Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

IDOM

ESTUDIO INFORMATIVO DE TRANVÍA EN SANTANDER

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Trabajo realizado por:
Pablo Mirantes Ibabe

Dirigido:
José Luis Moura Berodia
María Concepción Ortega Ortiz

Titulación:
Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Santander, junio de 2023

RESUMEN

El Estudio Informativo del Tranvía de Santander tiene como objetivo buscar la mejor alternativa para la ejecución de un tranvía que consiga enlazar distintos puntos de la ciudad que son generadores de viajes.
De esta forma se busca reducir el uso del vehículo privado y fomentar el transporte público, que ha sido estudiado detalladamente, en su situación actual como en el futuro, con el impacto del tranvía.
Para conseguir una solución innovadora que cumpla con el objetivo de unir el centro de la ciudad con el parque tecnológico, las universidades, la playa o los nuevos desarrollos urbanos periféricos, se propone un tranvía segregado en todo su recorrido. Además, se plantea un túnel que atraviese transversalmente la ciudad para unir de forma rápida y directa la Plaza de las Estaciones con la Avenida de los Castros, incluyendo una parada subterránea al estilo metro, en la parte trasera del Ayuntamiento.
El trazado tendrá una longitud de más de 13 kilómetros entre las cabeceras, con todo su recorrido en vía doble, para evitar conflictos y asegurar las frecuencias.
El trazado se iniciará en el centro Comercial de El Corte Inglés de Nueva Montaña y atravesará el PCTCAN, el Alisal, Cazoña, Valdecilla, la Calle Castilla, Estaciones, el centro de manera subterránea, la Avenida los Castros, para finalmente dirigirse al Intercambiador del Sardinero, donde finalizará la línea.

SUMMARY

The Informative Study of the Santander Tram aims to find the best alternative for the execution of a tram that manages to link different points of the city that are generators of trips.
In this way, it seeks to reduce the use of private vehicles and promote public transport, which has been studied in detail, in its current situation and in the future, with the impact of the tram.
To achieve an innovative solution that meets the objective of linking the city centre with the technology park, the universities, the beach or the new peripheral urban developments, a segregated tram is proposed along its entire route. In addition, a tunnel is proposed that crosses the city to quickly and directly linking Plaza de las Estaciones with the Avenida de los Castros, including an underground metro-style stop, near of the City Hall.
The layout will have a length of more than 13 kilometres between the heads, with its entire route on double track, to avoid conflicts and ensure frequencies. The route will start at the El Corte Inglés shopping center in Nueva Montaña and will cross the PCTCAN, Alisal, Cazoña, Valdecilla, Calle Castilla, Estaciones, the city centre, Avenida los Castros, and finally go to the Interchange of El Sardinero, where the line will end.

DOCUMENTO Nº1

MEMORIA Y ANEJOS

PROYECTO DE TRANVÍA EN SANTANDER
TRABAJO DE FÍN DE MÁSTER

MEMORIA

PROYECTO DE TRANVÍA EN SANTANDER
TRABAJO DE FÍN DE MÁSTER

ÍNDICE

1. OBJETO Y ALCANCE 3

2. DATOS PREVIOS 3

2.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS 3
2.2. ANTECEDENTES CONTEMPORÁNEOS 4

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 4

3.1. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO 4
3.2. PLANEAMIENTO URBANÍSITCO 4
3.3. ESTUDIO DE MOVILIDAD 5
3.4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS 5
3.5. ESTUDIO DE DEMANDA 7
3.6. TRAZADO 7
3.7. PLATAFORMA Y SUPERESTRUCTURA 8
3.8. PARADAS 8
3.9. ELECTRIFICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN 8
3.10. INSTALACIONES DE SEGURIDAD Y COMUNICACIÓN 9
3.11. TALLERES Y COCHERAS 9
3.12. MATERIAL MOVIL 9
3.13. EXPLOTACIÓN 9
3.14. INTEGRACIÓN URBANA 9
3.15. PROGRAMA DE TRABAJOS 10

4. PRESUPUESTO 10

5. DOCUMENTOS QUE COMPONEN EL PROYECTO 10

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. PLANO DE SANTANDER DE 1910 (FUENTE: IGN) 3
ILUSTRACIÓN 2. RED DE TRANVÍAS DE SANTANDER (ELABORACIÓN PROPIA) 3
ILUSTRACIÓN 3. AUTOBUSES USADOS EN EL SERVICIO METROTUS. FUENTE: AYUNTAMIENTO DE SANTANDER 4
ILUSTRACIÓN 4. TRANVÍA DE VITORIA, TRANSFORMACIÓN URBANA. FUENTE: VITORIA EN CONSTRUCCIÓN 4
ILUSTRACIÓN 5. ALTERNATIVAS DE IMPLANTACIÓN DEL METRO LIGERO. FUENTE: PLAN DE MOVILIDAD SOSTENIBLE DE SANTANDER 5
ILUSTRACIÓN 6. PORTADA DEL CAPÍTULO DEDICADO A LA MOVILIDAD DEL DOCUMENTO SANTANDER 2055. 5
ILUSTRACIÓN 7. PLANO DE MEDIDAS DE MOVILIDAD ALTERNATIVA. FUENTE: SANTANDER 2055 5
ILUSTRACIÓN 8. ALTERNATIVAS DE TRAZADO 6
ILUSTRACIÓN 9. PROPUESTA DE REORDENACIÓN LAS LÍNEAS DEL TUS. 7
ILUSTRACIÓN 10. TRAZADO SELECCIONADO CORRESPONDIENTE A LA ALTERNATIVA 5 7
ILUSTRACIÓN 11. PLATAFORMA SOBRE CESPED 8
ILUSTRACIÓN 12. TERMÓMETRO DE LAS PARADAS PLANTEADAS 8
ILUSTRACIÓN 13. RENDER DE LAS COCHERAS, CENTRO DE CONTROL Y TALLERES 9

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. LÍNEAS DE TRANVÍA DE LA PRIMERA ETAPA DE FUNCIONAMIENTO 3
TABLA 2. RESUMEN DE ALTERNATIVAS 6
TABLA 3. PARÁMETROS GEOMÉTRICOS DEL TRAZADO 8
TABLA 4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS VEHÍCULOS 9

1. OBJETO Y ALCANCE

El proyecto de tranvía en Santander tiene como objetivo plantear, evaluar y seleccionar de entre las distintas alternativas planteadas, una que dé respuesta a las necesidades de transporte y movilidad existentes en Santander.

Esto engloba tanto las necesidades de la ciudadanía, que vienen reflejadas en diversos documentos oficiales, siendo el principal el PGOU de 2012 (Derogado posteriormente), como los condicionantes técnicos y urbanísticos que debe afrontar el proyecto.

En este trabajo desarrolla la infraestructura y superestructura, además del trazado básico que debe tener la nueva línea tranviaria entre el Centro Comercial del Corte Inglés de Nueva Montaña y El Sardinero (Intercambiador).

2. DATOS PREVIOS

2.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

En Santander existió una red de tranvías desde finales del siglo XIX hasta mediados del siglo XX, en el que las redes que discurrían por las calles santanderinas se fueron cerrando para dejar paso a trolebuses y más tarde a autobuses, debido a que las redes existentes se encontraban en un estado anticuado e ineficiente ante el auge del automóvil.

En la época en la que comenzó la andadura del tranvía, la ciudad no se había desarrollado y su núcleo urbano comprendía la zona entre Cuatro Caminos y Puertochico. Con el inicio del turismo de baños de mar se promovieron distintos proyectos para conectar de una forma rápida y cómoda el centro urbano con la Playa del Sardinero. El posterior desarrollo de esa zona con villas, hoteles y atracciones para la burguesía permitió que el atractivo de la zona aumentara.

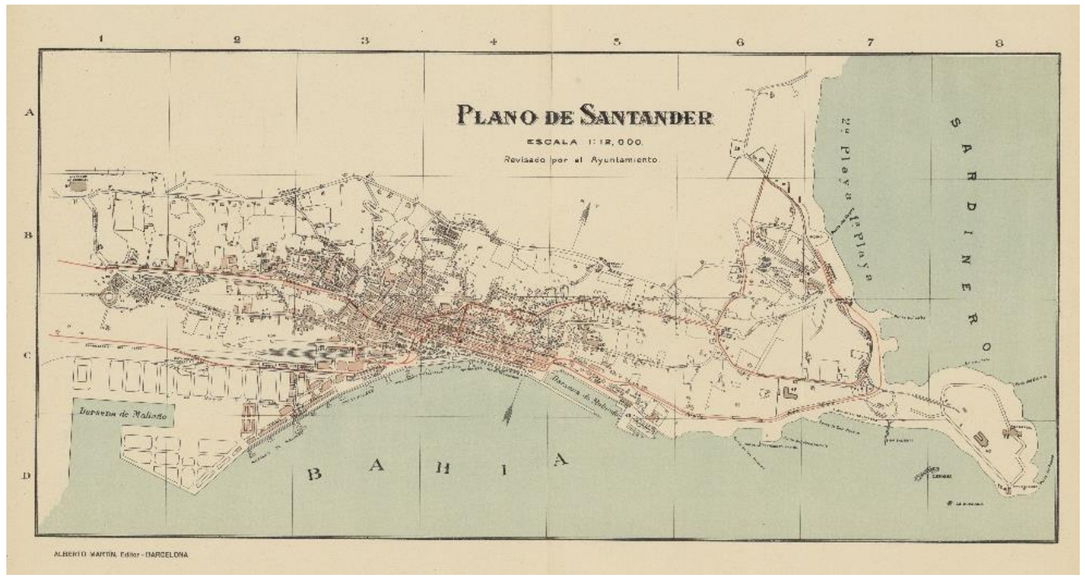


Ilustración 1. Plano de Santander de 1910 (Fuente: IGN)

La ciudad contó con una extensa red de tranvías, pero a su vez de compleja explotación debido a la variedad de empresas explotadoras. Cada una tenía su propio ancho de vía y sistema de tracción, siendo de motor de sangre, vapor o eléctrica, por lo que hacía imposible formar una red intercomunicada en sus inicios.

Ilustración 2. Red de tranvías de Santander (Elaboración propia)

Durante los años de explotación hubo fusiones entre compañías que fueron modificando la red para permitir una explotación conjunta. De este modo a mediados de los años 20 la Compañía del Tranvía de Miranda se hizo con el resto de las compañías. Debido a ello, para permitir una mejor explotación de la red, las vías unificaron su ancho a un metro de distancia entre carriles.

A finales de los años 40 las concesiones de las líneas de tranvías fueron caducando y el Ayuntamiento de Santander no las renovó, siendo sustituidas por líneas de trolebús. El último tranvía en circular por las calles de Santander fue en 1953, quedando sin servicio tranviario hasta nuestros días y siendo reemplazada por autobuses.

Tabla 1. Líneas de tranvía de la primera etapa de funcionamiento

COMPAÑÍA	ANCHO DE VÍA [mm]	LONGITUD [m]
SARDINERO	1.400→1.000	4.604
URBANO	800→1.000	5.339
MIRANDA	750→1.000	1.758
POMBO	1.030→1.000	2.460
TOTAL		14.161

2.2. ANTECEDENTES CONTEMPORÁNEOS

En el año 2018 el ayuntamiento de Santander llevo a cabo un proyecto de reordenación de las líneas de autobús, junto con la creación de una línea de alta capacidad, conocido como Metro-Tus, que atravesara el centro y finalizase en sendos intercambiadores donde enlazar con las demás líneas con final en los barrios de la periferia.

Esto permitía aglutinar los servicios del tronco central en una sola línea, pero conllevaba a realizar transbordos a los usuarios en los intercambiadores. Debido a esto último, con tiempos de espera para el transbordo en algunos casos elevados debido a la difícil coordinación de horarios y a unas frecuencias no excesivamente altas, el servicio fue un fracaso y se volvió a la forma de explotación anterior.

Ilustración 3. Autobuses usados en el servicio MetroTUS. Fuente: Ayuntamiento de Santander

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Las características de Santander permiten que reúna las condiciones para la implantación de un sistema tranviario. Su población, que suma cerca de 170.000 habitantes es insuficiente como para satisfacer la demanda de una red de metro, pero si es suficiente como para una red tranviaria que sustituya parte de la red de autobuses y reduzca el uso del vehículo privado, consiguiendo de esta forma una disminución en la emisión de gases contaminantes.

Como se ha podido comprobar en multitud de ciudades europeas la implantación de sistemas tranviarios modernos son siempre una revolución en el transporte urbano, que además vienen acompañados con rehabilitaciones urbanísticas y revalorización del suelo allí por donde pasa.

Los principales aspectos favorables para su implantación son:

- Fiabilidad.
- Rapidez.
- Accesibilidad.
- Comodidad.
- Capacidad.
- Seguridad.
- Medioambiental.

También cuenta con alguna desventaja, principalmente en la inversión a realizar inicialmente, ya que el coste de implantación es superior a una línea de autobuses. Aún así, a medio plazo el coste de mantenimiento es menor, teniendo en cuenta que la capacidad puede llegar a doblar a la de una línea de autobús.

Si se tienen en cuenta aspectos medioambientales, el resultado de la implantación de un tranvía permite la reducción de espacio dedicado a infraestructura viaria, dedicándolo al transporte público o a los peatones. Además, la plataforma del tranvía puede estar cubierta por un manto de césped reduciendo el efecto isla de calor que crea el asfalto, haciendo más amable el espacio urbano.

Ilustración 4. Tranvía de Vitoria, transformación urbana. Fuente: Vitoria en construcción

3.2. PLANEAMIENTO URBANÍSITCO

El planteamiento urbanístico que rige actualmente la está recogido en el PGOU del año 1997. En él, no se recoge la implantación de un nuevo medio de transporte a parte del servicio existente de autobús urbano.

En cambio, en el PGOU de 2012, que llegó a ser aprobado y tuvo una vigencia de 5 años, hasta que el tribunal supremo lo anuló, si contemplaba el desarrollo de nuevos sistemas de movilidad, instando al desarrollo de un metro ligero que uniera las estaciones con El Sardinero mediante un nuevo túnel.

También, en otros documentos del propio ayuntamiento se habla de la necesidad de disponer de un nuevo medio de transporte que dinamice y active la ciudad. En el Plan de Movilidad

Sostenible de Santander se hablaba específicamente de la creación de una red de metro ligero, respaldada por el PGOU y el estudio de alternativas realizado hace más de una década.

Ilustración 5. Alternativas de implantación del Metro Ligero. Fuente: Plan de Movilidad Sostenible de Santander

3.3. ESTUDIO DE MOVILIDAD

El estudio de la movilidad actual se ha basado en el análisis realizado en el documento para el desarrollo de la ciudad de Santander, denominado Santander 2055, en el tercer capítulo *Santander vertebrada y conectada*. En él se detallan los actuales flujos y dinámicas de movilidad existentes tanto en el municipio como en todo el arco de la Bahía.

Ilustración 6. Portada del Capítulo dedicado a la movilidad del Documento Santander 2055.

Gracias a ello se obtiene una visión más realista de cuáles son las arterias más congestionadas y las que mayor tráfico generan. De este modo se determina que corredores son más satisfactorios para plantear las alternativas para la implantación de una red tranviaria.

Actualmente la ciudad de Santander cuenta con dos redes de autobús. La principal red está compuesta por autobuses urbanos en los que se transportan a más de 18 millones de pasajeros anuales (al año 2019, previo a la pandemia y restricciones a la movilidad). Por otro lado, la oferta de transporte está complementada con 9 líneas de autobuses interurbanos que mueven a dos millones y medio de personas cada año. Estas líneas conectan con los municipios limítrofes de la bahía, dando respuesta a la movilidad entre esos pueblos y la capital.

Santander también dispone de una red de trenes de cercanías que la unen con otros municipios de gran importancia en la región como son Torrelavega, Solares o Reinosa. Este servicio es usado por casi 4 millones de viajeros anuales, pero la demanda a disminuido considerablemente en los últimos años debido a la degradación del servicio.

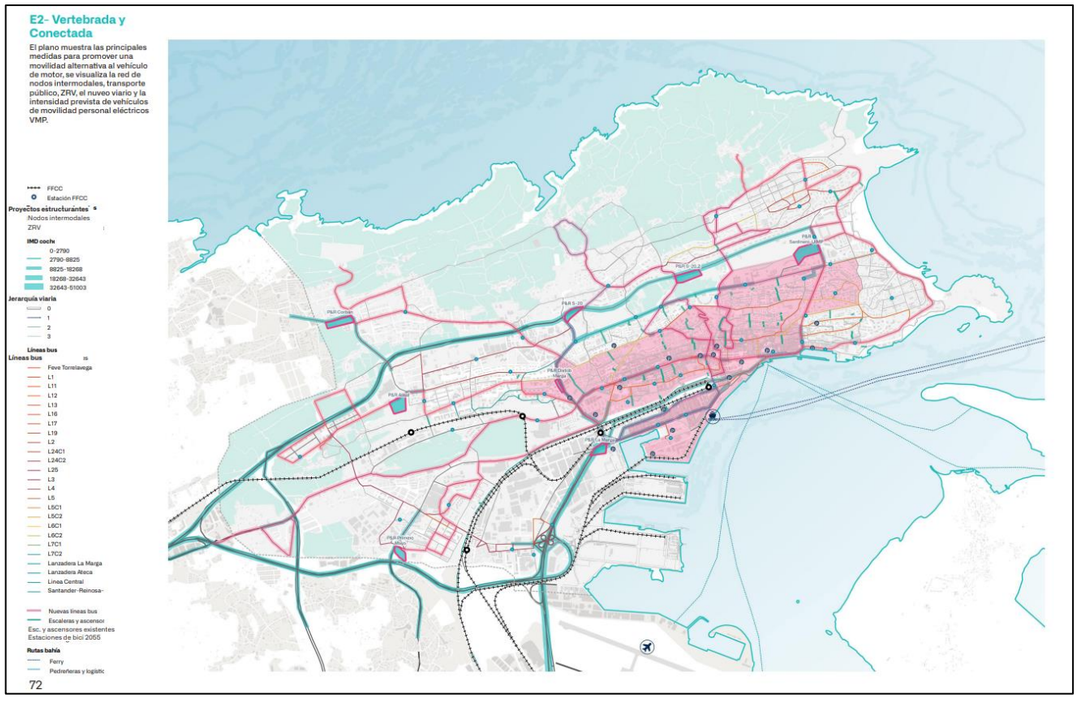


Ilustración 7. Plano de medidas de movilidad alternativa. Fuente: Santander 2055

3.4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

En el Estudio de Alternativas se han planteado diversos trazados que han sido analizados mediante el programa de simulación Visum. En él se ha añadido un nuevo medio de transporte, en este caso un tranvía, pero no se han modificado la red de autobuses ni se han aplicado los cambios necesarios en el viario para la implantación del tranvía. Esos cambios

se realizarán en el Anejo de Estudio de Demanda, donde se modelarán los cambios en las rutas y frecuencias de autobuses, así como la reducción de carriles en aquellas vías por las que transcurra el tranvía y sea necesario para disponer la plataforma tranviaria.

La primera alternativa planteada, sirve para calibrar el modelo de Visum y comprobar que los resultados obtenidos son válidos. El trazado partía desde el parque de La Marga y finalizaba en la Plaza de Italia, circulando por el Pasaje de Peña y luego continuando por el Paseo de Pereda, San Martín y el Paseo Reina Victoria. Esta alternativa se calcula que transporte a 5.737 pasajeros diarios en ese corredor.

En la Alternativa 1 se plantea un trazado más revolucionario, en la que se unen los principales focos de viajes en la ciudad. Comenzando en el PCTCAN, atraviesa los barrios del oeste hasta llegar al Hospital de Valdecilla. Desde ahí la traza continua hacia la calle Castilla y las Estaciones. Para unir las estaciones con las universidades, que es algo recurrente en los diferentes planeamientos urbanos de la ciudad, se opta por un túnel que comience bajo el Cabildo Alto y termine en la Avenida de los Castros a la altura de la Bajada de Polio. Utilizando una de las plataformas de los Castros se llega hasta la playa del Sardinero y de ahí hasta el Intercambiador. La demanda diaria se sitúa entre los 17.796 pasajeros para frecuencia de 10 minutos y 19.822 pasajeros para frecuencias de 5 minutos.

La Alternativa 2 comparte el trazado que la 1 entre Valdecilla y El Sardinero. Tras pasas el hospital modifica su trazado y se dirige hacia Peñacastillo y el barrio de Nueva Montaña. La demanda de esta línea es la mayor para las alternativas estudiadas, si solo se tiene en cuenta una línea individual ya que para una frecuencia de 10 minutos la demanda asciende a 23.044 pasajeros mientras que si se aumenta hasta los 5 minutos la demanda sube en 2.000 viajeros hasta los 25.157.

La Alternativa 3 es la suma de las dos Alternativas anteriores, conformando de esta manera una red de dos líneas con forma de Y, que circulan en un tronco común desde el Hospital de Valdecilla hasta el Sardinero. La frecuencia en estas alternativas es de 15 o 10 minutos en cada ramal, lo que hace que al estar cadenciadas en el tronco común sean de 7,5 o 5 minutos, con una demanda esperada de 30.034 y 33.266 respectivamente.

La Alternativa 4 realiza el mismo recorrido que la 2 entre el Centro Comercial y el Hospital de Valdecilla, para desde ese punto desviarse y continuar por el eje principal del TUS por la calle San Fernando. Luego se ejecutaría un túnel entre esta calle y las Estaciones. Luego mediante otro túnel bajo Isabel II se alcanzaría la Avenida de los Castros y realizaría el mismo trazado que el resto de las alternativas desde ahí hasta el Sardinero. Esta Alternativa tendría una demanda diaria de 15.560 pasajeros. No se ha comprobado con una menor frecuencia ya que la demanda es significativamente inferior al resto de opciones con un coste significativamente mayor al tener que realizar dos tramos en túnel y de mayor longitud que en las alternativas anteriores.

Tabla 2. Resumen de alternativas

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	COSTE	DEMADNA [PAX/DÍA]	LONGITUD
0	10	56.241.036,50 €	5.737	5,61
1	10	116.786.477,50 €	17.796	10,40
	5	136.036.477,50 €	19.822	10,40
2	10	124.717.411,50 €	23.044	11,84
	5	143.967.411,50 €	25.157	11,84
3	15	156.782.411,50 €	30.034	15,34
	10	172.182.411,50 €	33.266	15,34
4	10	138.100.380,00 €	15.650	10,25

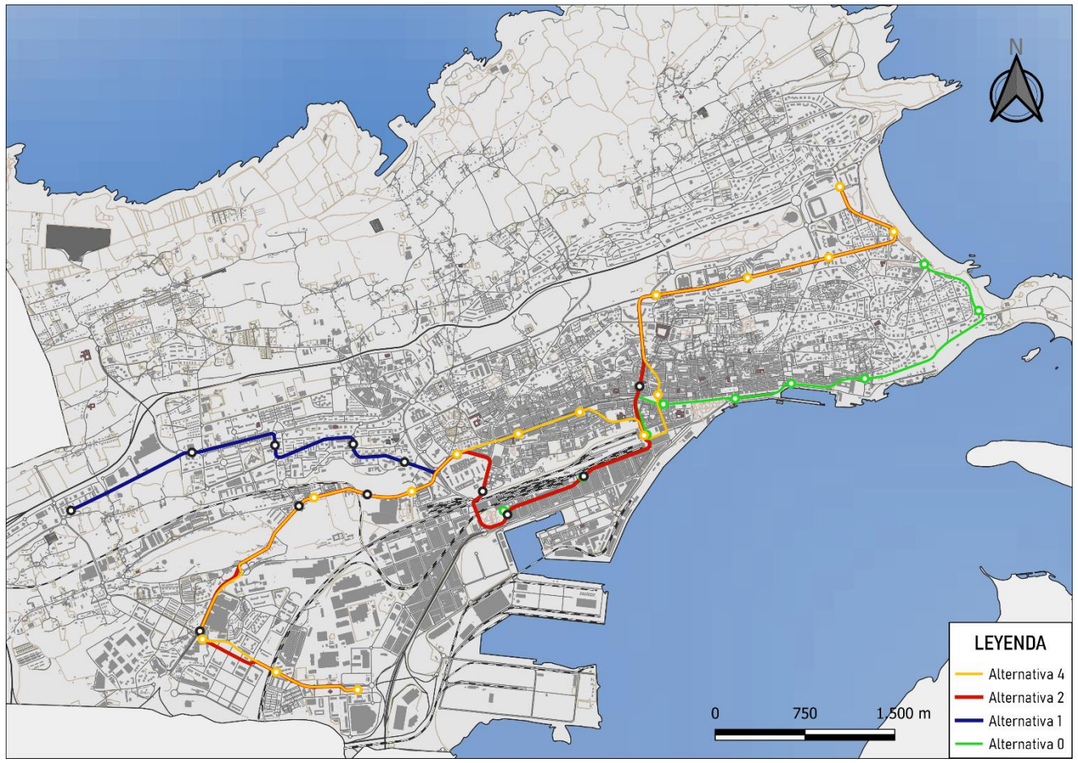


Ilustración 8. Alternativas de trazado

Del análisis multicriterio de las distintas alternativas propuestas se obtiene que la alternativa que mayor impacto positivo tiene sobre la ciudad es la 5, pero el trazado planteado obliga a compartir un largo tramo viario con el resto de los vehículos, restando competitividad al tranvía en una zona con muy baja demanda de pasajeros. Por esto mismo

se realiza la formulación de una Alternativa 5 que se evite ese tramo compartido con el resto de los usuarios de la vía, pero manteniendo las paradas donde se captan más viajeros.

