

ANEJO N°5

Trazado

ÍNDICE

1. Introducción	1	4. Descripción de la solución adoptada	8
2. Condicionantes	1	4.1 Tramo Matiko-Deusto	8
2.1 Condicionantes Generales	1	4.1.1 Trazado en planta	8
2.1.1 Concepción funcional de la línea	1	4.1.2 Trazado en alzado	8
2.1.2 Infraestructuras viarias	1	4.2 Tramo Deusto-Moyua	8
2.1.3 Infraestructura ferroviaria existente y prevista	2	4.2.1 Trazado en planta	8
2.1.4 Otras infraestructuras proyectadas	3	4.2.2 Trazado en alzado	8
2.1.5 Población servida	3	4.3 Tramo Moyua-Irala	9
2.1.6 Explotación de la línea	3	4.3.1 Trazado en planta	9
2.1.7 Condicionantes geotécnicos	4	4.3.2 Trazado en alzado	9
2.1.8 Edificaciones y sótanos	4	4.4 Tramo Irala-Rekalde	9
2.2 Condicionantes Tramo Matiko-Deusto	4	4.4.1 Trazado en planta.	9
2.2.1 Condicionantes de explotación	4	4.4.2 Trazado en alzado	9
2.2.2 Cimentaciones, edificios y estructuras próximas a la traza	4	4.5 Tramo Rekalde-Basurto	10
2.2.3 Condicionantes geotécnicos	4	4.5.1 Trazado en planta	10
2.3 Condicionantes Tramo Deusto-Moyua	4	4.5.2 Trazado en alzado	10
2.3.1 Condicionantes geotécnicos	5	5. Listados de definición geométrica.	10
2.4 Condicionantes Tramo Moyua-Irala	5	5.1 Listado de definición geométrica en planta	11
2.4.1 Túneles de infraestructuras existentes y proyectadas.	5	5.2 Listado de definición geométrica en alzado	12
2.4.2 Aparcamiento Plaza Zababuru	5		
2.4.3 Cimentaciones, edificios y estructuras próximas a la traza	5		
2.5 Condicionantes Tramo Irala-Basurto	5		
2.5.1 Otras infraestructuras	5		
2.5.2 Geología y geotecnia	6		
2.5.3 Edificaciones y sótanos	6		
3. Criterios de diseño	6		
3.1 Velocidad de Circulación	6		
3.2 Parámetros Funcionales y Geométricos	6		
3.2.1 Túnel de línea	6		
3.2.2 Estaciones	7		
3.3 Sección Transversal. Gálidos	7		
3.3.1 Gálido vertical	7		
3.3.2 Gálido Lateral	7		

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente anejo es la exposición de los criterios de diseño y los condicionantes que han influido en el proceso de trazado desarrollado en el presente Estudio Informativo de la Línea 4 del Ferrocarril Metropolitano de Bilbao y la descripción pormenorizada del trazado, tanto desde el punto de vista de su encaje geométrico, como de su adaptación a los condicionantes impuestos.

La actual concepción de la nueva Línea 4 plantea una línea de Metro Bilbao independiente que conecte Rekalde con Moyúa pasando por Zabaltzuri e Irala. En Moyúa se propone una conexión intermodo y la prolongación de la actuación hasta conectar con la actual Línea 3 en Matiko pasando por Deusto.

Se prevé, además, que la línea no sólo extienda el servicio de METRO a los barrios de Rekalde e Irala, sino que lo extienda también a otros barrios al Sur de Bilbao, proponiendo para ello la prolongación de la nueva Línea 4 desde Rekalde hasta conectar con el soterramiento de ADIF - RAM en Basurto. El resultado es un trazado para la nueva Línea 4 que conectaría la Línea 3 de METRO en Matiko con la Línea de ADIF-RAM en Elejabarri, pasando por Moyúa.

El objeto del presente Estudio Informativo es el tramo de nueva infraestructura que materializaría esta conexión, sin abordar la conexión con la infraestructura existente de ADIF-RAM entre las estaciones de Ametzola y Basurto. No obstante, el presente anejo de trazado ha tenido en cuenta la necesidad de un adecuado trazado de conexión de La Línea 4 con el trazado de ADIF-RAM.

El tramo objeto del presente Estudio Informativo alcanza los 6.220 m que se extienden entre el actual mango de maniobra de la Estación de Matiko y el emboquille de salida en Elejabarri y discurren totalmente soterrados. A lo largo de este recorrido, se proponen seis nuevas estaciones: Deusto-Universidad, Parque, Moyua, Zabaltzuri, Irala y Rekalde.

2. CONDICIONANTES

A continuación, se repasan los múltiples condicionantes que han influido en el proceso de trazado de la solución finalmente adoptada para la Línea 4 en el presente estudio.

Se repasan primero los condicionantes generales que afectan a todo el trazado, pasando luego a describir otros condicionantes específicos a lo largo del recorrido de la línea que se explican agrupados por tramos.

2.1 CONDICIONANTES GENERALES

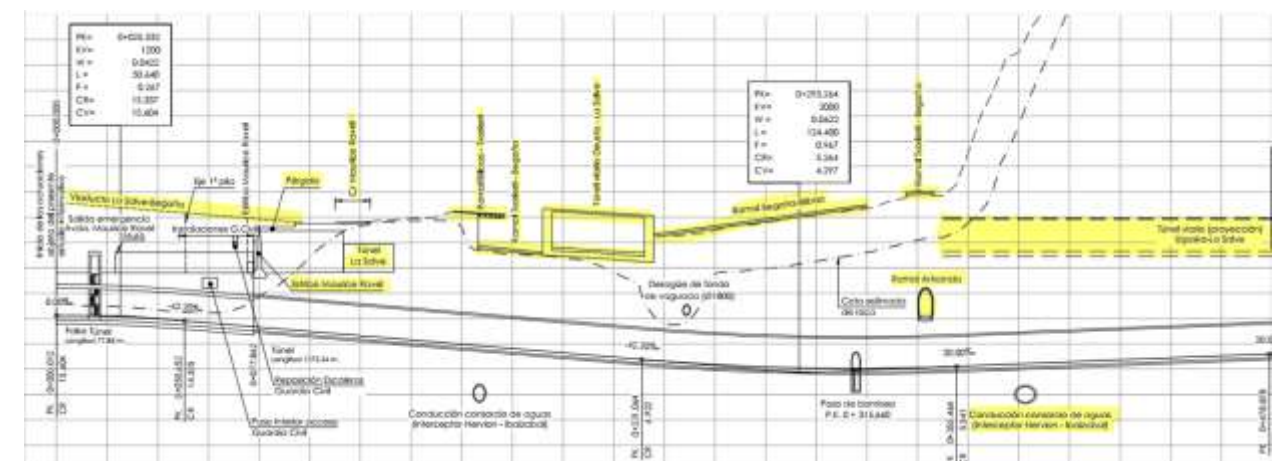
2.1.1 CONCEPCIÓN FUNCIONAL DE LA LÍNEA

El trazado propuesto para la nueva infraestructura ha de enlazar adecuadamente con el trazado de la Línea 3 en Matiko y con el trazado existente de la línea de ADIF-RAM de viajeros con la que se pretende compartir parte del trazado, es por lo que, aunque el objeto del Estudio Informativo se limita al tramo de nueva infraestructura, el trazado geométrico en planta y alzado de la línea que se desarrolla en el presente anejo sí debe abordar dichas conexiones para garantizar la funcionalidad.

