos tubos verterán el agua a unas canaletas longitudinales y que a su vez desaguan en las arquetas de recogida central del túnel situadas cada 25 metros.

3.3.2 DRENAJE LONGITUDINAL

Los vertidos a la plataforma se drenarán mediante la instalación de dos canaletas rectangulares abiertas situadas en los extremos a lo largo de toda la plataforma y entre el dado de comunicaciones y la propia plataforma.

Estas canaletas serán las encargadas de conducir un posible vertido hasta los tubos transversales de 75 milímetros de diámetro mencionados anteriormente y situados cada 25 metros que conectaran con una arqueta de recogida central.

Las arquetas comunican transversalmente con el colector central de P.V.C. y 250 milímetros de diámetro.

Teniendo en cuenta el valor de infiltración mencionado en el apartado 2.3. del presente anejo, se toma un valor de 4 l/s por kilómetro de falso túnel. Así, el caudal a evacuar en los diferentes tramos es de:

- El primer tramo que se considera es el existente entre los PKs 0+121 – 0+400, con una longitud, por tanto, de 279 metros. Dicho tramo discurrirá con una pendiente del 5,5% siendo el caudal a evacuar:

$$4,000 \cdot 0,279 = 1,116 \text{ l/s}$$

- El siguiente tramo tiene una longitud de 92 metros y se desarrolla entre los PKs 1+214 – 1+306 con una pendiente longitudinal del 5,0%. El caudal a evacuar es el mostrado a continuación:

$$4,000 \cdot 0,092 = 0,368 \text{ l/s}$$

Anejo nº6: Hidrología y
Drenaje

- El último tramo que se considera es el ubicado entre los PKs 1+480 – 1+540 y de 60 metros de longitud por tanto. Será necesario desaguar el siguiente caudal:

$$4,000 \cdot 0,060 = 0,240 \text{ l/s}$$

3.4 ESTACIÓN DE SARRATU

Como se ha comentado con anterioridad, el caudal de agua a desaguar en la zona de la estación de Sarratu provendrá de dos orígenes distintos. Por un lado se tendrá el agua procedente de la infiltración del agua freática. Y por otro, el agua procedente 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) o bien cuando se realicen labores de limpieza en la estación.

Para recoger el agua procedente de la filtración freática se dispone de forma continua en sentido longitudinal una banda drenante formada por geotextil en cuyos extremos inferiores discurren sendos tubos longitudinales de P.V.C. de 150 milímetros de diámetro.

Cada 15 metros se dispondrá a cada lado de la estación un tubo de P.V.C. de 150 milímetros de diámetro que recogerán el agua que circule por estos drenes longitudinales.

Posteriormente el agua circulará por un canal ubicado bajo andenes. Este canal desaguará desde ambos lados por tubos de P.V.C. de 150 milímetros de diámetro enfrentados a las arquetas del eje central de la estación y distanciadas entre sí 15 metros.

Las arquetas se unen entre sí por tuberías de P.V.C. de 250 milímetros de diámetro, descendentes desde el centro de la estación, hasta llegar a las arquetas finales, una en cada testero de la estación, que a su vez desaguarán a un pozo de bombeo.

La tubería longitudinal discurre bajo la solera de la estación, alojada en una zanja y embebida en hormigón.

Por otra parte, también habrá que prever el drenaje de otras zonas de la estación, en las que aunque en principio no sea normal la presencia de agua, ésta pueda aparecer esporádicamente, bien de forma intencionada (en caso de limpieza) o casual (fuga de conducciones contra incendios o abastecimiento). Este es el caso del bajo andén, a cuya solera se le dará una cierta inclinación, disponiéndose tubos de 150 milímetros de diámetro que comuniquen dicha solera con el canal bajo andenes.

Relativo al segundo origen de aguas, se ha estimado que el caudal máximo a desaguar procedente del servicio de la estación así como de las labores de limpieza será de 6 l/s. Esta agua superficial accederá finalmente al colector central de la estación a través de las rejillas instaladas a tal efecto

en andenes o a través de las canaletas longitudinales ubicadas en la vía en placa. Como realmente se ha dado pendiente hacia los testeros de estación al colector central, la mitad del caudal considerado por limpieza desaguará en cada arqueta final de testero.

De esta manera el caudal que cabe esperar en cada testero de estación es el siguiente:

- Agua procedente de la infiltración del terreno que accederá a la estación desde el lado Norte y el lado Sur, siendo el caudal a evacuar, por tanto, el que se muestra a continuación:

$$4,000 \cdot 0,121 = 0,484 \text{ l/s}$$

Como el dren longitudinal vierte a dos aguas desde el centro de la estación, el caudal a considerar es de 0,242 l/s.

- Agua procedente de la limpieza de estación, cuyo caudal por testero se estima en 3 l/s.

3.5 ESTACIÓN DE APERRIBAI

El agua a drenar de la estación de Aperribai tendrá tres orígenes distintos:

- Infiltración procedente del agua freática
- Agua procedente del exterior a través de los diferentes pozos de ventilación
- Agua procedente de la red de abastecimiento de la estación

El agua procedente del primer origen se drenará mediante una lámina drenante en cuyos extremos inferiores discurren sendos tubos longitudinales de PVC de 90 milímetros de diámetro.

Cada 3 metros se dispondrá de un tubo de PVC de 90 milímetros de diámetro que recoja el agua que circula por estos drenes longitudinales.

Estos tubos desaguan a su vez en canaletas rectangulares con una anchura de 300 milímetros situadas en los extremos y a lo largo de la plataforma de vía. Estas canaletas son las encargadas de conducir los caudales drenados a sendos pozos de bombeo ubicados en los extremos de la estación.

Además de lo mencionado se dispondrá de una pendiente de 1% en el bajo andén que recoja la posible agua infiltrada.

El agua que acceda a través de los pozos de ventilación se recoge en solera dando a la misma una pendiente del 2% y disponiendo una rejilla. El agua así recogida se conducirá hasta una arqueta ubicada en solera a partir de la cual se conducirá directamente al pozo de bombeo que corresponda.

Por último, se estima que el caudal máximo a desaguar procedente del servicio de la estación así como de las labores de limpieza serán de 6 l/s. Esta agua superficial se drenará a través de las canaletas longitudinales ubicadas en la vía en placa.

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

- Agua procedente de la infiltración del terreno, siendo el caudal a evacuar el que se muestra a continuación:

$$4,000 \cdot 0,174 = 0,696 \text{ l/s}$$

- Agua procedente de la limpieza de estación, cuyo caudal por testero se estima en 3 l/s.
- Agua que accede a través de los pozos de ventilación. En este caso es de aplicación lo establecido en el punto 2.1. Tramo a Cielo Abierto. Dado que el recorrido del agua drenada es inferior a 150 metros se considera un tiempo de concentración de 10 minutos.

$$140 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 40,7 / 3.600 = 1,74 \text{ l/s} \rightarrow \text{Sólo testero Etxebarri}$$

3.6 SALIDA DE EMERGENCIA DE ARIZ

Tal y como se ha comentado en apartados anteriores, el agua que acceda a la salida de emergencia de Ariz tendrá dos orígenes distintos:

- Agua procedente de la infiltración freática
- Agua que acceda directamente al interior del recinto a través del pozo de ventilación

En los apartados que siguen se determina el caudal que es necesario evacuar atendiendo a los diferentes orígenes.

3.6.1 AGUA QUE ACCEDE DIRECTAMENTE AL POZO

Respecto al agua de lluvia, caerá directamente sobre la rejilla y dicha agua será drenada por medio de los elementos de drenaje dispuestos a tal efecto.

Dado que las longitudes a recorrer por el agua desde el exterior son reducidas se tomará el valor de la intensidad correspondiente a un tiempo de concentración de 10 minutos por ser el más desfavorable (140 mm/h).

Aplicando lo establecido en el apartado 2.1. Tramos a Cielo Abierto y considerando que la superficie a drenar tiene 33 m² aproximadamente, se establece que el caudal a drenar es de 1,41 l/s.