3.5. ESTUDIO DE DEMANDA

La determinación de la demanda para la nueva línea tranviaria será imprescindible para el dimensionamiento de la red. Esto determina los flujos de viajeros que usaran este nuevo servicio.

Además, se plantean los cambios necesarios en el resto de las líneas de transporte público (principalmente en las líneas del TUS) para que los recorridos no se solapen y no haya duplicidades en el servicio.

Los principales cambios se dan en el entorno del PCTCAN y El Alisal, ya que hay parte del recorrido planteado que es prácticamente igual que alguna de las líneas de autobús urbano existente.

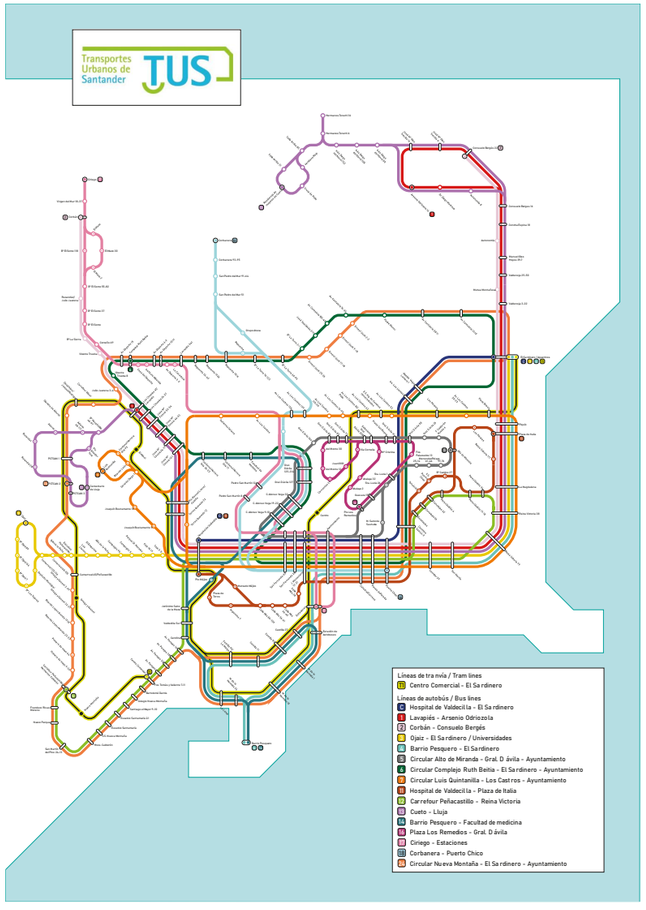


Ilustración 9. Propuesta de reordenación las líneas del TUS.

Además, se crean correspondencias con los transportes interurbanos, por lo que la creación de la línea no solo beneficia a la ciudad sino a todos los municipios circundantes.

3.6. TRAZADO

El trazado planteado comienza en el Centro Comercial de Nueva Montaña (El Corte Inglés), atravesando el barrio de Nueva Montaña hasta alcanzar el PCTCAN. De ahí asciende hacia El Alisal para posteriormente comenzar a descender hasta el Hospital de Valdecilla. Una vez superado el Hospital, continúa el descenso hasta el nivel del mar, discurriendo por plataformas separadas en las calles Castilla y Marqués de la Hermida. El trazado gira para detenerse en las Estaciones y, siendo este el punto de inicio del túnel que atraviesa transversalmente la ciudad teniendo la otra embocadura en la Avenida de los Castros, incluyendo una parada subterránea a la altura del Mercado de la Esperanza. Una vez en los Castros el trazado continúa hacia el mar por toda la longitud de la avenida, hasta alcanzar la Plaza Brisas desde donde se tuerce el recorrido en dirección al Sardinero. El trazado se ejecuta en ancho de vía internacional (1.435 mm).

El trazado será segregado en todo el recorrido, compartiendo la calzada únicamente en los puntos de cruce con otras vías.

El trazado en planta está planteado por una serie de alineaciones rectas y curvas circulares, unidas mediante curvas de transición. Las alineaciones rectas no presentan ninguna limitación en planta. No obstante, las alineaciones curvas deberán tener un radio mínimo de 30 metros. Es destacable el hecho de que para garantizar la correcta integración del trazado en el viario existente, no se instalará peralte alguno.

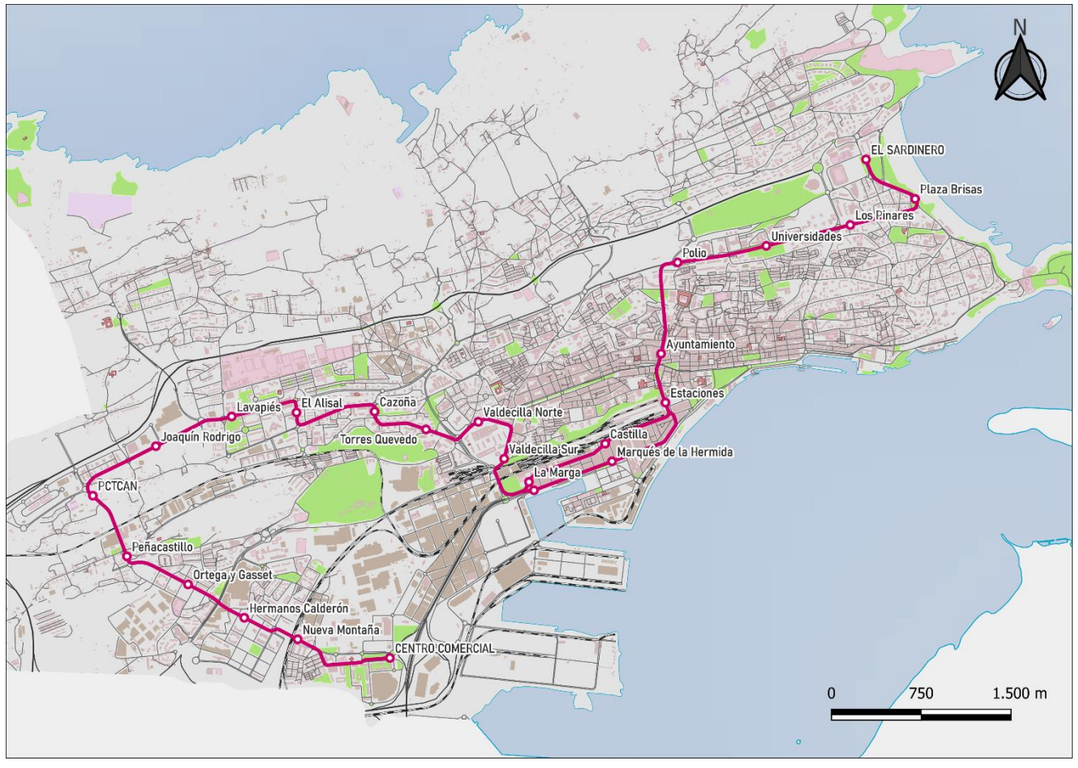


Ilustración 10. Trazado seleccionado correspondiente a la Alternativa 5

El perfil longitudinal se constituye por una serie de rectas enlazadas entre sí por parábolas. Estas parábolas tendrán un desarrollo mínimo de 1000 m.

Uno de los factores más limitantes del tranvía respecto del autobús, son las pendientes, que en el caso del tranvía deben ser de un 6% como máximo y del 8% excepcionalmente.

La velocidad máxima será de 50 km/h en los tramos segregados o compartidos con el tráfico rodado.

Tabla 3. Parámetros geométricos del trazado

PARÁMETRO	UNIDAD
ANCHO DE VÍA	1.435 mm
RADIO MÍNIMO	30 m
RADIO EXCEPCIONAL	20 m
ACUERDO VERTICAL	1000 m
RAMPA MÁXIMA	6,00 %
RAMPA EXCEPCIONAL	8,00 %
ENTRE-EJE MÍNIMO	3,50 m

3.7. PLATAFORMA Y SUPERESTRUCTURA

La plataforma tranviaria estará formada por una capa base de hormigón sobre la que es dispondrán las vías, que se ejecutarán mediante el método de losa de hormigón. Dependiendo del tramo la solución superficial podrá variar, utilizándose preferentemente acabados en césped para todos aquellos tramos en los que no se prevea otro tipo de tráfico sobre la plataforma que no sea el tranviario.

En intersecciones el acabado superficial estará compuesto por mezclas bituminosas que permitan el cruce del tráfico rodado, así como en aquellas zonas que, aunque no sean de paso ordinario, en situaciones excepcionales puedan circular vehículos por encima, siendo los casos más habituales en situaciones de emergencia. Para cruces con viandantes la solución será en forma de loseta hidráulica, quedando el espacio claramente diferenciado y resaltando el carácter peatonal del cruce.

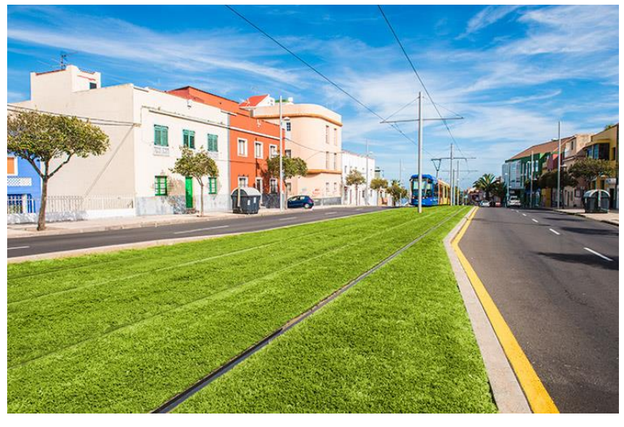


Ilustración 11. Plataforma sobre cesped

La superestructura estará formada por carril Ri60N, especial para vía tranviaria, al disponer de garganta, y de carril UIC54 para aquellos espacios donde no sea necesaria la garganta, por ejemplo, en plataforma sobre césped.

3.8. PARADAS

Las paradas estarán especialmente diseñadas con accesibilidad universal. Cada estación dispondrá de una rampa de acceso en cada extremo de andén que estará libre de obstáculos y tendrá una anchura mínima de 1,8 metros.

Cada una de ellas tendrá una longitud de 45 metros, suficiente para el estacionamiento de una unidad de tranvía de 7 módulos, aunque se plantee la explotación inicial con vehículos de 5 módulos y unos 32 metros de longitud. Los andenes tendrán una anchura 2,8 metros en caso de disposición lateral y de 4 metros en caso de ser andén central.

Todas las paradas contarán con:

- Máquina expendedora de billetes.
- Sistema de Información del Viajero.
- Marquesina.
- Bancos.
- Iluminación.

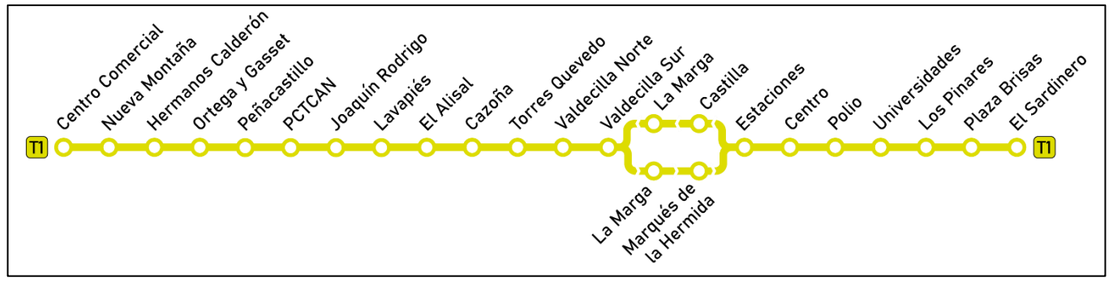


Ilustración 12. Termómetro de las paradas planteadas

A lo largo de la línea se realizarán un total de 21 paradas, de las que 18 tendrán andén lateral y en 3 se optará por situar el andén entre las dos plataformas.

3.9. ELECTRIFICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN

Para el funcionamiento de las unidades de tranvía se debe disponer de una línea de suministro, que funcionará a 750V en CC. La electrificación tranviaria es más sencilla que la ferroviaria ya que no se dispone de hilo de sustentación. Aun así, en el centro histórico, para evitar la colocación de cables que estropeen el paisaje urbano se opta por un sistema de alimentación sin catenaria.

Además de esto se debe ejecutar una subestación de tracción que suministre la electricidad a la línea. Estará ubicada dentro del complejo de las cocheras.

3.10.INSTALACIONES DE SEGURIDAD Y COMUNICACIÓN

Las instalaciones de seguridad y comunicación estarán compuestas por diferentes sistemas para el uso tanto de los usuarios del tranvía como de los propios trabajadores. Por un lado, están los sistemas de información del usuario, tanto en paradas como embarcados en las unidades, que muestran información relacionada con el servicio. En este grupo también se incluyen los sistemas de las paradas de megafonía, interfonos y máquinas expendedoras y validadoras.

Por otro lado, están los sistemas de seguridad y comunicación para las unidades tranviarias, que conforman una red con diferentes sistemas redundantes para aumentar la fiabilidad. Las comunicaciones con los maquinistas se pueden realizar por diferentes medios desde el Centro de Control, ubicado en las cocheras, desde donde se controlan todos estos sistemas, tanto de señalización, comunicación y seguridad, como el sistema CCTV.

3.11. TALLERES Y COCHERAS

Se plantea la ejecución de una nave de cocheras en unos terrenos que comprenden las ampliaciones del PCTCAN a muy largo plazo. El acceso se realiza mediante un ramal de la línea principal cercano al kilómetro de longitud. Esta nave tendrá 6 vías para el estacionamiento de unidades, con 18 estacionamientos, tres unidades de 30 m en cada vía de cochera. Además, se reserva espacio para poder ampliar el edificio de cocheras con dos vías más en un hipotético aumento de demanda. La parte técnica estará constituida por 1 vía de foso, 1 vía de levante, 1 vía de pintura y otra vía de lavado en el exterior de las instalaciones, con una longitud suficiente como para albergar unidades de 45 metros en un futuro.

Además, en ese mismo solar se dispondrá de un edificio de oficinas que actúe como sede central del tranvía, albergando la residencia de maquinistas, la administración y el Centro de Control desde donde se gestione toda la red.

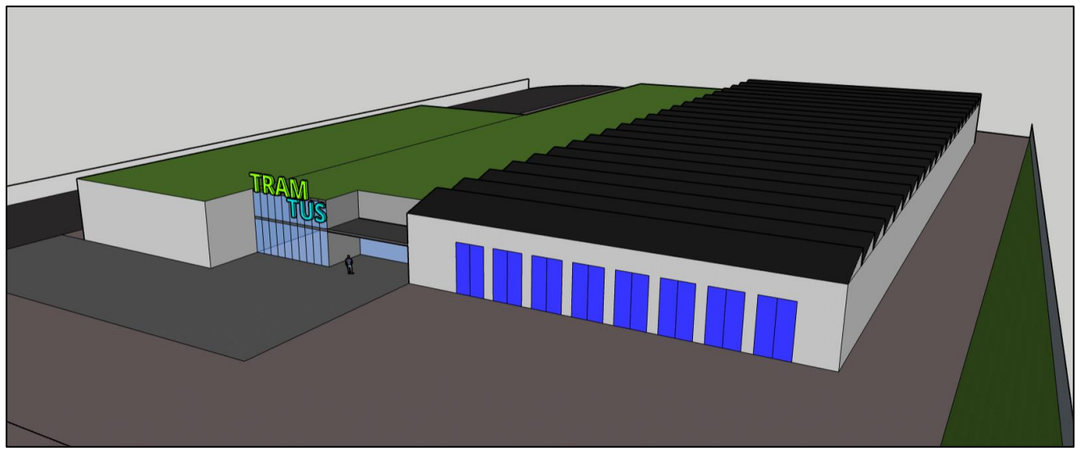


Ilustración 13. Render de las cocheras, centro de control y talleres

3.12.MATERIAL MOVIL

El material móvil es una pieza fundamental para el funcionamiento de la red. Del estudio de demanda se determina que, para una frecuencia de 10 minutos en cada ramal, y por consiguiente de 5 minutos en el tramo central, se necesitarán un total de 16 tranvías en circulación más 3 unidades en reserva o mantenimiento.

En la actualidad los modelos más comunes tienen una longitud total de aproximadamente 32 m y están formados por 5 módulos. Además, existen modelos modulares que pueden ser ampliados en un futuro ante un aumento de la demanda. Es por ello por lo que los andenes de las paradas se han diseñado con una mayor longitud, para que en caso de aumentar la longitud de los vehículos no sea necesario la realización de obras complementarias.

Tabla 4. Características generales de los vehículos

CARACTERÍSTICA	VALOR
LONGITUD	30-35 m
ANCHURA	2,65 m
CAPACIDAD (SENTADOS)	200 (40-60)
ALTURA DEL PISO	300 mm
RADIO MÍNIMO (EXCEPCIONAL)	30 m (20 m)
VELOCIDAD MÁXIMA	70 km/h
ACELERACIÓN	1,2 m/s^2
FRENADO	1,2 m/s^2
UNIDADES ACOPLADAS	2

3.13. EXPLOTACIÓN

Se prevé una explotación que permita horarios con una frecuencia en horas punta de 6 minutos, mientras que en las horas valle esta frecuencia se reduzca hasta los 10 minutos. Para cubrir estas necesidades se plantea la adquisición de 16 unidades tranviarias, de las cuales 12 estarán en servicio simultáneamente. El tiempo de recorrido completo ascenderá a 1h y 11 minutos.

Se ha calculado que el coste que tendrá anualmente el tranvía ascenderá a los 12.870.509,68 € en conceptos de gastos de personal y mantenimiento, así como en otros gastos indirectos.

3.14.INTEGRACIÓN URBANA

La plataforma tranviaria tendrá distintos encajes según el espacio urbano en el que transite. En zonas en las que el trazado este segregado y no sea utilizado como vía de acceso de emergencias se instalará la vía sobre césped. En los cruces con el tráfico rodado o cuando el trazado sea compartido con autobuses o el resto de los vehículos se optará por el asfaltado, mientras que discurre por zonas peatonales la opción elegida será el adoquinado.

Las paradas se han optado por intentarlas disponer siempre en el lateral derecho según el sentido de la marcha. Por ello, en alguno de los tramos la solución adoptada ha sido dividir la plataforma tranviaria en dos, dejando una vía a cada lado, pegada a la acera, para que al disponer las paradas estas no obstaculicen carriles dedicados al tráfico rodado de vehículos.

3.15. PROGRAMA DE TRABAJOS

Los trabajos se plantea dividirlos en 5 tramos y se plantea que su ejecución se lleve a lo largo de 2 años y 5 meses.

4. PRESUPUESTO

El presupuesto base de licitación asciende a la cantidad de DOSCIENTOS DIECISEIS MILLONES SEISCIENTOS SESENTA Y SEIS MIL OCHENTA Y CUATRO EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS.

5. DOCUMENTOS QUE COMPONEN EL PROYECTO

El proyecto está compuesto por 3 documentos:

1. Memoria y Anejos:
   - 1.1. Justificación del proyecto
   - 1.2. Planeamiento urbanístico
   - 1.3. Estudio de movilidad
   - 1.4. Estudio de alternativas
   - 1.5. Estudio de demanda
   - 1.6. Trazado
   - 1.7. Plataforma y Superestructura
   - 1.8. Paradas
   - 1.9. Electrificación y Señalización
   - 1.10. Instalaciones de Seguridad y Comunicación
   - 1.11. Talleres y Cocheras
   - 1.12. Material móvil
   - 1.13. Explotación
   - 1.14. Integración urbana
   - 1.15. Programa de trabajos
2. Planos
3. Presupuesto

ANEJO 1. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 2

2. MEDIOS DE TRANSPORTE URBANO 2

3. DEFINICIÓN 2

4. VENTAJAS E INCONVENIENTES 2

4.1. VENTAJAS 2
4.2. INCONVENIENTES 3

5. ASPECTOS 3

5.1. FIABILIDAD 3
5.2. RAPIDEZ 3
5.3. ACCESIBILIDAD 3
5.4. COMODIDAD 3
5.5. CAPACIDAD 3
5.6. SEGURIDAD 4
5.7. MEDIOAMBIENTAL 4

6. AGENTE URBANIZADOR 4

6.1. DEMOCRATIZACIÓN DEL USO DEL SUELO 4
6.2. REHABILITACIÓN Y MEJORA DE ENTORNOS DEGRADADOS 5
6.3. CIUDAD COMPACTA 5

7. TRANVÍAS EN ESPAÑA Y EN EUROPA ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. DISTINTAS CAPACIDADES PARA EL MODELO DE CAF URBOS 100. CAF 4
ILUSTRACIÓN 2. ANTES Y DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN DEL TRANVÍA DE VITORIA-GASTEIZ EN LA CALLE SANCHO-EL SABIO. VITORIA EN CONSTRUCCIÓN. 4
ILUSTRACIÓN 3. REHABILITACIÓN DE LAS ZONA DE ANTIGUOS MUELLES DE BURDEOS. WIKIPEDIA 5
ILUSTRACIÓN 4. REDES DE TRANSPORTE URBANO EN ESPAÑA. ELABORACIÓN PROPIA 5
ILUSTRACIÓN 5. CIUDADES FRANCESAS CON RED TRANVIARIA (VERANO 2020). FUENTE: WIKIPEDIA 7

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.CAPACIDAD DE DISTINTOS VEHÍCULOS 2
TABLA 2. CAPACIDAD UNITARIA, COSTO DE IMPLANTACIÓN, DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE DIVERSOS MEDIOS DE TRANSPORTE. 2
TABLA 3. REDES DE TRANVÍAS EN ESPAÑA SEGÚN AÑO DE INAUGURACIÓN, EN GRIS REDES EN PROYECTO. ELABORACIÓN PROPIA 6
TABLA 4. REDES DE TRANVÍA EN FRANCIA. FUENTE: WIKIPEDIA 7

GRÁFICO 1. VIAJEROS DE LAS REDES DE TRANVÍA DE ESPAÑA. ELABORACIÓN PROPIA 6
GRÁFICO 2. CRECIMIENTO DE CIUDADES CON TRANVÍA EN FRANCIA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA 6

1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se van a describir los principales medios de transporte existentes en las ciudades, y como se define un tranvía moderno y cuales son sus ventajas e inconvenientes frente a otros medios de transporte terrestre. También se nombran las cualidades de este medio y como puede afectar al desarrollo de una ciudad tras su implantación. Por último, se hace un breve repaso sobre la situación de las redes de tranvías en España.

Comparando con otras ciudades similares, Santander es una ciudad donde el establecimiento de una red de tranvías puede suponer una revolución en la movilidad de sus habitantes, como los exitosos casos de otras urbes españolas como Zaragoza, Granada o Vitoria.

2. MEDIOS DE TRANSPORTE URBANO

La movilidad en el entorno urbano lleva años siendo un tema cotidiano, ya que de una u otra manera nos afecta prácticamente a toda la población de manera diaria, ya que nos debemos desplazarnos para realizar nuestras actividades cotidianas. Para ello usamos medios de transporte que nos llevan de un lugar a otro, buscando siempre la manera la manera más rápida, cómoda y eficiente en llegar.