Se ha de tener en cuenta, además, la requerida conexión intermodo en Moyúa, que condiciona el trazado de la línea a una nueva Estación en Moyua conectada a la ya existente.

2.1.2 INFRAESTRUCTURAS VIARIAS

La infraestructuras viarias que han condicionado el trazado de la Línea se concentran en los tramos en que ésta discurre cercana a la superficie, donde existen múltiples viales que condicionan la actuación. Estos viales han supuesto un serio condicionante principalmente en el tramo de inicio de la Línea 4 en Matiko, donde han exigido el diseño de distintas estructuras para garantizar la compatibilidad de estos trazados con la nueva línea.



Se trata de los siguientes trazados:

- Túnel viario Ugasko-La salve
- Túnel viario Deusto-La Salve
- Ramales del enlace de conexión con los Túneles de Artxanda
- Viaducto la Salve-Begoña
- Calle Maurice Ravel
- Túnel viario Ugasko-Artxanda

2.1.3 INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA EXISTENTE Y PREVISTA

El ámbito de actuación está condicionado por las características de la zona a servir y por las múltiples infraestructuras ferroviarias del entorno, tanto infraestructuras existentes, como previstas. Estas infraestructuras constituyen también condicionantes físicos y funcionales al desarrollo de la nueva línea, en unos casos por las posibles interferencias a evitar y en el caso de ADIF-RAM, además, por la necesidad de conexión de la nueva infraestructura con las mismas.

2.1.3.1 TÚNELES FERROVIARIOS.

Actualmente son varios los túneles en servicio que se desarrollan en el entorno de estos barrios, que constituyen un claro condicionante para el desarrollo de la nueva línea, cuya planta y alzado vendrá condicionado por la necesidad de dar servicio a estos barrios sin interferir con ninguno de los túneles existentes.

LÍNEAS DE ANCHO MÉTRICO

• Líneas 1-2 de Metro Bilbao

El trazado de estas líneas es común en el ámbito del estudio. Discurre soterrado por el centro de Bilbao y cuenta con estaciones en Deusto, San Mamés, Indautxu, Moyua y Abando. El cruce con la Línea 4 se produce en el entorno de la Plaza Federico Moyúa, donde, además, se propone una conexión entre estaciones para el intercambio entre líneas. Constituye por tanto un condicionante crucial para el trazado de la línea y la ubicación de la Estación de Moyua.

• Línea 3 de Metro Bilbao

El trazado de Línea 4 en su inicio en Matiko se plantea como prolongación del trazado de la Línea 3 superada la Estación de Matiko. El actual mango de maniobra de Matiko marca el inicio de la actuación, debiéndose entroncar adecuadamente en planta y alzado con el trazado de la línea en ese punto.

• Línea Bilbao-Balmaseda-Santander-León de ADIF-RAM.

Discurre en su trazado entre las Estaciones de Basurto y La Concordia por los Barrios de Basurto, Ametzola, Zabaltzu e Irala. Su trazado cuenta con un tramo de túnel en mina entre Ametzola y Cantalojas, el resto discurre en falso túnel junto a la carretera Basurto-Kastrexana, Calle Jardintxikerra y Avenida del Ferrocarril.

• Ramal Basurto-Ariz explotado por EUSKOTREN.

Variante de Mercancías, discurre por los barrios de Basurto, Rekalde e Irala. Línea transferida en 2018 al Gobierno Vasco, exclusiva de mercancías, en vía única y sin electrificar, que conecta con la terminal de contenedores de Ariz y discurre soterrada bajo las Calles Jaén y Eskurtze. Se ha contado con la documentación del Proyecto de soterramiento de la línea que se llevó a cabo en 2017 "Proyecto de Construcción del soterramiento de la línea de ADIF-RAM Basurto-Ariz". El proyecto se efectuó en dos tramos Basurto-Rekalde y Rekalde-Irala.

• Antiguo trazado del Ramal Basurto-Ariz.

Trazado hoy en desuso, también transferido al Gobierno Vasco, correspondiente al antiguo bypass de mercancías, cuyo trazado coincide en planta con el de la actual variante hasta que se separan en la Calle Jaén. El antiguo trazado cruza después bajo el Parque Eskurtze en falso túnel y posteriormente bajo la autopista A-8 a la altura de las instalaciones deportivas de El Fango. Infraestructuras que se mantienen sin servicio. En el Estudio Informativo de los accesos del TAV a Bilbao se plantea convertir este túnel en desuso en galería de evacuación.

LÍNEAS DE ANCHO CONVENCIONAL

Son dos las líneas de ancho convencional de ADIF, explotadas por RENFE, que discurren en el entorno de la actuación:

• Línea 720 de ADIF. Une Bilbao y Santurce y es el corredor utilizado por las líneas de cercanías C-1 (Bilbao Abando-Santurce) y C-2 (Bilbao Abando-Muskiz). Discurre soterrada en falso túnel bajo la Avenida del Ferrocarril, pasando luego a túnel en mina bajo el Barrio de Irala, el túnel de la Casilla, que finaliza en Abando.

• Línea 726 de ADIF (Variante de Mercancías RENFE). Túnel bypass de mercancías en Abando túnel de vía única de casi 2 km de longitud que une La Casilla con el túnel de Cantalojas.

2.1.3.2 ENTRADA DEL TAV A LA ESTACIÓN DE ABANDO

El "Estudio Informativo de la nueva red ferroviaria del País Vasco. Corredor de acceso y Estación de Bilbao-Abando" contempla el término del Eje Vitoria-Bilbao en la Estación de Abando, que pasaría a integrar el tráfico de viajeros de cercanías de FEVE y RENFE y también la Alta velocidad, proponiendo para ello una amplia remodelación del espacio ferroviario en torno a Abando.

Este trazado se desarrollaría en túnel excavado en mina que habrá de articular su entrada a Abando evitando interferir con los trazados ferroviarios existentes. El trazado del TAV a Abando y las galerías de emergencia previstas en el mismo suponen un condicionante a tener en cuenta en el diseño de la Línea 4.

2.1.3.3 VARIANTE SUR FERROVIARIA (VSF)FASE 2

En la actualidad ETS, en coordinación con el Ministerio de Fomento, ha finalizado el Estudio Informativo de la Fase 2 de la nueva Variante Sur Ferroviaria de Mercancías de Bilbao, que desarrolla el tramo comprendido entre el valle del Kadagua y el municipio de Basauri. El trazado de la Fase 2 de la VSF discurriría bordeando los Barrios de Rekalde e Irala por el sur en túnel en mina, se incluiría, por tanto, entre los condicionantes a tener en cuenta en el desarrollo de alternativas, tanto el tronco de la Fase 2 de la VSF, como los ramales y galerías de emergencia de la misma.

2.1.4 OTRAS INFRAESTRUCTURAS PROYECTADAS

2.1.4.1 VARIANTE DE REKALDE

Tanto el Plan General de Ordenación urbana de Bilbao como el Plan Territorial Parcial del Área Funcional de Bilbao Metropolitano contemplan la ejecución de la denominada Variante de Rekalde, consistente en una variante de trazado de la actual autopista A-8 que discurriría en túnel bordeando el Barrio de Rekalde por el Sur del mismo, desde Masustegi hasta Juan de Garay. Esta nueva infraestructura permitiría eliminar el tramo de la A8 que discurre actualmente por el Barrio de Rekalde.