El agua de lluvia que acceda directamente a través de la rejilla se recogerá por medio de un canal semicircular de 0,15 metros de radio existente en el fondo del conducto de ventilación. El agua caída en la solera accederá al canal debido a la pendiente de 1,5 % transversal a la misma.

Una vez que el agua esté en el canal semicircular de 0,15 metros se recoge por una arqueta-canaleta y llega al entronque con el túnel por medio de un tubo de P.V.C. de 200 milímetros de diámetro donde también se recogerá el agua que llega de la impermeabilización de la cámara.

El agua recogida se vierte finalmente en la arqueta de túnel por un tubo de P.V.C. de 200 milímetros de diámetro, entroncando así con el dren de 250 milímetros de diámetro que finalmente desaguará en el pozo de bombeo ubicado en el punto bajo del trazado en el P.K. 0+699, 72.

3.6.2 AGUA PROCEDENTE DE LA INFILTRACIÓN FREÁTICA

La salida de emergencia de Ariz tiene un desarrollo de 88,33 metros de longitud, por lo que el caudal a evacuar es el que se muestra a continuación:

$$40,000 \cdot 0,0883 = 3,53 \text{ l/s}$$

Este caudal se recoge por medio de dos tubos de 150 milímetros de diámetro situados uno a cada lado de la cámara.

Estos tubos desaguan a su vez, en el tubo de 200 milímetros que entronca con el drenaje del túnel.

El máximo caudal a desaguar por estos tubos de 200 milímetros de diámetro con pendiente mínima, siendo este caso la más desfavorable, es de 32 l/s por lo que se deduce que las dimensiones consideradas resultan válidas.

3.6.3 AGUA QUE ACCEDE DIRECTAMENTE AL POZO

Respecto al agua de lluvia, caerá directamente sobre la rejilla y dicha agua será drenada por medio de los elementos de drenaje dispuestos a tal efecto.

Dado que las longitudes a recorrer por el agua desde el exterior son reducidas se tomará el valor de la intensidad correspondiente a un tiempo de concentración de 10 minutos por ser el más desfavorable (140 mm/h).

Aplicando lo establecido en el apartado 2.1. Tramos a Cielo Abierto y considerando que la superficie a drenar tiene 33 m² aproximadamente, se establece que el caudal a drenar es de 1,41 l/s.

El agua de lluvia que acceda directamente a través de la rejilla se recogerá por medio de un canal semicircular de 0,15 metros de radio existente en el fondo del conducto de ventilación. El agua caída en la solera accederá al canal debido a la pendiente de 1,5 % transversal a la misma.

Anejo nº6: Hidrología y
Drenaje

Una vez que el agua esté en el canal semicircular de 0,15 metros se recoge por una arqueta-canaleta y llega al entronque con el túnel por medio de un tubo de P.V.C. de 200 milímetros de diámetro donde también se recogerá el agua que llega de la impermeabilización de la cámara.

El agua recogida se vierte finalmente en la arqueta de túnel por un tubo de P.V.C. de 200 milímetros de diámetro, entroncando así con el dren de 250 milímetros de diámetro que finalmente desaguará en el pozo de bombeo ubicado en el punto bajo del trazado en el P.K. 0+699, 72.

3.6.4 AGUA PROCEDENTE DE LA INFILTRACIÓN FREÁTICA

La salida de emergencia de Ariz tiene un desarrollo de 88,33 metros de longitud, por lo que el caudal a evacuar es el que se muestra a continuación:

$$40,000 \cdot 0,0883 = 3,53 \text{ l/s}$$

Este caudal se recoge por medio de dos tubos de 150 milímetros de diámetro situados uno a cada lado de la cámara.

Estos tubos desaguan a su vez, en el tubo de 200 milímetros que entronca con el drenaje del túnel.

El máximo caudal a desaguar por estos tubos de 200 milímetros de diámetro con pendiente mínima, siendo este caso la más desfavorable, es de 32 l/s por lo que se deduce que las dimensiones consideradas resultan válidas.

3.7 TÚNEL ARIZ-EUSKOTREN

En el túnel Ariz-Euskotren el agua tendrá dos orígenes:

- Agua procedente del falso túnel
- Agua del tramo en superficie

En los apartados que siguen se determina el caudal que es necesario evacuar atendiendo a los diferentes orígenes.

3.7.1 AGUA EN SUPERFICIE

Respecto al agua de lluvia, caerá directamente sobre la rejilla y dicha agua será drenada por medio de los elementos de drenaje dispuestos a tal efecto.

Dado que las longitudes a recorrer por el agua desde el exterior son reducidas se tomará el valor de la intensidad correspondiente a un tiempo de concentración de 10 minutos por ser el más desfavorable (140 mm/h).

Aplicando lo establecido en el apartado 2.1. Tramos a Cielo Abierto y considerando que la superficie a drenar tiene 960 m² aproximadamente, se establece que el caudal a drenar es de 41 l/s.

3.7.2 AGUA PROCEDENTE DE LA INFILTRACIÓN FREÁTICA

El tramo en falso túnel va desde el origen del tunel hasta el PK 0+194,186, con el punto bajo en el pK 0+055,742, por lo que el drenaje queda de la siguiente manera

- En el tramo de falso túnel de Ariz, el primer tramo tiene una longitud de 55,7 metros y se desarrolla entre los PKs 0+000 – 0+055,742 con una pendiente longitudinal del 3,8%. El caudal a evacuar es el mostrado a continuación:

$$4,000 \cdot 0,0557 = 0,222 \text{ l/s}$$

- El último tramo que se considera es el ubicado entre los PKs 0+055 – 0+194,18 y de 138,4 metros de longitud por tanto. Será necesario desaguar el siguiente caudal:

$$4,000 \cdot 0,138 = 0,552 \text{ l/s}$$

3.8 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 de Red	Tramo		Características 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					
Pozo de Bombeo	0+000,00	0+120,81	Estación de Sarratu	Tramo a cielo Abierto	Tramo en Falso Túnel	0,5%	Agua procedente de la infiltración freática Agua procedente de tramos anteriores y posteriores Agua procedente de la limpieza de la estación	Testero Etxebarri 0,242 l/s + 0,242 l/s 35,5 l/s (ET) + 27,27 (FMB) = 62,77 l/s 3 l/s (ET)+3 l/s (FMB)	Testero Galdakao 0,242 l/s + 0,242 l/s 81,4 l/s (ET) + 0 (FMB) = 81,4 l/s 3 l/s (ET)+3 l/s (FMB)	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
Pozo de Bombeo										
	0+120,81	0+400,00	Falso Túnel	Estación de Sarratu	Tramo Túnel en Mina	-5,5%	Agua procedente de la infiltración freática	1,116 l/s		El agua recogida será conducida por un colector central hasta el punto de conexión con otro tramo
	0+400,00	0+702	Túnel en Mina	Tramo en Falso Túnel	Tramo Túnel en Mina	-5,5%	Agua procedente de la infiltración freática Agua procedente de la Salida de Emergencia de Ariz Agua procedente del tramo anterior Agua procedente del túnel de Ariz Agua del exterior de Ariz	12,08 l/s 1,41 l/s + 3,53 l/s 1,116 l/s 0,222 l/s + 0,552 l/s 41 l/s		El agua recogida será conducida por un colector central hasta el pozo de bombeo intermedio
Pozo de Bombeo	0+699,72 Punto Bajo del Trazado: Permite una cobertera suficiente al paso por el subfluvial del Río Nervión - Ibaizabal y la carretera N-634. Caudal a Evacuar: 80,768 l/s									
	0+702	1+214,00	Túnel en Mina	Tramo Túnel en Mina	Tramo en Falso Túnel	5,0%	Agua procedente de la infiltración freática Agua procedente del tramo anterior	20,49 l/s 0,368 l/s		El agua recogida será conducida por un colector central hasta el pozo de bombeo intermedio
	1+214,00	1+306,00	Falso Túnel	Tramo Túnel en Mina	Tramo Estación Aperribai	5,0%	Agua procedente de la infiltración freática	0,368 l/s		El agua recogida será conducida por un colector central hasta el punto de conexión con otro tramo
Pozo de Bombeo	1+306,00	1+480,00	Estación de Aperribai	Tramo en Falso Túnel	Tramo en Falso Túnel	0,0%	Agua procedente de la infiltración freática Agua procedente del exterior a través de los diferentes pozos de ventilación Agua procedente de la limpieza de la estación	Testero Etxebarri 0,348 l/s 1,74 l/s 3 l/s	Testero Galdakao 0,348 l/s 3 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
Pozo de Bombeo										
	1+480,00	1+540,00	Falso Túnel	Tramo Estación Aperribai	Tramo Túnel en Mina	-5,0%	Agua procedente de la infiltración freática	0,368 l/s		El agua recogida será conducida por un colector central hasta el punto de conexión con otro tramo

