

ANEJO N°15

Plan de Obra

ÍNDICE

1. Introducción	1
2. Descripción de los Trabajos	1
3. Análisis de las Obras	2
3.1 Ataque desde Matiko	2
3.2 Rampa de ataque Artxanda	2
3.3 Rampa de ataque Abandoibarra	3
3.4 Rampa de ataque Bertendona	4
3.5 Rampa de ataque Avenida Ferrocarril	4
3.6 Rampa de ataque Parque Eskurtze	5
3.7 Rampa de ataque rotonda Rekalde	5
3.8 Rampa de ataque Masustegi	6
4. Secuencia de las obras	6
4.1 Tramo Matiko-Deusto (Universidad)	7
4.2 Deusto(Universidad) - (Moyua)	7
4.3 Tramo Zabalburu	7
4.4 Tramo Irala-Rekalde	8
4.5 Superestructura, acabados e instalaciones	8
5. Plazo de ejecución de las obras	9

1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente Anejo es la planificación de las diferentes actividades que es necesario realizar para llevar a término las obras incluidas en el presente “Estudio informativo de la Línea 4 del Ferrocarril Metropolitano de Bilbao”, con el fin de realizar una estimación del plazo de ejecución global de las mismas.

En los apartados siguientes se describen los trabajos a realizar y la planificación de las obras, condicionada por la forma de atacar la excavación de las obras subterráneas.

2. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS

En cuanto a las estaciones, la alternativa elegida plantea seis (6) nuevas estaciones para la Línea 4 en el entorno de Bilbao, permitiendo la conexión de zonas al Norte de Bilbao, como el barrio universitario de Deusto, con barrios situados hacia el Sur, como Zabaltzuri, Irala o Rekalde, pasando por zonas céntricas como el Parque de Doña Casilda y Moyua.

Todas las estaciones se plantean en caverna, con dos cañones de acceso desde el exterior, a excepción de la estación de Moyua, que sólo dispondrá de un cañón con acceso al exterior, ya que el otro acceso conectaría directamente con la caverna de la estación de Moyua de la Línea 1.

Todas las estaciones cuentan, además, con ascensores para usuarios PMR y, en el caso de las estaciones de Rekalde e Irala, con una batería de ascensores adicional para acceder a las zonas más altas de cada uno de estos barrios.

Se presenta a continuación tabla resumen de las secciones y longitudes de los tramos que componen el curso de la Línea 4 del FMB, indicándose, así mismo la situación de las estaciones que se implantan en la misma.

P.K. Inicio	P.K. Final	Tipo sección	L tramo (metros)
0+000	0+76,86	Falso túnel	76,86
0+76,86	1+351,20	Túnel	1274,34
1+351,20	1+455,90	Estación Deusto - Universidad	104,7
1+455,90	2+220,90	Túnel	765
2+220,90	2+323,20	Estación Parque	102,3
2+323,20	2+923,95	Túnel	600,75
2+923,95	3+025,35	Estación Moyua	101,4
3+025,35	3+478,35	Túnel	453
3+478,35	3+588,78	Estación Zabaltzuri	110,43
3+588,78	4+179,55	Túnel	590,77
4+179,55	4+288,35	Estación Irala	108,8
4+288,35	5+347	Túnel	1058,65
5+347	5+455	Estación Rekalde	108
5+455	6+220	Túnel	765

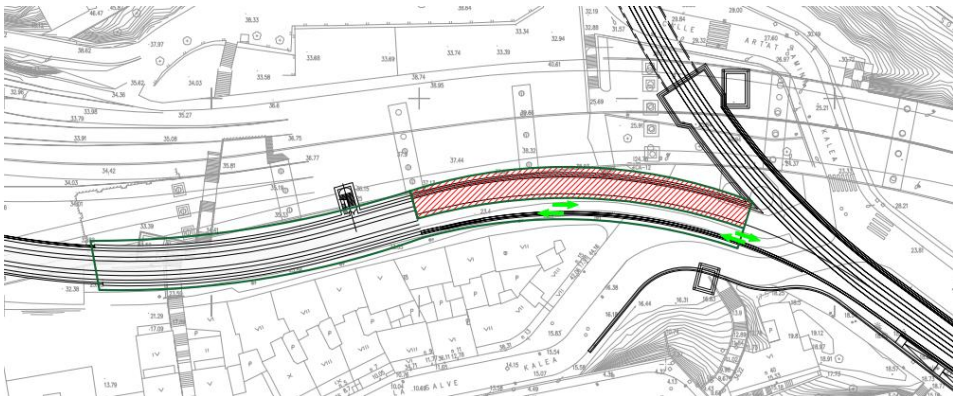
3. ANÁLISIS DE LAS OBRAS

De cara a la ejecución de las obras, se propone la división de la actuación completa de Línea 4 en cuatro tramos de obra, con un acceso a la obra desde Matiko para la ejecución del falso túnel inicial y 7 rampas de ataque para la ejecución de túnel de línea y estaciones. La tramificación prevista para las obras es la siguiente:

Tramo	Rampas de Ataque	Excavación
Matiko-Deusto (Universidad)	Matiko	Falso túnel Matiko PK 0+000 a PK 0+076,86
	Artxanda	Túnel de línea del PK 0+076,86 al PK 1+556, que incluye la Estación de Deusto
Deusto (Univ.) - Moyua	Abandoibarra	Túnel de línea del PK 1+556 al PK 3+300, que incluye las Estaciones Parque y Moyua
	Bertendona	
Zabalburu	Avenida del Ferrocarril	Túnel de línea del PK 3+300 al PK 4+000, que incluye la Estación de Zabalburu
Irala-Rekalde	Parque Eskurtze	Túnel de línea del PK 4+000 al PK 6+220, que incluye las Estaciones de Irala y Rekalde
	Rotonda Rekalde	
	Masustegi	