El trazado de la nueva variante de trazado en túnel al Sur del barrio de Rekalde constituye, un condicionante añadido a tener en cuenta a la hora de diseñar la posibles alternativas de trazado de la Línea 4 entre Rekalde e Irala, al objeto de asegurar la ausencia de interferencias entre ambas infraestructuras.

2.1.4.2 CONEXIÓN VIARIA AMETZOLA-MIRIBILLA

El túnel en prolongación de la Avenida del Ferrocarril previsto en el vigente P.G.O.U. de Bilbao (Aprobación definitiva 2022) daría cabida a un nuevo vial de conexión directa entre los barrios de Ametzola y Miribilla. El texto relativo a esta infraestructura en el P.G.O.U. afirma que las rasantes previstas para el mismo son compatibles con los nuevos accesos ferroviarios a la estación de Abando. No existe Proyecto Constructivo.

El trazado de este viario contenido en el “Documento 1.1. Memoria de ordenación” del P.G.O.U. de Bilbao (Aprobación Definitiva) 2022 se ha incluido en los condicionantes a tener en cuenta en el diseño de la Línea 4, estimando para ello las cotas del mismo en base a la información publicada.

2.1.4.3 INTERCEPTORES DEL CONSORCIO DE AGUAS (CABB)

Entre las infraestructuras con que cuenta el CABB en el ámbito del estudio se encuentra, en primer lugar, el Interceptor Nervión Ibaizabal en la zona de Matiko, que discurre soterrado a considerable profundidad bajo el enlace de La Salve.

Existe una segunda infraestructura de la CABB que condiciona las actuaciones, el sifón de la Universidad del Interceptor Nervión-Ibaizabal del Consorcio en el entorno de la Plaza Euskadi y el Parque de Doña Casilda y el colector de Abandoibarra que conecta con el mismo.

A eso se une que el Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia (CABB) tiene entre sus planes la construcción del Túnel de Desagüe La Peña – Olabeaga, se trata de una propuesta definida a nivel de anteproyecto que pretende solucionar el problema de inundaciones en el Casco Viejo, donde el cauce de la Ría presenta una notable falta de capacidad, mediante la introducción de un by-pass subterráneo entre los Barrios de La Peña y Olabeaga que alivie parte de los caudales en caso de avenida.

Consiste en dos galerías circulares de 12,20 m de diámetro, cuya obra de descarga se ubicaría en el ámbito de Olabeaga y que quedan recogidas en el planeamiento municipal vigente. De cara al presente Estudio Informativo se ha tomado como referencia el trazado contemplado en el Anteproyecto para este túnel de descarga.

2.1.5 POBLACIÓN SERVIDA

Un condicionante determinante para el trazado de la nueva infraestructura es la necesidad de desarrollar estaciones que den servicio a las zonas de Deusto (Universidad), Plaza de Euskadi (Parque Doña Casilda), Zabaltzuri, Irala y Rekalde. Estas estaciones deben cumplir con el doble objetivo de optimizar la población servida por cada una de ellas y minimizar las afecciones en el entorno.

Las características morfológicas, geotécnicas y poblacionales de cada zona se convierten así en condicionante para la implantación de la nueva infraestructura, con especial atención a las edificaciones y a las múltiples infraestructuras, existentes y proyectadas, que discurrirían enterradas.

2.1.6 EXPLOTACIÓN DE LA LÍNEA

La explotación de la línea requerirá implantar aparatos de vía a lo largo de su recorrido asociados, por un lado, a los futuros ramales de conexión con la línea E3 de EuskoTren y, por otro lado, a la necesidad de disponer de escapes que garanticen el servicio en caso de existir algún incidente que deje fuera de servicio una de las vías en algún punto. La implantación de aparatos de vía debería coincidir en tramos de trazado en recta y con rasante uniforme.

La línea 4 proyectada cuenta con dos bretelles, una anterior (PK crecientes) a la Estación de Moyua y otra anterior a la Estación de Rekalde, este esquema funcional se considera adecuado para la explotación prevista.

2.1.7 CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS

Los túneles y cavernas del Metro de Bilbao (FMB) se desarrollan fundamentalmente en una roca blanda a dureza media de tipo limolita calcárea, aunque en ocasiones se describe como margas cuya litificación y resistencia se corresponde a un proceso de cementación (se suele establecer en más de un 30% el contenido en carbonatos). La perforación de túneles o cavernas en estos materiales se realiza habitualmente mediante potentes sistemas de excavación mecánica y sostenimientos diseñados por el sistema de Nuevo Método Austriaco (NMAT).

Los condicionantes geotécnicos básicos serían:

- Establecer que la sección de los túneles se sitúe en el sustrato rocoso con una tapada suficiente que permita garantizar que las afecciones al entorno son mínimas y no producen daños en edificios o redes de servicios.
- Como estructuras singulares los cañoneas de acceso, salidas de emergencia o ventilación requieren un sistema de entibación hasta su entrada en roca. El estudio debe permitir establecer soluciones viables para estos sistemas de contención garantizando que las excavaciones a realizar no afectarán a edificios.
- Por último, las zonas de pasos singulares bajo la Ría u otras infraestructuras se deben desarrollar en roca de buena calidad y mediante los procedimientos constructivos adecuados su ejecución y explotación debe ser suficientemente segura.

2.1.8 EDIFICACIONES Y SÓTANOS

A todo lo anterior se debe añadir como condicionante fundamental la necesidad de evitar afecciones a las edificaciones e instalaciones existentes.

El entorno de Bilbao se caracteriza por la existencia de edificaciones en altura, algunas de ellas con plantas de sótano o garajes bajo rasante. Destaca así mismo la presencia de diversos aparcamientos subterráneos, a menudo con varias plantas bajo rasante.

En el diseño del trazado se ha tenido en cuenta el número de plantas bajo rasante. En el caso de los aparcamientos de Zabaltzu, Kirikiño y Plaza Rekalde, se han tomado como referencia los proyectos de ejecución y/o as-built disponibles.

2.2 CONDICIONANTES TRAMO MATIKO-DEUSTO

2.2.1 CONDICIONANTES DE EXPLOTACIÓN

Al respecto de la explotación, para la fase de construcción el diseño y métodos constructivos asociados deberán tener en cuenta la necesidad de mantener el mango de maniobra de Línea 3 en Matiko en servicio durante las obras.

2.2.2 CIMENTACIONES, EDIFICIOS Y ESTRUCTURAS PRÓXIMAS A LA TRAZA

Para definir la traza y optimizarla, se ha tenido en cuenta los elementos singulares que hay a lo largo de la misma, que se concretan en los siguientes:

- Trazado de la Línea 3. Conexión con trazado de Línea 3 en mango de maniobra.
- Paso bajo el estribo del viaducto de la Avenida Maurice Ravel. Proximidad en el entorno a la pérgola sobre la antigua traza ferroviaria de EuskoTren, primera línea de pilas del citado viaducto y muros anclados próximos.
- Cruce y proximidad al Túnel viario Ugasko – La Salve.
- Cruce con el tubo de Ø1800 de drenaje de fondo de vaguada en la vaguada del enlace viario de La Salve.
- Cruces con el Interceptor Nervión-Ibaizabal-Tramos Universidad-Arenal del Consorcio de Aguas de Bilbao al paso por el monte Artxanda.
- Sótanos del edificio situado en confluencia de la Avenida Madariaga con c/ Heliodoro de la Torre, en Deusto.