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



3.8.1 CONEXIÓN FALSO TÚNEL Y TÚNEL

Los tramos diseñados en falso túnel se corresponden con zonas donde necesariamente el trazado ha de situarse próximo a la superficie, como sucede en las proximidades de la estación de Sarratu y Aperribai. Una vez superadas estas zonas el trazado busca profundizar con el menor desarrollo posible en la roca sana, permitiendo así, el pase de sección en falso túnel a túnel en mina.

Es por ello que, tal y como se aprecia en el anterior esquema de red, los tramos con sección en falso túnel conectan con los tramos en túnel en mina desaguando el caudal que recogen en los mismos.

Debe comprobarse por tanto, que la solución de drenaje ideada para los tramos de túnel en mina es válida para el desagüe de los caudales mostrados en la anterior tabla, donde se tiene en cuenta la circunstancia mencionada anteriormente.

Así, los caudales de infiltración calculados son conducidos por un colector de 250 mm. de diámetro. En todo el trazado proyectado el caudal máximo que puede desaguar dicho colector con una pendiente de 5% al inicio del tramo, que es la más desfavorable, es de 166 l/s. El caudal máximo previsto a desaguar es de 21 l/s, por lo que se deduce que el colector podrá evacuar las aguas recogidas sin problema. Estos cálculos se han realizado adoptando un coeficiente de Manning de 0,010, y se ha comprobado que no excede ni la velocidad ni el calado.

Para asegurar una buena conexión entre ambos colectores longitudinales, se dispondrá de una arqueta al final de un tramo e inicio de otro de diferente tipología.

3.8.2 CONEXIÓN TRAMO A CIELO ABIERTO Y ESTACIÓN DE SARRATU

De la misma manera que se ha comentado para los tramos de falso túnel y túnel en mina, existirá trasvase de caudales entre los tramos a cielo abierto y la estación de Sarratu.

Sin embargo, en este caso, la red de drenaje proyectada no permite la entrada de agua al interior de la estación si su origen es externo a la misma. Esta afección queda limitada a la arqueta ubicada en testero, donde se recoge el agua procedente del drenaje longitudinal de la estación y de los tramos a cielo abierto antes de evacuarla al pozo de bombeo que corresponda.

Así, los pozos de bombeo a instalar en la estación de Sarratu deberán tener en cuenta para su dimensionamiento, no sólo el caudal proveniente de la estación, si no, además, el que se origine en los tramos a cielo abierto adyacentes.

3.9 DIMENSIONAMIENTO DE LOS POZOS DE BOMBEO

El tramo considerado en el presente Proyecto Constructivo cuenta con 6 pozos de bombeo, a saber:

- 2 pozos de bombeo en testeros de estación de Sarratu
- 2 pozos de bombeo en testeros de estación de Aperribai
- 1 pozos de bombeo intermedio ubicado en el punto bajo de trazado (PK 0+699,72)

3.9.1 CAUDAL DE DISEÑO

Se muestran a continuación los caudales totales de agua que será necesario evacuar por cada pozo de bombeo considerado en el presente proyecto:

- Pozo de Bombeo Estación Sarratu Testero lado Etxebarri: 69,254 l/s
- Pozo de Bombeo Estación Sarratu Testero lado Donosti/Galdakao: 87,884 l/s
- Pozo de Bombeo Estación Aperribai Testero lado Etxebarri: 5,1 l/s
- Pozo de Bombeo Estación Aperribai Testero lado Donosti/Galdakao: 3,35 l/s
- Pozo de Bombeo P.K. 0+702: 80,768 l/s

En vista de los caudales obtenidos, las dimensiones de los pozos de bombeo contemplados son suficientes para alojar **tres bombas** en los pozos de bombeo previstos en la estación de Sarratu y en el pozo de bombeo intermedio en el P.K. 0+699,72 también se alojan **tres bombas**.

3.9.2 ALTURA DE BOMBEO

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

Pozo de Bombeo	Cota Rasante	Cota Solera Pozo de Bombeo	Cota de calle	Altura Geométrica (m)
Estación de Sarratu Testero Etxebarri	34,00	27,38	45,32	17,94
Estación de Sarratu Testero Donosti/Galdakao	34,00	27,38	36,85	9,47
Estación de Aperribai Testero Etxebarri	32,19	26,41	44	17,59
Estación de Aperribai Testero Donosti/Galdakao	29,82	24,04	48	23,96
P.K. 0+702	25,15	20,81	36,13	15,32

Anejo nº6: Hidrología y Drenaje

3.9.3 TUBERÍAS DE IMPULSIÓN DE AGUA DE DRENAJE

3.9.3.1 ESTACIÓN DE SARRATU

Se ha previsto para los pozos de bombeo ubicados en la estación de Sarratu, dos tuberías de impulsión de acero de 300 milímetros de diámetro. Ambos parten del pozo de bombeo correspondiente, cruzan bajo vías y salen por un lateral de la estación en la zona de cuartos técnicos.

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

3.9.3.2 ESTACIÓN DE APERRIBAI

Se ha previsto para los pozos de bombeo ubicados en la estación de Aperribai, tuberías de impulsión de acero de 150 milímetros de diámetro. Ambas parten del pozo de bombeo correspondiente y se llevará a superficie verticalmente.