Tabla nº1. Tabla resumen rampas de ataque

3.1 ATAQUE DESDE MATIKO



Constituye el acceso al tramo a ejecutar a cielo abierto entre PK 0+000 y PK 0+076. Este tramo de falso túnel en prolongación del mango de maniobra de la Estación de Matiko de la Línea 3 es de gran complejidad constructiva debido a la presencia del viaducto de la calle Maurice Ravel y al hecho de que la rasante discurre bastante somera, produciéndose el emboquille de la sección en túnel con la clave del túnel en suelos.

Deberá recurrirse a excavación a cielo abierto entre pantallas de pilotes y micropilotes dada la cota a la que se encuentra esta vía. Se construirá de este modo el recorrido bajo el bidegorri en que ahora se dispone soterrado el mango de maniobra de Línea 3, desde éste hasta emboquillar bajo el estribo del viaducto de la Avenida Maurice Ravel.

3.2 RAMPA DE ATAQUE ARTXANDA

Se ha diseñado en la zona de Artxanda, próxima a la Universidad de Deusto, un acceso a las obras que, finalizadas las mismas, pasará a desarrollar la función de salida de emergencia y ventilación de emergencia en fase de explotación. La rampa da ataque cuenta con un único acceso desde el exterior, dividiéndose luego la galería en tres conductos. Dos de estas galerías entroncan con el túnel de línea, sirviendo a futuro como cámara de ventiladores y salida de emergencia/cuartos técnicos. La tercera servirá a futuro de acceso a obra para la construcción de los túneles de conexión con el túnel de Artxanda.

El acceso a esta rampa de ataque se realiza desde la antigua plataforma ferroviaria del ferrocarril Bilbao-Plencia. Para ello ha sido necesario proyectar un acceso que comunique el vial que discurre a cota superior con la antigua plataforma ferroviaria.

Por otra parte, el emboquille de la galería supone una afección temporal al citado vial, que constituye el acceso a la salida de emergencia de los túneles de carretera Ugasko-La Salve. Para asegurar la comunicación entre este vial y la antigua plataforma ferroviaria, garantizando así la evacuación en caso de emergencia de los túneles, se mantendrá una escalera que comunique ambos niveles. Una vez se reponga el camino sobre el emboquille de la galería esta escalera se podrá dismantelar. El entronque doble con el túnel de línea se realizará entorno al PK 0+750.

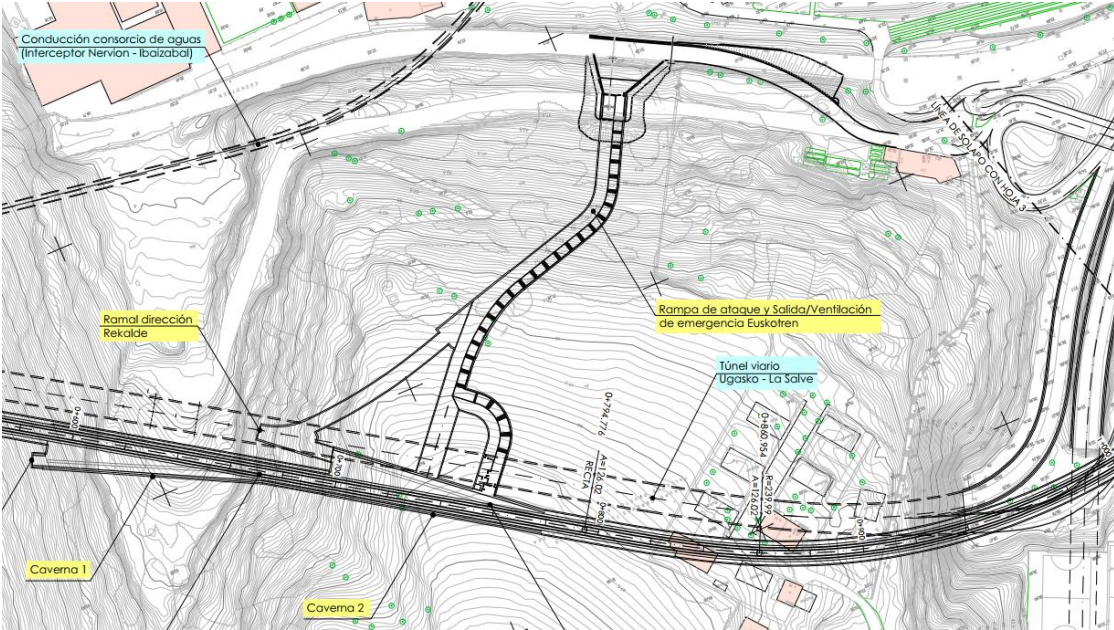


Figura nº1. Rampa de ataque y salida/ventilación de emergencia de EuskoTren (Artxanda).