Tabla 5.Capacidad de distintos vehículos

MEDIO DE TRANSPORTE	CAPACIDAD MÍNIMA	CAPACIDAD MÁXIMA
MICROBÚS	8	30
AUTOBÚS DE 12 METROS	30	80
AUTOBÚS ARTICULADO	80	150
AUTOBÚS BIARTICULADO/BRT	150	250
TRANVÍA	120	400
METRO	500	2000
TREN DE CERCANÍAS DE UN PISO	400	1200
TREN DE CERCANÍAS DE DOS PISOS	600	2000

Dependiendo de las características del trazado, la demanda existente, el objetivo del viaje, etc, se utilizará un medio de transporte u otro dependiendo de su idoneidad. En la actualidad, debido a una mayor concienciación medioambiental se busca transportes más limpios y eficientes que descarbonicen el centro de las ciudades. Es por ello, que cada vez más poblaciones favorecen el uso de la bicicleta y proyectan nuevas redes de transporte público que sean más eficientes que los autobuses. A continuación, se muestra una tabla con las diferentes capacidades de los medios de transporte, así como el coste de implantación de cada uno y el coste de mantenimiento.

Tabla 6. Capacidad unitaria, costo de implantación, de operación y mantenimiento de diversos medios de transporte.

MEDIO DE TRANSPORTE	PASAJEROS · HORA · CARRIL	COSTO DE IMPLANTACIÓN POR KM (EN MILLONES DE €)	COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ANUALES POR KM (EN MILES DE €)
BICICLETA (INFRAESTRUCTURA)	600-1.200	0.01-0.1	0-5
AUTOBÚS URBANO	1.000-12.000	0.1-1.8	10-30
BRT	12.000-16.000	15-75	10-30
TRANVÍA	8.000-30.000	30-120	50-150
METRO	36.000-72.000	110-345	150-450
TREN DE CERCANÍAS	30.000-120.000	15-150	40-120

3. DEFINICIÓN

El tranvía moderno, engloba distintos medios de transporte muy parecidos entre sí, pero, con pequeñas diferencias que hacen modificar su definición como tranvía, metro ligero o tren-tram.

- Tranvía: Es aquel medio de transporte que circula sobre carriles y comparte la calzada con otros vehículos como coches y autobuses, compartiendo carril, sin separación física entre ellos.
- Metro ligero: Es al igual que el tranvía un vehículo que circula sobre carriles, pero en este caso sobre una plataforma reservada exclusivamente para el paso de este. Debido a ello, la superficie sobre la que circula no se debe asfaltar, pudiendo realizar una integración urbana mejor, instalando césped o adoquinado en una calle peatonal. Los cruces con vehículos se realizan a nivel en intersecciones donde el metro ligero suele tener preferencia de paso.
- Tren-tram: Aunque desde la creación de redes tranviarias han existido líneas interurbanas de tranvía, no fue hasta inicios de la década de los 80 del pasado siglo, que en Karlsruhe se apostara por tranvías que circularan sobre vías férreas a una mayor velocidad de la que circulaban en ciudad. Estas redes son mixtas, teniendo en la parte urbana un modelo de tranvía o metro ligero y en zonas interurbanas de línea férrea clásica.

4. VENTAJAS E INCONVENIENTES

4.1. VENTAJAS

- Es menos sonoro que el autobús
- Es menos contaminante, ya que no emite directamente contaminación.
- Su consumo de energía es muy bajo debido al bajo rozamiento de sus ruedas, siendo además menor que el consumo de un metro.

- En caso de tener un carril específico este puede ser más estrecho que el de los autobuses al no tener desplazamientos laterales.
- La accesibilidad es inmejorable ya que el piso queda al mismo nivel que el andén y a este se accede sin subir escaleras o ascensores ya que esta al nivel de la calle.
- Tiene una marcha más suave que los autobuses.
- Aunque la infraestructura sea más cara esta se acaba amortizando antes debido a su menor coste de mantenimiento.
- Vida útil de las unidades 2 o 3 veces mayor que la de los autobuses.
- El impacto visual actualmente se puede reducir, usando sistemas de alimentación alternativos a la catenaria, como la toma de corriente por le suelo o baterías.

4.2.INCONVENIENTES

- Rigidez en sus recorridos, lo que no permite sortear obstáculos en el recorrido.
- Mayor coste de implantación.
- Menor capacidad que metros y trenes de cercanías.

5. ASPECTOS

5.1. FIABILIDAD

En los tranvías modernos, la principal diferencia con los clásicos es que en general su trazado tiene una calzada independiente, lo que reduce las interferencias con el resto del tráfico a las intersecciones, donde el tranvía suele tener preferencia en los semáforos sobre el resto.

Además, en las estaciones, la carga y descarga de pasajeros es mucho más fluida al disponer de mayor número de puertas cada unidad, reduciendo los tiempos en comparación al autobús al tener por ejemplo puntos de validación en todas las puertas, haciendo que no se formen colas, e incluso hay redes en las que la validación se produce en la propia estación, reduciendo aún más las colas.

Si esto se complementa con un buen mantenimiento del material móvil y de la vía, es poco frecuente que se produzcan averías de un tranvía. En ese caso, los actuales modelos permiten ser remolcados por otras unidades, dejando la vía despejada e interfiriendo lo mínimo posible en el servicio.

Estos atributos hacen del tranvía un medio de transporte de alta fiabilidad en superficie, casi equiparable con el metro, lo que permite programar unos horarios en los que el cumplimiento de este sea alto, y complementarlos sincronizadamente con otros transportes públicos.

5.2.RAPIDEZ

En relación directa con el punto anterior está la rapidez del sistema. Debido a la mayor fiabilidad y la reducción de tiempos de espera en intersecciones y paradas, la velocidad media del servicio aumenta. Los actuales modelos de tranvía alcanzan velocidades de 70 u 80 km/h, aunque en zonas urbanas se limitan a 50 km/h y en entornos peatonales se reduce hasta a 30 km/h.

Si se compara al tranvía con el autobús y el metro, este se encuentra entre medias de ambos. La velocidad media oscila entre 20-25 km/h, mientras que los autobuses tienen una velocidad media inferior, aun teniendo un carril específico para ellos. El metro, por su parte, alcanza velocidades medias de 30 km/h o incluso superiores. A su vez, las paradas de nuevas redes tranviarias se encuentran separadas por distancias de entre 300 y 500 metros, cuando los autobuses hacen paradas más frecuentes, cada 150-300 m, y los metros a mayor distancia, de 600 metros en adelante.

5.3.ACCESIBILIDAD

Esta es una de las principales ventajas del tranvía frente a otros medios de transporte, la accesibilidad universal. Las paradas se encuentran al nivel de la acera, libres de obstáculos. Los nuevos modelos de tranvías alcanzan el 100% del suelo bajo de la unidad, lo que permite que no existan escalones ni en el acceso al tranvía ni dentro de él.

5.4.COMODIDAD

La comodidad del tranvía no solo se refiere al viaje en el vehículo en sí, sino también al entorno pacificado de las paradas, donde normalmente con la implantación del tranvía también se produce un calmado del tráfico rodado.

También el que el viaje sea en superficie contribuye a una mejor sensación por parte de los usuarios en comparación con el metro subterráneo en el que la oscuridad da una mayor sensación de inseguridad.

5.5.CAPACIDAD

Los autobuses urbanos estándar tienen capacidades que oscilan entre los 80 y 120 pasajeros, mientras que los articulados de 18 m alcanzan hasta los 150 pasajeros. Existen también autobuses biarticulados normalmente usados en servicios de BRT que pueden llegar a alcanzar los 200 pasajeros.

Los tranvías modernos presentan una multitud de variantes que permiten una mayor flexibilidad en el tipo de vehículo adaptándolo a cada red de mejor forma. De este modo la capacidad de los tranvías tiene una horquilla desde los 130 pasajeros hasta los 400 en tranvías de 60 metros de longitud.

Ilustración 14. Distintas capacidades para el modelo de CAF Urbos 100. CAF

Los metros están diseñados para una mayor capacidad, pudiendo transportar a partir de 400 pasajeros en los sistemas más pequeños, siendo lo habitual composiciones con capacidad para 800 personas o más.

Según los estudios realizados para determinar la capacidad idónea de los metros ligeros y tranvías, comprende una franja de entre 3.000 y 11.000 pasajeros/hora/sentido, en el que este sistema es óptimo. Las líneas de autobús comienzan a tener problemas de congestión entre los 4.000 y 5.000 pasajeros/hora/sentido, mientras que para valores superiores a 10.000 pasajeros/hora/sentido podría ser interesante realizar estudios para la implantación de sistema de transporte más pesado como el metro.

5.6.SEGURIDAD

El tranvía es uno de los medios de transporte más seguros, al discurrir en gran parte de su trazado segregado y limitarse la interacción con otros vehículos a intersecciones. La falta de costumbre en la presencia del tranvía en los países donde se ha implementado el tranvía moderno provoca incidentes en la primera fase de servicio. La mayoría de accidentes se producen en la fase inicial del servicio y de éstos, la mayoría son por el mal comportamiento de los otros agentes implicados (generalmente peatones y conductores de coches).

En cambio, una vez un sistema tranviario se ha consolidado y la población se acostumbra a convivir con él, los accidentes o incidentes en que se ve envuelto disminuyen a niveles muy bajos.

5.7.MEDIOAMBIENTAL

Al igual que el resto de sistemas ferroviarios, el tranvía es altamente eficiente por su bajo coeficiente de rozamiento rueda-carril, lo que permite obtener unos consumos de energía muy bajos. Además, como tiene alimentación eléctrica, no se emiten gases nocivos en el centro de las poblaciones, como si hacen los vehículos de combustión que circulan por las calles.

6. AGENTE URBANIZADOR

Otro aspecto observado del tranvía moderno son los grandes cambios en el entorno urbano que provoca. Dado que es un aspecto de gran importancia, se analiza en este apartado aparte en profundidad. Los principales efectos que provoca el tranvía moderno en la vertiente urbanística de las ciudades se pueden aglutinar en 3 grandes ejes:

1. Democratiza el uso de la calle y reparte de forma más equitativa el espacio público.
2. Ayuda a la rehabilitación y la mejora de entornos urbanos degradados.
3. Contribuye a frenar el avance de la ciudad difusa y a volver a la antigua ciudad compacta.

6.1. DEMOCRATIZACIÓN DEL USO DEL SUELO

Se realiza un reparto más equitativo en el uso del espacio público, en el que actualmente el vehículo privado ocupa la mayor parte de este espacio. La implantación del tranvía es, en cierta forma, una forma de reajusta este reparto y convertirlo en más justo y equitativo.

Ilustración 15. Antes y después de la instalación del tranvía de Vitoria-Gasteiz en la calle Sancho-El Sabio. Vitoria en construcción.

Por otra parte, hay que recordar el uso mucho más eficiente del espacio público que realiza un tranvía frente a vehículos privados. Podemos hacer una estimación muy simple. Por ejemplo, 300 personas cabrían en un solo tranvía, pero requerirían tres o cuatro autobuses para poder transportar el mismo volumen de gente. Si comparamos con el coche, el contraste es aún mayor. Si suponemos un índice de 1,5 pax/coche que no es nada disparatado en los desplazamientos en una ciudad, necesitaríamos 150 automóviles.

6.2.REHABILITACIÓN Y MEJORA DE ENTORNOS DEGRADADOS

La construcción de la infraestructura tranviaria suele conllevar consigo una gran inversión urbanística por las calles sobre las que discurre. El tranvía no debe verse solo como un medio de paso si no como una forma de regenerar la ciudad y darle un uso cotidiano.

Las principales partidas suelen darse en la mejora del alcantarillado y drenaje de las calles, la mejora en la iluminación, el ensanchamiento de aceras y su adaptación a personas con movilidad reducida, lo que provoca también un aumento del tráfico peatonal en esa zona, potenciando el crecimiento económico y la revalorización de esa zona. Existen multitud de casos a lo largo de Europa donde se ha llevado a cabo una regeneración de entornos degradados que gracias al tranvía han visto cambiar su suerte y se han revitalizado. Uno de los más importantes puede ser Burdeos, en la Aquitania francesa, que implementó una extensa red de tranvías a lo largo de la ciudad, quitando grandes espacios al coche para devolvérselos a los transeúntes. Grandes zonas de la ciudad, como el casco antiguo y la rivera del rio Garona se vieron beneficiadas, dejando de ser una antigua zona portuaria a un paseo por el que los ciudadanos disfrutan de las vistas del rio y la ciudad.

Ilustración 16. Rehabilitación de las zonas de antiguos muelles de Burdeos. Wikipedia

6.3.CIUDAD COMPACTA

En el desarrollismo del ladrillo las ciudades se fueron expandiendo cada vez más lejos del núcleo central de población, diseminando la población en barrios con menores densidades al poder aprovechar nuevas superficies libres sin limitaciones, pero con mejores condiciones de vida. Esto fue favorecido por el auge del vehículo privado que permitía ingresar al centro de las ciudades usando el mismo tiempo que otra persona podría utilizar andando, viviendo en una zona más cercana, pero que también era más antigua y con viviendas de menores dimensiones o mayor precio.

Ante la grave crisis climática existente, ese modelo, se ve altamente ineficaz, ya que se consumen muchos más recursos de los que en caso de que la población viviese en entornos de mucha mayor densidad, no serían necesarios y podrían ser destinados a otros fines medioambientalmente más sostenibles. Es por ello, que el tranvía es una buena herramienta para volver a la ciudad compacta y revalorizar de nuevo tramas urbanas consolidadas que habían comenzado a degradarse debido a la migración de población a las afueras.

El tranvía incrementa la calidad de vida de la ciudad, lo que comporta una medida más al retorno de la ciudad compacta y sostenible que existía antiguamente. La reintroducción del tranvía siempre ha de pensarse con el objetivo de hacer de ésta una buena forma de mantener la ciudad cohesionada.

7. REINTROUDCCIÓN DEL TRANVÍA

7.1. ESPAÑA

Los tranvías en España fueron desapareciendo poco a poco a mediados del siglo XX con la excusa de que se trataba de un medio de transporte anticuado, que estorbaba al creciente tráfico rodado de la época del desarrollismo y que debía ser sustituido por otros medios más modernos y con menos mantenimiento, como los trolebuses y los autobuses.

Esta decisión con el tiempo se demostró que había sido un error que se había cometido no solo en España, si no en la mayor parte de Europa. De este modo en los años 80 se comenzaron los primeros proyectos en España para recuperar el servicio de tranvías en varias ciudades.

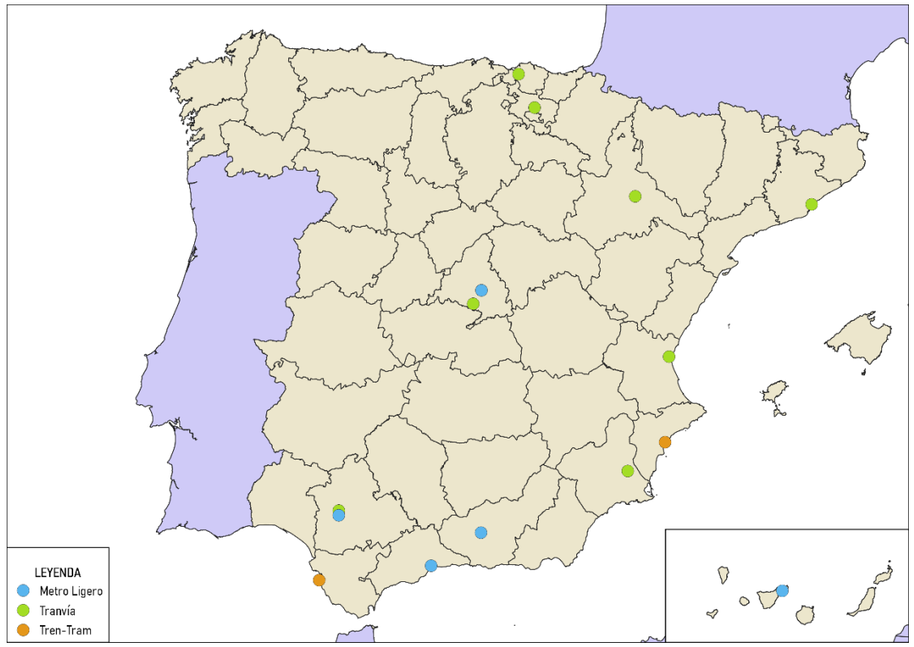


Ilustración 17. Redes de transporte urbano en España. Elaboración propia

Los primeros proyectos surgieron en la costa levantina, tanto en Valencia como en Alicante. La peculiaridad de estas redes es que se aprovechaban en parte los trazados ferroviarios

de los “trenets”, los ferrocarriles de vía estrecha existentes en la zona. En el caso de Valencia, la primera ciudad española en recuperar el tranvía, se aprovechó la construcción de los túneles del metro por los que circulan los trenes que antiguamente finalizaban su recorrido en la estación de Pont de Fusta, para reformar completamente el trazado en superficie a lo largo de la ciudad, realizando una integración urbana, por donde circulase la nueva línea de tranvía.

En el caso de Alicante fue una solución radicalmente distinta, ya que el tranvía compartió vías junto con el servicio de cercanías por ferrocarril de FGV. En el año 2007 se creó el primer tren-tram de España, al sustituir los antiguos trenes de cercanías por nuevas unidades de tren-tram, pudiendo realizar servicio tranviario en zonas urbanas y ferroviario en zonas interurbanas.

En el resto del país también fueron proliferando distintos proyectos para la introducción de sistemas tranviarios que dieran respuesta al incremento de la demanda en los núcleos urbanos, a una mayor concienciación ecológica y a un urbanismo más amable con la ciudadanía.

Tabla 7. Redes de tranvías en España según año de inauguración, en gris redes en proyecto. Elaboración propia

RED	CIUDAD	LONGITUD	LÍNEAS (EN PROYECTO)	INAUGURACIÓN
METROVALENCIA	VALENCIA	28,3 KM	4 (2)	21/05/1994
TRANVÍA DE BILBAO	BILBAO	8 KM	1 (1)	18/12/2002
TRAM METROPOLITANO DE ALICANTE	ALICANTE	110,7 KM	5 (3)	15/08/2003
TRAM DE BARCELONA	BARCELONA	46,2 KM	6	08/05/2004
METRO LIGERO DE MADRID	MADRID	36,0 KM	4	24/05/2007
TRANVÍA DE TENERIFE	SANTA CRUZ DE TENERIFE	15,1 KM	2 (1)	02/06/2007
METROCENTRO	SEVILLA	2,0 KM	1	28/10/2007
TRANVÍA DE VITORIA	VITORIA	9,63 KM	2 (2)	23/12/2008
TRANVÍA DE ZARAGOZA	ZARAGOZA	12,8 KM	1 (2)	19/04/2011
TRANVÍA DE MURCIA	MURCIA	18,0 KM	1 (3)	28/05/2011
METRO DE GRANADA	GRANADA	15,9 KM	1 (2)	21/09/2017
TREN TRANVÍA DE LA BAHÍA DE CÁDIZ	CÁDIZ	24,1 KM	1	26/10/2022
TRANVIA DE JAÉN	*JAÉN*	*4,7 KM*	*1*	*2024*
TRANVÍA DE PALMA DE MALLORCA	*PALMA DE MALLORCA*	*15,2 KM*	*2*	*2025*
TRAMCAMP	*TARRAGONA*	*72 KM*	*4*	*-*
TRANVIA DE BARAKALDO-LEIOA	*BARAKALDO/ LEIOA*	*14,6 KM*	*2*	*-*
TRANVÍA DE LEÓN	*LEÓN*	*3,2 KM*	*2*	*-*

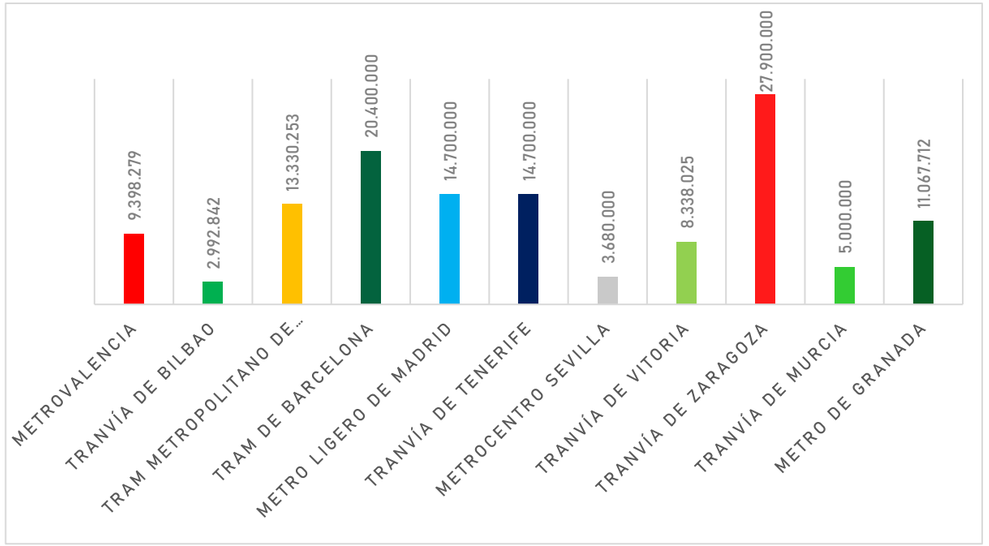


Gráfico 1. Viajeros de las redes de tranvía de España. Elaboración propia

7.2.FRANCIA

Francia es un claro ejemplo de la implantación del tranvía en los últimos años. En la década de los 80 del siglo XX se comienzan a plantear la reintroducción de los tranvías retirados a mediados del siglo pasado. Solo 3 ciudades mantuvieron sus redes originales, el resto de las ciudades optaron por realizar nuevas líneas adaptadas a las actuales necesidades.

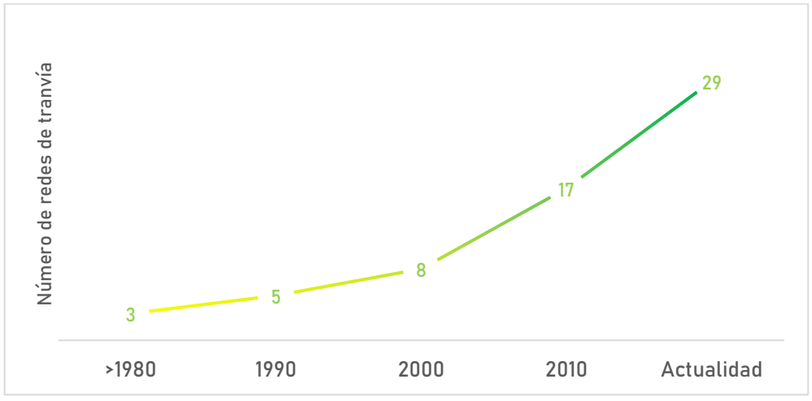


Gráfico 2. Crecimiento de ciudades con tranvía en Francia. Fuente: Elaboración propia

Ya con la entrada en el nuevo siglo las principales ciudades desarrollan redes tranviarias para dar respuesta al aumento de la demanda de viajes. Estas redes diseñadas con estándares actuales son capaces de transportar a grandes cantidades de personas, alcanzando niveles de capacidad de redes de metro, pero sin la inversión que requiere un transporte de estas características.

De esta forma ciudades como Burdeos, Grenoble, Lyon, Montpelier, Nantes, Estrasburgo que son importantes capitales regionales, desarrollaron a principios de los 2000 redes que son

capaces de transportar a más de 200.000 personas al día. La capital francesa, también ha desarrollado una basta red periférica que crea nuevas rutas malladas, para que la red no sea únicamente radial. Con las futuras ampliaciones en marcha podrá alcanzar el millón de pasajeros diarios.

En la última década, ciudades de tamaño medio y pequeño, en las que se podría englobar a Santander haciendo una comparación con España, también se han sumado al desarrollo del tranvía, creando redes más pequeñas pero que han transformado totalmente la movilidad y el urbanismo de las ciudades.