2.2.3 CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS

Como puntos singulares en este tramo cabe reseñar los cruces en el tramo inicial con otros trazados viarios, especialmente los pasos bajo el estribo del viaducto de La Salve, el túnel del ramal de Artxanda y el falso túnel de la Salve y el tramo de trazado en paralelo al túnel viario Ugasko-La Salve. A esto se unirían los cruces con el Interceptor Nervión Ibaizábal que discurre en túnel en mina bajo el trazado proyectado.

El tramo cuenta con dos cavernas diseñadas para la conexión a futuro con el túnel ferroviario de la línea E3 de EuskoTren. La primera de las cavernas coincide con una vaguada donde la tapada de roca sobre la calve quedaría reducida a diámetro y medio.

2.3 CONDICIONANTES TRAMO DEUSTO-MOYUA

Los elementos singulares que han condicionado el diseño del trazado entre las estaciones de Deusto y Moyua son los siguientes:

- Paso bajo la Ría.
- Cimentaciones de la ría: estructuras pilotadas en el muelle de la margen izquierda de la Ría de Bilbao a la altura del Palacio Euskalduna.
- Galerías de encauzamientos pilotadas y Colector de Abandoibarra bajo el Parque de Doña Casilda, tras superar (PK crecientes) la Estación Parque.
- Sótanos del Museo de Bellas Artes y ampliación prevista del Museo.
- Sifón de la Universidad del Interceptor Nervión-Ibaizabal del Consorcio de Aguas de Bilbao en el entorno de la Plaza Euskadi.
- Trazado de la Línea 1: El trazado de Línea 4 se cruza en tramo de túnel de línea bajo la caverna de la Estación Moyua de Línea 1-2. La necesidad de generar un intermodo entre ambas obliga a acercar las galerías, quedando una tapada reducida, inferior a un diámetro, entre ambas.

2.3.1 CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS

Como puntos singulares se deben destacar los pasos bajo la línea 1-2 en el entorno de la Plaza Moyúa y el paso bajo la Ría. Sobre las condiciones que requieren estas zonas se han analizado soluciones de sostenimiento aplicadas en otros tramos del FMB estableciendo tratamientos especiales para su ejecución.

2.4 CONDICIONANTES TRAMO MOYUA-IRALA

2.4.1 TÚNELES DE INFRAESTRUCTURAS EXISTENTES Y PROYECTADAS.

En el tramo entre Zababuru e Irala, el trazado de la Línea 4 se cruza en planta con los túneles existentes de ADIF y ADIF-RAM, que condicionan el perfil longitudinal de la línea entre estas estaciones. Se diseña un perfil longitudinal que cruza bajo los tres túneles en servicio respetando una tapada de al menos un diámetro entre tubos.

Se ha de tener en cuenta, además, el túnel viario Ametzola-Miribilla incluido en el PGOU de Bilbao vigente. Se ha estimado el perfil longitudinal de dicho túnel, tomando para ello como referencia las cotas de los viales que conecta, resultando cotas alejadas de las de Línea 4 en el punto de cruce.

2.4.2 APARCAMIENTO PLAZA ZABABURU

El túnel de línea se diseña bordeando por el noroeste el aparcamiento ubicado en la Plaza Zababuru. Se trata de un parking subterráneo rotacional para residentes de la zona. Está inscrito en una circunferencia en paralelo a la línea de fachadas con la correspondiente distancia de resguardo, resultando una planta circular con un diámetro del orden de 80 metros, cuenta con 4 plantas, estando la más profunda a cota 14,30.

La necesidad de disponer una estación que de servicio, precisamente, al entorno de Plaza Zababuru hace necesario disponer en los accesos a la misma y las salidas a superficie de las ventilaciones de emergencia y EBA respetando el volumen ocupado por el aparcamiento.

2.4.3 CIMENTACIONES, EDIFICIOS Y ESTRUCTURAS PRÓXIMAS A LA TRAZA

El trazado diseñado se ha visto condicionado por los siguientes elementos presente entre Plaza Moyúa y Plaza Zababuru:

- Aparcamiento subterráneo Instituto/Miguel de Unamuno
- Aparcamiento de Plaza Zababuru.
- Aparcamiento Avenida Kirikiño
- Sótanos de edificios en superficie.

2.5 CONDICIONANTES TRAMO IRALA-BASURTO

2.5.1 OTRAS INFRAESTRUCTURAS

Las principales infraestructuras que han condicionado el trazado de este tramo son las siguientes:

- Cruce con la antigua Línea 782-Variante de mercancías Basurto-Ariz. Esta infraestructura condiciona la rasante de la caverna de Irala, ya que el túnel de línea de cruza bajo el mismo inmediatamente después de la caverna (PK crecientes).
- Túneles de desagüe La peña-Olabeaga. Se trata de una infraestructura planificada sin un nivel de desarrollo que permita garantizar la posición de los tubos. El trazado cuenta con un punto alto en la zona de cruce con las futuras galerías, al objeto de evitar condicionar a futuro esta infraestructura.
- Cruce con el antiguo trazado ferroviario de la Variante de mercancías Basurto-Ariz, actualmente inhabilitada.
- Encauzamientos del Arroyo Elguera en el Barrio de Rekalde. El arroyo Elguera se encuentra encauzado a lo largo del barrio de Rekalde, discurriendo por la Avenida Gordoniz, Plaza Rekalde y cruzando bajo los trazados soterrados de ADIF-RAM y ADIF-Ancho convencional y las edificaciones del entorno de Ametzola. Constituye por tanto otro condicionante a tener en cuenta para el desarrollo de alternativas soterradas en el entorno de Rekalde
- Encauzamiento del Arroyo Masustegi en Basurto.

- Entronque con la Línea de ADIF-RAM explotada por FEVE que discurre entre las estaciones de Basurto y Ametzola. El adecuado entronque con el trazado en planta y alzado de esta línea en el tramo Elejabarri-Basurto, condiciona el trazado del túnel de línea entre Rekalde y el cajón del soterramiento, exigiendo recurrir a inclinaciones de la rasante de 45 milésimas.

2.5.2 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

- El principal condicionante geológico-geotécnico surge en el entorno del Barrio de Rekalde con la presencia de un importante espesor de suelos coincidiendo con el eje de las Calles Gordoniz y Camilo-Villabaso. Se detectan espesores superiores a los 20 metros en toda esa zona, lo que supone un condicionante a tener en cuenta a la hora de plantear el trazado y tipología de las posibles soluciones.
- El emplazamiento de la caverna de Estación de Rekalde y el perfil longitudinal entre esta y el final del trazado en Basurto vienen totalmente condicionados por la necesidad de evitar en lo posible atravesar dichos suelos.

2.5.3 EDIFICACIONES Y SÓTANOS

El entorno de los barrios de Irala y Rekalde se caracteriza por la existencia de edificaciones en altura, algunas de ellas con plantas de sótano bajo rasante e incluso garajes. Destaca, así mismo, la presencia de varios aparcamientos subterráneos de residentes en los Barrios de Rekalde e Irala.