Se ha adoptado para la rampa de acceso los siguientes criterios de diseño básicos:

- Pendiente máx.: 15%
- Acuerdo vertical de longitud mínima 10m acorde, válido para una velocidad de 10km/h
- Vehículo tipo considerado: Vehículo AASHTO 'SU' (L=9.15m)

A fin de homogeneizar las secciones de excavación empleadas en el proyecto, se propone adoptar como sección de las rampas de ataque la sección en recta del túnel de línea. Se ha verificado tomando como referencia las indicaciones de la normativa AASHTO, que la misma permite el cruce en recta de dos vehículos y respeta el galibo vertical. Dados los anchos requeridos para el cruce en curva, se considera justificado que el paso por dichos tramos del camino de obra se realice en alternancia de sentidos. La longitud resultante de la rampa de ataque es de 162,344 metros.

La galería se utiliza como rampa de ataque durante las obras y, una vez finalizadas estas, se transforma en ventilación de emergencia en la zona más próxima a las vías, donde la sección completa de la rampa de ataque se convierte en cámara de ventiladores.

La salida de emergencia para peatones se genera a través de una segunda cámara, que entronca con el túnel de línea a unos metros de la primera, en el mismo hastial, y conecta con la rampa de ataque superada la cámara de ventiladores.

Una vez la salida de emergencia se incorpora a la galería, ambos conductos continuarán en paralelo el resto del recorrido hasta el exterior, compartiendo para ello el túnel que ha servido de rampa de ataque. El tramo de galería compartido por ventilación y salida tendrá su sección dividida por un tabique separa la ventilación de la salida de peatones. A lo largo de la estructura, la salida de peatones posee una arquitectura interior propia que da lugar a los distintos tramos de escaleras que permiten ascender hasta la superficie.

3.3 RAMPA DE ATAQUE ABANDOIBARRA

Conectando con la Avenida Abandoibarra, discurre por el límite exterior norte del parque, contactando con el túnel de línea a continuación de la Estación Parque hacia el PK 2+194. Esta rampa se diseña con una pendiente de 15% y una longitud de 267,976 metros.

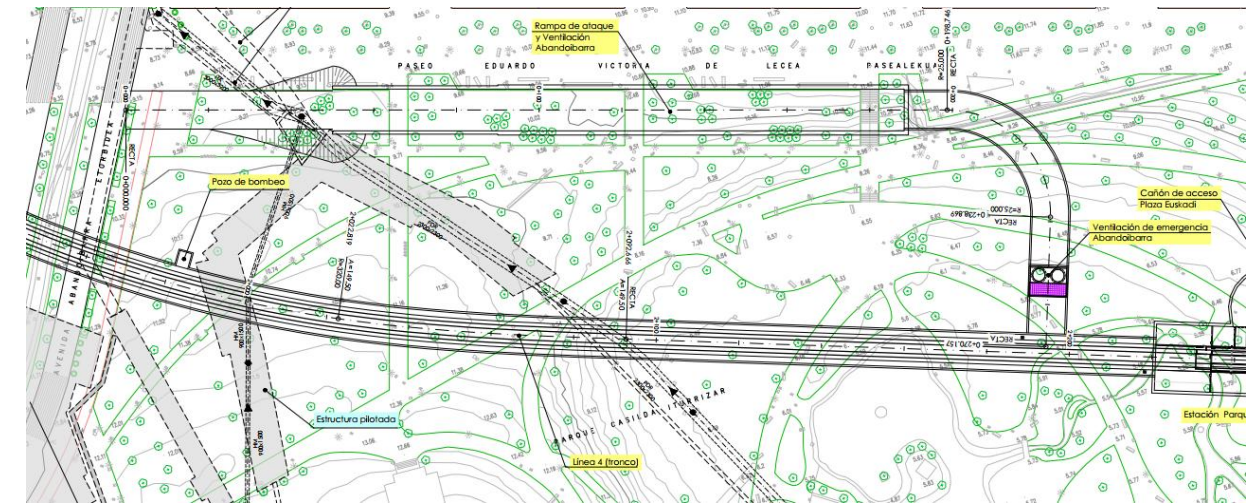


Figura nº2. Rampa de ataque y ventilación de emergencia de Abandoibarra

La galería se utiliza como rampa de ataque durante las obras. Una vez finalizadas estas, la zona más próxima a las vías se transforma en cámara de ventiladores. La salida a superficie de la ventilación se realiza mediante dos pozos de ventilación en la vertical de la cámara de ventiladores que conectarán con la superficie.

La rampa se proyecta con los siguientes condicionantes principales:

- No afectar a la galería pilotada del arroyo existente en la zona.
- Minimizar la afección en el entorno del Parque de Doña Casilda.

Finalizadas las obras se repondrá la urbanización afectada, quedando como única ocupación en superficie la rejilla de ventilación.

3.4 RAMPA DE ATAQUE BERTENDONA

La rampa se excava a lo largo del eje de la C/ Bertendona entre Alameda de Urquijo y C/ Licenciado Poza, iniciándose en su extremo norte, y concluye entroncando con el túnel de línea en el tramo anterior a la estación de Moyua L4 en torno al PK 3+315. La rampa posee 290,802 metros de longitud y 15% de pendiente.