En la gran mayoría de las ciudades junto con la construcción del tranvía se realizaba una rehabilitación y potenciación de los ejes por los que transcurría, con peatonalizaciones, reducción del tráfico de vehículos, rehabilitación de edificios…

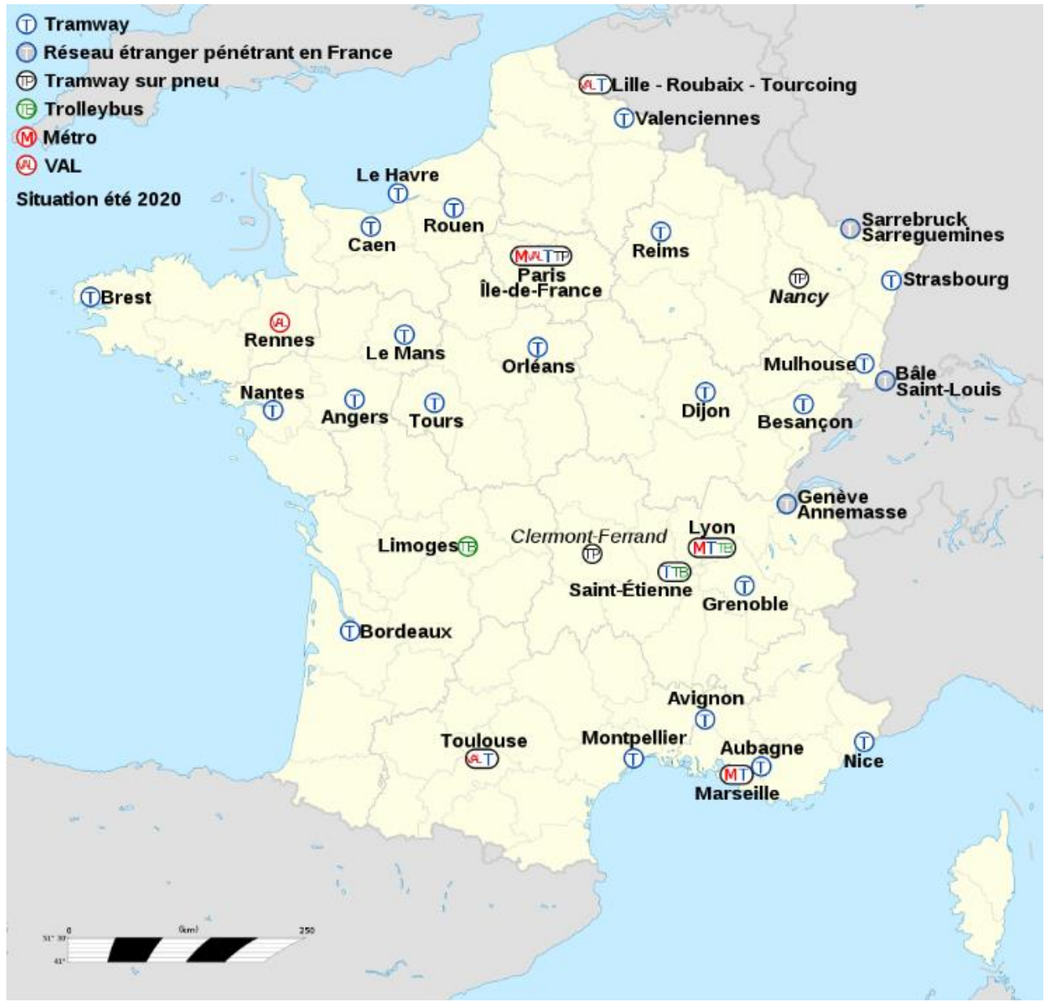


Ilustración 18. Ciudades francesas con red tranviaria (Verano 2020). Fuente: Wikipedia

Tabla 8. Redes de tranvía en Francia. Fuente: Wikipedia

CIUDAD	LONGITUD (km)	LINEAS	PARADAS	DEMANDA DIARIA	FECHA INICIO
ANGERS	12,3	1	25	36.000	25/06/2011
GENÈVE	2	1	4	201.500	15/12/2019
AUBAGNE	2,8	1	7	13.000	01/09/2014
AVIGNON	5,2	1	10	7.800	19/10/2019
BESANÇON	14,5	2	31	36.000	30/08/2014
BORDEAUX	82,3	4	147	282.000	21/12/2003
BREST	14,3	1	28	40.000	23/06/2012
CAEN	16,2	3	37	39.000	27/07/2019
CLERMONT-FERRAND	15,7	1	34	32.000	13/11/2006
DIJON	19	2	35	89.000	01/09/2012
GRENOBLE	43,7	5	82	218.000	5/09/1987
LE HAVRE	13	2	23	50.000	12/12/2012
LE MANS	18,9	2	35	70.000	17/11/2007
LILLE	17,5	2	36	32.000	04/12/1909
LYON	83,8	8	104	350.675	02/01/2001
MARSEILLE	12,7	3	32	100.000	12/1893
MONTPELLIER	60,5	4	85	268.000	30/06/2000
MULHOUSE	16,2	4	29	60.000	20/05/2006
NANTES	41,3	3	82	285.150	7/01/1985
NICE	24,2	3	48	103.000	24/11/2007
ORLÉANS	29,3	2	49	77.000	24/11/2000
PARIS/ÎLE-DE-FRANCE	156,7	12	239	900.000	06/07/1992
REIMS	11,2	2	24	45.000	16/04/2011
ROUEN	15,1	1	31	67.000	17/12/1994
SAINT-ÉTIENNE	16,3	3	44	90.000	04/12/1881
SAINT-LOUIS	2,6	1	4	378.000	9/12/2017
STRASBOURG	49,7	6	87	325.000	25/11/1994
TOULOUSE	17,4	2	28	47.000	11/12/2010
TOURS	15,5	1	29	65.000	31/08/2013
VALENCIENNES	33,8	2	48	33.000	03/07/2006

ANEJO 2. PLANTEAMIENTO URBANÍSTICO

PROYECTO DE TRANVÍA EN SANTANDER
TRABAJO DE FÍN DE MÁSTER

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 2

2. ORDENACIÓN DE LA CIUDAD 2

2.1. PGOU 1997 2
2.2. ACTUALIZACIONES Y REVISIONES DEL PGOU 1997 2
2.3. PGOU 2012 2

3. PLANEAMIENTO DEL TRANVÍA 3

3.1. PGOU 2012 3
3.2. PLAN DE MOVILIDAD SOSTENIBLE 4
3.3. SANTANDER 2055 ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. PLANO DE ORDENACIÓN DEL PGOU DE 1997. FUENTE: AYTO. SANTANDER 2
ILUSTRACIÓN 2. ACTUACIONES URBANÍSTICAS RELEVANTES. FUENTE: PGOU 2012 3
ILUSTRACIÓN 3. ALTERNATIVAS DE METRO LIGERO DEL PLAN DE MOVILIDAD SOSTENIBLE. FUENTE: AYUNTAMIENTO DE SANTANDER 5

1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se va a describir el actual planeamiento urbanístico de la ciudad de Santander, las propuestas existentes y los diferentes documentos que se han desarrollado en los que se hace referencia a la implantación de un tranvía.

Los documentos en cuestión sobre los que se va a tratar son:

- PGOU 1997.
- PGOU 2012.
- Plan de Movilidad Sostenible.

2. ORDENACIÓN DE LA CIUDAD

2.1. PGOU 1997

El Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) de Santander de 1997 es un documento que establece las normas y directrices para la ordenación del territorio y el urbanismo de la ciudad. Este plan es un instrumento básico de planificación urbanística que se encarga de regular el uso del suelo, el planeamiento y la edificación de la ciudad.

El PGOU de Santander de 1997 se estructura en varios apartados, donde se establecen los objetivos, directrices y normas de ordenación del territorio. Entre los aspectos más destacados del PGOU de Santander de 1997 podemos mencionar:

- Clasificación del suelo: Se clasifica el suelo de la ciudad en diferentes categorías en función de su uso, como suelo urbano, urbanizable, no urbanizable, etc.
- Ordenación urbanística: Se establece la organización de la ciudad a nivel de calles, barrios, zonas verdes, equipamientos y servicios públicos.
- Edificación: Se establecen las condiciones que deben cumplir los edificios en términos de altura, volumetría, fachadas, etc.
- Infraestructuras: Se regulan las infraestructuras urbanas, como los servicios de agua, luz, gas, saneamiento, telecomunicaciones, transporte, etc.
- Medio ambiente: Se establecen las directrices para la protección del medio ambiente, incluyendo la conservación de los espacios naturales y la gestión de los residuos.
- Participación ciudadana: Se establecen mecanismos de participación ciudadana en el proceso de planificación y gestión urbana.

En resumen, el PGOU de Santander de 1997 es un documento fundamental para la planificación y gestión urbanística de la ciudad, que establece las normas y directrices para la organización del territorio y el desarrollo urbano de la ciudad en los años posteriores a su aprobación.

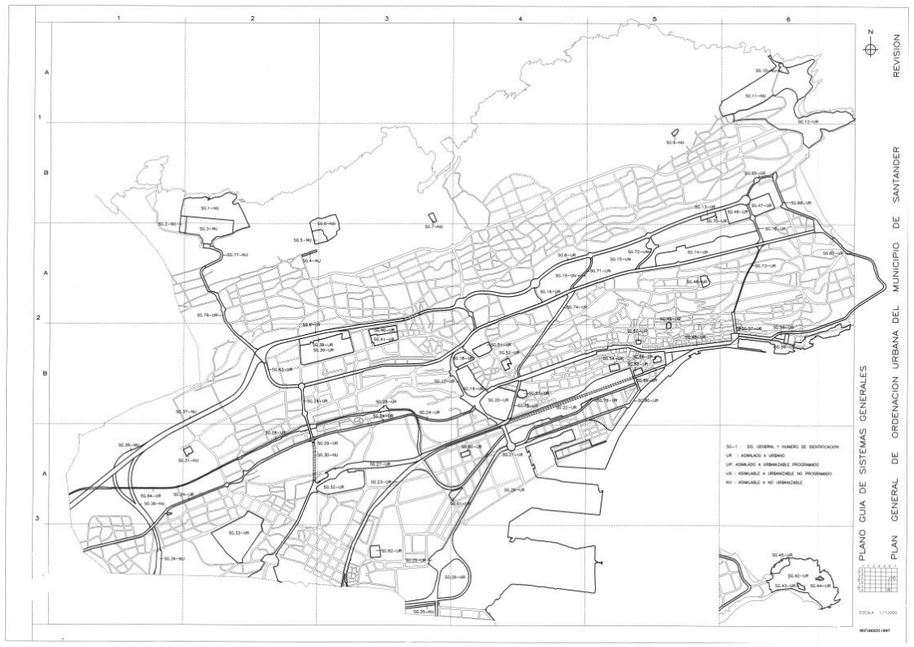


Ilustración 19. Plano de ordenación del PGOU de 1997. Fuente: Ayto. Santander

2.2. ACTUALIZACIONES Y REVISIONES DEL PGOU 1997

Desde la aprobación del PGOU de Santander de 1997, se han llevado a cabo varias actualizaciones y revisiones del plan. A continuación, te presento los principales PGOU desarrollados en la ciudad después del de 1997:

- Revisión del PGOU de 2002: En 2002 se realizó una revisión del PGOU de 1997, que incorporó algunas modificaciones y actualizaciones en el documento original.
- Plan de Ordenación del Litoral: En 2004 se aprobó el Plan de Ordenación del Litoral (POL) de Santander, que establece las directrices para la ordenación del territorio y el uso del suelo en la franja costera de la ciudad.
- Plan de Actuación del Anillo Verde: En 2008 se aprobó el Plan de Actuación del Anillo Verde (PAAV) de Santander, que establece las directrices para la conservación y gestión de los espacios naturales y agrícolas en la periferia de la ciudad.
- Revisión del PGOU de 2012: En 2012 se aprobó una nueva revisión del PGOU de Santander, que incorporó nuevas actualizaciones y modificaciones en el plan original.
- Plan Especial de Protección del Patrimonio Cultural: En 2016 se aprobó el Plan Especial de Protección del Patrimonio Cultural (PEPPC) de Santander, que establece las directrices para la conservación y protección del patrimonio cultural de la ciudad.

2.3. PGOU 2012

En el año 2012, se aprobó el Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) de Santander, con el fin de abordar las nuevas necesidades de la ciudad, que requerían de un nuevo plan actualizado, tras el antiguo plan obsoleto del siglo anterior. El PGOU fue aprobado por la

Comisión Regional de Ordenación del Territorio y Urbanismo (CROTU) el 27 de septiembre de ese mismo año, entrando en vigor de inmediato.

Sin embargo, una asociación ecologista presentó un recurso contra el nuevo Plan de Ordenación Urbana, argumentando que las previsiones de crecimiento de la ciudad de Santander eran irreales y que no se requería tanto suelo para nuevas edificaciones. Como resultado, cinco años después de su aprobación, el Tribunal Supremo anuló el PGOU de 2012 y se restableció el Plan del año 1997.

Por ello, actualmente para los nuevos desarrollos que no se contemplan en el Plan en Vigor se realizan modificaciones en el ordenamiento para dar respuesta a esas nuevas necesidades y que pueda seguir en vigencia el plan anterior.

3. PLANEAMIENTO DEL TRANVÍA

3.1. PGOU 2012

En el Plan General de Ordenación Urbana de 2012 se establecía como uno de los objetivos y criterios específicos el desarrollo de una red de tranvía. El Objetivo 8 del Plan decía así:

"Para mejorar la accesibilidad como concepto de proximidad, se aplicarán los siguientes criterios:

- *Establecer un modelo para los nuevos desarrollos que favorezcan el incremento de la proximidad, lo que exigirá una razonable y equilibrada articulación de usos y funciones.*
- *Para mejorar la accesibilidad como concepto de desplazamiento, se plantean los siguientes criterios de intervención: [...]*
    - *Implantar un tranvía o metro ligero como medio de transporte público eficaz y no dañino para el medio ambiente."*

Al ser anulado el PGOU en el año 2017, estos planes quedan invalidados, pero muestran la disposición a añadir un sistema tranviario en el siguiente PGOU que se desarrolle, e incluso puede ser añadido al vigente mediante una modificación de este.

Dentro del capítulo de las actuaciones urbanísticas relevantes se menciona nuevamente la posible creación de una red de metro ligero junto con la reordenación del espacio ferroviario:

"Además, como actuación complementaria a ésta se contempla dentro de la Revisión del Plan General (no de la de remodelación de las estaciones propiamente dicha) la posible construcción de un túnel y la implantación de una línea de metro ligero, que conecte la zona de Castilla – Hermida y el acceso de Santander con la zona Norte de la ciudad.

El túnel comenzaría en la plaza circular que se construya una vez remodeladas las estaciones y finalizaría en la Avenida de los Castros, a la altura de la Bajada de Polio.

El túnel se plantea con un carril por sentido de circulación, y una vía de metro ligero, que, inicialmente, tendría el trayecto estaciones – Universidad – Sardinero, llegando hasta el estadio de fútbol."

Se vuelve a mencionar en el capítulo del Plan de Movilidad Sostenible, que uno de los objetivos que se buscan es el estudio de la creación de una red de Metro Ligero en Santander:

"El transporte es un elemento clave en el funcionamiento diario de una ciudad, y por tanto la adopción de un modelo de transporte sostenible debe ser parte fundamental en el desarrollo futuro de Santander. [...] Para ello plantea las siguientes actuaciones:

- *Creación de una red de metro ligero. [...]*

El Plan de Movilidad Sostenible de Santander 2010 - 2013 se encuentra ya aprobado por el Consejo Municipal de Sostenibilidad de Santander."

Como se puede comprobar, la creación de un tranvía es un objetivo importante dentro de los planes de movilidad del Plan General de Ordenación Urbana y es por ello que en los futuros ordenamientos también debe darle cabida a este medio de transporte.

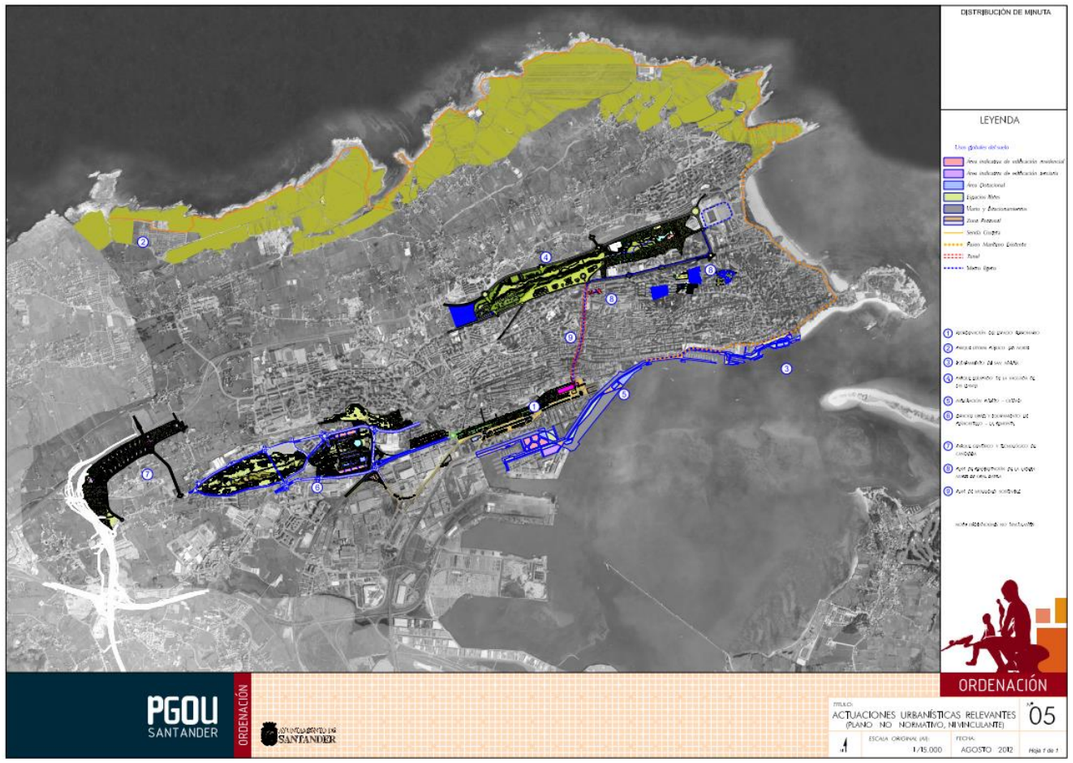


Ilustración 20. Actuaciones urbanísticas relevantes. Fuente: PGOU 2012

Dentro de la memoria de ordenación, se hace referencia a los sistemas generales propuestos en los que se mencionan ciertos objetivos como:

"La generación de un sistema de transporte colectivo que permita relacionar los centros de mayor generación/atracción de viajes de Santander, independientemente del sistema viario."

Que se justifica a continuación:

"Las principales actuaciones en este sentido irán dirigidas a la consecución de un sistema de transporte colectivo que integre los diferentes modos de transporte existentes, [...]. Esta integración se deberá realizar mediante la implantación de líneas urbanas que conecten

ADECUADAMENTE LAS ESTACIONES DE FERROCARRIL Y AUTOBÚS INTERURBANO CON LOS PRINCIPALES FOCOS DE GENERACIÓN/ATRACCIÓN DE LA CIUDAD. […]

DENTRO DE ESTE CONTEXTO, SE CONCIBE LA EJECUCIÓN DE UNA RED DE METRO LIGERO QUE, INDEPENDIENTEMENTE DEL SISTEMA VIARIO, CONSIGA VINCULAR DIRECTAMENTE ÁREAS COMO LAS ESTACIONES, EL AYUNTAMIENTO, LA UNIVERSIDAD O EL SARDINERO, ALGUNAS DE LAS PRINCIPALES CENTRALIDADES DEL MODELO DE CIUDAD QUE SE PLANTEA."

Se vuelve a hacer referencia en el punto 2.5.4. de la memoria de ordenación referente al modelo de transporte colectivo:

"[…] CON TAL FIN SE PLANTEA LA EJECUCIÓN DE UNA LÍNEA DE METRO LIGERO QUE RELACIONE ALGUNOS DE LOS PRINCIPALES FOCOS GENERADORES DE TRÁFICO DE LA CIUDAD, COMO SON LAS ESTACIONES DE FERROCARRIL Y AUTOBUSES, LA UNIVERSIDAD DE CANTABRIA, Y EL SARDINERO. […]

LA LÍNEA DE METRO LIGERO DEBERÁ SER OBJETO DE UN ESTUDIO PORMENORIZADO QUE GARANTICE SU VIABILIDAD Y ADECUACIÓN A LA DEMANDA. ASÍ, EL PLAN GENERAL ESTABLECE LA OBLIGACIÓN PARA LOS PLANES PARCIALES EN SUELO URBANIZABLE DE REALIZAR LAS CORRESPONDIENTES RESERVAS DE SUELO CON EL OBJETO DE DAR CABIDA A ESTA INFRAESTRUCTURA. POR OTRO LADO, EN LAS ZONAS CONSOLIDADAS SE DEBERÁN APROVECHAR LAS PLATAFORMAS EXISTENTES."

3.2. PLAN DE MOVILIDAD SOSTENIBLE

En el Plan de Movilidad Sostenible queda recogido al igual que en el PGOU que uno de los Planes de Actuación ha realizar en la ciudad se debe crear una red de metro ligero como parte del Plan de Fomento del Transporte Público.

"EL MODELO DE TRANSPORTE COLECTIVO EN LA CIUDAD DE SANTANDER PLANTEA LA EJECUCIÓN DE UNA RED DE METRO LIGERO COMO ACTUACIÓN ESENCIAL, QUE INDEPENDIENTEMENTE DEL SISTEMA VIARIO, VINCULE ÁREAS COMO LAS ESTACIONES, LA UNIVERSIDAD O EL SARDINERO, PUNTOS NEURÁLGICOS DEL MODELO DE CIUDAD QUE SE PLANTEA.

LAS VENTAJAS QUE PRESENTA ESTE MODO SE CENTRAN EN SU POTENCIALIDAD PARA CAMBIAR LAS CARACTERÍSTICAS NO SOLO DE LA MOVILIDAD SI NO DEL ENTORNO EN EL QUE SE IMPLANTA. DE ESTA MANERA, NO TODOS LOS MODOS DE TRANSPORTE TIENEN LOS MISMOS EFECTOS EN LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y DE LA CIUDAD."

Así se recoge detalladamente incluyendo el plano del estudio de alternativas:

"LA EJECUCIÓN DE UNA RED DE METRO LIGERO EN LA CIUDAD DE SANTANDER SE PLANTEA COMO UNA DE LAS ACTUACIONES PRIORITARIAS Y FUNDAMENTALES DENTRO DEL MODELO DE TRANSPORTE SOSTENIBLE QUE SE PRETENDE IMPLANTAR.

EL METRO LIGERO CONSTITUYE UN MODO DE CAPACIDAD MEDIA PARA EL TRANSPORTE DE PASAJEROS A ESCALA REGIONAL Y METROPOLITANA. UNA DE SUS CARACTERÍSTICAS BÁSICAS ES QUE LOS VEHÍCULOS OPERAN EN UN SISTEMA PARCIAL O TOTALMENTE SEGREGADO DEL TRÁNSITO VEHICULAR, CON CARRILES RESERVADOS, VÍAS APARTADAS Y SEÑALIZACIÓN PROPIA.

ESTE TIPO DE TRANSPORTE ESTÁ ESPECIALMENTE INDICADO PARA CIUDADES DONDE LA DEMANDA NO HACE VIABLE LA EJECUCIÓN DE UN METRO CONVENCIONAL. ADEMÁS, PRESENTA MÚLTIPLES VENTAJAS AMBIENTALES, YA QUE NO SÓLO CONSUME MENOS QUE EL AUTOBÚS CONVENCIONAL SI NO QUE REDUCE EL TRÁFICO RODADO LO CUAL IMPLICA UNA DISMINUCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

AMBIENTAL Y SONORA.

LOS EFECTOS DIFERENCIALES DE ESTE MODO SE CENTRAN EN LA INDUCCIÓN A UNA NUEVA DISTRIBUCIÓN DEL USO DEL ESPACIO URBANO DE FORMA PERMANENTE, ÉSTA PODRÁ REALIZARSE POTENCIANDO O NO EL

TRANSPORTE EN VEHÍCULOS DE DOS RUEDAS Y PEATONAL, INDICANDO AL USUARIO DEL VEHÍCULO PRIVADO EL CAMINO O LA IDEA DE MOVILIDAD PLANTEADA PARA LA CIUDAD. LOS USUARIOS DEL VEHÍCULO PRIVADO RESPONDERÁN A ESTAS ACCIONES ACOMODANDO SUS DECISIONES A LOS CONDICIONANTES QUE ESTO SUPONE.