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

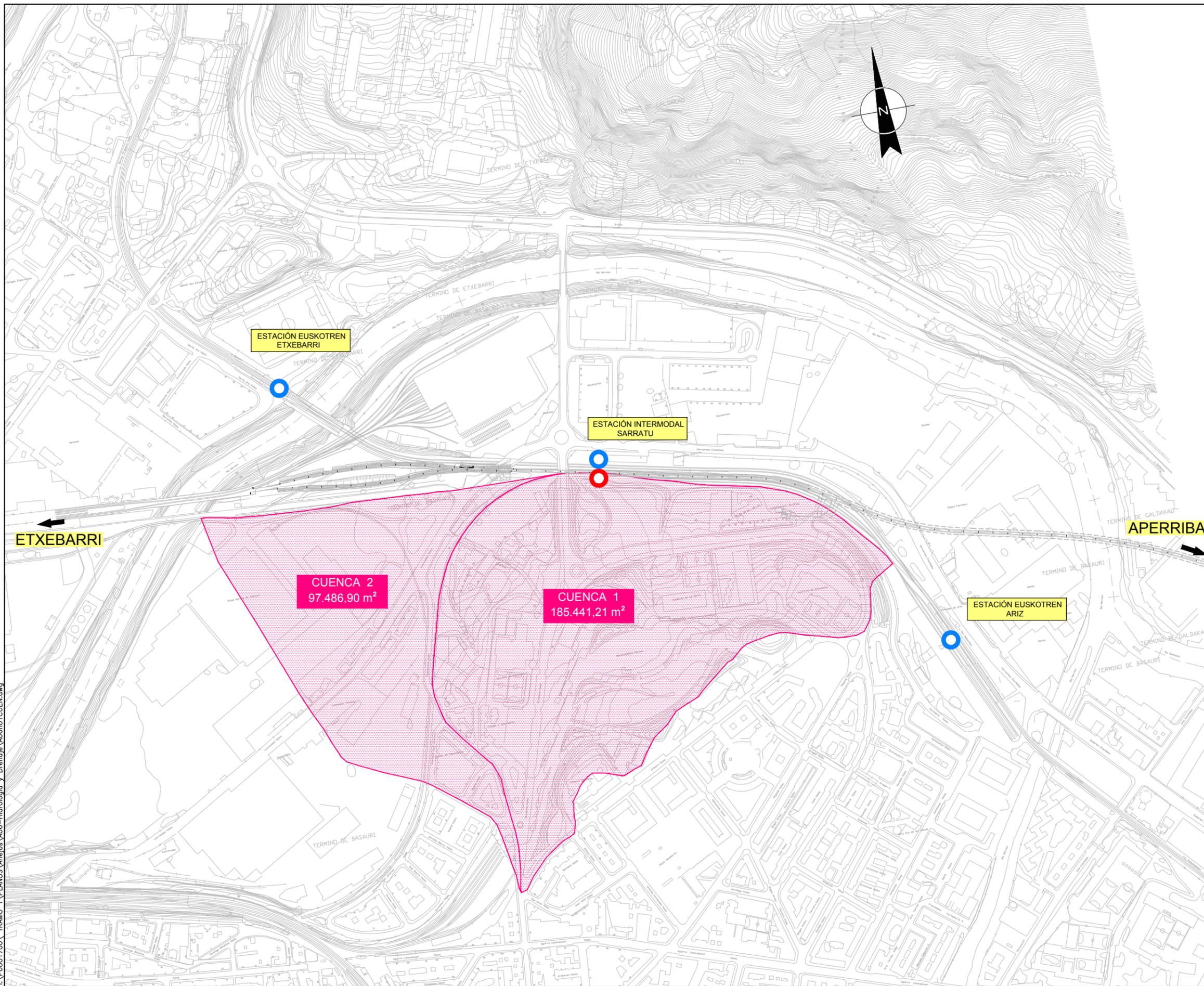
3.9.3.3 POZO DE BOMBEO P.K. 0+702

En este caso se prevé el empleo de una tubería de impulsión de acero de 300 milímetros de diámetro que se llevará a superficie mediante una perforación vertical. Así, la arqueta de rotura de carga se ubica en un aparcamiento del polígono industrial Denac conectándose posteriormente con una red de saneamiento municipal próxima.

APÉNDICE Nº 6.1

Cuencas de aportación

OHARRAK :
NOTAS :



I:\P0001700\TRAMO 1\PLANOS_Anejos\A06-Hidrologia y Drenaje\A06h01CUEN.dwg

B			
A	PROYECTO - PRIMERA EMISIÓN	ABR.13	
REV.	CLASE DE MODIFICACION	FECHA	NOMBRE COMP. OBRA
BIRAZTERTZEAK REVISIONES			

AHOLKULARIA CONSULTOR	INGENIARI EGILEA INGENIERO AUTOR
eptisa	FUGRUM
REFERENCIA CONSULTOR	REFERENCIA

EUSKO JAURLARITZA **GOBIERNO VASCO**
ETXEBIZITZA, HERRI LAN ETA GARRAIO SAILA
DEPARTAMENTO DE VIVIENDA, OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES

et **eskai trenbide sare**
PROIEKTUAREN IKUSKAPENA ETA ZUZENDARITZA
INSPECCION Y DIRECCION DEL PROYECTO

ESKALA ORIGINALA:
ESCALA ORIGINAL
1/2.500
EN DIN A1

0 25 75 150m.

ESKALA GRAFIKOA
ESCALA GRAFICA

PROYECTO IZENBURUA
TITULO DEL PROYECTO
DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO.
TRAMO SARRATU - APERRIBAI

PROYECTO CONSTRUCTIVO
TRAMO SARRATU - APERRIBAI

PLANU - IZENBURUA
TITULO DEL PLANO
HIDROLOGIA Y DRENAJE
CUENCAS

PLANU-ZIB / N. PLANO
ANEJO 6
ORRIA / HOJA
1 DE 1

APÉNDICE Nº 6.2

Cálculos hidráulicos

Cálculo de Bajantes

CÁLCULO DE CUENCO DE CAÍDA VERTICAL

Identificación Bajante Línea 5

1. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Ancho de la bajante	B_0	1,00 m
Espesor del labio		0,20 m
Pendiente		66,66 %
Pendiente de cálculo		1,50 T(H):1 (V)

2. CARACTERÍSTICAS DEL FLUJO

Caudal	Q	0,58 m ³ /s
Caudal por metro de anchura	q	0,58 m ³ /s/m
Altura crítica	h_c	0,32 m

3. CARACTERÍSTICAS DEL RESALTO

Resguardo Cte		0,30 m
Resguardo		0,30 m
h_c +resguardo		0,62 m
Salto		1,10 m
Resalto aguas abajo	h'	0,16 m
Longitud del cuenco	L	1,45 m
Longitud mínima	L_{\min}	1,44 m
Longitud máxima	L_{\max}	1,59 m

Línea 5 del F.M.B.