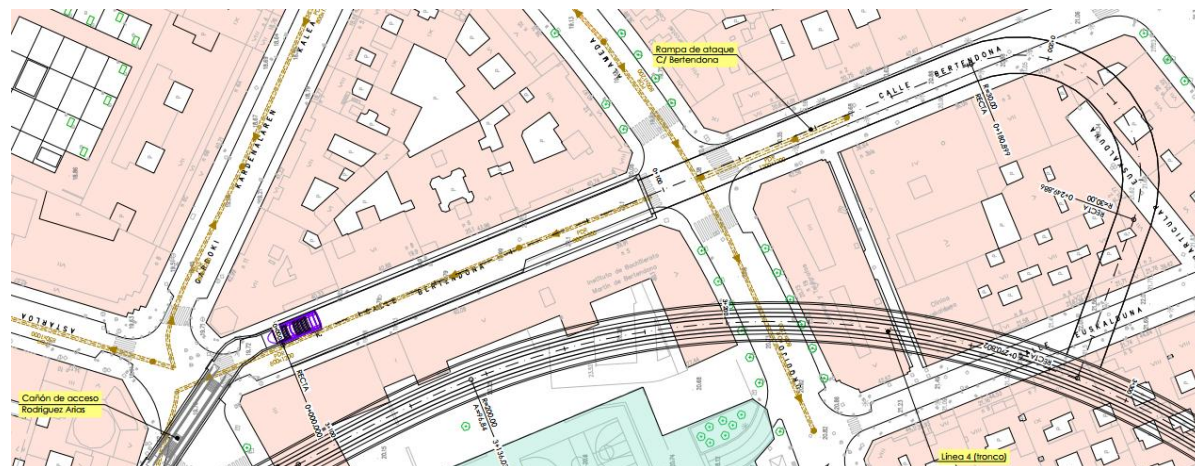


Figura nº3. Rampa de ataque de Bertendona

El diseño considera prioritario alcanzar el cruce con Alameda Urquijo con suficiente tapada como para no afectar a dicha avenida a cielo abierto. Ello implica superponer sus 20m iniciales con la parte final del cañón de la Estación Moyua L4 hacia C/Bertendona, habiéndose previsto en el diseño la compatibilización de ambas actuaciones.

Deberán preverse las siguientes afecciones:

- Corte del citado tramo de la C/Bertendona durante las obras.
- Afección a la conducción de saneamiento que discurre por el centro de la calzada.

Por otra parte, debido a la escasez de espacio en la zona para disponer el área de instalaciones del contratista se ha cubierto la parte más profunda de la rampa de acceso a la obra mediante un forjado constituido por placas prefabricadas. De esa forma se ganan unos 550 m² para el área de instalaciones del contratista asociada a la construcción de la estación de Moyua y el túnel correspondiente.

Finalizadas las obras se repondrá la calle y su entorno a su estado original.

3.5 RAMPA DE ATAQUE AVENIDA FERROCARRIL

Esta rampa de ataque se sitúa en la zona de Ametzola, partiendo desde el extremo de la Avenida del Ferrocarril. Entronca con el túnel de línea en el PK 4+000, la galería cuenta con 297,836 metros de longitud y un 15 % de pendiente.

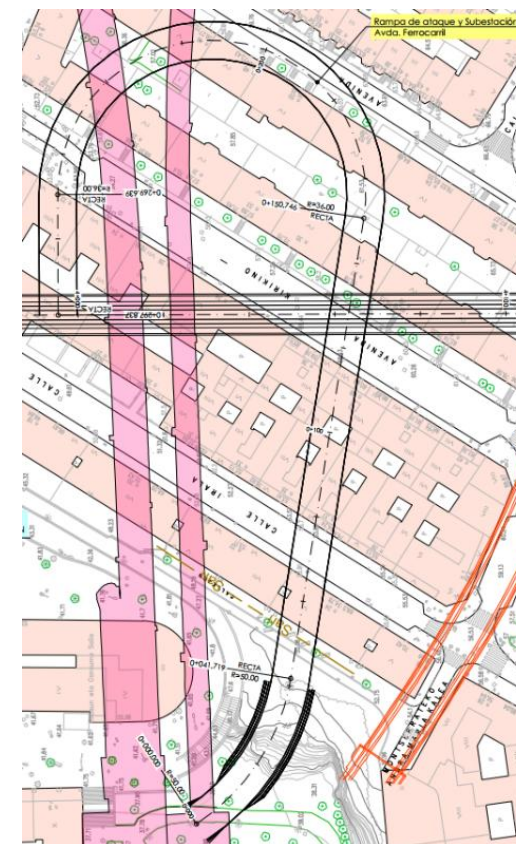


Figura nº4. Rampa de ataque y subestación de tracción en la Avenida del Ferrocarril

Desde esta rampa se propone excavar una parte del túnel de Línea y la caverna de la estación de Zabalburu. Finalizadas las obras, el tramo final de esta galería, el que conecta con el túnel de línea, albergaría una subestación de tracción. Esta instalación se ejecutará tras finalizar las obras y será accesible desde el propio túnel.

En su salida a superficie, se repondrá la urbanización afectada, devolviéndola a la situación existente anterior a las obras.

3.6 RAMPA DE ATAQUE PARQUE ESKURTZE

Corresponde al tramo Irala-Rekalde y sale a superficie en el Parque Eskurtze, con acceso desde la Calle Medina de Pomar. Tiene una longitud de 255,956 metros con una pendiente de 15%. Entronca con el túnel de Línea en el PK 4+740, entre las estaciones de Rekalde e Irala. Se utilizaría durante las obras como rampa de ataque para la excavación de una parte del túnel de línea y para la excavación de la caverna de Irala.