TENIENDO EN CUENTA LO ANTERIOR, LA IMPLANTACIÓN DE LA RED DE METRO LIGERO ATIENDE A DOS OBJETIVOS FUNDAMENTALES:

POR UN LADO, EL DESARROLLO DE UN MEDIO DE TRANSPORTE COLECTIVO RÁPIDO Y EFICAZ CUYAS PRINCIPALES VENTAJAS RADICAN EN LOS AHORROS ENERGÉTICOS QUE FAVORECEN LA DISMINUCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Y LA REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE RECORRIDO PARA LOS USUARIOS FRENTE A OTROS MODOS.

POR OTRO LADO, CONSTITUYE UN ELEMENTO DEFINITORIO DE LA CONFIGURACIÓN DE LA CIUDAD, UN FACTOR DE INNOVACIÓN AMBIENTAL EN LAS ÁREAS METROPOLITANAS QUE PERMITE TRANSFORMAR EL ENTORNO URBANO EN EL QUE SE IMPLANTA, LIBERANDO ESPACIO PÚBLICO PARA CREAR NUEVAS ZONAS PEATONALES, CARRILES BICI, ETC.

LA INCLUSIÓN DE UN TRAZADO EN PLATAFORMA EXCLUSIVA PARA UN TRANVÍA EN EL CENTRO DE SANTANDER INTRODUCE NUEVAS POSIBILIDADES PARA ESTRUCTURAR EL SISTEMA VIARIO DESDE PATRONES MUY DIFERENTES A LOS ACTUALES.

LAS PRIORIDADES CLÁSICAS ESTABLECIDAS EN LOS REPARTOS SOBRE EL PERFIL VIARIO ORGANIZADAS SOBRE BANDAS DE ASFALTO PARA CIRCULACIÓN MOTORIZADA Y ACERADO PARA PEATONES DIFICULTAN EL DISEÑO DE REDES PARA LOS Ç MODOS DE TRANSPORTE SOSTENIBLES.

COMO SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO OFRECE UN MARCO PARA LA CONCEPCIÓN INTEGRAL DEL TRANSPORTE QUE PERMITE DISEÑAR UN SISTEMA FÍSICO Y FUNCIONAL DE LA CIUDAD MUY DIFERENTE.

EL ESTUDIO DE VIABILIDAD REALIZADO PARA LA IMPLANTACIÓN DEL METRO LIGERO CONFIRMA LA BONDAD DE LA IMPLANTACIÓN ESTE MODO DE TRANSPORTE EN UNA CIUDAD DE LAS CARACTERÍSTICAS DE SANTANDER.

DENTRO DEL ESTUDIO DE ALTERNATIVAS SE HA REALIZADO EL ANÁLISIS DE LAS VENTAJAS, INCONVENIENTES Y COSTES DE CADA UNA DE LAS OPCIONES Y SU REPERCUSIÓN EN LOS DIVERSOS ASPECTOS DEL TRANSPORTE Y DE LA ORDENACIÓN TERRITORIAL Y URBANÍSTICA. A TAL EFECTO, SE CONSIDERA EN CADA ALTERNATIVA:

- ✓ LAS DEMANDAS PROBABLES EN DIFERENTES HORIZONTES TEMPORALES.
- ✓ LA INVERSIÓN NECESARIA A LO LARGO DE LA VIDA DE LA OBRA.
- ✓ LOS GASTOS DE EXPLOTACIÓN A LO LARGO DEL PERÍODO DE VIDA DE LA CONCESIÓN.
- ✓ LA RENTABILIDAD ECONÓMICO-SOCIAL DE LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS.
- ✓ EL IMPACTO MEDIOAMBIENTAL DE LAS DIFERENTES OPCIONES, CON ESPECIAL INCIDENCIA EN LA ACCIDENTABILIDAD Y LAS CONTAMINACIONES ATMOSFÉRICA Y ACÚSTICA.

Las alternativas analizadas parten con el objetivo fundamental de fortalecer la movilidad en los itinerarios longitudinales de la ciudad, al mismo tiempo que se potencian los movimientos transversales entre las zonas norte y sur de Santander.

El siguiente paso en el proceso de implantación de la red de metro ligero lo constituye la redacción del Anteproyecto, que desde el presente plan se propone.

Las alternativas propuestas en el Estudio de Viabilidad desarrollado contemplan los itinerarios que aparecen en el plano adjunto."

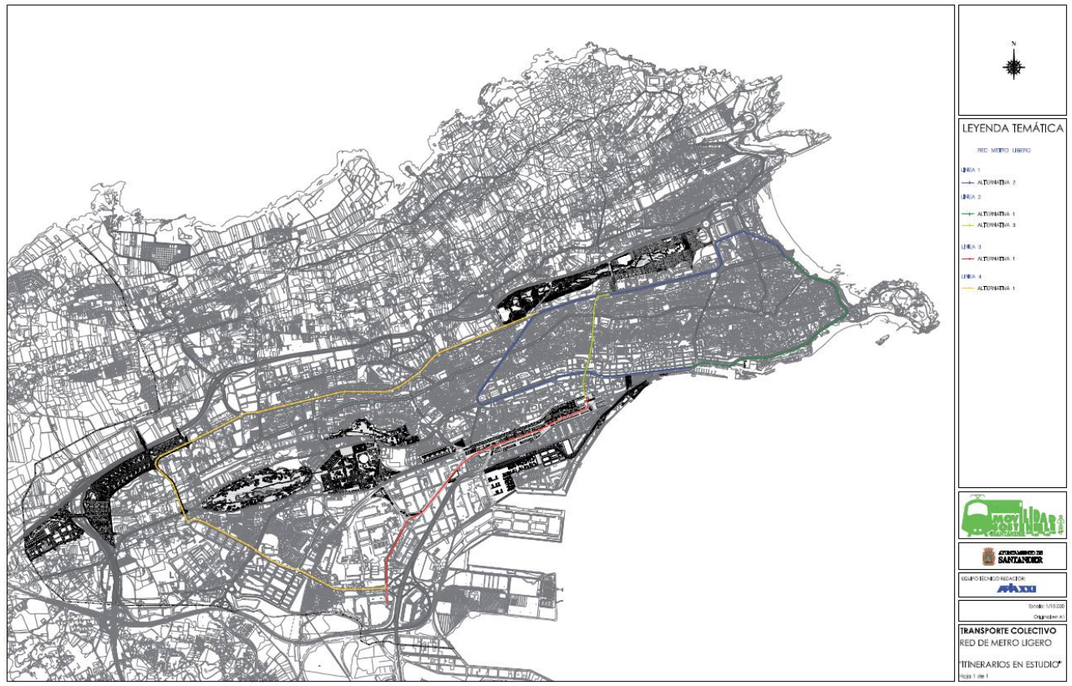


Ilustración 21. Alternativas de Metro Ligero del Plan de Movilidad Sostenible. Fuente: Ayuntamiento de Santander

ANEJO 3. ESTUDIO MOVILIDAD

PROYECTO DE TRANVÍA EN SANTANDER
TRABAJO DE FÍN DE MÁSTER

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 2

2. MOVILIDAD EN EL ÁREA METROPOLITANA DE SANTANDER 2

2.1. AUTOBUSES DE CERCANÍAS 2
2.2. RED DE FERROCARRIL 2

3. MOVILIDAD EN EL MUNICIPIO DE SANTANDER 3

3.1. REPARTO MODAL 3
3.2. ANÁLISIS TEMPORAL Y ESTACIONALIDAD 4
3.3. ANÁLISIS DEL TRÁFICO 4
3.3.1. TRÁFICO EXTERIOR 4
3.3.2. TRÁFICO INTERIOR 4
3.4. ANÁLISIS DEL TRANSPORTE PÚBLICO 4
3.5. MOVILIDAD PEATONAL Y CICLISTA 5

4. ANÁLISIS DAFO 6

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. PORTADA DEL CAPÍTULO REFERENTE A LA MOVILIDAD EN EL DOCUMENTO SANTANDER 2055. FUENTE: SANTANDER 2055 2
ILUSTRACIÓN 2. LÍNEAS TUS. ELABORACIÓN PROPIA 5
ILUSTRACIÓN 3. CARRILES BICI EN LA CIUDAD DE SANTANDER (ELABORACIÓN PROPIA) 6

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. MAPA Y LISTA DE LÍNEAS DE AUTOBÚS DE CERCANÍAS DE SANTANDER 2
TABLA 2. MAPA Y LISTA DE LÍNEAS DE TREN DE CERCANÍAS DE SANTANDER 3
TABLA 3. RELACIÓN DE LÍNEAS REGULARES Y CABECERAS 5
TABLA 4. LONGITUD DE LOS CARRILES BICI DE SANTANDER 5

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. VIAJEROS ANUALES EN LAS LÍNEAS DE AUTOBÚS DE CERCANÍAS DE SANTANDER 2
GRÁFICO 2. VIAJEROS ANUALES EN LAS LÍNEAS DE TREN DE CERCANÍAS DE SANTANDER 3
GRÁFICO 3. REPARTO MODAL EN EL MUNICIPIO DE SANTANDER. 3
GRÁFICO 4. IMD DE LOS AFOROS DE LAS PRINCIPALES ENTRADAS Y SALIDAS A LA CIUDAD 4
GRÁFICO 5. VIAJEROS ANUALES Y TRANSBORDOS EN LAS LÍNEAS DE TUS 4

1. INTRODUCCIÓN

Este anejo va a describir la movilidad existente en la ciudad de Santander y la relación existente con los medios de comunicación actuales. Para la obtención de los datos se ha partido del documento de Santander 2055, que es un plan a futuro para la ciudad y la región de la Bahía de Santander.

Los datos que se presentan son hasta el año 2019, momento en el que se realizó este estudio y último año hasta el presente con datos fiables de utilización de transporte, ya que a partir del año 2020 y debido a la Pandemia mundial de Covid-19 y las restricciones al transporte y movilidad, estos no se pueden tomar para la realización de estudios, ya que desvirtúan el normal funcionamiento de la red de transportes.

Ilustración 22. Portada del capítulo referente a la movilidad en el documento Santander 2055. Fuente: Santander 2055

2. MOVILIDAD EN EL ÁREA METROPOLITANA DE SANTANDER

Santander es el municipio más poblado de Cantabria, y capital de la provincia. A su vez es el municipio de referencia del área metropolitana, que aglutina a cerca de 300.000 personas, más de la mitad de toda la población de la región.

Los municipios que se consideran que están dentro de lo denominado como Bahía de Santander son Santander, Santa Cruz de Bezana, Piélagos, Camargo, El Astillero, Marina de Cudeyo, Medio Cudeyo, Riotuerto, Entrambasaguas, Ribamontán al Monte y Ribamontán al Mar.

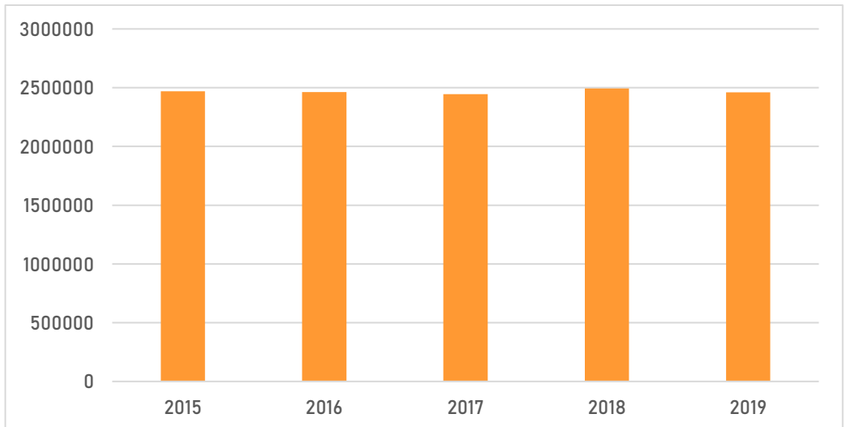
2.1. AUTOBUSES DE CERCANÍAS

Las líneas de cercanías tienen recorridos radiales uniendo los municipios de la zona de influencia de la Bahía con Santander. En total son 9 líneas de cercanías que cubren la mayor parte de los municipios colindantes. Los servicios normalmente son cubiertos con autobuses de carácter urbano. Todas las líneas parten de la misma cabecera situada en el exterior de la estación de autobuses, fijando así un único punto de partida para las rutas.

LÍNEA	RECORRIDO
S1	Santander - Astillero
S2	Santander – Sierra Parayas
S3	Santander – C. Comerciales - Astillero
S4	Santander - Aeropuerto
S5	Santander - Maoño
S6	Santander - Escobedo
S7	Santander – San Cibrián
S8	Santander – Liencres - Mompía
S9	Liencres - Mompía

Tabla 9. Mapa y lista de líneas de autobús de cercanías de Santander

La red tiene una afluencia de cerca de 2.500.000 pasajeros al año, siendo la línea de Santander – Maliaño – Astillero la más usada con 1.500.000 pasajeros anuales. En los últimos años la demanda de estos servicios se ha mantenido constante a lo largo del tiempo con pequeñas variaciones.



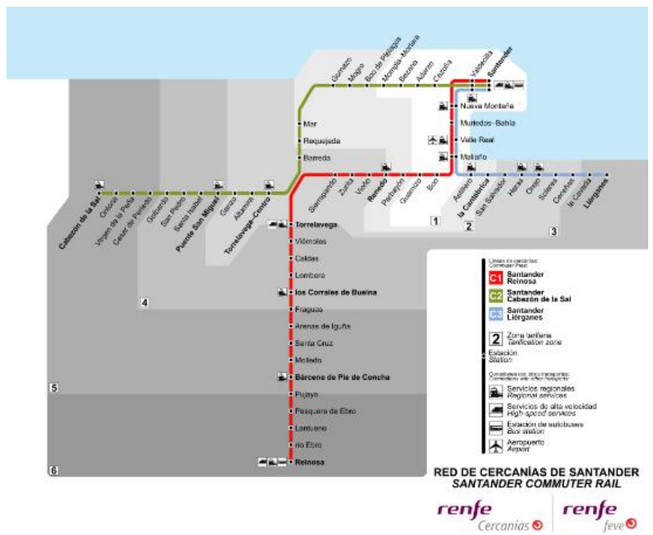
Año	2015	2016	2017	2018	2019
Bus Cercanías	2.469.234	2.462.184	2.445.566	2.493.017	2.461.251

Gráfico 3. Viajeros anuales en las líneas de autobús de cercanías de Santander

2.2.RED DE FERROCARRIL

La red de ferrocarril, al igual que la red de autobuses de cercanías tiene una forma radial, partiendo de Santander 3 líneas de cercanías. Una de ellas es de ancho ibérico conectando Santander con la meseta, atravesando de Norte a Sur la Comunidad. Las otras dos líneas son de ancho métrico (pertenecientes a Renfe, aunque provengan de la extinta Feve) y conectan en el eje Este-Oeste, por un lado, con Torrelavega prolongándose hasta Cabezón

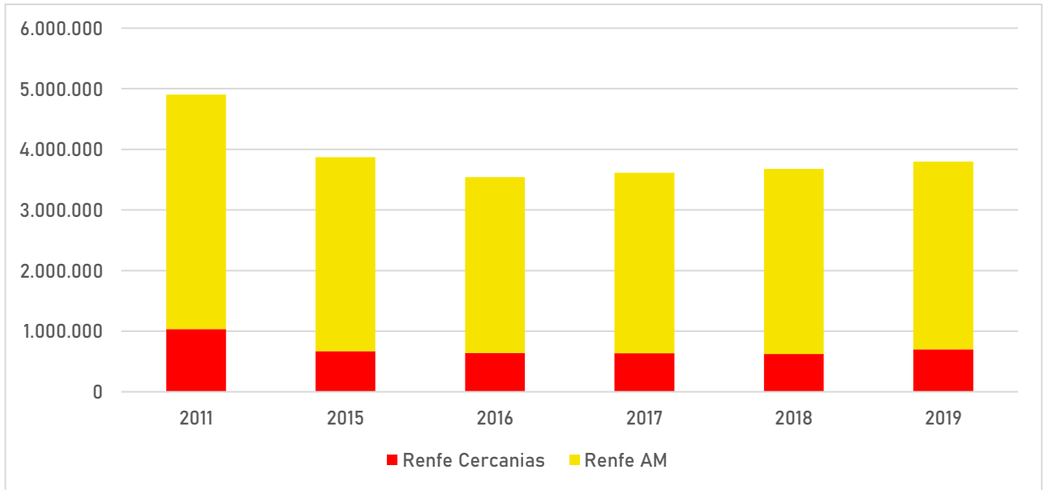
de la Sal y la otra recorre todo el arco de la Bahía hasta llegar al centro de Solares, finalizando su recorrido en Liérganes.



LÍNEA	RECORRIDO
C-1	Santander – Torrelavega - Reinosa
C-2	Santander – Torrelavega – Cabezón de la Sal
C-3	Santander – Solares – Liérganes

Tabla 10. Mapa y lista de líneas de tren de cercanías de Santander

En los últimos años ha habido un descenso significativo en el uso del ferrocarril de cercanías, perdiendo este cerca de 1.000.000 de viajeros en una década. Aun así, el descenso se ha estabilizado en casi 4.000.000 de pasajeros anuales entre las 3 líneas de ferrocarril de la región, siendo el tramo entre Torrelavega y Santander el de mayor uso al estar todo su trazado desdoblado y tener unas buenas frecuencias que llegan a los 15 minutos y disponiendo de trenes semidirectos para recortar tiempos de viaje.



	2011	2015	2016	2017	2018	2019
Renfe Cercanías	1.035.000	670.000	639.000	636.000	623.000	700.000
Renfe AM	3.870.296	3.200.000	2.900.000	2.977.602	3.055.203	3.100.000

Gráfico 4. Viajeros anuales en las líneas de tren de cercanías de Santander

3. MOVILIDAD EN EL MUNICIPIO DE SANTANDER

3.1. REPARTO MODAL

De las encuestas domiciliarias realizadas en 2015 por la Universidad de Cantabria se extrae que la media de viajes diarios por encuestado es de 2,81 y la media de viajes efectuados por hogar de manera diaria es de 5,80.

Con los datos disponibles se determina que en la movilidad entre zonas los desplazamientos se realizan en un 48 % a pie, el 41 % en vehículo motorizado, coche particular, taxi, VTC o moto. Del porcentaje restante se obtiene que el 1% de los desplazamientos son en bici y el 10% restante se realizan en autobús urbano.

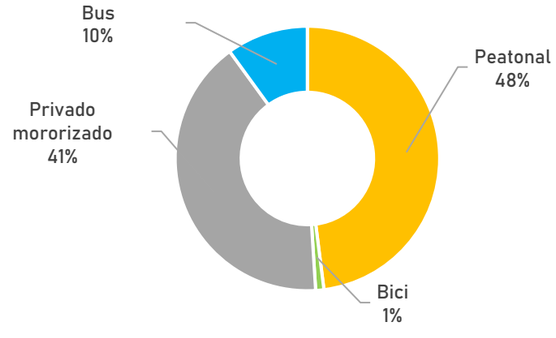


Gráfico 5. Reparto modal en el municipio de Santander.

3.2.ANÁLISIS TEMPORAL Y ESTACIONALIDAD

El análisis muestra que en los meses de verano la movilidad aumenta respecto al resto del año. Además, en estos meses, se modifica las demandas punta diarias, desapareciendo el pico de hora punta de la mañana y suavizándose los picos de mediodía y tarde. En cambio, en el resto de los meses se ven unos picos de movilidad a la mañana, a mediodía y a al atardecer. Estos flujos son similares tanto en el trafico privado como en el transporte público.

3.3.ANÁLISIS DEL TRÁFICO

3.3.1. TRÁFICO EXTERIOR

Gran parte del tráfico de la ciudad de Santander proviene de otros municipios que deben realizar ciertas actividades en la ciudad. También hay que añadirle la perdida de viajeros de los ferrocarriles de cercanías en los últimos años, que han cambiado de modo de transporte. De los datos obtenidos del Mapa de Tráfico del 2019 elaborado por el MITMA, con los datos de los aforos de la Red de Carreteras del Estado.

Se dispone de aforadores en la S-10, S-30, A-67, N-611 y N-623 que son las principales arterias de entrada a la ciudad. Además, la entrada desde Liencres, Soto de la Marina y toda esa área se canaliza mediante la carretera autonómica CA-231.

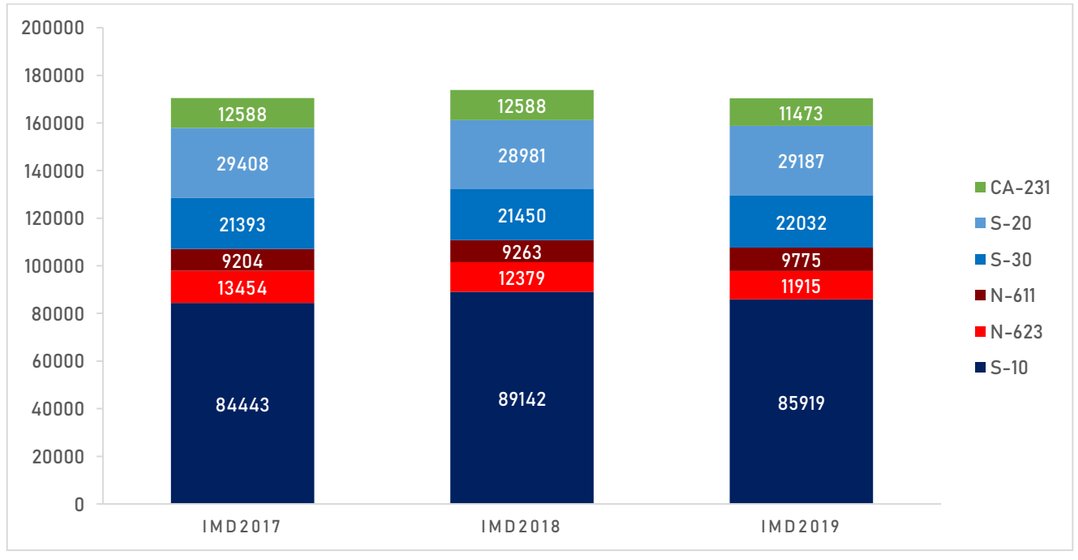


Gráfico 6. IMD de los aforos de las principales entradas y salidas a la ciudad

3.3.2. TRÁFICO INTERIOR

Santander dispone de una red de más de 200 aforadores automáticos basados en espiras de inducción distribuidos por toda la ciudad, cubriendo los principales ejes de movilidad de tráfico privado. La mayor densidad de tráfico se ubica en el eje Castilla-Hermida y en el tramo entre Valdecilla Sur y La Marga, que son una prolongación del acceso más demandado que es el eje de la S-10 por la Avenida de Parayas.

3.4.ANÁLISIS DEL TRANSPORTE PÚBLICO

La actual red de autobuses urbanos se comenzó a consolidar en los años 80 del siglo XX, a la que paulatinamente se han modificado los recorridos y añadido nuevas líneas hacia los nuevos desarrollos urbanísticos de la ciudad. En el periodo de 2008 a 2014 se experimentó una rápida ampliación. La siguiente gran modificación fue la implantación del MetroTUS en febrero de 2018 y la supresión de ese servicio en octubre.

La orografía de Santander hace que la mayoría de las rutas recorran la ciudad de forma longitudinal mediante los principales ejes viarios del municipio. En cambio, la conectividad transversal resulta deficiente debida a la falta de ejes en sentido norte-sur con anchuras y pendientes aptas para el trazado de autobuses urbanos convencionales, teniendo que usar actualmente microbuses.

En 2019, último año con datos fiables de viajeros transportados se contabilizaron un total de 18.894.677 de viajes, con un aumento respecto del año anterior de un de 2,54%. Si se tienen en cuenta los transbordos realizados entre líneas se transportaron a 17.267.195 de personas a lo largo del año.