En este caso el punto crítico es el paso del túnel de línea bajo el aparcamiento de plaza Rekalde. Aparcamiento de residentes situado bajo la plaza Rekalde en el espacio comprendido entre el Colegio Público Gabriel Aresti y la calle Peña Lemona. El acceso rodado se encuentra en la calle Amboto. También cuenta con dos accesos peatonales, uno de ellos con ascensor, situados en los extremos de la zona deportiva que hay sobre el aparcamiento. Dispone de tres niveles de aparcamiento.

3. CRITERIOS DE DISEÑO

La previsión es que la nueva línea sea operada por EuskoTren, por lo que las características de trazado y sección deberán ser adecuadas a las unidades con las que opera el operador. Se adoptan como referencia en lo que a secciones tipo y criterios de diseño se refiere los adoptados en otras líneas del mismo operador.

Tanto los criterios adoptados, como los valores restrictivos de los distintos parámetros que se exponen, vienen sancionados por la práctica y se apoyan en criterios cinemáticos, habiendo sido definidos de acuerdo con la Dirección de Proyecto. En la elaboración de los mismos se han tenido en cuenta tanto las características geométricas y mecánicas del material móvil previsto en esta línea, como las características de las líneas ya construidas, de cara a garantizar la homogeneidad de la red.

3.1 VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN

Se establece, para la Línea 4 una velocidad de diseño de 80 Km/h, en consonancia con la del resto de líneas del F.M.B. En base a esta velocidad se obtienen los parámetros de diseño de la línea recogidos en los siguientes apartados.

En el recorrido completo de la Línea existirán puntos en los que las propias características de ésta implican una velocidad de circulación inferior, como pueden ser las entradas y salidas de estación o el paso por algunos aparatos de vía. En esos casos puntuales se pueden adoptar valores excepcionales, que habrán de tener en cuenta las condiciones reales de la línea en ese punto, tanto de circulación como geométricas, y cumplir siempre las condicionantes cinemáticos asociados a éstas.

3.2 PARÁMETROS FUNCIONALES Y GEOMÉTRICOS

3.2.1 TÚNEL DE LÍNEA

En las siguientes tablas se resumen los criterios de diseños, tanto funcionales como geométricos, aplicados en el diseño del trazado de la Línea 4.

PARÁMETROS FUNCIONALES				
VELOCIDAD DE DISEÑO			80 Km/h	
TRAZADO EN PLANTA				
Curvas circulares	Aceleración Transversal no compensada máx.		a_q Máx (m/s ²)	1 m/s ²
Acuerdos	Rampa de peralte máxima	$p_{Máx}$ (mm/m)	placa: 3 mm/m	balasto: 2,5 mm/m
	Velocidad Ascensional máxima	$[dp/dl]_{Máx}$ (mm/seg)		50 mm/seg
	Sobreaceleración máxima	S (m/s ² /s)		0,4 m/s ² /s
TRAZADO EN ALZADO				
Acuerdos	Aceleración Vertical máxima admisible		a_v Máx (m/s ²)	0,45 m/s ²
PARÁMETROS GEOMÉTRICOS				
TRAZADO EN PLANTA			Normal	Excepc.
Curvas circulares	Radio mínimo		250	200
Acuerdos	Longitud mínima por Velocidad Ascensional		$p \times v/50$	
	Longitud mínima por sobreaceleración		55,5 m	
TRAZADO EN ALZADO			Normal	Excepc.
Rampas y Pendientes	Inclinación máx. a cielo abierto	I_{max} (‰)		35 ‰
	Inclinación máx. en túnel	$I_{max}^{túnel}$ (‰)	40 ‰	55 ‰
	Inclinación mínima en túnel	I_{min} (‰)	5 ‰	0 ‰
	Inclinación máxima en estación		0 ‰	2 ‰
Curvas de acuerdo	Kv mínima	Línea	2000	1100
		Estación	1200	1100

3.2.2 ESTACIONES

Para la adecuada implantación de las estaciones dentro del trazado, se tendrán en cuenta que los andenes, siempre que sea posible, se han de emplazar en alineación recta y rasante horizontal. Podrán excepcionalmente ser curvos, no siendo en ningún caso el radio de curvatura inferior a 500 m o disponerse en rasante no horizontal de inclinación nunca superior a dos milésimas. A continuación, se resumen los parámetros de diseño adoptados:

PARÁMETROS DISEÑO DE ESTACIONES			
TRAZADO EN PLANTA		Normal	Excepc.
Curvas circulares	Radio mínimo	RECTA	500 m
TRAZADO EN ALZADO		Normal	Excepc.
Rampas y Pendientes	Inclinación máxima en estación	0 ‰	2 ‰
Curvas de acuerdo		1200	1100
GÁLIBOS		Normal	Excepc.
Gálibo Vertical		4,80 m	4,50 m
ANDENES		Mínimo	Excepc.
Longitud	Longitud mínima de andenes (andén útil)	80 m	74,4 m

(*) Siempre que con ello se cumpla evacuación (NFPA)

3.3 SECCIÓN TRANSVERSAL. GÁLIBOS

3.3.1 GÁLIBO VERTICAL

En cuanto al gálibo en altura, se deberá garantizar en todos los puntos una altura libre normal de al menos 4,80 metros, que podrá ser excepcionalmente de 4,5 metros, desde la rasante de la vía.

3.3.2 GÁLIBO LATERAL

Teniendo en cuenta que será explotado por EuskoTren, se recogen en el cuadro siguiente los gálivos laterales a considerar en función del radio de la curva circular que describa la vía en cuestión:

GÁLIBOS HORIZONTALES EUSKOTREN							
Datos de curva					Gálivos con pasillo lateral		Entrevía
Radio (m)	Peralte (mm)	Atnc (m/s ²)	V (km/h)	lv (mm)	Interior	Exterior	
200	140	0,8	73,49	1.080,00	2.631	2.197	3.408
250	132,7	0,75	80	1.077,50	2.598	2.196	3.372
300	110,6	0,63	80	1.075,00	2.537	2.229	3.335
350	94,8	0,54	80	1.072,50	2.492	2.251	3.307
400	83	0,47	80	1.072,50	2.459	2.269	3.288
450	73,7	0,42	80	1.070,00	2.432	2.281	3.270
500	66,4	0,38	80	1.070,00	2.411	2.292	3.257
550	60,3	0,34	80	1.070,00	2.394	2.301	3.247
600	55,3	0,32	80	1.070,00	2.379	2.308	3.239
650	51	0,29	80	1.070,00	2.367	2.314	3.233
700	47,4	0,27	80	1.070,00	2.357	2.319	3.227
750	44,2	0,25	80	1.070,00	2.347	2.324	3.222
1000	33,2	0,19	80	1.070,00	2.315	2.339	3.205
1500	22,1	0,13	80	1.070,00	2.283	2.355	3.188
2000	16,6	0,09	80	1.070,00	2.266	2.362	3.179
RECTA	0	0	80	1.070,00	2.378	2.378	3.261

4. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

4.1 TRAMO MATIKO-DEUSTO

4.1.1 TRAZADO EN PLANTA

El primer tramo diferenciado del proyecto, con una longitud entrono a los 1.700 metros, comienza justo en la pared del mango de maniobras existente en Matiko. El radio del eje de túnel es de 130m girando a la izquierda. El proyecto enlaza a esa curva existente con una curva de transición de 14m de longitud para disponer de una pequeña recta y otra curva de transición de 16m que conecta con una curva a la derecha de radio 180m. Esta pequeña recta, de 5,136m de longitud en el eje de túnel, no cumple con los criterios de longitud mínima de recta de 15m, pero viene obligada para sortear por una parte la pila existente para permitir los tratamientos y sostenimientos adecuados. Se ha estudiado desplazar a la izquierda el trazado; no ha sido posible debido a las casas de la Calle de La Salve, donde el túnel pasa muy cerca de su parte trasera.