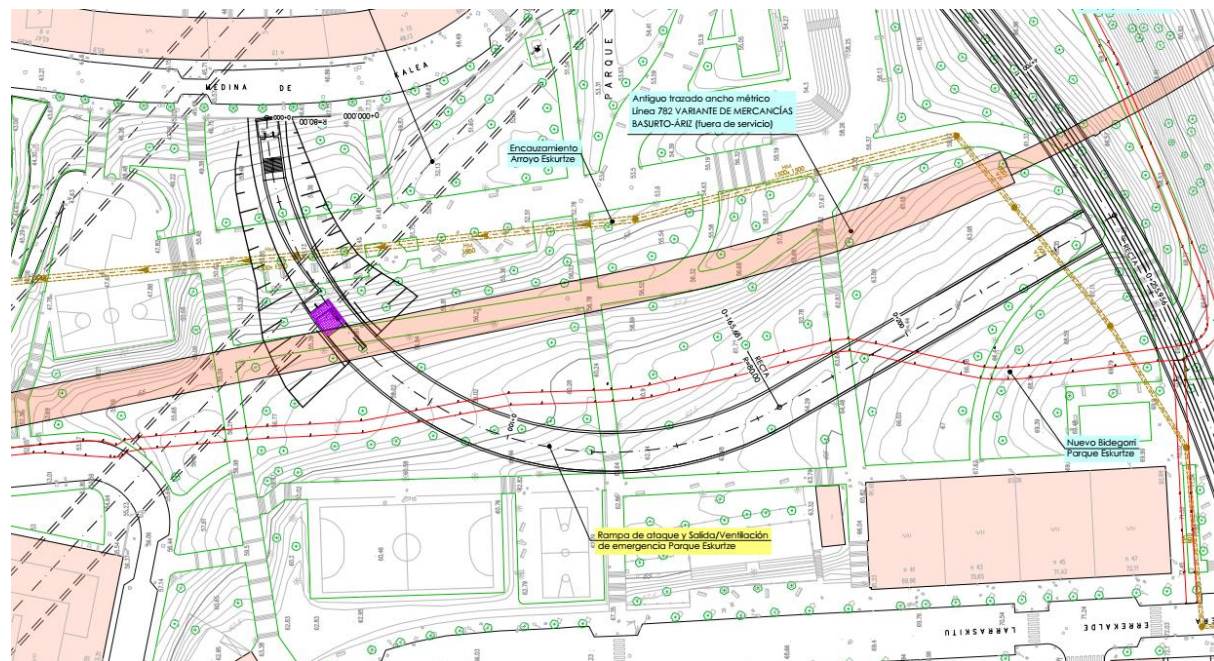


Figura nº5. Rampa de ataque y salida/ventilación de emergencia Parque Eskurtze

Tiene un primer tramo en falso túnel a excavar a cielo abierto en el Parque Eskurtze coincidente en planta con el trazado abandonado del ferrocarril Basurto-Ariz, actualmente propiedad de Gobierno Vasco. Se trata de un tramo residual de la antigua infraestructura sin servicio, que se verá afectado durante las obras. En caso necesario, se repondrá la parte afectada del túnel para su compatibilidad como salida de emergencia acorde con el “Estudio Informativo de la nueva red ferroviaria del País Vasco. Corredor de acceso y Estación de Bilbao Abando. Fase B”.

Finalizada su funcionalidad como rampa de ataque, se procederá a construir en el emboquille un pozo vertical que dé salida a superficie a la sección de ventilación y un falso túnel que permita continuar el recorrido peatonal de la salida de emergencia hasta la Calle Medina de Pomar, procediendo a cubrir el falso túnel hasta reponer las cotas originales del Parque Eskurtze.

Con la Línea 4 ya ejecutada, la ventilación de emergencia quedará como una arqueta con rejilla en la zona superior del parque, mientras que la salida de emergencia quedará en la zona del parque más baja, anexa a la acera de la Calle Medina de Pomar.

3.7 RAMPA DE ATAQUE ROTONDA REKALDE

La rampa de ataque ubicada en el barrio de Rekalde sale a superficie en la intersección en forma de glorieta entre las calles Gordoniz, Aluzetabidea y Camino Iturrigorri, su entronque con el túnel de Línea se produce en torno al PK 5+145, entre las estaciones de Rekalde e Irala.

