

ANEJO N°8

Impermeabilizacion y Drenaje

ÍNDICE

1. Introduccion	1
2. Metodología para la Obtención de Caudales	1
2.1 Túnel en Mina	2
2.2 Falso Túnel	3
3. Descripción de las Redes de Drenaje	4
3.1 Túnel de Línea	4
3.1.1 Drenaje Transversal	4
3.1.2 Drenaje Longitudinal	5
3.2 Tramo en Falso Túnel	5
3.2.1 Drenaje Longitudinal	5
3.3 Conexión entre tramos de diferente tipología	6
3.3.1 Conexión Falso Túnel y Túnel	6

Anejo nº8: Drenaje

X0000265-PC-AN-DRE-0

Página i

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE DE MERCANCIAS DE AMARA



1. INTRODUCCION

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 Variante de Mercancías de Amara.

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 cuál 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 dos partes, ya que el drenaje de cada una de ellas presenta características particulares diferenciadas y que son las que se muestran a continuación:

- Tramo en Falso Túnel
- Tramo Túnel en mina

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 en los tramos subterráneos excavados en mina, con una metodología específica y que también se describe.

2.1 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 Celestino que permite realizar una estimación del orden de magnitud de dicho caudal en régimen estacionario:

$$q = 2 \pi k_g H \frac{1 - 3 \left(\frac{r_{eq}}{2H} \right)^2}{\left[1 - \left(\frac{r_{eq}}{2H} \right)^2 \right] \operatorname{Ln} \frac{2H}{r_{eq}} - \left(\frac{r_{eq}}{2H} \right)^2}$$
$$r_{eq} = \frac{r_{ext}}{\left(\frac{r_{ext}}{r_{int}} \right)^{k_g/k_e}}$$
$$k_e = \sqrt{k_g \cdot k_l}$$

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 6 Obras Subterráneas:

Tramo			Litología predominante en la sección de excavación	Longitud tramo (m)	r ext (m)	Espesor revest. (m)	r int (m)	r eq (m)	Kg (m/s)	Kl (m/s)	H nivel piezométrico diseño (m)	Caudales específicos		Caudal tramo
Nº	PK Inicio	PK Final										q (m3/s) cada metro de túnel	Q (l/min) cada 10 m de túnel	
1	0+000	0+420	Flysch detrítico calcáreo	420	3,80	0,10	3,70	4,82E-01	6,0E-07	1,0E-10	20,0	4,26E-05	26	0,018
TOTAL TÚNEL				Longitud total (m) = 420							Caudal Total Túnel (m ³ /s) =		0,018	

En vista de los resultados obtenidos se estima como valor del caudal de infiltración medio para todo el tramo de estudio, del orden de **18 litros/s por kilómetro de túnel**.

2.2 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.

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 y falso túnel.

3.1 TÚNEL DE LÍNEA

El presente Proyecto contempla la ejecución de un túnel en mina de vía única en los tramos comprendidos entre los P.P.K.K. 0+000 – 0+386.

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.

3.1.1 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 impermeabilización de PEAD 650 g/ m³

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.

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

Se proyecta también un canalillo longitudinal de sección semicircular de 75 milímetros de radio que discurre junto al hastial, en los dos pasillos laterales de servicio.

Anejo nº8: Drenaje

X0000265-PC-AN-DRE-0

Página 4

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE DE MERCANCIAS DE AMARA



3.1.2 DRENAJE LONGITUDINAL

Para la conducción del agua en sentido longitudinal se dispone de dos canaletas. de base situado en los laterales del túnel.

Dada la permeabilidad del macizo atravesado por el túnel de vía única, estimada en 18 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.K0+000. 0+386) hasta el punto de conexión en el P.K. 0+386. El mencionado tramo discurrirá con una pendiente del 17‰ siendo su longitud de 386 metros y el caudal procedente de la filtración:

$$18,00 \cdot 0,386 = 6,948 \text{ l/s}$$

3.2 TRAMO EN FALSO TÚNEL

Se dispone de falso túnel entre los PKs 0+386 – 0+431.

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.

3.2.1 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.

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+386 – 0+431, con una longitud, por tanto, de 45 metros. Dicho tramo discurrirá con una pendiente del 17‰ siendo el caudal a evacuar:

$$4,000 \cdot 0,045 = 0,18 \text{ l/s}$$

3.3 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

3.3.1 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

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

El drenaje de la Variante de mercancías se deriva por el metro Donostialdea, en un primer tramo por el tramo de la superestructura de vía del tramo Lugaritz-Easo y Obra de Conexión de Morlans.

Hasta conectar con el drenaje del metro Donostialdea en concreto con la canaleta desde la que se conduce hasta llegar al colector de 315 mm.

El agua desaguada en todo el trazado proyectado el caudal máximo que puede desaguar dicho colector con una pendiente de 17‰ al inicio del tramo, que es la más desfavorable, es de 14 l/s. En el tramo de la superestructura el caudal máximo previsto a desaguar es de 23 l/s con la pendiente de 45 ‰, 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 0,014, y se ha comprobado que no excede ni la velocidad ni el calado.

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
Variante Amara																		
Ascienden los PKs desde el Punto Alto																		
	0 + 000																	
	0 + 457		CI	0,20	457	1,70	10	0,00	0,00	0,026	0,015	7,200	0,014	99,378	0,041	0,008	0,029	0,880
Superestructura																		
	0 + 000		CI	0,30	102	4,50	10	0,00	0,00	0,026	0,015	7,000	0,014	11,660	0,022	0,007	0,019	1,077

Anejo nº8: Drenaje

X0000265-PC-AN-DRE-0

Página 7

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE DE MERCANCIAS DE AMARA



-----	Esquema de Red	Tramo		Características del Tramo	Conexiones		Pendiente	Orígenes del Agua Drenada	Caudal Estimado en Cada Tramo	Observaciones
		P.K. Inicio	P.K. Fin		Tramo Anterior	Tramo Posterior	Longitudinal			
↓		0+000	0+386	Tramo Túnel en Mina	Túnel Aiete	Falso Túnel	-17,00%	Agua procedente de la infiltración freática	6,948 l/s	El agua recogida será por unas canaletas laterales
		0+386	0+431	Tramo en Falso Túnel	Tramo Túnel en Mina	Superestructura	-17,00%	Agua procedente del tramo anterior	6,948 l/s	El agua recogida será por unas canaletas laterales
								Agua procedente de la infiltración freática	0,18 l/s	
↓		0+000	0+102	Superestructura	Falso Túnel	Túnel Metro Donostialdea	45,13%	Agua procedente del tramo anterior	7,128 l/s	Se proyecta una canaleta lateral hasta conectar con el colector central del metro
↓	POZO DE BOMBEO EASO									

Esquema de Red