La gran dificultad constructiva de esta zona, con multitud de estructuras existentes a respetar y proteger llevan a parámetros geométricos muy estrictos; en cualquier caso, las bajas velocidades a las que circularán los trenes en esta zona no producirán un empeoramiento de la explotación. Hay que tener presente que vendrán probablemente de parada en Matiko, pasando por los aparatos de vía de la bifurcación a 40 km/h en el mejor de los casos y por el antiguo mango de maniobra a esa misma velocidad.

A continuación de la curva de 180 metros de radio se enlaza con otra en el mismo sentido de 320m de radio. Una larga recta de 574 m permite en su final las conexiones de los futuros ramales de Artxanda. A continuación, una curva larga a la izquierda de 331m de longitud y 239,99m de radio. El trazado sigue con una recta de 208,131 metros de longitud donde se sitúa la estación de Deusto-Universidad. Se llega al cruce bajo la ría con una curva a la izquierda de 320m de radio que da paso al tramo Deusto-Moyua.

4.1.2 TRAZADO EN ALZADO

El trazado comienza con una alineación horizontal a cota 15,604, prolongación de la existente en el mano de maniobras de Matiko.

Rápidamente se desciende con un acuerdo mínimo de radio 1200m y una pendiente de -4,22%, para pasar por debajo de la conducción de desagüe del fondo de vaguada del enlace de la Salve y el Interceptor Nervión del Consorcio de Aguas de Bilbao, asimismo del futuro ramal de conexión con el túnel de Artxanda. Con un acuerdo de radio 2000 se sube a continuación con una rampa del 2% para pasar por encima del interceptor Nervión del Consorcio de Aguas de Bilbao de nuevo. Sigue una curva convexa de radio 2000 para bajar con una pendiente del -2,10% donde conectan los dos ramales de la conexión futura de Artxanda. Sigue otra curva convexa de parámetro 1500 y una

pendiente del -4,00 para llegar a la horizontal a cota -18 de la estación de Deusto-Universidad. Antes de la estación se transiciona con un acuerdo de radio 1200, al igual que después de la estación con otro acuerdo de radio 1200 se llega al final del tramo con una rampa de -3,50% con la que se llega al cruce bajo la ría donde una acuerdo vertical de parámetro Kv=3.000 articula el paso bajo el cauce.

4.2 TRAMO DEUSTO-MOYUA

4.2.1 TRAZADO EN PLANTA

Este tramo se iniciaría en el cruce bajo la ría, donde el radio del eje de túnel es de 320m girando a la izquierda para cruzar la ría alrededor del PK 1+720. Finalizada la curva, una clotoide de transición de 69,85 metros da paso a la recta que da cabida a la estación de Parque.

La estación se encuentra en una larga recta de 366,55m de longitud y a continuación, con una curva a la derecha de radio 300m, se llega a otra alineación recta de 332,34m en la que ubica la Estación de Moyua. En la recta anterior a la estación, el esquema de explotación exige la colocación de una doble diagonal. En este punto, la exigencia del trazado obliga a reducir la transición de la siguiente curva a los 46m, cuando lo normal serían 60m, previendo una transición de peralte a 3mm/m. Esta transición lleva a una curva a la derecha de radio 200m que enlaza con el proyecto siguiente de la Línea 4.

4.2.2 TRAZADO EN ALZADO

Una curva vertical de 3000m de radio permite la transición de la pendiente de 35 milésimas en la que acababa el tramo anterior a otra del 10 milésimas que permite mantener el túnel con una tapada adecuada de roca. A esta le sigue un nuevo acuerdo que supone un punto bajo en el trazado coincidente con la estructura pilotada del arroyo Elguera en el Parque de Doña Casilda. Este acuerdo transiciona a una rampa de 40 milésimas para volver a subir rápidamente a la cota -23,00 donde se ubica la estación Parque. El acuerdo precedente a la estación es de 1200 y el posterior a la misma de 5000.

A continuación, en un tramo largo de pendiente única al 1,00% se llega al cruce con la Línea 1. La doble diagonal se colocará antes de realizarse este cruce, esto será poco antes de subir con un 4,50% de pendiente para llegar a la cota de la Estación de Moyua, a la cota -15,00. De nuevo, el acuerdo precedente es el mínimo de 1200m de radio.

Las curvas verticales que se suceden después de la Estación de Moyua vienen condicionadas por la cota de la siguiente estación, la de Zababuru, que se encuentra a cota 0,00. A continuación de los andenes de Moyua, el túnel asciende con una pendiente de 4,50%. Esta subida estará entre dos acuerdos verticales, el anterior de 2000 metros y el posterior de 1200 metros, con los que se conseguirá la cota necesaria en Zababuru.

4.3 TRAMO MOYUA-IRALA

La principal dificultad de este tramo radica en la presencia de los túneles de RENFE (túnel de la Casilla de acceso a la Estación de Abando y variante de mercancías que conecta este túnel con el de Cantalojas), el trazado de FEVE y la presencia de los aparcamientos subterráneos de Miguel de Unamuno, Zabalburu y Avenida Kirikiño.

Todo ello obliga a diseñar un trazado que esquiva en planta los aparcamientos subterráneos y cruza, en alzado, bajo los túneles de ADIF y ADIF-RAM, hecho este que deriva en la considerable profundidad de la caverna de Irala, con una importante diferencia de cotas con los accesos desde superficie a la misma.

4.3.1 TRAZADO EN PLANTA

Superada la Estación de Moyua, el trazado describe una curva a derechas de radio 200, con sus correspondientes curvas de transición, que bordea el aparcamiento del Instituto por oeste del mismo y finaliza en la recta en la que se implanta la Estación de Zabalburu. Superada ésta, una curva a izquierdas de radio 250 metros, con sus correspondientes clotoideas anterior y posterior, rodea por el oeste los aparcamientos de Zabalburu y Kirikiño conectando con una recta de 449 m de longitud que da cabida a la estación de Irala.

4.3.2 TRAZADO EN ALZADO

El perfil longitudinal del túnel de línea es ascendente en todo este tramo, desde la Estación de Moyua (cota -15,0) hasta la estación de Irala (cota 17,5), pasando por la estación de Zabalburu (cota 0,0).

El trazado parte de la Estación de Moyua con un acuerdo vertical de parámetro $K_v = 2.000$ que permite transicionar desde la rasante horizontal de la estación a la rampa de 45 milésimas de inclinación que da forma al trazado del túnel de línea entre las Estaciones de Moyua y Zabalburu, donde un acuerdo vertical de parámetro $K_v = 1.200$ enlaza con la rasante horizontal en que se implantan los andenes de esta última.