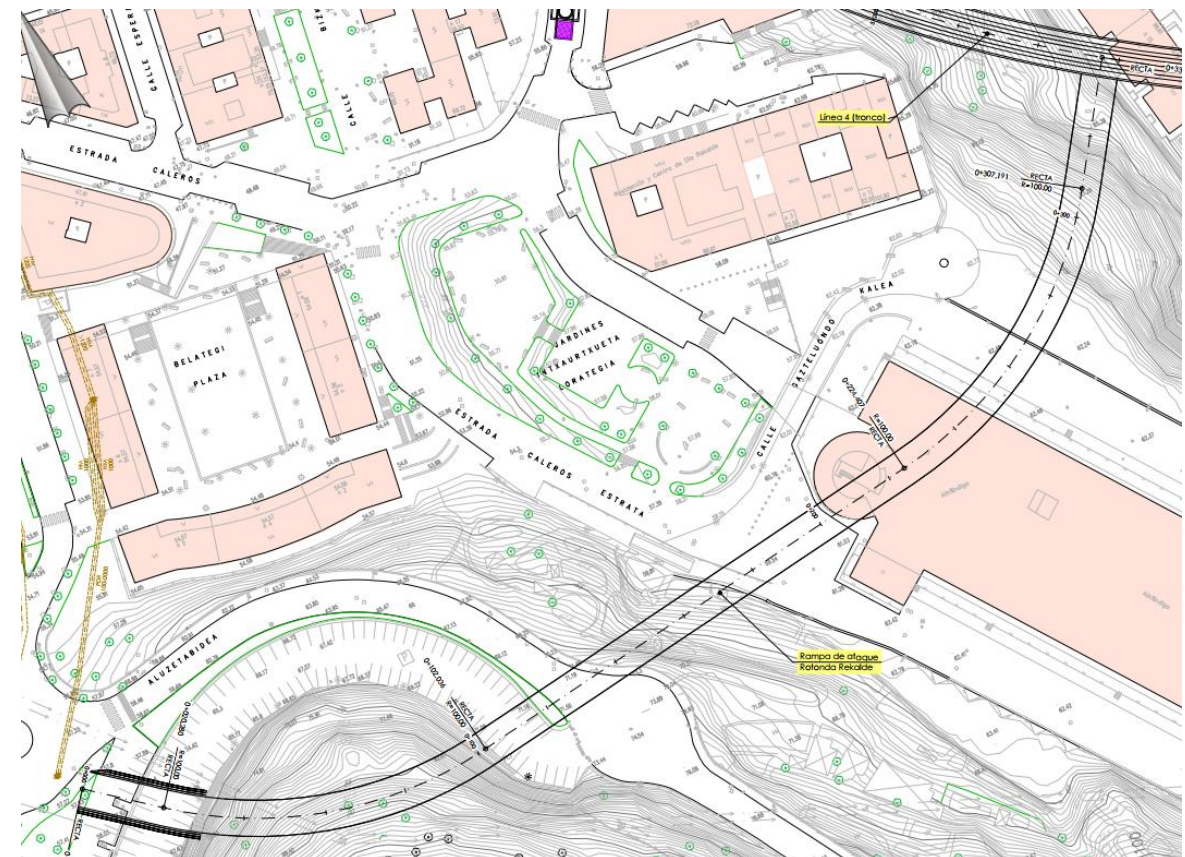


Figura nº6. Rampa de ataque Ronda de Rekalde

La rampa tiene 339,36 m y una pendiente del 15%. Se utiliza durante las obras para la excavación de una parte del túnel y la estación de Rekalde.

Supondrá la ocupación temporal de la zona de aparcamiento público anexa a la rotonda.

Finalizadas las obras, en superficie solo quedará el cierre de la rampa a la altura del emboquille, reponiéndose la urbanización y aparcamientos existentes.

Esta rampa podría ser utilizada a futuro como acceso al túnel de línea, salida de emergencia o ventilación de emergencia si fuese necesario.

3.8 RAMPA DE ATAQUE MASUSTEGI

La boca de esta rampa de ataque ubicada en el barrio de Basurto se encuentra en la calle Masustegi Estrata, junto al Centro de Dia Basurto. Desde este punto desciende con una pendiente del 15% hasta entroncar con el túnel de Línea en el PK 6+180, alcanzando una longitud de 268,665 metros.

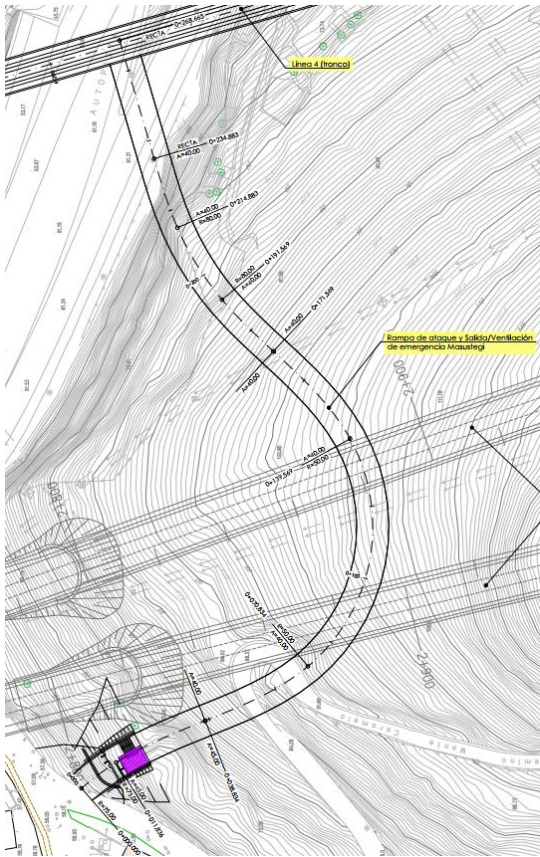


Figura nº7. Rampa de ataque y salida/ventilación de emergencia de Masustegi

Durante las obras se utilizará para la excavación de parte del tramo final del túnel con salida a Basurto. Tras la finalización de las obras, se podrá aprovechar como salida y ventilación de emergencia.

4. SECUENCIA DE LAS OBRAS

La obra se divide en cuatro tramos, con los siguientes accesos a obra:

Tramo	Rampas ataque	Excavación
Matiko-Deusto (Universidad)	Matiko	Falso túnel Matiko PK 0+000 a 0+076,86
	Artxanda	Túnel de línea del PK 0+076,86 al PK 1+556, que incluye la Estación de Deusto
Deusto (Univ.) - Moyua	Abandoibarra	Túnel de línea del PK 1+556 al PK 3+300, que incluye las Estaciones Parque y Moyua
	Bertendona	
Zabalburu	Avenida del Ferrocarril	Túnel de línea del PK 3+300 al PK 4+000, que incluye la Estación de Zabalburu
Irala-Rekalde	Parque Eskurtze	Túnel de línea del PK 4+000 al PK 6+220, que incluye las Estaciones de Irala y Rekalde
	Rotonda Rekalde	
	Masustegi	