Página 1

Cálculo de Colectores

PUNTO DE REFERENCIA				CONDUCTOS DE AGUA						CUENCA APORTACION			CAUDALES APORTADOS			DIMENSIONAMIENTO HIDRAULICO CONDUCTO							NIVELES O COTAS			
Número	Progres Km+m	Elemento	Cota Terreno	Tipo	Dimens. m	Longitud m	Pendiente %	Cotas entrada m	Cotas salida m	Tiempo concen (min)	Calzada m2	Terreno m2	Calzada l/s/m2	Terreno l/s/m2	Total l/s	Pendiente crítica %	Tipo control	Rugosidad	Caudal máximo l/s	Calado m	Velocidad m/s	Pérdidas fricción m	Otras pérdidas m/s	Lámina entrada m	Cota límite admisible m	
TRONCO																										
AR-1.2	0 + 000	Arqueta	34,38	Caño	0,60	4,62	0,50	32,71	32,68	10,00	560,00	460,00	0,043	0,026	35,76	0,534	ND	0,014	403,16	0,121	0,880	0,023	0,06	33,51	34,08	
AR-1.1	0 + 000	Arqueta	34,38	Colector	1,00	21,00	0,50	32,68	32,57	10,00	2.555,00	25.250,00	0,043	0,026	757,38	0,475	ENTRADA	0,014	1574,25	0,489	1,985	0,105	0,30	33,43	34,08	
BQ-1.0		Boquilla	32,57																							
AR-2.5	0 + 029	Arqueta	33,82	Caño	0,60	5,14	0,50	32,06	32,03	10,00	810,00	810,00	0,043	0,026	55,44	0,523	ND	0,014	403,16	0,150	1,000	0,026	0,08	33,11	33,52	
AR-2.4	0+106	Arqueta	33,55	Caño	0,60	14,40	0,50	31,70	31,63	10,00	810,00	1.620,00	0,043	0,026	76,23	0,520	ND	0,014	403,16	0,177	1,096	0,072	0,09	32,99	33,25	
AR-2.3	0 + 112	Arqueta	33,31	Caño	0,60	5,14	0,50	31,62	31,59	10,00	1.320,00	2.640,00	0,043	0,026	124,23	0,528	ND	0,014	403,16	0,229	1,256	0,026	0,12	32,88	33,01	
AR-2.2	0 + 039	Arqueta	33,31	Colector	0,60	39,06	0,50	31,59	31,39	10,00	1.830,00	3.660,00	0,043	0,026	172,22	0,550	ND	0,014	403,16	0,274	1,370			32,78	33,01	
AR-2.1		Arqueta	33,83	Colector	0,60	21,26	0,50	31,39	31,28	10,00	1.830,00	3.660,00	0,043	0,026	172,22	0,550	ENTRADA	0,014	403,16	0,274	1,370	0,106	0,14	32,67	33,53	
		Boquilla	31,28																							
AR-3.1	0 + 160	Arqueta	34,65	Caño	0,40	7,47	0,50	33,50	33,46	10,00	560,00	460,00	0,043	0,026	35,76	0,599	ENTRADA	0,014	136,74	0,140	0,916	0,037	0,06	32,35	34,35	
		Boquilla	33,46																							
AR-4.10.1	0 + 210	Arqueta	42,76	Caño	0,60	9,60	0,50	40,91	40,86	10,00	245,00	0,00	0,043	0,026	10,48	0,598	ND	0,014	403,16	0,067	0,611	0,048	0,03	32,04	42,46	
AR-4.10	0 + 020	Arqueta	42,79																							
AR-4.5.3	0 + 241	Arqueta	33,69	Caño	0,60	4,65	0,50	32,21	32,19	10,00	630,00	855,00	0,043	0,026	48,90	0,525	SALIDA	0,014	403,16	0,141	0,964	0,023	0,07	38,04	-0,30	
AR-4.5.2	0 + 241	Arqueta	33,78	Caño	0,60	6,27	0,50	32,19	32,15	10,00	1.265,00	1.905,00	0,043	0,026	103,01	0,522	SALIDA	0,014	403,16	0,207	1,192	0,031	0,11	40,04	-0,30	
AR-4.5.1	0 + 234	Arqueta	34,03	Caño	0,60	7,87	0,50	32,15	30,90	10,00	1.265,00	1.905,00	0,043	0,026	103,01	0,522	SALIDA	0,014	403,16	0,207	1,192	0,039	0,11	42,04	33,73	
AR-4.5	0 + 000	Arqueta	33,21	Colector	0,60	25,78	0,50	30,90	30,77	10,00	1.625,00	2.415,00	0,043	0,026	131,50	0,522	SALIDA	0,014	403,16	0,236	1,275	0,129	0,12	44,04	32,91	
AR-4.12	0 + 248	Arqueta	43,30	Caño	0,60	8,28	0,50	41,49	41,45	10,00	140,00	0,00	0,043	0,026	5,99	0,570	ND	0,014	403,16	0,051	0,516	0,041	0,02	50,04	43,00	
AR-4.11	0 + 248	Arqueta	43,18	Colector	0,60	43,51	1,39	41,45	38,61	10,00	280,00	0,00	0,043	0,026	11,98	0,537	ND	0,014	672,20	0,056	0,909	0,605	0,06	52,04	42,88	
AR-4.10		Arqueta	42,67	Colector	0,60	19,50	0,81	38,27	38,26	10,00	490,00	0,00	0,043	0,026	20,96	0,539	ND	0,014	513,14	0,083	0,890	0,158	0,06	54,04	42,37	
AR-4.9	0 + 175	Arqueta	42,46	Caño	0,60	12,86	0,50	38,10	38,09	10,00	770,00	0,00	0,043	0,026	32,94	0,528	SALIDA	0,014	403,16	0,116	0,859	0,064	0,06	56,04	42,16	
AR-4.8	0 + 175	Arqueta	42,54																							

PUNTO DE REFERENCIA				CONDUCTOS DE AGUA						CUENCA APORTACION			CAUDALES APORTADOS			DIMENSIONAMIENTO HIDRAULICO CONDUCTO								NIVELES O COTAS		
Número	Progres Km+m	Elemento	Cota Terreno	Tipo	Dimens. m	Longitud m	Pendiente %	Cotas entrada m	Cotas salida m	Tiempo concen (min)	Calzada m2	Terreno m2	Calzada l/s/m2	Terreno l/s/m2	Total l/s	Pendiente critica %	Tipo control	Rugosidad	Caudal máximo l/s	Calado m	Velocidad m/s	Pérdidas fricción m	Otras pérdidas m/s	Lámina entrada m	Cota limite admisible m	
AR-4.7		Arqueta	40,26	Colector	0,60	29,87	1,00	36,94	36,64	10,00	1.050,00	0,00	0,043	0,026	44,92	0,525	ENTRADA	0,014	570,15	0,114	1,202	0,299	0,11	58,04	42,24	
AR-4.6	0 + 122	Arqueta	36,29	Colector	0,60	40,88	1,00	32,93	32,52	10,00	1.330,00	200,00	0,043	0,026	62,03	0,482	ENTRADA	0,014	570,15	0,134	1,322	0,409	0,13	60,04	39,96	
AR-4.5	0 + 122	Arqueta	33,21	Caño	0,60	10,71	0,50	30,43	30,37	10,00	2.005,00	1.075,00	0,043	0,026	113,36	0,483	ND	0,014	403,16	0,218	1,224	0,054	0,11	62,04	35,99	
AR-4.4		Arqueta	32,60	Colector	0,80	40,41	0,50	30,37	30,16	10,00	3.830,00	4.565,00	0,043	0,026	281,01	0,483	ND	0,014	868,25	0,313	1,541	0,202	0,18	64,04	32,91	
AR-4.3		Arqueta	32,84	Colector	0,80	34,04	0,50	30,16	29,99	10,00	4.005,00	4.565,00	0,043	0,026	288,49	0,485	ND	0,014	868,25	0,318	1,552	0,170	0,18	66,04	32,30	
AR-4.2		Arqueta	32,61	Colector	0,80	44,91	0,50	29,98	29,75	10,00	4.030,00	4.565,00	0,043	0,026	289,56	0,485	ND	0,014	868,25	0,318	1,554	0,225	0,18	68,04	32,54	
AR-4.1		Arqueta	34,00	Caño	0,80	7,52	0,50	29,75	29,71	10,00	4.230,00	4.565,00	0,043	0,026	298,12	0,000	ND	0,014	868,25	0,323	1,566	0,038	0,19	70,04	32,31	
BQ-4.0		Boquilla	29,65	Colector	0,80	9,92	0,50	29,71	29,65	10,00	4.230,00	4.565,00	0,043	0,026	298,12	0,000	ENTRADA	0,014	868,25	0,323	1,566	0,050	0,19	72,04	33,70	
BQ-5.1	0 + 103		42,20																							
BQ-5.0	0 + 016		33,84	Caño	0,80	48,92	1,50	34,57	33,84	10,00	1.575,00	23.610,00	0,043	0,026	673,37	0,000	ENTRADA	0,014	1503,86	0,375	2,909	0,734	0,65	78,04	41,90	
AR-6.1	0 + 360	Arqueta	35,86																							
	0 + 360		34,67	Caño	0,40	4,38	0,50	34,69	34,67	10,00	140,00	200,00	0,043	0,026	11,12	0,000	ENTRADA	0,014	136,74	0,077	0,655	0,022	0,03	84,04	35,56	
AR-7.3	0 + 258	Arqueta	36,29																							
AR-7.2	0 + 258	Arqueta	36,31	Caño	0,40	5,85	0,50	35,27	35,24	10,00	105,00	150,00	0,043	0,026	8,34	0,605	ND	0,014	136,74	0,067	0,602	0,029	0,03	90,04	35,99	
AR-7.1	0 + 209	Arqueta	36,27																							
	0 + 209		34,71	Caño	0,80	10,54	0,50	34,77	34,72	10,00	1.015,00	23.210,00	0,043	0,026	639,14	0,000	ENTRADA	0,014	868,25	0,510	1,889	0,053	0,27	94,04	35,97	
BQ-8.1	0 + 079	Boquilla	45,02																							
BQ-8.0	0 + 079	Boquilla	39,88	Caño	0,60	35,77	0,50	40,06	39,88	10,00	0,00	13.130,00	0,043	0,026	337,00	0,000	ENTRADA	0,014	0,00	0,419	1,596	0,179	0,19	####	44,72	
AR-9.3	0 + 010	Arqueta	36,62																							
AR-9.2	0 + 010	Arqueta	37,78	Caño	0,60	6,22	0,50	34,80	34,77	10,00	0,00	4.500,00	0,043	0,026	115,50	0,000	ND	0,014	0,00	0,220	1,231	0,031	0,12	####	36,32	
AR-9.1	0 + 209	Arqueta	36,27																							
				Caño	0,60	49,72	0,50	31,18	30,93	10,00	0,00	4.500,00	0,043	0,026	115,50	0,000	ND	0,014	0,00	0,220	1,231	0,249	0,12	####	37,48	
AR-10.3	0 + 010	Arqueta	33,71																							
AR-10.2	0 + 010	Arqueta	33,67	Caño	0,60	6,01	0,50	31,89	31,86	10,00	0,00	150,00	0,043	0,026	3,85	0,000	ND	0,014	0,00	0,041	0,451	0,030	0,02	####	33,41	
				Caño	0,60	17,22	0,50	31,85	31,76	10,00	0,00	480,00	0,043	0,026	12,32	0,000	ND	0,014	0,00	0,072	0,641	0,086	0,03	####	33,37	