Tras la caverna de Zabalburu, un nuevo acuerdo vertical de 1.200 metros de radio da paso a una rampa de 33 milésimas de inclinación que se extiende hasta las inmediaciones de la caverna de Irala, donde un nuevo acuerdo vertical de igual radio finaliza en la rasante horizontal de la Estación de Irala.

En este tramo anterior a la Estación de Irala donde se encuentran algunos de los principales elementos condicionantes del trazado en alzado de la línea: El cruce bajo el túnel de ancho métrico de ADIF-RAM y el cruce bajo los túneles de ancho convencional de ADIF que dan forma al acceso de RENFE a Abando y el by-pass de mercancías.

4.4 TRAMO IRALA-REKALDE

Este tramo se extiende entre la Estación de Irala y el emboquille de salida del túnel en mina en Basurto que pone fin al tramo de nueva infraestructura de la Línea 4 objeto del presente estudio informativo.

El trazado está condicionado entre las Estaciones de Irala y Rekalde por la necesidad de cruzar, con una adecuada distancia entre túneles, con los trazados de la Variante de Mercancías Basurto-Ariz de ancho métrico, los túneles de desagüe La Peña-Olabeaga (en proyecto) y las trazas previstas para la Variante de Rekalde, los accesos del TAV a Abando y la Fase 2 de la Variante Sur Ferroviaria, todos ellos actualmente en proyecto.

Llegados ya al Barrio de Rekalde aparece el importante condicionante geotécnico existente en el entorno de la Calle Gordoniz y Plaza Rekalde, consistente en un importante espesor de suelos bajo edificaciones que exigen que el trazado discurra a cotas muy bajas que garanticen la máxima tapada de roca posible sobre los túneles. A esto se une la presencia del aparcamiento subterráneo de Plaza Rekalde y los encauzamientos del Arroyo Elguera.

Finalmente, el final del trazado objeto del presente Estudio Informativo viene condicionado por la necesidad de conectar con el trazado de ADIF-RAM en la recta previa a la Estación de Basurto. En esta zona la línea explotada por FEVE discurre en falso túnel bajo la vialidad municipal.

4.4.1 TRAZADO EN PLANTA.

El trazado en planta entre las estaciones de Irala y Rekalde describe un largo acuerdo circular a derechas de radio 355 metros y desarrollo superior a los 850 metros con sus respectivas clotoideas de transición. Este acuerdo enlaza directamente la recta de la Estación de Irala con la que acoge la doble diagonal y los andenes de la Estación de Rekalde.

4.4.2 TRAZADO EN ALZADO

Por lo que al alzado de la línea se refiere, inmediatamente después de la Estación de Irala el trazado cruza baja la Variante de mercancías de FEVE, con aproximadamente un diámetro y medio de tapada de roca entre ambas, para pasar luego sobre las cotas previstas para los túneles de desagüe La Peña-Olabeaga. Todo ello condiciona el perfil longitudinal de la nueva línea en este tramo posterior a la Estación de Irala.

Apenas 100 metros más adelante el trazado vuelve a cruzar a desnivel con otra infraestructura, en este caso el túnel de la antigua Variante de mercancías de FEVE, hoy fuera de servicio, pasando bajo la misma con una importante tapada de roca entre ambos túneles.

A partir de este punto el trazado se desarrolla sin grandes condicionantes, con una inclinación de la rasante de 11,30 milésimas que se extiende hasta las inmediaciones de la Estación de Rekalde, donde un largo acuerdo vertical de parámetro 18.000 articula la transición a la rasante horizontal en la que se ubican la bretelle anterior a la caverna y los andenes de la estación.

4.5 TRAMO REKALDE-BASURTO

El tramo final de la nueva infraestructura se extiende entre el testero final de la Estación de Rekalde y el final del túnel en mina, coincidiendo con lo que a futuro sería el falso túnel de entronque con la línea de ADIF-RAM.

Los principales condicionantes en este tramo son, además de la potencia de suelos ya mencionada en el entorno de Rekalde, la presencia del aparcamiento subterráneo de Plaza Rekalde, la necesidad de diseñar un trazado en prolongación del soterramiento ferroviario de Basurto, la presencia de la A-8 y la posible interferencia con los túneles de la Variante de Rekalde en proyecto, cuyo inicio se prevé en la misma zona en que finaliza la nueva infraestructura de Línea 4.

4.5.1 TRAZADO EN PLANTA

El trazado en planta en este tramo busca entroncar con la línea de ADIF-RAM y desarrolla para ello a partir de la estación dos acuerdos curvos de sentido contrario y radios centrales 250 metros el primero y 350 metros el segundo que permiten finalizar conectando con la recta del soterramiento de ADIF-RAM en Basurto.

4.5.2 TRAZADO EN ALZADO

El trazado en alzado de este tramo parte de la Estación de Rekalde con un acuerdo convexo de parámetro 1.200 que da paso a una endiente de 45 milésimas. Esto permite al túnel en mina discurrir bajo el aparcamiento de Plaza Rekalde con una tapada superior a diámetro y medio y también bajo los suelos ubicados en el entorno de Gordoniz, minimizando el tramo de túnel afectado por los mismos.

El trazado cuenta en esta zona con un punto bajo, que da paso a una nueva rampa de 45 milésimas necesaria para conseguir salir a superficie en Elejabarri a cotas compatibles con el soterramiento de ADIF-RAM entre las Estaciones de Basurto y Ametzola.

El trazado finaliza en el emboquille de salida del túnel en mina que se produce bajo la calzada Donostia-Santander de la A-8 en una zona en que la autopista discurre en trinchera, lo que permitiría realizar el emboquille sin afectar a la circulación en la A-8.

5. LISTADOS DE DEFINICIÓN GEOMÉTRICA.

A continuación, se adjuntan los listados de definición geométrica en planta y alzado del eje de la Línea 4 objeto del Estudio Informativo.