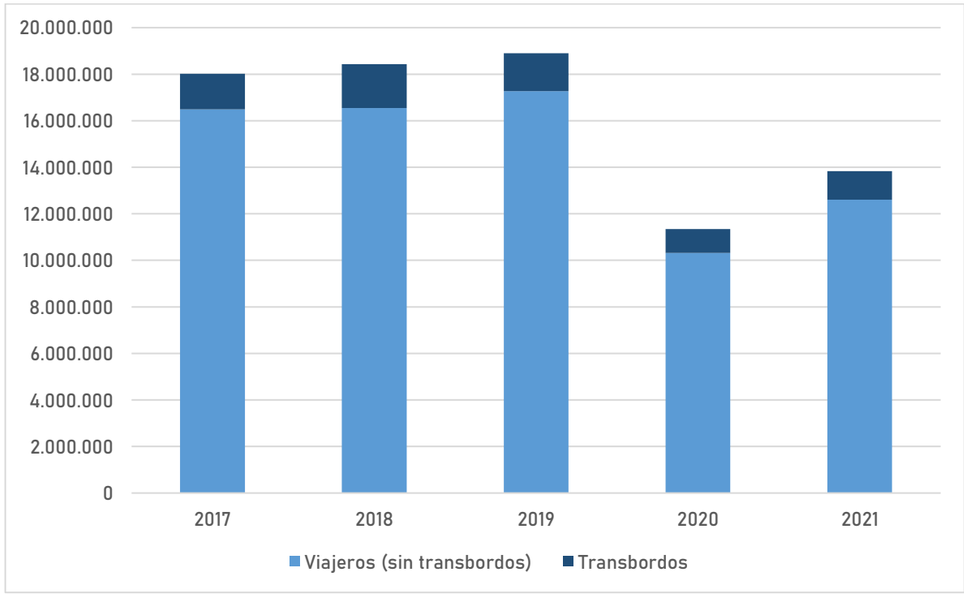


Gráfico 7. Viajeros anuales y transbordos en las líneas de TUS

La red tiene una base troncan que se ramifica en sus extremos para dar servicio a los barrios periféricos. Es por ello que hay calles por las que pasan una hasta 5 o 6 líneas que realizan en el tramo central el mismo recorrido por lo que no se necesitan realizar transbordos para ese tipo de viajes.

La red la componen 16 líneas regulares que circulan diariamente. 4 de estas líneas son circulares, uniendo los barrios periféricos directamente sin tener que pasar por el centro de la ciudad, y realizan servicios tanto en sentido horario como antihorario.

Las líneas están identificadas con un número a excepción de la Línea Central, que une los dos intercambiadores existentes, Valdecilla y El Sardinero, que se realizaron para el fallido Metro-TUS, discurriendo por el tronco central donde confluyen la gran mayoría de líneas. Este tamo está comprendido entre Cuatro Caminos y Puertochico.

Tabla 11. Relación de líneas regulares y cabeceras

LÍNEAS	CABECERAS
1	A. ODRIOZOLA - PCTCAN/ADARZO
2	CORBAN - CONSUELO BERGES
3	OJAIZ - SARDINERO/UNI/P.PEREDA
4	Bº PESQUERO - INT. SARDINERO/UNI
5 C1 5 C2	MIRANDA/PLZ. ITALIA
6 C1 6 C2	COMPLEJO RUTH BEITIA
7 C1 7 C2	LUIS QUINTANILLA
11	INT. AVDA. VALDECILLA - PLAZA ITALIA
12	CARREFOUR
13	LLUJA - CUETO
14	ESTACIONES
16	PLAZA DE LOS REMEDIOS
17	PZA.ESTACIONES - CORBAN/CIRIEGO
18	PUERTOCHICO - CORBANERA/CASTILLO
24 C1 24 C2	PCTCAN-SAN MARTIN - PCTCAN
C	INT. VALDECILLA - INT. SARDINERO

Una de las mayores deficiencias de esta red es la falta de líneas transversales que conecten con el centro. Las líneas existentes, debido a la geometría de las calles no permiten las circulaciones de autobuses de gran capacidad, debiéndose utilizar microbuses como en la línea 16.

Ilustración 23. Líneas TUS. Elaboración propia

3.5.MOVILIDAD PEATONAL Y CICLISTA

Actualmente la red de carriles bici en Santander tiene los siguientes tramos operativos:

CARRILES-BICI	LONGITUD APROXIMADA KM.
ALCALDE VEGA LAMELA	0,20
AVDA. DE LOS CASTROS- S20	0,49
CENTRO BOTÍN	0,50
CIRIEGO – LA MARUCA	1,20
COMPLEJO MUNICIPAL DE DEPORTES - PCTCAN	1,60
ESTACIÓN FERRY – MARQUÉS DE LA HERMIDA	1,50
GRÚA DE PIEDRA – PLAYA DE LA MAGDALENA	2,60
MAGDALENA- PIQUIO	1,30
MARQUÉS DE LA HERMIDA – NUEVA MONTAÑA	3,80
NUEVA MONTAÑA - PCTCAN	2,00
PARQUE DE LAS LLAMAS	3,00
PASARELA A-67	0,20
PIQUIO-LOS CASTROS-BAJADA DE POLIO	3,50
POLIO- PRONILLO	1,80
PRONILLO- COMPLEJO MUNICIPAL DEPORTES	2,20
PUERTOCHICO – LOS CASTROS	1,30
REINA VICTORIA	1,50
VIRGEN DEL MAR - CIRIEGO	1,80
TOTAL	30,49

Tabla 12. Longitud de los carriles bici de Santander

Existe un servicio de alquiler de bicicletas con 15 estaciones en servicio que cuenta con más de 3.300 usuarios que sumando a los viajes en bicicletas privadas representan un 1% de la cuota modal.

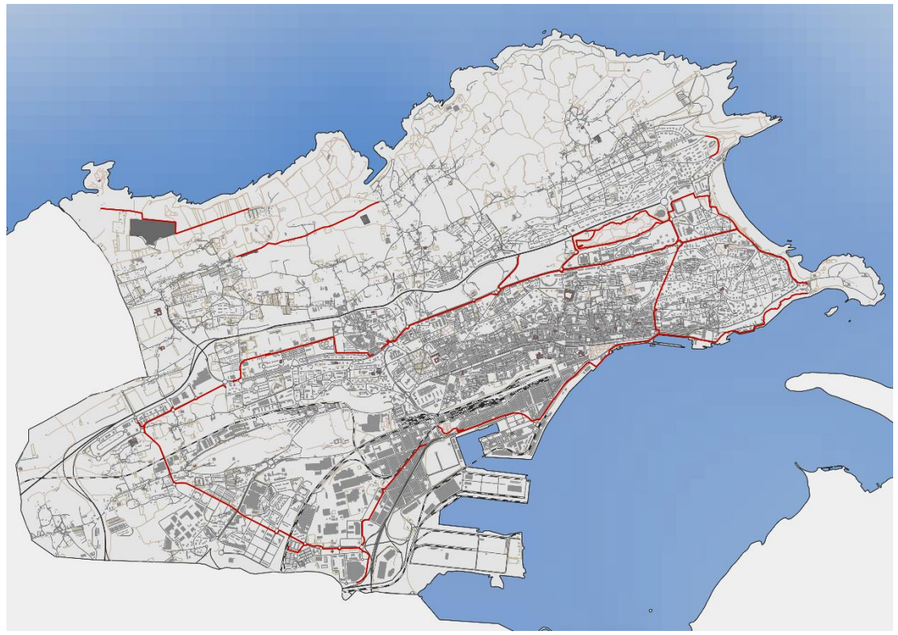


Ilustración 24. Carriles bici en la ciudad de Santander (Elaboración propia)

En la movilidad peatonal los proyectos de transporte vertical han sido toda una revolución en la ciudad, incluyendo rampas y escaleras mecánicas, ascensores y funiculares, mejorando las conexiones trasversales.

4. ANÁLISIS DAFO

Debilidades

- Diseño de las líneas regulares en el arco de la bahía
- Desincronización de los distintos modos
- Degradación del tren de cercanías
- Conflicto Taxi/VTC
- Integración bicicleta y alquiler de bici electrica
- Reparto de ultima milla

Amenazas

- Escasa integración y coordinación del transporte público
- Desajuste oferta/demanda
- Problemas accesibilidad al TP
- Competencia tiempos de viaje
- Problemas de brecha digital
- Gestión de puntos de recarga eléctricos

Fortalezas

- Alianzas de los municipios colindantes
- Implementación de aparcamientos disuasorios
- Aplicaión de rutas de transporte martimo en la bahía
- Implantación de caminos escolares seguros
- Zonas de exclusión de tráfico
- Movilidad sostenible

Oportunidades

- Concienciación social
- ADecuación empresas a movilidad sostenible
- Impulso de alianzas entre municipios
- Posibilidad de implantar sistema intermodal
- Concecpción global sistema cercanías
- Impulso movilidad sostenible

ANEJO 4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 2

2. CALIBRACIÓN DEL MODELO. ALTERNATIVA 0 2

3. TÚNEL URBANO 3

4. RESUMEN DE ALTERNATIVAS 3

5. ALTERNATIVAS 4

5.1. ALTERNATIVA 1 4
5.1.1. ALTERNATIVA 1.1. 5
5.1.2. ALTERNATIVA 1.2. 5
5.2. ALTERNATIVA 2 6
5.2.1. ALTERNATIVA 2.1. 6
5.2.2. ALTERNATIVA 2.2. 7
5.3. ALTERNATIVA 3 7
5.3.1. ALTERNATIVA 3.1. 8
5.3.2. ALTERNATIVA 3.2. 8
5.4. ALTERNATIVA 4 8

6. MODIFICACIÓN DE VIAJES DE OTROS MEDIOS DE TRANSPORTE 9

7. ANÁLSIS DE ALTERNATIVAS 10

8. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA 13

ANEXO 1 15

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. TRAZADO DE LA ALTERNATIVA 0 ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ILUSTRACIÓN 2. TERMÓMETRO ALTERNATIVA 0. ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ILUSTRACIÓN 3. PERFIL LONGITUDINAL DEL TÚNEL ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ILUSTRACIÓN 4. ALTERNATIVAS PROPUESTAS ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ILUSTRACIÓN 5. TRAZADO DE LA ALTERNATIVA 1 ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ILUSTRACIÓN 6. TERMÓMETRO ALTERNATIVA 1 ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ILUSTRACIÓN 7. TERMÓMETRO ALTERNATIVA 2 ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ILUSTRACIÓN 8. TRAZADO DE LA ALTERNATIVA 2 ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ILUSTRACIÓN 9. TRAZADO DE LA ALTERNATIVA 3 ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ILUSTRACIÓN 10. TERMÓMETRO ALTERNATIVA 3 ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ILUSTRACIÓN 11. TERMÓMETRO DE LA ALTERNATIVA 4. ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ILUSTRACIÓN 12. TRAZADO DE LA ALTERNATIVA 4 ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ILUSTRACIÓN 13. PASAJEROS SUBIDOS POR PARADA ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ILUSTRACIÓN 14. PASAJEROS BAJADOS POR PARADA ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ILUSTRACIÓN 15. TRAZADO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. DATOS TÉCNICOS DE LA ALTERNATIVA 0 ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 2. DATOS DEL SERVICIO DE LA ALTERNATIVA 0 ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 3. RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DE LAS DISTINTAS ALTERNATIVAS. ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 4. DATOS TÉCNICOS DE LA ALTERNATIVA 1 ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 5. DATOS DEL SERVICIO DEL A ALTERNATIVA 1.1. ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 6. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA ALTERNATIVA 1 ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 7. DATOS DEL SERVICIO DE LA ALTERNATIVA 1.2. ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 8. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA ALTERNATIVA 1.2. ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 9. DATOS TÉCNICOS DE LA ALTERNATIVA 2 ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 10. DATOS DEL SERVICIO DE LA ALTERNATIVA 2 ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 11. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA ALTERNATIVA 2 ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 12. DATOS DEL SERVICIO DE LA ALTERNATIVA 2.2 ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 13. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA ALTERNATIVA 2.2. ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 14. DATOS TÉCNICOS DE LA ALTERNATIVA 3 ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 15. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA ALTERNATIVA 3.1. ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 16. DATOS DEL SERVICIO DE LA ALTERNATIVA 3.2. ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 17. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA ALTERNATIVA 3.2. ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 18. DATOS TÉCNICOS DE LA ALTERNATIVA 4 ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 19. DATOS DEL SERVICIO DE LA ALTERNATIVA 4 ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 20. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA ALTERNATIVA 4 ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 21. VIAJES SEGÚN LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS EN TUS, TRANVÍA, VEHÍCULO PRIVADO Y ANDANDO. ELABORACIÓN PROPIA ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 22. ANÁLISIS MULTICRITERIO DE IMPACTO URBANÍSITICO ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 23. VALORES DE LAS DISTINTAS ALTERANTIVAS ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 24. ANÁLISIS MULTICRITERIO DE ASPECTOS DE DEMANDA Y ECONÓMICOS ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 25. DATOS TÉCNICOS DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 26. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 27. DATOS DE SERVICIO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. PORCENTAJES DE VIAJES EN TRANSPORTE PRIVADO, AUTOBÚS URBANO Y TRANVÍA. ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
GRÁFICO 2. VIAJES EN TRANSPORTE PÚBLICO EN LAS DISTINTAS ALTERNATIVAS ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
GRÁFICO 3. DESGLOSE DE VIAJEROS POR LÍNEAS Y ALTERNATIVAS ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se van a mostrar las distintas alternativas planteadas con sus principales características. Mediante el programa Visum se han realizado estudios de demanda de las distintas propuestas, implantando únicamente un nuevo sistema de transporte y sin realizar ninguna otra modificación en el actual servicio de autobuses urbanos. Además, se incluye una valoración económica simple en la que se comparan las propuestas.

Una vez determinada la alternativa que mejor satisfaga las necesidades de la ciudad, esta será analizada con mayor detalle para determinar cuál debe ser las características específicas de la línea.

2. CALIBRACIÓN DEL MODELO. ALTERNATIVA 0

Antes de realizar una primera propuesta completa se ha realizado una primera toma de contacto con el modelo de Visum de la ciudad de Santander. Para ello se ha realizado una Alternativa 0, que distará mucho del trazado final pero que sirve para comprobar que el programa trabaja de forma adecuada y muestra unos resultados acordes a la realidad.

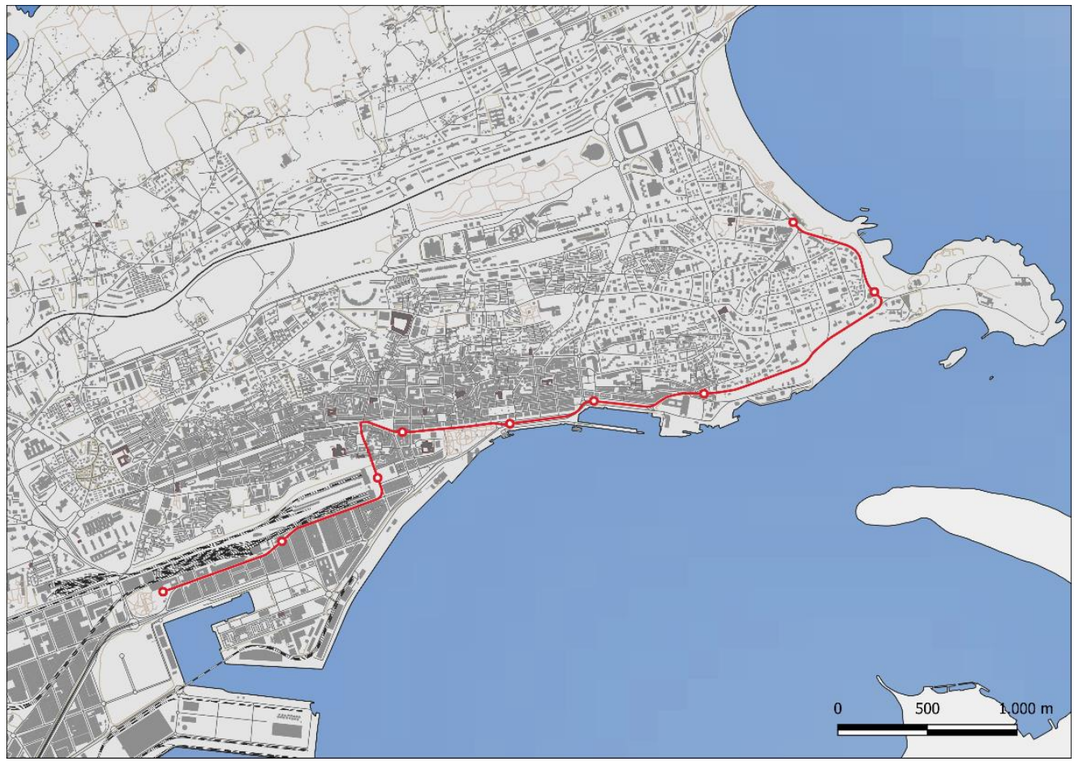


Ilustración 25. Trazado de la Alternativa 0

El recorrido de esta propuesta se inicia en el parque de La Marga y continua por la Calle Castilla, en la que tiene una parada a la altura del ambulatorio, y continúa hasta llegar a la Plaza de las Estaciones, nodo de intercambio entre trenes y autobuses tanto de cercanías como de largo recorrido. Atraviesa el Pasaje de Peña desembocando en la calle Jesús de Monasterio y girando en dirección hacia la plaza del Ayuntamiento en la que unos metros más adelante se ubicará una parada. Continua recto de por el Paseo de Pereda donde también se detiene, continuando posteriormente por Castelar, existiendo una parada para dar servicio a Puertochico. Para dirigirse al final de su recorrido en la Plaza de Italia toma la Avenida Reina Victoria deteniéndose en las antiguas paradas de San Martín y La Magdalena.

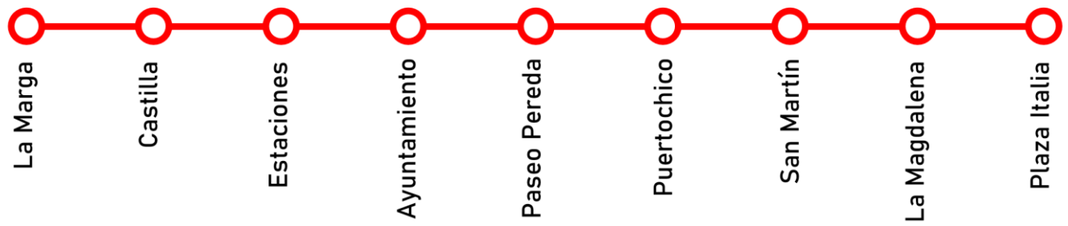


Ilustración 26. Termómetro Alternativa 0.

Tabla 13. Datos técnicos de la Alternativa 0

DATOS TÉCNICOS	
Longitud	5.611,643
Paradas	9
Pendiente max%	6%
Radio mínimo de curva	30 m

Tabla 14. Datos del servicio de la Alternativa 0

DATOS DEL SERVICIO	
Frecuencia [min]	10’
Tiempo de ruta	0:15:43
Tiempo de ciclo	0:35:26
Velocidad media [km/h]	19,00
Demanda diaria	5.737

Una vez solucionadas las incidencias que mostraba el modelo se obtiene una demanda de 5737 viajeros diarios. Esta ruta tiene bastantes inconvenientes a la hora de su ejecución:

- No conecta con uno de los principales focos de atracción de viajes como es el Hospital de Valdecilla.
- Atraviesa el Pasaje de Peña limitando la capacidad para el trafico rodado ya que o se comparte con el tranvía o se hace exclusivo para este.
- Reducción de capacidad de dos arterias principales como son la Calle Calvo Sotelo y del Paseo de Pereda, al destinar dos carriles exclusivos para la circulación del tranvía.
- Zonas de baja densidad de población a lo largo del Paseo Reina Victoria.

- Calzada con dos carriles de circulación en el Paseo Reina Victoria donde el tranvía debería compartir con los vehículos reduciendo su velocidad media al no circular en vía segregada.

Por todo ello se decide que esta alternativa no reúne las características suficientes como para continuar el estudio con ella.

3. TÚNEL URBANO

Para este proyecto se quiere dar una revolución de gran calado a la movilidad en Santander y para ello se debe realizar una nueva infraestructura que mejore sustancialmente los viajes transversales de la ciudad, entre el centro y las universidades, descongestionando de esa forma los débiles ejes viarios que dan servicio a esos viajeros, como el túnel de Tetuán.

Se han planteado dos alternativas, ambas en un túnel que desemboque en la Avenida de los Castros a la altura de la bajada de Polio, iniciándose el trazado en el centro urbano, pero en distintas localizaciones, la primera desde la tapia de la Plaza de las Estaciones y la segunda desde Calderón de la Barca y girando por Isabel II. Ambas alternativas contemplan una parada subterránea a la altura del Mercado de la Esperanza, con diversas entradas y totalmente accesible.

Para ello se diseña un túnel que parta desde la Plaza de las Estaciones en paralelo al Pasaje de Peña, pero desciendo hasta una cota suficiente como para atravesar la calle Calvo Sotelo subterráneamente esquivando lateralmente el aparcamiento subterráneo de Jesús de Monasterio. El trazado se encamina por la Calle Cervantes para evitar las cimentaciones de las edificaciones existentes. A la altura de la intersección con la Calle Cardenal Cisneros se debiera ubicar la estación subterránea. A partir de ese punto el trazado asciende con pendiente constante hasta el emboquille en la Avenida de los Castros.

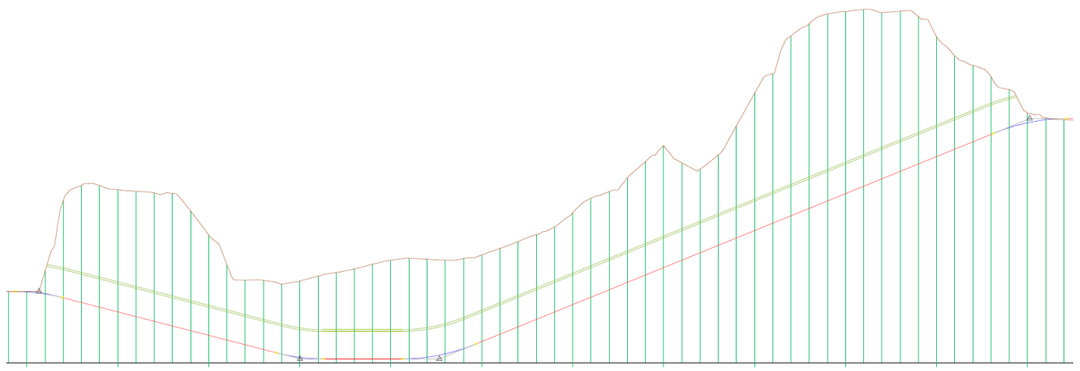


Ilustración 27. Perfil longitudinal del túnel

4. RESUMEN DE ALTERNATIVAS

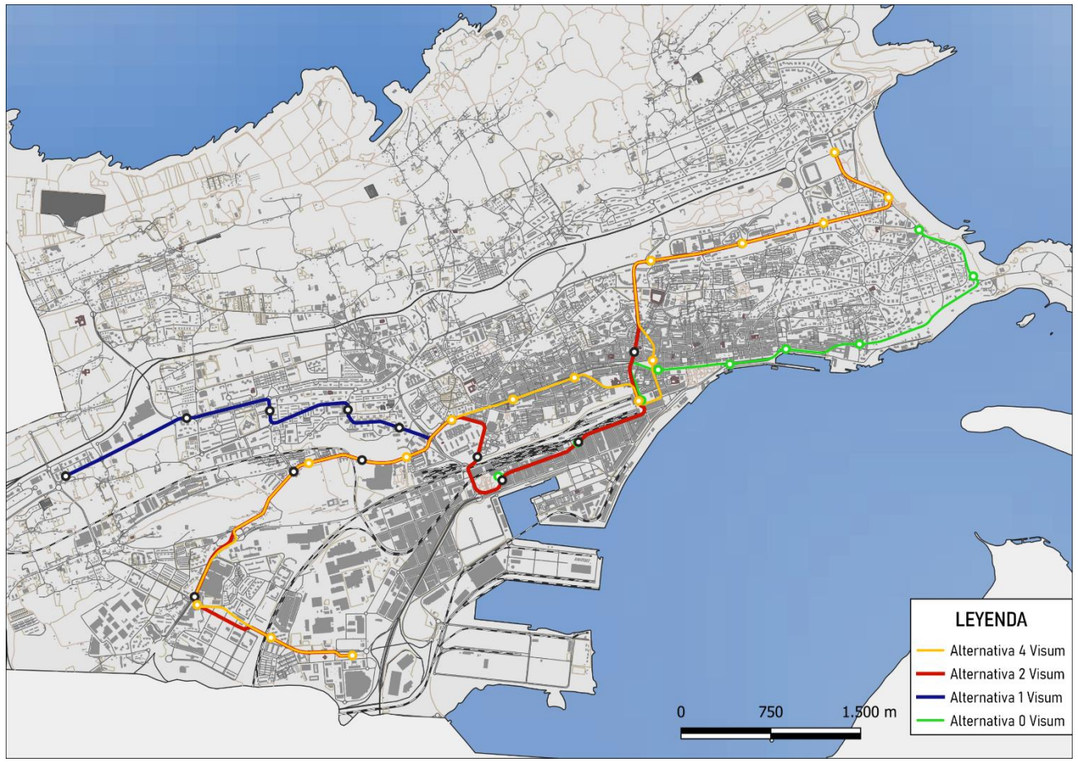
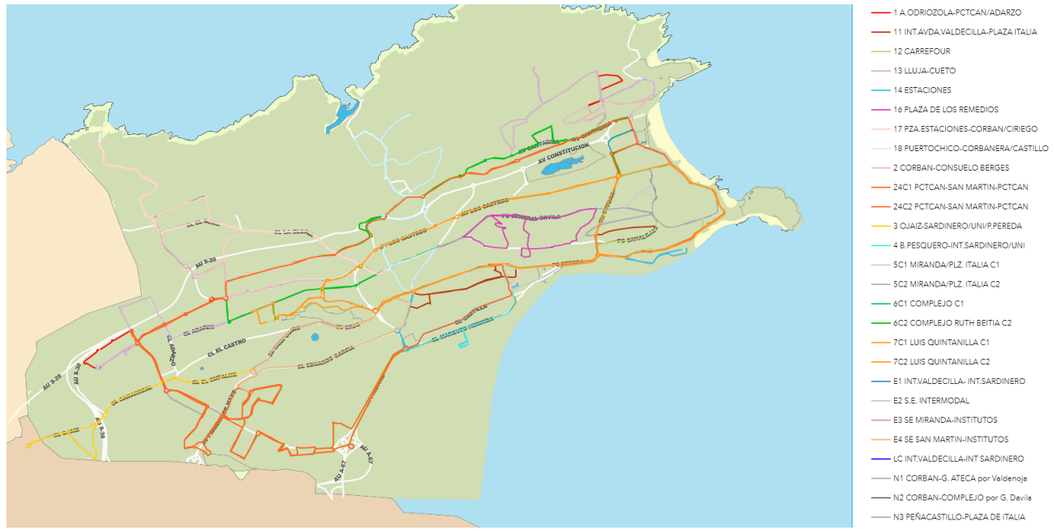


Ilustración 28. Alternativas propuestas

Tabla 15. Resumen de características de las distintas alternativas.