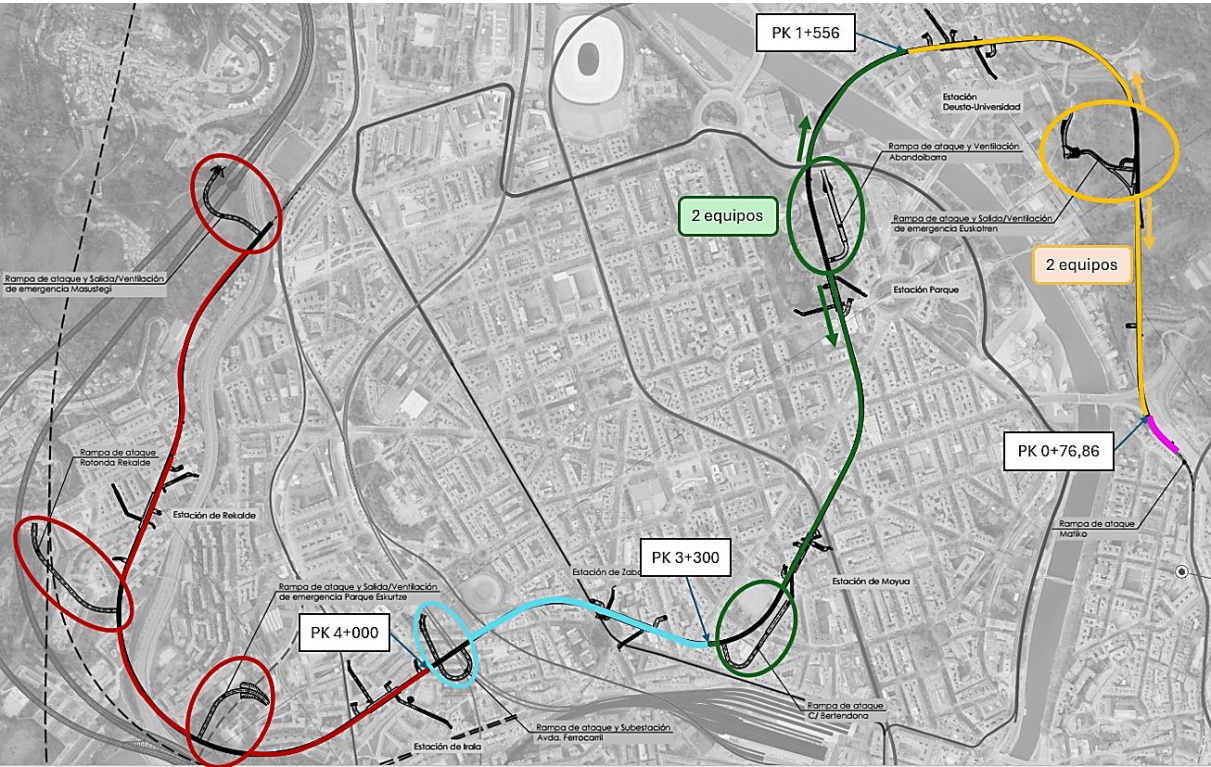


Figura nº8. Tramificación prevista para la nueva infraestructura.

4.1 TRAMO MATIKO-DEUSTO (UNIVERSIDAD)

El falso túnel ubicado al inicio de las obras se ejecuta desde superficie. Para ello se diseña un acceso desde Matiko, coincidiendo en superficie con el actual mango de la estación de la Línea 3.

El túnel en mina de línea se excavaría desde la Rampa de ataque de Artxanda con dos equipos con la siguiente secuencia:

- Ejecución del acceso al emboquille.
- Excavación y sostenimiento de la rampa de ataque de Artxanda.
- Una vez alcanzado el túnel de línea en la rampa de Artxanda dos equipos de excavación y sostenimiento comienzan la excavación de los túneles en sentidos opuestos: uno en dirección Matiko y otro en dirección Deusto.
- El equipo que avanza en dirección Deusto es el encargado de realizar la excavación y el sostenimiento de la estación de Deusto.
- Los cañones de acceso y las ventilaciones de emergencia y EBA se ejecutan en paralelo con la excavación de la estación.
- Cuando los trabajos de excavación y sostenimiento han finalizado se inicia la construcción del revestimiento de los túneles y cavernas. En principio parece adecuado hacer el revestimiento en retroceso, comenzando por el PK 1+556, después continuar con el revestimiento de la estación de Deusto-Universidad y seguir con el revestimiento del resto del tramo. El tramo anterior a la estación se habrá hecho con anterioridad, ya que el equipo encargado de esta excavación habrá terminado antes.
- Las estructuras interiores de la estación se construyen una vez finalizado el revestimiento de la estación.
- Por último, se construye el revestimiento de las rampas de ataque.

4.2 DEUSTO(UNIVERSIDAD) - (MOYUA)

El tramo se ejecuta accediendo a las obras a través de las Rampas de ataque de Abandoibarra y Bertendona. La rampa de Bertendona contará con dos equipos independientes de excavación.