PUNTO DE REFERENCIA				CONDUCTOS DE AGUA						CUENCA APORTACION			CAUDALES APORTADOS			DIMENSIONAMIENTO HIDRAULICO CONDUCTO								NIVELES O COTAS		
Número	Progres Km+m	Elemento	Cota Terreno	Tipo	Dimens. m	Longitud m	Pendiente %	Cotas entrada m	Cotas salida m	Tiempo concen (min)	Calzada m ²	Terreno m ²	Calzada l/s/m ²	Terreno l/s/m ²	Total l/s	Pendiente crítica %	Tipo control	Rugosidad	Caudal máximo l/s	Calado m	Velocidad m/s	Pérdidas fricción m	Otras pérdidas m/s	Lámina entrada m	Cota límite admisible m	
AR-10.1	0 + 209	Arqueta	35,30																							

Cálculo de Cunetas (Viario)

PUNTO DE REFERENCIA			CONDUCTOS DE AGUA				CUENCA APORTACION			CAUDALES APORTADOS			DIMENSIONAMIENTO HIDRAULICO CONDUCTO					
Número	Progres Km+m	Elemento	Tipo	Dimens. m	Longitud m	Pendiente %	Tiempo concentración	Calzada m2	Terreno m2	Calzada l/s/m2	Terreno l/s/m2	Total l/s	Rugosidad	Caudal máximo l/s	Calado m	Area m2	Rh	Velocidad m/s
CALLE LARRAZABAL M.Derecha	0 + 270	P.A																
	AR-4.11	Arqueta	R-0,50	1,50	20	1,50	10	140,00	0,00	0,03	0,02	4,748	0,014	26,000	0,053	0,007	0,022	0,680
	AR-4.10	Arqueta	R-0,50	1,50	35	1,50	10	245,00	0,00	0,03	0,02	8,310	0,014	26,000	0,065	0,011	0,027	0,782
	AR-4.9	Arqueta	R-0,50	0,50	40	0,50	10	280,00	0,00	0,03	0,02	9,497	0,014	15,011	0,084	0,018	0,035	0,536
	0 + 140																	
	0 + 040	Arqueta	R-0,50	0,50	100	6,00	10	700,00	0,00	0,03	0,02	23,742	0,014	52,001	0,075	0,014	0,031	1,710
	0 + 000																	
M.IZQUIERDA	0 + 270	P.A																
	AR-4.12	Arqueta	R-0,50	1,50	20	1,50	10	140,00	0,00	0,03	0,02	4,748	0,014	26,000	0,053	0,007	0,022	0,680
	AR-4.10.1	Arqueta	R-0,50	1,50	35	1,50	10	245,00	0,00	0,03	0,02	8,310	0,014	26,000	0,065	0,011	0,027	0,782
	AR-4.8	Arqueta	R-0,50	0,50	40	0,50	10	280,00	0,00	0,03	0,02	9,497	0,014	15,011	0,084	0,018	0,035	0,536
	0 + 140																	
	0 + 040	Arqueta	R-0,50	0,50	100	6,00	10	700,00	0,00	0,03	0,02	23,742	0,014	52,001	0,075	0,014	0,031	1,710
	0 + 000																	
AVDA CERVANTES M.Derecha	0 + 000	P.A																
	0 + 085	Sumidero	R-0,50	0,50	85	2,50	10	595,00	0,00	0,03	0,02	20,180	0,014	33,566	0,083	0,017	0,034	1,182
	0 + 155	P.A																
	0 + 175	Sumidero	R-0,50	0,50	20	6,00	10	140,00	0,00	0,03	0,02	4,748	0,014	52,001	0,041	0,004	0,017	1,143
	0 + 200																	

PUNTO DE REFERENCIA			CONDUCTOS DE AGUA				CUENCA APORTACION			CAUDALES APORTADOS			DIMENSIONAMIENTO HIDRAULICO CONDUCTO					
Número	Progres Km+m	Elemento	Tipo	Dimens. m	Longitud m	Pendiente %	Tiempo concentración	Calzada m2	Terreno m2	Calzada l/s/m2	Terreno l/s/m2	Total l/s	Rugosidad	Caudal máximo l/s	Calado m	Area m2	Rh	Velocidad m/s
M.Izquierda	0 + 000	P.A																
	0 + 085	Sumidero	R-0,50	0,50	85	2,50	10	595,00	0,00	0,03	0,02	20,180	0,014	33,566	0,083	0,017	0,034	1,182
	0 + 155	P.A																
	0 + 175	Sumidero	R-0,50	0,50	20	6,00	10	140,00	0,00	0,03	0,02	4,748	0,014	52,001	0,041	0,004	0,017	1,143
	0 + 200		R-0,50	0,50	25	6,00	10	175,00	0,00	0,03	0,02	5,935	0,014	52,001	0,044	0,005	0,018	1,209
	RAMAL 1 INTERSECCION M.Derecha																	
	0 + 045	P.A																
	0 + 020	Sumidero	R-0,50	0,50	25	9,36	10	175,00	0,00	0,03	0,02	5,935	0,014	64,949	0,041	0,004	0,017	1,428
	0 + 000		R-0,50	0,50	20	9,36	10	140,00	0,00	0,03	0,02	4,748	0,014	64,949	0,037	0,004	0,015	1,351
	M.Izquierda																	
	0 + 045	P.A																
	0 + 020	Sumidero	R-0,50	0,50	25	9,36	10	175,00	0,00	0,03	0,02	5,935	0,014	64,949	0,041	0,004	0,017	1,428
	0 + 000		R-0,50	0,50	20	9,36	10	140,00	0,00	0,03	0,02	4,748	0,014	64,949	0,037	0,004	0,015	1,351
	VIAL ACCESO ACERALIA M.Derecha																	
	0 + 100		R-0,50	0,50	100	3,52	10	500,00	200,00	0,03	0,02	21,028	0,014	39,829	0,079	0,015	0,032	1,358
	0 + 000																	
M.Izquierda	0 + 100		R-0,50	0,50	100	3,52	10	500,00	200,00	0,03	0,02	21,028	0,014	39,829	0,079	0,015	0,032	1,358
	0 + 000																	
PASEO PEATONAL Y BIDEGORRI M.Derecha																		
	0 + 000		CD-0,70	0,75	70	0,50	10	350,00	900,00	0,03	0,02	30,186	0,014	119,798	0,094	0,037	0,065	0,819
	0 + 070																	

Cálculo de Cunetas (Ferroviario)