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	COSTE	DEMADNA [PAX/DÍA]	DEMANDA [PAX/AÑO]	PARADAS	UDS.	LONGITUD
0	10	56.241.036,50 €	5.737	2.094.005	9	6	5,61
1	10	116.786.477,50 €	17.796	6.495.540	16	8	10,40
	5	136.036.477,50 €	19.822	7.235.030	16	13	10,40
2	10	124.717.411,50 €	23.044	8.411.060	16	8	11,84
	5	143.967.411,50 €	25.157	9.182.305	16	14	11,84
3	15	156.782.411,50 €	30.034	10.962.410	21	11	15,34
	10	172.182.411,50 €	33.266	12.142.090	21	15	15,34
4	10	138.100.380,00 €	15.650	5.712.250	15	8	10,25



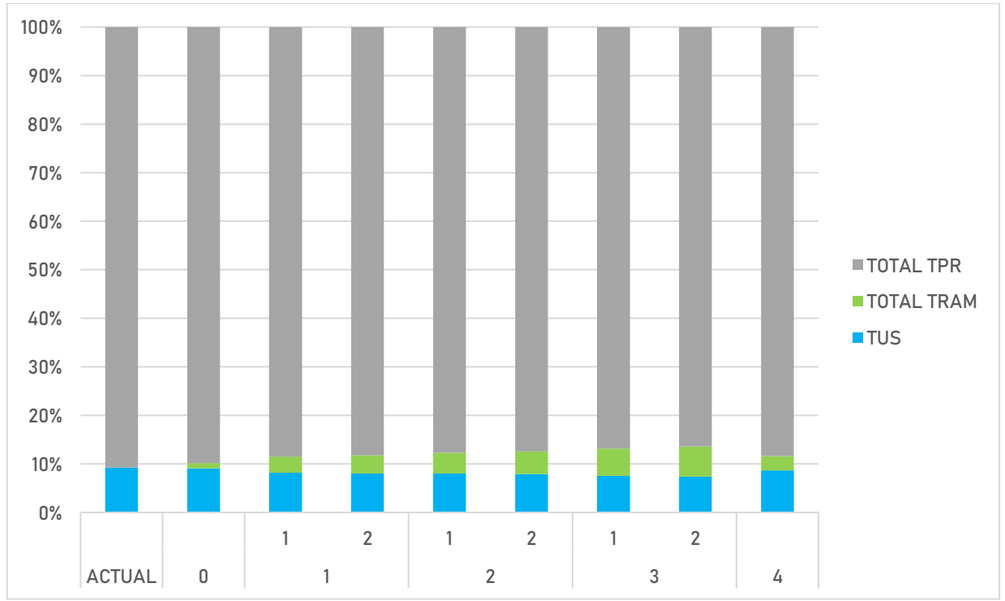


Gráfico 8. Porcentajes de viajes en transporte privado, autobús urbano y tranvía.

5. ALTERNATIVAS

5.1. ALTERNATIVA 1

La primera alternativa tiene un recorrido desde el PCTCAN hasta el Intercambiador del Sardinero atravesando los puntos de mayor flujo de pasajeros como es el Hospital de Valdecilla, las estaciones, el centro de la ciudad y las universidades.

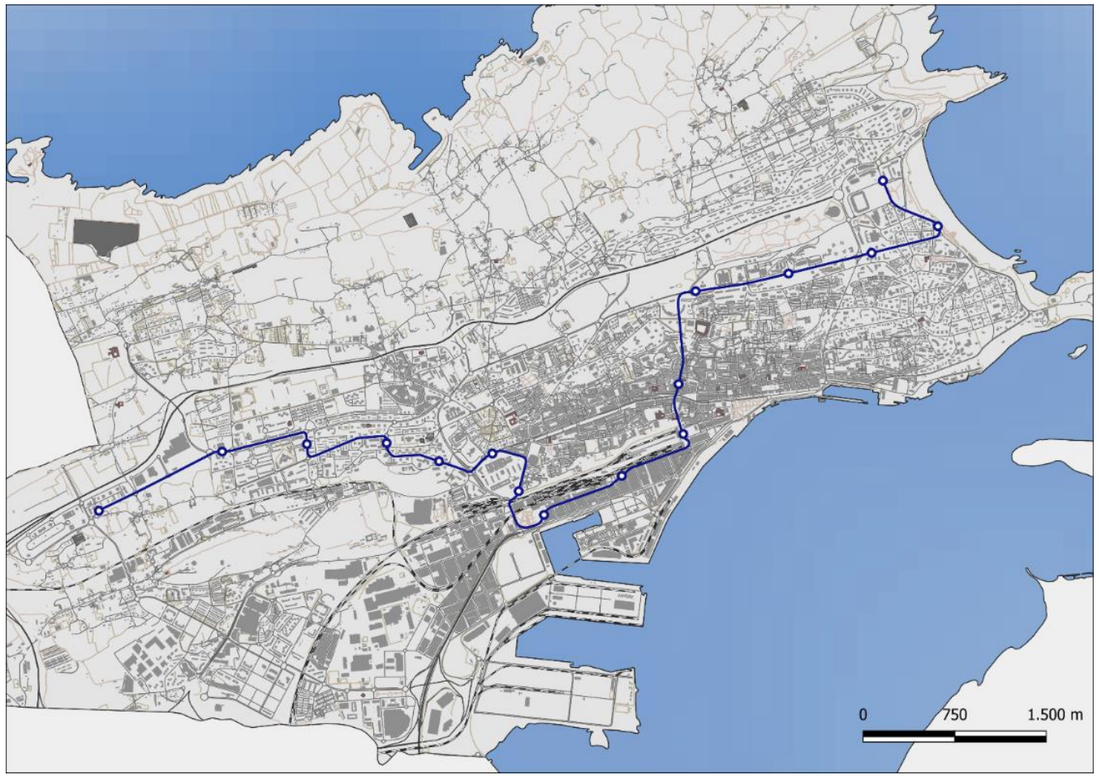


Ilustración 29. Trazado de la Alternativa 1

Esta Alternativa 1 presenta un esquema más rompedor mediante la ejecución de un nuevo túnel que atraviese transversalmente la ciudad. En esta alternativa se plantea el túnel que parte desde la Plaza de las Estaciones y continua por la calle Cervantes donde se ubica una parada subterránea para dar servicio al Ayuntamiento y alrededores.

Por uno de sus extremos se da servicio a las nuevas extensiones urbanas al oeste, como Cazoña y El Alisal, que actualmente se encuentran alejados del centro urbano conectados mediante autobús urbano. En el otro extremo se da servicio a las universidades de la Avenida de Los Castros, que en estos momentos, a ciertas horas del días el servicio es insuficiente para cubrir la demanda existente. Se extiende hasta la playa del Sardinero, pudiendo servir para acercar la playa al centro y a los turistas que visitan la ciudad en las fechas estivales. La línea finaliza su recorrido en el intercambiador del Sardinero, conectando de forma rápida con las líneas de Cueto y Valdenoja, además, de dar servicio al estadio en días de partido o evento.

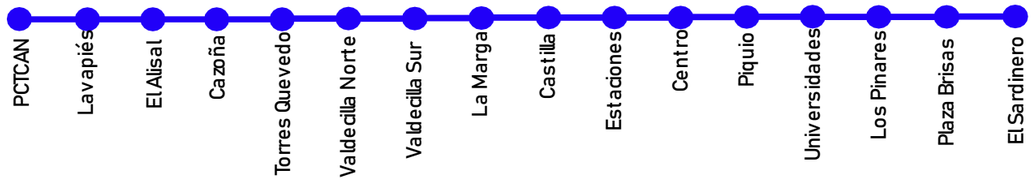


Ilustración 30. Termómetro Alternativa 1

En cuento a los principales datos técnicos, la propuesta cuenta con una longitud de más de 10 km, con un total de 16 paradas. La pendiente máxima del trazado planteado es del 6%, en el tramo en túnel. El radio mínimo de curva es de 30 metros, para poder realizar los distintos giros en las intersecciones. Con ello y suponiendo un tiempo por parada de 30 segundos el recorrido de una cabecera a la otra es de 24 minutos y 54 segundos.

Tabla 16. Datos técnicos de la Alternativa 1

DATOS TÉCNICOS	
Longitud [m]	10.398,337
Paradas [ud]	16
Pendiente max [%]	6
Radio min [m]	30

5.1.1. ALTERNATIVA 1.1.

Dentro de este trazado se propone en el modelo del programa Visum, una frecuencia de 10 minutos a lo largo de todo el día, desde el inicio de operaciones a las 6:30 hasta el final a las 22:30. Con ello, y teniendo el tiempo de ruta y suponiendo que los maquinistas tienen 2:00 en cada cabecera para cambiar de cabina, en un servicio normal de explotación se necesitan 6 tranvías circulando simultáneamente. A esto hay que añadirle una unidad en reserva y otra en mantenimiento con lo que se necesitarían 8 unidades en la explotación.

En esta alternativa básica se alcanzan 17.796 viajes diarios en la nueva línea con lo que anualmente captaría 6.495.540 de viajeros.

Tabla 17. Datos del servicio del a Alternativa 1.1.

DATOS DEL SERVICIO	
Frecuencia [min]	10’
Tiempo ruta	0:24:54
Tiempo ciclo	0:53:48
Velocidad media [km/h]	23,19
Demanda diaria	17.796

En el apartado económico se puede obtener una aproximación del desembolso necesario para la ejecución del proyecto teniendo en cuenta el trazado, instalaciones y material móvil, así como otros gastos que pueden venir derivados de las obras como la reforma y urbanización de ciertas vías.

Tabla 18. Valoración económica de la Alternativa 1

Recorrido			PCTCAN-Sardinero	
Unidad de obra	Unidad	Coste unitario	Alternativa 1.1	
Doble vía superficie	m	5.000,00 €	9216,481	46.082.405,00 €
Doble vía túnel	m	20.000,00 €	1181,856	23.637.120,00 €
Parada superficie andén lateral	ud.	230.000,00 €	15	3.450.000,00 €
Parada subterránea andén lateral	ud.	5.000.000,00 €	1	5.000.000,00 €
Material movil	ud.	2.500.000,00 €	8	20.000.000,00 €
Cocheras	€*tren	1.000.000,00 €	8	8.000.000,00 €
Otros	%	10%	1	10.616.952,50 €
TOTAL				116.786.477,50 €

5.1.2. ALTERNATIVA 1.2.

En esta segunda se aumenta la frecuencia de los tranvías a 5 minutos, lo que mejora levemente la demanda de viajeros. Para ello se debe aumentar la flota de tranvías. Teniendo en cuenta que el tiempo de ciclo se mantiene se necesitan un total de 11 tranvías en servicio más los otros dos en cocheras, haciendo un total de 13 tranvías.

Tabla 19. Datos del servicio de la Alternativa 1.2.

DATOS DEL SERVICIO	
Frecuencia [min]	10’
Tiempo ruta	0:24:54
Tiempo ciclo	0:53:48
Velocidad media [km/h]	23,19
Demanda diaria	19.822

Con el aumento de frecuencias se consigue una demanda de 19.822 viajeros al día, sin tener en cuenta las posibles modificaciones de líneas de autobús que realicen parte del mismo recorrido. El número de viajes anuales ascendería a 7.235.030.

En consonancia con lo anterior también aumenta el coste del proyecto al necesitar adquirir nuevas unidades de tranvía, aumentando el presupuesto necesario en cerca de 20 millones de euros, hasta alcanzar los 136 millones.

Tabla 20. Valoración económica de la Alternativa 1.2.

Recorrido			PCTCAN-Sardinero	
Unidad de obra	Unidad	Coste unitario	Alternativa 1.2	
Doble vía superficie	m	5.000,00 €	9216,481	46.082.405,00 €
Doble vía túnel	m	20.000,00 €	1181,856	23.637.120,00 €
Parada superficie andén lateral	ud.	230.000,00 €	15	3.450.000,00 €
Parada subterránea andén lateral	ud.	5.000.000,00 €	1	5.000.000,00 €
Material movil	ud.	2.500.000,00 €	13	32.500.000,00 €
Cocheras	€*tren	1.000.000,00 €	13	13.000.000,00 €
Otros	%	10%	1	12.366.952,50 €
TOTAL				136.036.477,50 €

5.2. ALTERNATIVA 2

La Alternativa 2 parte del trazado que comparte con la Alternativa 1, en el tramo entre el Hospital de Valdecilla y el Sardinero. La gran diferencia es el tramo final que da servicio a los barrios más periféricos de la ciudad, sirviendo en este caso a Peñacastillo y las nuevas urbanizaciones de Nueva Montaña, finalizando el recorrido en el Corte Inglés.

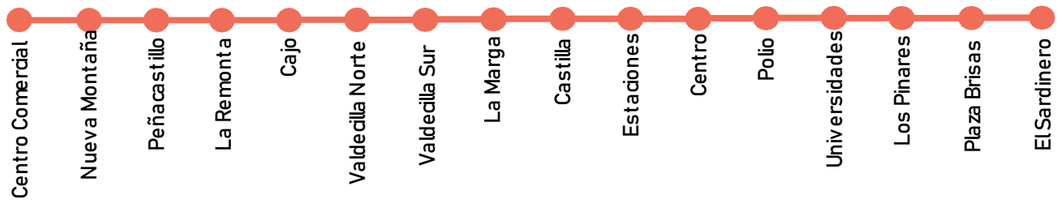


Ilustración 31. Termómetro Alternativa 2

Esta Alternativa es ligeramente más larga que la anterior, pero dispone del mismo número de paradas totales, por lo que la velocidad media aumenta al estar menos tiempo detenidos en las paradas. En cuanto a las características técnicas, las limitaciones en pendiente se dan en el tramo común por lo que se mantiene en el 6%, al igual que el radio mínimo de las curvas.

Ilustración 32. Trazado de la Alternativa 2

Al ser la ruta algo más larga en comparación con la Alternativa 1, el tiempo de recorrido es algo mayor, aunque como dispone del mismo número de paradas la velocidad media es algo superior.

Tabla 21. Datos técnicos de la Alternativa 2

DATOS TÉCNICOS	
Longitud [m]	11,840325
Paradas [ud]	16
Pendiente max [%]	6
Radio min [m]	30

5.2.1. ALTERNATIVA 2.1.

Para esta alternativa se ha propuesto una frecuencia de 10 minutos por sentido a lo largo del día. El tiempo de ruta estimado entre cabeceras sin contar el tiempo de maniobra para cambiar de cabina es de 25:44 minutos. De aquí se concluye que un ciclo completo de la ruta se realizará en 1 hora, teniendo margen suficiente en cada cabecera para invertir la marcha.

La velocidad media aumenta hasta los 25,61 km/h. También aumentan el número de pasajeros que se decantaría por el uso de la línea hasta alcanzar los 23.044 pasajeros diarios, o lo que es lo mismo más de 8.000.000 de viajes anuales.

Tabla 22. Datos del servicio de la Alternativa 2

DATOS DEL SERVICIO	
Frecuencia	10'
Tiempo ruta	0:25:44
Tiempo ciclo	1:00:00
Velocidad media (km/h)	25,61
Demanda diaria	23.044

Para esta línea se aumentaría el presupuesto necesario para infraestructura, ya que es de mayor longitud que la alternativa 1. El aumento en ese apartado sería de una cifra cercana a los 7.000.000 €. El coste en material móvil sería el mismo que en la Alternativa 1.1., ya que para el servicio se emplearían 8 unidades. El montante total aproximado sería de 124 millones de euros.

Tabla 23. Valoración económica de la Alternativa 2

Recorrido			Nueva Montaña-Sardinero	
Unidad de obra	Unidad	Coste unitario	Alternativa 2	
Doble vía superficie	m	5.000,00 €	10658,469	53.292.345,00 €
Doble vía túnel	m	20.000,00 €	1181,856	23.637.120,00 €
Parada superficie andén lateral	ud.	230.000,00 €	15	3.450.000,00 €
Parada subterránea andén lateral	ud.	5.000.000,00 €	1	5.000.000,00 €
Material movil	ud.	2.500.000,00 €	8	20.000.000,00 €
Cocheras	€*tren	1.000.000,00 €	8	8.000.000,00 €
Otros	%	10%	1	11.337.946,50 €
TOTAL				124.717.411,50 €

5.2.2. ALTERNATIVA 2.2.

En esta segunda opción para la Alternativa 2, se propone una frecuencia del servicio de 5 minutos a lo largo del día, lo que hace aumentar la demanda de la línea hasta alcanzar más de 25.000 pasajeros por jornada.

Tabla 24. Datos del servicio de la Alternativa 2.2

DATOS DEL SERVICIO	
Frecuencia	5'
Tiempo ruta	0:25:44
Tiempo ciclo	0:55:00
Velocidad media (km/h)	25,61
Demanda diaria	25.157

Este aumento de la frecuencia hace que sea necesario adquirir una mayor cantidad de tranvías, hasta adquirir 14 unidades. Esto hace que aumente el presupuesto en un 18,5% hasta superar los 145 millones de euros.

Tabla 25. Valoración económica de la Alternativa 2.2.

Recorrido			Nueva Montaña-Sardinero	
Unidad de obra	Unidad	Coste unitario	Alternativa 2	
Doble vía superficie	m	5.000,00 €	10658,469	53.292.345,00 €
Doble vía túnel	m	20.000,00 €	1181,856	23.637.120,00 €
Parada superficie andén lateral	ud.	230.000,00 €	15	3.450.000,00 €
Parada subterránea andén lateral	ud.	5.000.000,00 €	1	5.000.000,00 €
Material movil	ud.	2.500.000,00 €	14	32.500.000,00 €
Cocheras	€*tren	1.000.000,00 €	14	13.000.000,00 €
Otros	%	10%	1	13.437.946,50 €
TOTAL				147.817.411,50 €

5.3. ALTERNATIVA 3

En la Alternativa 3 se planta un tronco común con dos ramales. Esta alternativa nace de la unión de la Alternativa 1 y la 2, formando una red en Y griega con un tramo común entre Valdecilla y El Sardinero. Desde Valdecilla un ramal se dirige al PCTCAN y el otro ramal se dirige hacia Nueva Montaña.

Tabla 26. Datos técnicos de la Alternativa 3

DATOS TÉCNICOS				
	Tramo Común	Ramal PCTCAN	Ramal Nueva Montaña	Total
Longitud [m]	6.498	3.490	4.170	14.158
Paradas [ud]	11	5	5	21
Pendiente max [%]	6	6	6	6
Radio min [m]	30	30	30	30

El trazado es notablemente más largo que en las alternativas anteriormente planteadas, aunque la gran mayoría del trazado discurre por el tronco común.

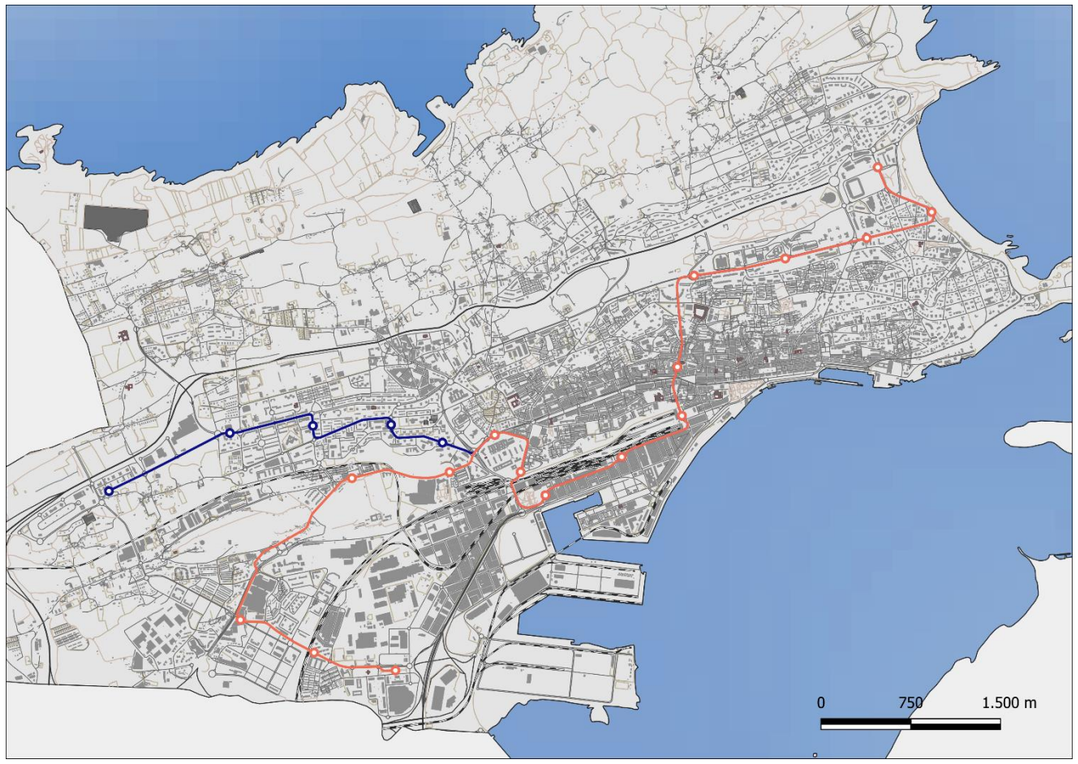


Ilustración 33. Trazado de la Alternativa 3

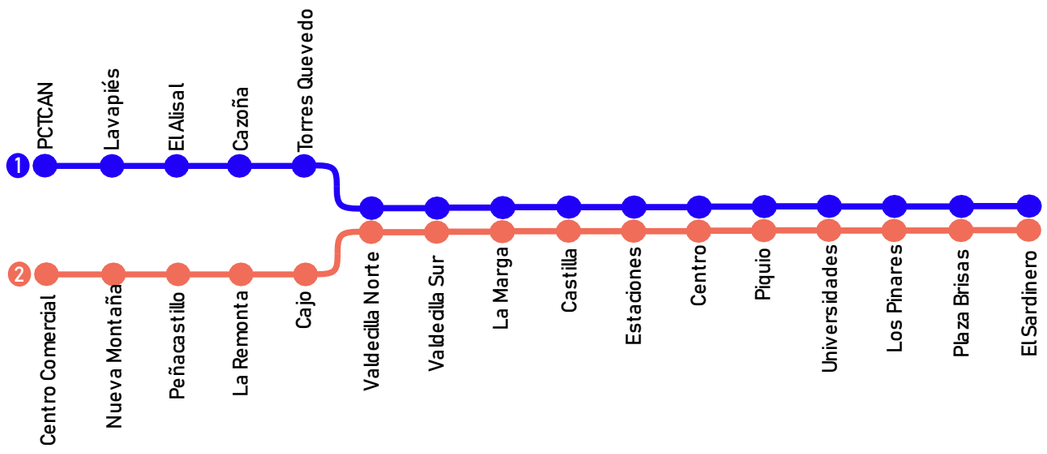


Ilustración 34. Termómetro Alternativa 3

5.3.1. ALTERNATIVA 3.1.

Para el primer supuesto se ha planteado disponer de frecuencias de 15 minutos en cada ramal, lo que hace que en el tronco común se alcancen en el tronco común de 7,5 minutos. Una frecuencia de más de 20 minutos en los ramales hubiera sido insuficiente y podría haber provocado que los usuarios usaran el autobús preferentemente.