Las obras seguirán el siguiente desarrollo:

- Ejecución de las rampas de ataque de Abandoibarra y de la calle Bertendona: excavación y sostenimiento previo desvío de los servicios existentes en su planta.
- Rampa de ataque de Abandoibarra:
 - Un equipo acomete la excavación y sostenimiento de la estación de Parque

- Un equipo independiente se encarga de la excavación y sostenimiento del tramo de túnel anterior.
- Rampa de ataque de la calle Bertendona se excava hasta la estación de Moyua ejecutando la excavación y sostenimiento de la Estación de Moyua.
- Los cañones de acceso y las ventilaciones de emergencia y EBA de cada estación se ejecutan en paralelo con las excavaciones de cada estación.
- Cuando los equipos que excavan las estaciones de Moyua y Parque han finalizado las cavernas prosiguen con el túnel de línea que las une, avanzando al encuentro en un punto intermedio.
- Cuando los trabajos de excavación y sostenimiento han finalizado se inicia la construcción del revestimiento de los túneles y cavernas.
- Las estructuras interiores de la estación se construyen una vez finalizado el revestimiento de la estación.
- Por último, se construye el revestimiento de las rampas de ataque.

4.3 TRAMO ZABALBURU

Este tramo se excava desde la Rampa de ataque de la Avenida del Ferrocarril siguiendo la secuencia siguiente:

- Excavación y sostenimiento de la rampa de ataque de la Avenida del Ferrocarril.
- Una vez alcanzado el túnel de línea un equipo de excavación y sostenimiento comienza la excavación del túnel en dirección Zabalburu.
- Excavación y sostenimiento de la estación de Zabalburu.
- Los cañones de acceso y las ventilaciones de emergencia y EBA de cada estación se ejecutan en paralelo con las excavaciones de cada estación.
- Tras excavar la estación de Zabalburu, el equipo de excavación prosigue por el túnel de línea hasta encontrarse con lo ya excavado desde la Rampa de Bertendona.
- Cuando los trabajos de excavación y sostenimiento han finalizado se inicia la construcción del revestimiento de los túneles y cavernas. En principio parece adecuado hacer el revestimiento en retroceso.
- Las estructuras interiores de la estación se construyen una vez finalizado el revestimiento de la estación.
- Por último, se construye la subestación de tracción que albergará la rampa de ataque.
- Se concluye el revestimiento de la rampa de ataque.

4.4 TRAMO IRALA-REKALDE

Este tramo se ejecuta desde tres rampas de ataque distintas: Parque Eskurtze, Rotonda de Rekalde y Masustegi. La secuencia de obras sería la siguiente:

- Excavación y sostenimiento de las rampas de ataque.
- Una vez alcanzado el túnel de línea, por cada rampa sale un equipo que se encargará de la excavación y sostenimiento del túnel, en dirección a las cavernas de estación.
- Excavación y sostenimiento de las estaciones de Irala y de Rekalde.
- Retroceso del equipo de excavación de la Rampa de ataque Masustegi para excavación y sostenimiento del tramo final del túnel con salida al emboquille de Basurto.
- Los cañones de acceso y las ventilaciones de emergencia y EBA de cada estación se ejecutan en paralelo con las excavaciones de cada estación.
- Tras finalizar la excavación de la caverna de la estación de Rekalde, el equipo de excavación procedente de la Rampa de Rekalde procederá a la excavación y sostenimiento de un tramo del túnel en dirección a Basurto. El equipo que proviene la rotonda de Rekalde prosigue la excavación y sostenimiento del túnel de línea hasta dar con lo ya excavado desde la rampa de ataque de Masustegi. Finalizado este tramo, retrocederá hasta el entronque con la rampa de ataque de Rekalde para comenzar la excavación del túnel de línea en dirección a Irala.
- El equipo procedente de Eskurtze, por su parte, una vez finalizados los trabajos de excavación y sostenimiento de la Estación de Irala proseguirá con la excavación y sostenimiento del túnel de línea en dirección a la conexión con el tramo anterior, en las cercanías del entronque con la rampa de la Avenida del Ferrocarril. Finalizado este trabajo, retrocederá al entronque de la rampa de Eskurtze con el túnel de línea para comenzar la excavación en dirección a Rekalde, al encuentro del otro equipo.
- Las estructuras interiores de cada estación se construyen una vez finalizado el revestimiento de la estación.
- Por último, se construye el revestimiento de las rampas de ataque.

4.5 SUPERESTRUCTURA, ACABADOS E INSTALACIONES

Tras finalizar las excavaciones

- El montaje de la superestructura de vía y electrificación se realiza cuando el resto de las actividades han concluido.
- Las últimas actividades de construcción consisten en el acabado de los elementos interiores de las rampas de ataque:
 - Si tras finalizar las obras, la rampa de ataque sirve como salida y/o ventilación de emergencia, se deberá realizar el camino de evacuación peatonal incluyendo pared de separación con el conducto de ventilación, escaleras y puertas de acceso a nivel de túnel y en el exterior o únicamente el conducto de ventilación, lo que corresponda en cada caso.
 - En el caso de que, tras las obras, la rampa de ataque vaya a quedar inutilizada, se rellenarán a fin de evitar deterioros de los túneles en el futuro.
 - Zona de cuartos técnicos en el túnel.
 - Bancada para ventiladores.
 - Cierre con tabiquería de la unión del conducto de ventilación con el túnel auxiliar para la construcción de la conexión con el túnel de Artxanda y del final de la caverna 2.
 - Cierre con verja del acceso al conducto de ventilación desde el exterior.
- Limpieza y remates en todo el tramo y estaciones.

Instalaciones y señalítica

- Finalizada la obra civil de las estaciones se procederá con las instalaciones necesarias para cumplir con la funcionalidad prevista en las mismas y la implantación de mobiliario y señalítica de ETS.

5. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El plazo total estimado para completar las obras contempladas en el presente Estudio Informativo de la Línea 4 del Ferrocarril Metropolitano de Bilbao es de seis (6) años.