5.1 LISTADO DE DEFINICIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA

* * * LISTADO DE LAS ALINEACIONES * * *											
DATO	TIPO	LONGITUD	P.K.	PK usuario	X TANGENCIA	Y TANGENCIA	RADIO	PARAMETRO	AZIMUT	Cos/Xc/Xinf	Sen/Yc/Yinf
1	CIRC.	110.429	-117.710	-117.710	505861.392	4790802.469	-130.000		339.7855	505785.334	4790697.040
	CLOT.	14.000	-7.281	-7.281	505756.393	4790823.777		42.661	285.7074	505742.867	4790820.173
2	RECTA	5.136	6.719	6.719	505742.867	4790820.173			282.2794	-0.9615090	-0.2747735
	CLOT.	16.000	11.856	11.856	505737.928	4790818.762		53.666	282.2794	505737.928	4790818.762
3	CIRC.	65.526	27.856	27.856	505722.482	4790814.594	180.000		285.1088	505680.761	4790989.692
	CLOT.	46.761	93.382	93.382	505657.405	4790811.214		138.704	308.2838	505556.621	4790845.524
4	CIRC.	53.192	140.143	140.143	505612.075	4790822.359	320.000		321.2044	505716.700	4791124.772
	CLOT.	54.180	193.335	193.335	505563.479	4790843.838		131.672	331.7866	505517.467	4790872.413
5	RECTA	547.262	247.515	247.515	505517.467	4790872.413			337.1760	-0.8342863	0.5513315
	CLOT.	66.178	794.776	794.776	505060.894	4791174.136		126.023	337.1760	505060.894	4791174.136
6	CIRC.	331.425	860.954	860.954	505004.113	4791208.019	-239.986		328.3984	504900.575	4790991.516
	CLOT.	66.178	1192.380	1192.380	504707.491	4791134.036		126.023	240.4799	504673.273	4791077.457
7	RECTA	208.131	1258.558	1258.558	504673.273	4791077.457			231.7023	-0.4776499	-0.8785503
	CLOT.	69.847	1466.689	1466.689	504573.859	4790894.603		149.503	231.7023	504573.859	4790894.603
8	CIRC.	486.283	1536.536	1536.536	504542.767	4790832.100	-320.000		224.7544	504838.879	4790710.782
	CLOT.	69.847	2022.819	2022.819	504702.577	4790421.262		149.503	128.0116	504767.732	4790396.197
9	RECTA	366.551	2092.666	2092.666	504767.732	4790396.197			121.0637	0.9457605	-0.3248646
	CLOT.	74.188	2459.216	2459.216	505114.401	4790277.118		149.186	121.0637	505114.401	4790277.118
10	CIRC.	149.213	2533.404	2533.404	505183.466	4790250.165	300.000		128.9353	505051.758	4789980.623
	CLOT.	74.188	2682.617	2682.617	505296.112	4790154.666		149.186	160.5993	505334.004	4790090.943
11	RECTA	332.342	2756.805	2756.805	505334.004	4790090.943			168.4709	0.4752586	-0.8798462
	CLOT.	46.887	3089.147	3089.147	505491.952	4789798.534		96.837	168.4709	505491.952	4789798.534
12	CIRC.	240.808	3136.034	3136.034	505512.595	4789756.467	200.000		175.9332	505326.717	4789682.647
	CLOT.	50.000	3376.842	3376.842	505462.281	4789535.602		100.000	252.5848	505422.854	4789504.910
13	RECTA	175.965	3426.842	3426.842	505422.854	4789504.910			260.5426	-0.8139969	-0.5808693
	CLOT.	55.000	3602.807	3602.807	505279.619	4789402.697		117.260	260.5426	505279.619	4789402.697
14	CIRC.	183.619	3657.807	3657.807	505236.074	4789369.148	-250.000		253.5397	505402.753	4789182.820
	CLOT.	55.000	3841.426	3841.426	505154.170	4789209.401		117.260	206.7815	505152.347	4789154.461
15	RECTA	449.081	3896.426	3896.426	505152.347	4789154.461			199.7787	0.0034759	-0.9999940
	CLOT.	41.000	4345.507	4345.507	505153.907	4788705.382		120.644	199.7787	505153.907	4788705.382
16	CIRC.	864.160	4386.507	4386.507	505153.261	4788664.393	355.000		203.4550	504798.784	4788683.650
	CLOT.	41.000	5250.667	5250.667	504516.834	4788467.943		120.644	358.4244	504493.197	4788501.436
17	RECTA	263.143	5291.667	5291.667	504493.197	4788501.436			362.1006	-0.5607754	0.8279680
	CLOT.	57.600	5554.810	5554.810	504345.633	4788719.309		120.000	362.1006	504345.633	4788719.309
18	CIRC.	46.102	5612.410	5612.410	504311.546	4788765.698	-250.000		354.7668	504122.040	4788602.641
	CLOT.	57.500	5658.512	5658.512	504278.433	4788797.682		119.896	343.0270	504230.978	4788830.092
	CLOT.	39.000	5716.012	5716.012	504230.978	4788830.092		116.833	335.7058	504230.978	4788830.092
19	CIRC.	215.355	5755.012	5755.012	504198.349	4788851.443	350.000		339.2527	504400.736	4789136.994
	CLOT.	39.000	5970.367	5970.367	504070.645	4789020.632		116.833	378.4240	504059.056	4789057.864
20	RECTA	325.395	6009.367	6009.367	504059.056	4789057.864			381.9708	-0.2794309	0.9601658
			6334.762	6334.762	503968.130	4789370.298			381.9708		

5.2 LISTADO DE DEFINICIÓN GEOMÉTRICA EN ALZADO

* * * ESTADO DE RASANTES * * *										
PENDIENTE	LONGITUD	PARAMETRO	VÉRTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT.	DIF.PEN
(o/oo)	(m.)	(kv)	PK	Z	PK	Z	PK	Z	(m.)	(o/oo)
0.000000	50.640	1200.000	25.332	15.604	0.000	15.604				
-42.200000	124.400	2000.000	293.264	4.297	0.012	15.604	50.652	14.535	0.267	-42.200
20.000000	82.000	2000.000	519.878	8.830	231.064	6.922	355.464	5.541	0.967	62.200
-21.000000	28.500	1500.000	800.158	2.944	478.878	8.010	560.878	7.969	0.420	-41.000
-40.000000	48.000	1200.000	1323.750	-18.000	785.908	3.243	814.408	2.374	0.068	-19.000
0.000000	42.004	1200.000	1475.631	-18.000	1299.750	-17.040	1347.750	-18.000	0.240	40.000
-35.003007	75.009	3000.000	1717.999	-26.484	1454.629	-18.000	1496.632	-18.735	0.184	-35.003
-10.000000	100.000	2000.000	2012.918	-29.433	1680.494	-25.171	1755.503	-26.859	0.234	25.003
40.000000	48.000	1200.000	2173.738	-23.000	1962.918	-28.933	2062.918	-27.433	0.625	50.000
0.000000	50.000	5000.000	2371.838	-23.000	2149.738	-23.960	2197.738	-23.000	0.240	-40.000
10.000000	42.000	1200.000	2828.995	-18.428	2346.838	-23.000	2396.838	-22.750	0.062	10.000
45.000000	54.000	1200.000	2905.182	-15.000	2807.995	-18.638	2849.995	-17.483	0.184	35.000
0.000000	90.000	2000.000	3115.090	-15.000	2878.182	-16.215	2932.182	-15.000	0.304	-45.000
45.000000	54.000	1200.000	3448.423	0.000	3070.090	-15.000	3160.090	-12.975	0.506	45.000
0.000000	39.600	1200.000	3629.448	0.000	3421.423	-1.215	3475.423	0.000	0.304	-45.000
33.000000	39.600	1200.000	4159.751	17.500	3609.648	0.000	3649.248	0.653	0.163	33.000
0.000000	50.000	2000.000	4374.338	17.500	4139.951	16.847	4179.551	17.500	0.163	-33.000
25.000000	181.500	5000.000	4556.515	22.054	4349.338	17.500	4399.338	18.125	0.156	25.000
-11.300000	203.400	18000.000	5180.799	15.000	4465.765	19.786	4647.265	21.029	0.824	-36.300
0.000000	54.000	1200.000	5485.689	15.000	5079.099	16.149	5282.499	15.000	0.287	11.300
-45.000000	180.000	2000.000	5646.599	7.759	5458.689	15.000	5512.689	13.785	0.304	-45.000
45.000000	69.746	2000.000	6215.394	33.355	5556.599	11.809	5736.599	11.809	2.025	90.000
10.126985					6180.521	31.786	6250.267	33.708	0.304	-34.873
							6334.762	34.564		