PUNTO DE REFERENCIA			CONDUCTOS DE AGUA				CUENCA APORTACION			CAUDALES APORTADOS			DIMENSIONAMIENTO HIDRAULICO CONDUCTO					
Número	Progres Km+m	Elemento	Tipo	Dimens. m	Longitud m	Pendiente %	Tiempo concentración	Calzada m2	Terreno m2	Calzada l/s/m2	Terreno l/s/m2	Total l/s	Rugosidad	Caudal máximo l/s	Calado m	Area m2	Rh	Velocidad m/s
FEVE M.Derecha	0 + 000	Arqueta	Balasto	0,67	130	1,80	10,00	455	520	0,03	0,02	24,47	0,014	87,52	0,070	0,019	0,048	1,273
	0 + 130		Balasto	0,67	80	0,20	10,00	280	320	0,03	0,02	15,06	0,014	29,17	0,102	0,030	0,063	0,508
	0 + 210		Balasto	0,67	50	0,20	10,00	175	200	0,03	0,02	9,41	0,014	29,17	0,076	0,021	0,052	0,443
AR-7.2	0 + 260	Arqueta																
Tunel	0 + 430		Rectangular	0,30	170	0,40	10,00	455	130	0,03	0,02	16,53	0,014	20,77	0,085	0,026	0,054	0,648
Tunel	0 + 260																	
M.Izquierda	0 + 560		Balasto	0,67	130	0,40	10,00	455	130	0,03	0,02	16,53	0,014	41,26	0,087	0,025	0,057	0,668
	0 + 430																	
	0 + 000		Balasto	0,67	130	1,80	10,00	455	0	0,03	0,02	13,89	0,014	87,52	0,049	0,013	0,037	1,066
AR-7.3	0 + 130		Balasto	0,67	80	0,20	10,00	280	0	0,03	0,02	8,55	0,014	29,17	0,072	0,020	0,049	0,430
	0 + 210																	
	0 + 230		Balasto	0,67	30	0,50	10,00	105	150	0,03	0,02	6,26	0,014	46,13	0,044	0,012	0,034	0,534
Cuneta de Guarda	0 + 260	Arqueta																
	0 + 120	Bajante	Trapezial	1,50	90	0,50	10,00	0	9.340	0,03	0,02	190,07	0,014	858,87	0,172	0,150	0,126	1,271
	0 + 210																	
	0 + 370		Trapezial	1,50	30	0,50	10,00	0	5.480	0,03	0,02	111,52	0,014	858,87	0,126	0,104	0,098	1,076
	0 + 340																	

PUNTO DE REFERENCIA			CONDUCTOS DE AGUA				CUENCA APORTACION			CAUDALES APORTADOS			DIMENSIONAMIENTO HIDRAULICO CONDUCTO					
Número	Progres Km+m	Elemento	Tipo	Dimens. m	Longitud m	Pendiente %	Tiempo concentración	Calzada m2	Terreno m2	Calzada l/s/m2	Terreno l/s/m2	Total l/s	Rugosidad	Caudal máximo l/s	Calado m	Area m2	Rh	Velocidad m/s
RAMAL ACERALIA M.Derecha	0 + 340	Bajante	Trapezial	1,50	130	0,50	10,00	0	13.070	0,03	0,02	265,97	0,014	858,87	0,208	0,189	0,147	1,405
	0 + 210																	
	0 + 370																	
	0 + 460	Trapezial	1,50	90	0,50	10,00	0	2.305	0,03	0,02	46,91	0,014	858,87	0,075	0,058	0,064	0,806	
	0 + 460	Trapezial	1,50	100	0,50	10,00	0	11.575	0,03	0,02	235,55	0,014	858,87	0,194	0,174	0,139	1,356	
	0 + 560																	
	0 + 390	Rectangular	1,00	40	1,80	10,00	1.435	23.410	0,03	0,02	520,20	0,014	1.901,54	0,199	0,199	0,142	2,613	
	0 + 350																	
	0 + 320																	
	0 + 160	Rectangular	1,00	160	0,27	10,00	1.435	24.530	0,03	0,02	542,99	0,014	737,82	0,399	0,399	0,222	1,362	
0 + 000																		
AR-1.1	0 + 000	Arqueta	Rectangular	1,00	160	0,27	10,00	1.995	24.330	0,03	0,02	556,01	0,014	737,82	0,406	0,406	0,224	1,371
M.Izquierda	0 + 390	Arqueta	Balasto	0,67	40	1,80	10,00	140	200	0,03	0,02	8,34	0,014	87,52	0,036	0,009	0,029	0,901
AR-6.1	0 + 350																	
AR-3.1	0 + 320	Arqueta	Balasto	0,67	160	0,27	10,00	560	480	0,03	0,02	26,86	0,014	33,90	0,132	0,041	0,076	0,663
	0 + 160																	
	0 + 000																	
EUSKOTREN M.Derecha	0 + 045	P.A																

PUNTO DE REFERENCIA			CONDUCTOS DE AGUA				CUENCA APORTACION			CAUDALES APORTADOS			DIMENSIONAMIENTO HIDRAULICO CONDUCTO					
Número	Progres Km+m	Elemento	Tipo	Dimens. m	Longitud m	Pendiente %	Tiempo concentración	Calzada m2	Terreno m2	Calzada l/s/m2	Terreno l/s/m2	Total l/s	Rugosidad	Caudal máximo l/s	Calado m	Area m2	Rh	Velocidad m/s
AR-4.3	0 + 040	Arqueta	Balasto	0,67	5	0,78	10,00	25	0	0,03	0,02	0,76	0,014	57,61	0,011	0,003	0,010	0,291
AR-4.2	0 + 000	Arqueta	Balasto	0,67	40	0,78	10,00	200	0	0,03	0,02	6,11	0,014	57,61	0,038	0,010	0,030	0,614
	0 + 045	P.A																
AR-4.4	0 + 080	Arqueta	Balasto	0,67	35	1,00	10,00	175	0	0,03	0,02	5,34	0,014	65,23	0,032	0,008	0,027	0,637
AR-4.5	0 + 120	Arqueta	Balasto	0,67	40	1,00	10,00	200	0	0,03	0,02	6,11	0,014	65,23	0,035	0,009	0,029	0,667
	0 + 180																	
AR-4.5.1.1	0 + 150	Arqueta	Balasto	0,67	30	0,50	10,00	150	0	0,03	0,02	4,58	0,014	46,13	0,037	0,010	0,029	0,481
	0 + 490																	
	0 + 365	Sumidero	Balasto	0,67	125	2,50	10,00	625	625	0,03	0,02	31,80	0,014	103,14	0,074	0,021	0,051	1,545
Muro cierre	0 + 180																	
	0 + 235		R-0,50 X 0,35	0,50	55	0,50	10,00	0	275	0,03	0,02	5,60	0,01	244,89	0,027	0,013	0,024	0,421
M.Izquierda	0 + 045	P.A																
	0 + 000		Balasto	0,67	45	0,87	10,00	225	225	0,03	0,02	11,45	0,014	60,84	0,054	0,015	0,040	0,783
	0 + 045	P.A																
AR-4.6	0 + 120	Arqueta	Balasto	0,67	75	1,00	10,00	375	375	0,03	0,02	19,08	0,014	65,23	0,072	0,020	0,049	0,962
	0 + 180																	
AR-4.6	0 + 120	Arqueta	Balasto	0,67	60	0,50	10,00	300	300	0,03	0,02	15,26	0,014	46,13	0,077	0,022	0,052	0,706

PUNTO DE REFERENCIA			CONDUCTOS DE AGUA				CUENCA APORTACION			CAUDALES APORTADOS			DIMENSIONAMIENTO HIDRAULICO CONDUCTO					
Número	Progres Km+m	Elemento	Tipo	Dimens. m	Longitud m	Pendiente %	Tiempo concentración	Calzada m2	Terreno m2	Calzada l/s/m2	Terreno l/s/m2	Total l/s	Rugosidad	Caudal máximo l/s	Calado m	Area m2	Rh	Velocidad m/s
Colector central	0 + 490	Sumidero	Balasto	0,67	125	2,50	10,00	625	625	0,03	0,02	31,80	0,014	103,14	0,074	0,021	0,051	1,545
	0 + 365																	
Cuneta de guarda muro	0 + 180	Sumidero	Colector	0,25	55	0,50	10,00	550	275	0,03	0,02	22,39	0,01	54,66	0,111	21,156	0,058	1,058
	0 + 235																	
AR-4.7	0 + 200	Arqueta	R-0,30 X 0,20	0,30	40	0,50	10,00	0	200	0,03	0,02	4,07	0,014	58,91	0,031	0,009	0,026	0,439
	0 + 160																	
AR-4.6	0 + 120	Arqueta	R-0,30 X 0,20	0,30	40	0,50	10,00	0	200	0,03	0,02	4,07	0,014	58,91	0,031	0,009	0,026	0,439
	0 + 120																	
RAMAL CONEXIÓN VIA 1 M.Derecha	0 + 000	Arqueta	R-0,30 X 0,20	0,30	35	0,93	10,00	105	210	0,03	0,02	7,48	0,014	80,35	0,037	0,011	0,030	0,665
	0 + 035																	
AR-2.3	0 + 170	Arqueta	R-0,30 X 0,20	0,30	135	0,50	10,00	405	810	0,03	0,02	28,85	0,014	58,91	0,117	0,035	0,066	0,822
	0 + 035																	
AR-4.5.1	0 + 170	Arqueta	R-0,30 X 0,20	0,30	70	0,50	10,00	210	420	0,03	0,02	14,96	0,014	58,91	0,073	0,022	0,049	0,679
	0 + 240																	
M.Izquierda	0 + 000	Arqueta	R-0,30 X 0,20	0,30	35	0,82	10,00	0	210	0,03	0,02	4,27	0,014	75,45	0,027	0,008	0,023	0,524
	0 + 035																	
AR-2.2	0 + 170																	

PUNTO DE REFERENCIA			CONDUCTOS DE AGUA				CUENCA APORTACION			CAUDALES APORTADOS			DIMENSIONAMIENTO HIDRAULICO CONDUCTO					
Número	Progres Km+m	Elemento	Tipo	Dimens. m	Longitud m	Pendiente %	Tiempo concentración	Calzada m2	Terreno m2	Calzada l/s/m2	Terreno l/s/m2	Total l/s	Rugosidad	Caudal máximo l/s	Calado m	Area m2	Rh	Velocidad m/s
AR-2.2	0 + 035	Arqueta	R-0,30 X 0,20	0,30	135	2,00	10,00	0	810	0,03	0,02	16,48	0,014	117,83	0,049	0,015	0,037	1,121
AR-4.5.1	0 + 170 0 + 230	Arqueta	R-0,30 X 0,20	0,30	60	0,50	10,00	0	360	0,03	0,02	7,33	0,014	58,91	0,045	0,014	0,035	0,539
Cuneta via placa	0 + 000																	
AR-2.2	0 + 035	Arqueta	R-0,50 X 0,35	0,50	35	0,50	10,00	105	0	0,03	0,02	3,21	0,01	244,89	0,019	0,009	0,018	0,341
AR-2.2	0 + 170 0 + 035	Arqueta	R-0,50 X 0,35	0,50	135	0,50	10,00	405	0	0,03	0,02	12,36	0,01	244,89	0,044	0,022	0,037	0,564
AR-4.5.1	0 + 170 0 + 240	Arqueta	R-0,50 X 0,35	0,50	70	0,50	10,00	210	0	0,03	0,02	6,41	0,01	244,89	0,029	0,014	0,026	0,443
RAMAL CONEXIÓN VIA 2 M.Derecha	0 + 000																	
AR-2.5	0 + 035	Arqueta	R-0,30 X 0,20	0,30	35	0,82	10,00	0	210	0,03	0,02	4,27	0,014	75,45	0,027	0,008	0,023	0,524
AR-2.5	0 + 135 0 + 035	Arqueta	R-0,30 X 0,20	0,30	100	2,00	10,00	0	600	0,03	0,02	12,21	0,014	117,83	0,040	0,012	0,032	1,012
AR-4.5.3	0 + 135 0 + 240	Arqueta	R-0,30 X 0,20	0,30	105	1,50	10,00	0	630	0,03	0,02	12,82	0,014	102,04	0,046	0,014	0,035	0,936

PUNTO DE REFERENCIA			CONDUCTOS DE AGUA				CUENCA APORTACION			CAUDALES APORTADOS			DIMENSIONAMIENTO HIDRAULICO CONDUCTO					
Número	Progres Km+m	Elemento	Tipo	Dimens. m	Longitud m	Pendiente %	Tiempo concentración	Calzada m2	Terreno m2	Calzada l/s/m2	Terreno l/s/m2	Total l/s	Rugosidad	Caudal máximo l/s	Calado m	Area m2	Rh	Velocidad m/s
M.Izquierda	0 + 000																	
AR-2.4	0 + 035	Arqueta	R-0,30 X 0,20	0,30	35	0,82	10,00	0	210	0,03	0,02	4,27	0,014	75,45	0,027	0,008	0,023	0,524
AR-2.4	0 + 135 0 + 035	Arqueta	R-0,30 X 0,20	0,30	100	2,00	10,00	0	600	0,03	0,02	12,21	0,014	117,83	0,040	0,012	0,032	1,012
AR-4.5.2	0 + 135 0 + 240	Arqueta	R-0,30 X 0,20	0,30	105	1,50	10,00	0	630	0,03	0,02	12,82	0,014	102,04	0,046	0,014	0,035	0,936
Cuneta via placa	0 + 000																	
AR-2.5	0 + 035	Arqueta	R-0,50 X 0,35	0,50	35	0,50	10,00	210	0	0,03	0,02	6,41	0,01	244,89	0,029	0,014	0,026	0,443
AR-2.5	0 + 135 0 + 035	Arqueta	R-0,50 X 0,35	0,50	100	0,50	10,00	600	0	0,03	0,02	18,32	0,01	244,89	0,056	0,028	0,046	0,649
AR-4.5.3	0 + 135 0 + 240	Arqueta	R-0,50 X 0,35	0,50	105	0,50	10,00	630	0	0,03	0,02	19,23	0,01	244,89	0,058	0,029	0,047	0,660
METRO Colector central	0 + 280																	
AR-4.5.2	0 + 240	Arqueta	Colector	0,25	40	0,50	10,00	425	0	0,03	0,02	12,97	0,014	39,05	0,099	18,147	0,053	0,715
	0 + 280 0 + 320	Sumidero	Colector	0,25	40	0,50	10,00	425	0	0,03	0,02	12,97	0,014	39,05	0,099	18,147	0,053	0,715
Muro cierre																		

PUNTO DE REFERENCIA			CONDUCTOS DE AGUA				CUENCA APORTACION			CAUDALES APORTADOS			DIMENSIONAMIENTO HIDRAULICO CONDUCTO					
Número	Progres Km+m	Elemento	Tipo	Dimens. m	Longitud m	Pendiente %	Tiempo concentración	Calzada m2	Terreno m2	Calzada l/s/m2	Terreno l/s/m2	Total l/s	Rugosidad	Caudal máximo l/s	Calado m	Area m2	Rh	Velocidad m/s
M.Derecha	0 + 280	Arqueta	R-0,30 X 0,20	0,30	40	0,50	10,00	0	225	0,03	0,02	4,58	0,014	58,91	0,033	0,010	0,027	0,458
AR-4.5.3	0 + 240																	
M.Izquierda	0 + 280	Sumidero	R-0,30 X 0,20	0,30	40	0,50	10,00	0	200	0,03	0,02	4,07	0,014	58,91	0,031	0,009	0,026	0,439
	AR-4.5.1.1																	
CONEXIÓN EUSKOTREN M.Derecha	0 + 280	Arqueta	R-0,30 X 0,20	0,30	40	0,50	10,00	0	200	0,03	0,02	4,07	0,014	58,91	0,031	0,009	0,026	0,439
	AR-4.5.1.1																	
CONEXIÓN EUSKOTREN M.Derecha	0 + 280	Sumidero	R-0,30 X 0,20	0,30	40	0,50	10,00	0	225	0,03	0,02	4,58	0,014	58,91	0,033	0,010	0,027	0,458
	AR-4.5.1																	
CONEXIÓN EUSKOTREN M.Derecha	0 + 000	Arqueta	Balasto	0,67	30	0,50	10,00	150	150	0,03	0,02	7,63	0,014	46,13	0,050	0,013	0,038	0,569
AR-4.5.1	0 + 030																	