DATOS DEL SERVICIO		
	Ramal PCTCAN	Ramal Nueva Montaña
Frecuencia	15'	15'
Tiempo ruta	0:24:54	0:25:44
Tiempo ciclo	0:53:48	0:55:28
Velocidad media (km/h)	23,19	25,61
Demanda diaria	13.217	16.817

Los tiempos de ruta no se modifican, por lo que los servicios del Ramal del PCTCAN, al tener una duración de viaje menor, disponen de un mayor colchón para realizar la inversión de marcha y ante posibles imprevistos del tráfico.

La demanda aumenta considerablemente, hasta superar los 30.000 viajes diarios. Se muestra que la línea en dirección a Nueva Montaña tiene una mayor tasa de uso, aunque gran parte de los viajes se realizan en el tronco común.

Tabla 27. Valoración económica de la Alternativa 3.1.

Recorrido			PCTCAN/Nueva Montaña-Sardinero	
Unidad de obra	Unidad	Coste unitario	Alternativa 3	
Doble vía superficie	m	5.000,00 €	14158,469	70.792.345,00 €
Doble vía túnel	m	20.000,00 €	1181,856	23.637.120,00 €
Parada superficie andén lateral	ud.	230.000,00 €	20	4.600.000,00 €
Parada subterránea andén lateral	ud.	5.000.000,00 €	1	5.000.000,00 €
Material movil	ud.	2.500.000,00 €	11	27.500.000,00 €
Cocheras	€*tren	1.000.000,00 €	11	11.000.000,00 €
Otros	%	10%	1	14.252.946,50 €
TOTAL				156.782.411,50 €

Al ser trazados de mayor longitud esto repercute aumentando el presupuesto. Como se debe dar servicio a ambas líneas el material móvil necesario debe consistir en 11 unidades, 4 para cada línea mas una en reserva para cada ramal y una en talleres. Estas alternativas tienen el presupuesto más elevado debido al mayor número de kilómetros de trazado y mayor número de unidades necesarias para cubrir el servicio.

5.3.2. ALTERNATIVA 3.2.

La segunda opción es aumentar la frecuencia de paso, para que por cada ramal circule un tranvía cada 10 minutos, alcanzando así una frecuencia de 5 minutos en el tronco común. De esta forma la demanda aumenta hasta superar los 33.000 viajes diarios o lo que es lo mismo, más de 12.000.000 de viajes anuales, con lo que colocaría al tranvía de Santander cerca de los 5 redes de tranvías más usadas de España. La línea al PCTCAN transportaría más de 14.000 viajeros por jornada mientras que el ramal de Nueva Montaña superará las 18.000 validaciones diarias.

Tabla 28. Datos del servicio de la Alternativa 3.2.

DATOS DEL SERVICIO		
	Ramal PCTCAN	Ramal Nueva Montaña
Frecuencia	10'	10'
Tiempo ruta	0:24:54	0:25:44
Tiempo ciclo	0:53:48	0:55:28
Velocidad media (km/h)	23,19	25,61
Demanda diaria	14.772	18.494

Esta es la alternativa con un mayor presupuesto ya que además de una mayor longitud de trazado habría que añadirle un incremento de unidades, hasta alcanzar las 15, sirviendo 6 en cada línea, dos en reserva y una en el taller.

Tabla 29. Valoración económica de la Alternativa 3.2.

Recorrido			PCTCAN/Nueva Montaña-Sardinero	
Unidad de obra	Unidad	Coste unitario	Alternativa 3	
Doble vía superficie	m	5.000,00 €	14158,469	70.792.345,00 €
Doble vía túnel	m	20.000,00 €	1181,856	23.637.120,00 €
Parada superficie andén lateral	ud.	230.000,00 €	20	4.600.000,00 €
Parada subterránea andén lateral	ud.	5.000.000,00 €	1	5.000.000,00 €
Material movil	ud.	2.500.000,00 €	15	37.500.000,00 €
Cocheras	€*tren	1.000.000,00 €	15	15.000.000,00 €
Otros	%	10%	1	15.652.946,50 €
TOTAL				172.182.411,50 €

5.4. ALTERNATIVA 4

Visto del mayor potencial del trazado a Nueva Montaña, se plantea otro recorrido que atraviese el centro por donde discurre el tronco de las actuales líneas de autobús urbano de la ciudad. De esta forma el trazado inicial desde Nueva Montaña hasta Valdecilla se mantiene, mientras que a partir de la parada de Valdecilla Norte se modifica el trazado, continuando recto hasta Cuatro Caminos. De allí el trazado se proyecta sobre la Calle Vargas o San Fernando hasta el final de la Alameda, donde se desvía mediante un túnel bajo la calle Alcázar de Toledo. Este trazado subterráneo desemboca en la tapia de la Plaza de las estaciones, en el mismo punto donde se plantea realizar el emboquille del túnel urbano para las Alternativa 1, 2 y 3. Tras realizar una parada con intercambio con los servicios de cercanías y autobuses, gira en la calle Calderón de la Barca, en la que se ha de disponer de una rampa de acceso a un nuevo túnel que discurra bajo la calle Isabel II hasta la Plaza de la Esperanza en donde se situará una parada subterránea. Desde ese punto conectara con la bajada de Polio como las alternativas anteriores, manteniendo el mismo trazado que las otras alternativas hasta su final en El Sardinero.

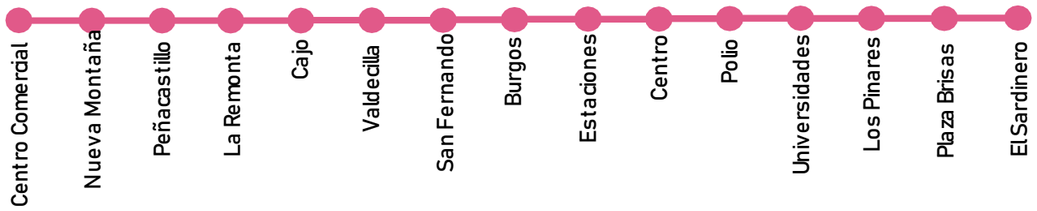


Ilustración 35. Termómetro de la Alternativa 4.

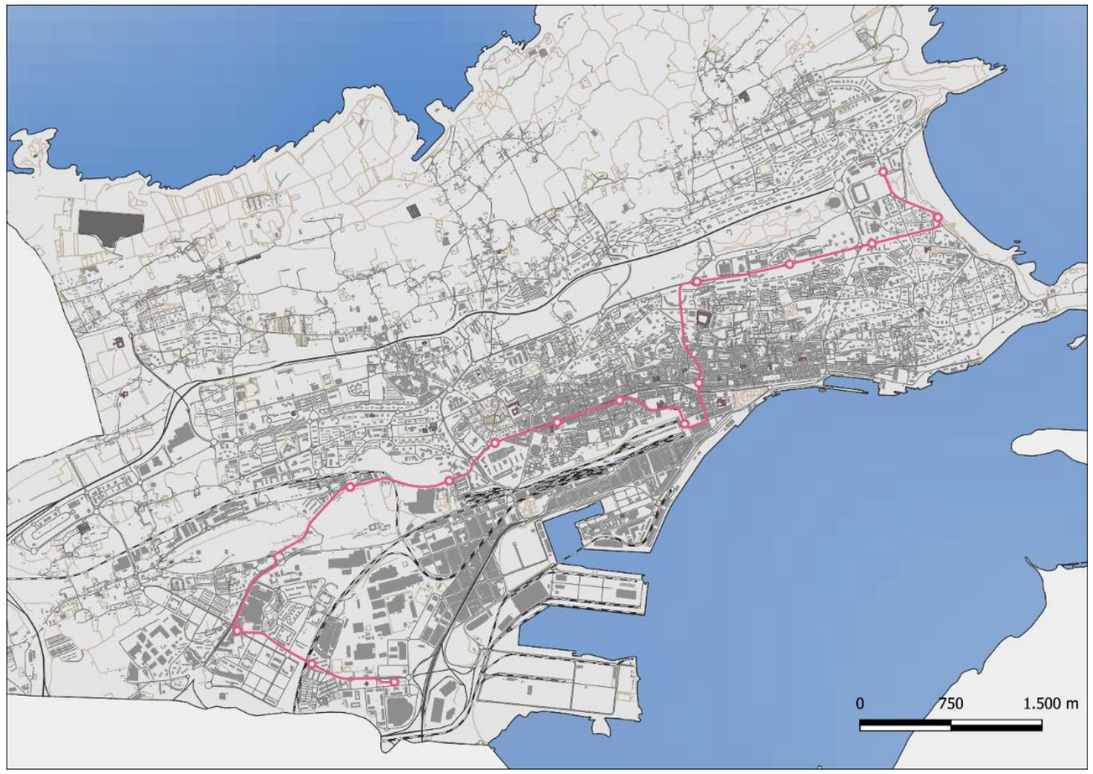


Ilustración 36. Trazado de la Alternativa 4

El trazado tendrá una longitud total de 10 kilómetros, de los cuales 1,90 km serán en túnel, y contará con un total de 15 paradas, de las cuales solo 2 se ubican en zonas diferentes a las propuestas en la Alternativa 2.

Tabla 30. Datos técnicos de la Alternativa 4

DATOS TÉCNICOS	
Longitud [m]	10.252
Paradas [ud]	15
Pendiente max [%]	6
Radio min [m]	30

Planteando una frecuencia de 10 minutos y sin modificar ni recorridos ni frecuencias de el resto de las líneas de autobús urbano, se obtienen un total de 15.650 viajes diarios en la línea de tranvía, lo que es significativamente inferior a otras alternativas, y más teniendo en cuenta que circula por la zona más densamente poblada de la ciudad de Santander.

Tabla 31. Datos del servicio de la Alternativa 4

DATOS DEL SERVICIO	
Frecuencia	10'
Tiempo ruta	0:24:01
Tiempo ciclo	0:52:02
Velocidad media (km/h)	23,64
Demanda diaria	15.650

El recorrido completo se realiza en 24 minutos, que junto con una frecuencia de 10 minutos hace necesario disponer de 6 unidades en servicio, más una en reserva y otra en el taller, lo que hace un total de 8 unidades. Esto sumado a una mayor inversión en infraestructura al aumentar el número de metros a ejecutar en túnel hacen aumentar el presupuesto necesario para la realización de esta alternativa hasta los 138 millones de euros, que sin ser la de mayor cuantía, tampoco es la de mayor demanda, y en comparación con el resto de las alternativas necesita de un mayor desembolso para no captar tantos viajeros.

Tabla 32. Valoración económica de la Alternativa 4

Recorrido			Nueva Montaña-Sardinero por Cuatro Caminos	
Unidad de obra	Unidad	Coste unitario	Alternativa 3	
Doble vía superficie	m	5.000,00 €	10252	51.260.000,00 €
Doble vía túnel	m	20.000,00 €	1903,29	38.065.800,00 €
Parada superficie andén lateral	ud.	230.000,00 €	14	3.220.000,00 €
Parada subterránea andén lateral	ud.	5.000.000,00 €	1	5.000.000,00 €
Material movil	ud.	2.500.000,00 €	8	20.000.000,00 €
Cocheras	€*tren	1.000.000,00 €	8	8.000.000,00 €
Otros	%	10%	1	12.554.580,00 €
TOTAL				138.100.380,00 €

6. MODIFICACIÓN DE VIAJES DE OTROS MEDIOS DE TRANSPORTE

La implantación de un nuevo sistema de transporte provoca que los actuales viajes en la ciudad se distribuyan de una nueva forma. Es por ello por lo que no se analizan únicamente los resultados directos de cada alternativa, sino que también cuantos vehículos privados son retirados de las calles en favor del uso del tranvía, o cuantos usuarios se trasvasan del autobús urbano al nuevo medio de transporte.

Este análisis se ha de tener en cuenta que se realiza sin modificar ni recorridos ni horarios de las distintas líneas de autobús, así como manteniendo la actual estructura viaria de la ciudad, es decir, no se han reducido el número de carriles para la implantación del tranvía.

Tabla 33. Viajes según las diferentes alternativas en TUS, tranvía, vehículo privado y andando. Elaboración propia

LÍNEAS	ACTUAL	0	1		2		3		4
			1	2	1	2	1	2	
1	7.541	7.282	6.455	6.260	6.878	6.753	6.203	6.031	7.107
2	970	7.213	6.819	6.514	6.777	6.545	6.580	6.321	6.910
3	4.374	985	911	902	895	889	849	828	903
4	3.059	1.741	1.665	1.656	1.639	1.625	1.578	1.569	2.060
5C1	1.848	1.834	1.808	1.807	1.798	1.791	1.789	1.782	1.803
5C2	4.005	3.945	3.872	3.854	3.847	3.828	3.812	3.791	3.870
6C1	1.183	1.161	1.105	1.099	1.102	1.095	1.077	1.068	1.127
6C2	764	748	711	708	729	723	692	690	740
7C1	3.035	2.944	2.576	2.537	2.582	2.544	2.407	2.374	2.537
7C2	749	713	708	687	689	664	569	646	675
11	970	753	804	798	786	776	771	762	950
12	4.374	4.210	4.103	4.102	3.342	3.334	3.287	3.272	3.150
13	3.059	2.962	2.640	2.570	2.820	2.765	2.505	2.449	2.919
14	3.307	2.892	1.338	1.330	1.583	1.558	1.241	1.229	2.958
16	422	419	405	404	404	403	399	398	413
17	1.833	1.797	1.617	1.613	1.598	1.589	1.570	1.560	1.737
18	1.434	1.405	1.364	1.361	1.339	1.332	1.331	1.324	1.393
24C1	1.731	1.464	1.267	1.260	1.035	1.028	974	691	1.341
24C2	3.823	3.348	2.916	2.916	2.382	2.364	2.125	2.080	3.125
C	707	676	612	599	579	579	575	568	603
TOTAL TUS	49.188	48.492	43.696	42.977	42.804	42.185	40.334	39.433	46.321
T1	-	5.737	17.796	19.822	23.044	25.157	13.217	14.772	15.650
T2	-	-	-	-	-	-	16.817	18.494	-
TOTAL TRANVÍA	-	5.737	17.796	19.822	23.044	25.157	30.034	33.266	15.650
TOTAL TPU	49.188	54.229	61.492	62.799	65.848	67.342	70.368	72.699	61.971
TOTAL TPR	484.156	480.992	473.379	472.149	469.088	467.623	464.681	462.469	473.458

Como se puede observar tanto en la tabla como en el gráfico la Alternativa que más viajes capta es la 3.2. reduciendo en gran medida el número de desplazamientos que se realizan en coche y también el número de usuarios del autobús urbano, aunque en menor medida.

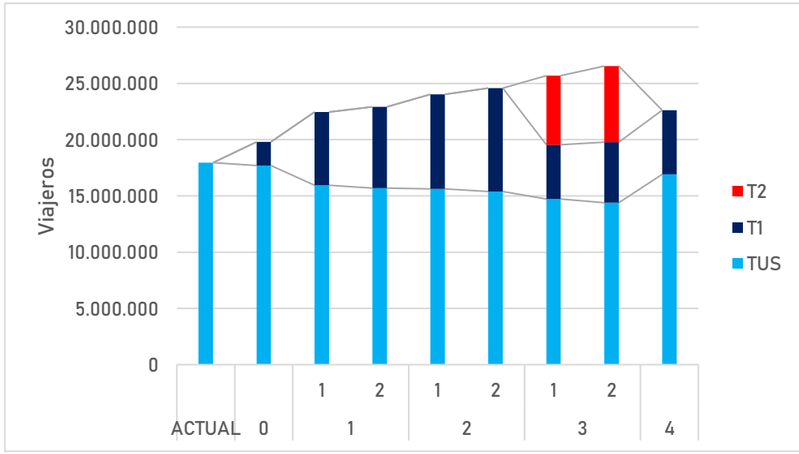


Gráfico 9. Viajes en transporte público en las distintas alternativas

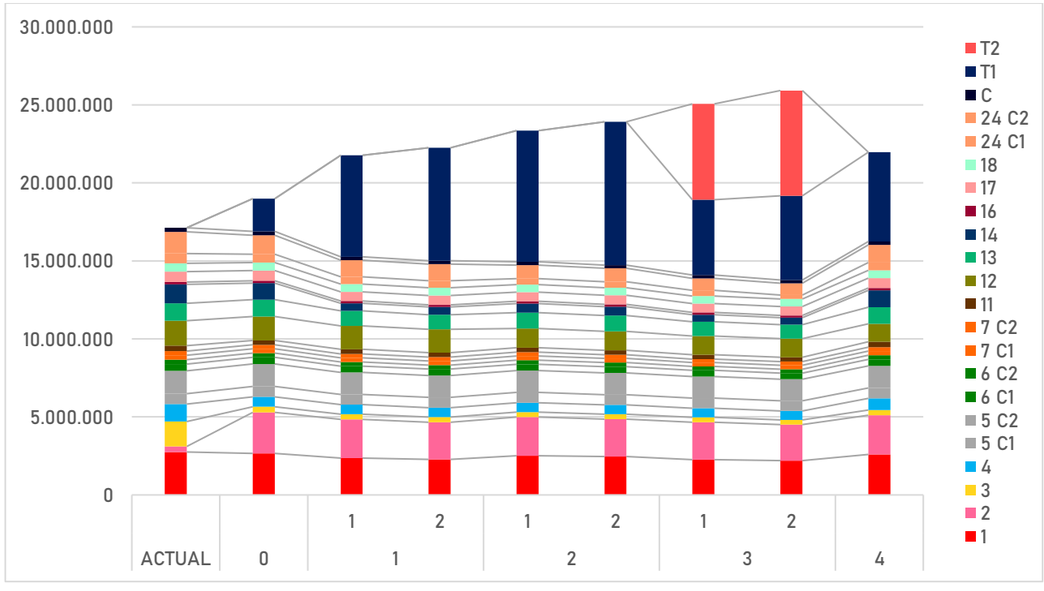


Gráfico 10. Desglose de viajeros por líneas y alternativas

7. ANÁLSIS DE ALTERNATIVAS

En este análisis se descarta la alternativa 0, ya que su utilidad únicamente era la de calibrar el modelo, por lo que se tomarán en cuenta el resto de las alternativas. Para ello se realiza un análisis multicriterio además de comprobar el encaje con la trama urbana y la captación de viajeros, parámetros fundamentales para este tipo de proyectos.

Tabla 34. Análisis multicriterio de impacto urbanísitico

KPI/ Category	Project Meausre	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
KP 1.1. A: Cultural Values	Cultural values and their cultural landscapes	0	0	0	0
B: Cultural Opportunities	Areas where the project is likely to affect cultural/economic/social values within the station catchment through commercial and partnering opportunities, opportunties for environmental enhancement and connections to Social/economical/cultural facilities and services	1	2	3	1
KPI 1.2: Increased housing and employment growth	Amount of private sector large plots (sqm), community (including housing provider developments) within the walkable catchment of the Region impacted by the project	-1	-1	-1	0
	Local Business Identification and Growth Potential enabled by the project	1	1	2	1
	Ability to deliver quality integrated neighbourhoods	2	1	2	1
	Ability of the project to deliver quality integrated development	1	1	1	0
	Potential impact of the project to incorporate and connect to sites of significance and value	3	2	4	2
KPI 1.3: Improved quality of life	Impact on accessibility and introduction of Universal accesibility (equity and inclusion for all genders, age ..)	3	3	3	3
	Ability to create, enhance and support local business (and businesses owned by locals) and diversity of employment opportunties in: 1. existing centres 2. existing business areas 3. existing industrial areas	1	1	1	1
	Impact of the project on existing neighbourhoods and ability to create quality neighbourhoods	2	1	2	1
	Indicative upfront carbon total for infrastructure (stations, tunnel, linear infrastructure) for the depot	-2	-2	-3	-3
KPI 2.1: Reduced carbon emissions	Likely ability of the projec to enable carbon reduction through mode shift, trip reduction and active travel growth	1	2	3	1
	Whole of life carbon impact of surrounding urban development	1	1	1	1
	Impact on network integration	1	-1	0	3
KPI 3.1: Improved access to employment, education & health services across Auckland	Impact of the project on network of places of cultural importance, schools and health providers	2	2	2	2
	Operational capacity of the project	2	2	2	2
KPI 3.2: Increased public transport capacity	Constructability	0	-3	-3	-1
Deliverability	Extent of impacts on utilities and below ground structures	-1	-1	-1	-2
	Extent and complexity of structures	-1	-1	-1	-1
	Geotech and hydrogeology	-2	-2	-2	-2
	Maintenance	0	0	-1	-1
	Roading and access	2	2	2	2
	Vulnerability to the impacts of climate change	-3	-3	-3	0
	The extent to which the site can provide for key operational and functional project requirements	0	0	0	0
	Proximity of the project site to mainline for efficient launch/retrieval of rail vehicles	1	1	1	1
Operations and maintenance	Site can expand to accomodate future depot requirements taking in to account whole network	3	3	3	3
	Anticipated capital costs of the project	0	-1	-2	-2
	Anticipated operational and maintenance costs of the project	1	2	3	2
Affordability	Potential impacts on areas of known cultural significance along the alignment	1	1	2	2
	Character and Amenity	0	0	0	0
Impacts on Cultural Values	Social Cohesion	1	2	3	2
Socioeconomic Impacts	Transport network	1	2	2	2
	Human Health and Wellbeing	2	2	2	2
	Property implications	0	0	0	0
	Property implications - impact on at risk communities	0	0	0	0
Property Impacts	Value of property	1	1	1	1
	Landscape	-1	-1	-1	-1
	Visual	-1	-1	-1	-1
Natural Environment	Water quality and Wetlands	0	0	0	0
	Groundwater and settlement	1	1	1	1
	Ecology	1	1	1	1
	Natural Hazards	0	0	1	1
	Effects on Cultural values	1	1	2	2
	Potential impacts on sites and places of archaeological value and built heritage	-1	-1	-1	-1
TOTAL		24	20	30	26

Tras este análisis de la sostenibilidad de cada proyecto se obtiene que la mejor alternativa es la número 3, consiguiendo 4 puntos más que la siguiente alternativa, en este caso la 4. Además de este análisis también se realiza uno en referencia a aspectos económicos y de uso.

Tabla 35. Valores de las distintas alterantivas

Parámetro	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Demanda	19.822	25.157	33.266	15.650
Longitud	10,4	11,84	15,34	10,25
Coste	136.036.477,50 €	143.967.411,50 €	172.182.411,50 €	138.100.380,00 €
Coste/km	13.080.430,53 €/km	12.159.409,76 €/km	11.224.407,53 €/km	13.473.207,80 €/km
Coste/pax	6.862,90 €/pax	5.722,76 €/pax	5.175,93 €/pax	8.824,31 €/pax

Tabla 36. Análisis multicriterio de aspectos de demanda y económicos

Parámetro	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Demanda	2	3	4	1
Coste	4	2	1	3
Coste/km	2	3	4	1
Coste/pax	2	3	4	1
TOTAL	10	11	13	6

Se observa que nuevamente la alternativa 3 es la que mejor valoración obtiene en términos económicos y de demanda de pasajeros, ya que combina las demandas tanto de la alternativa 1 y 2.

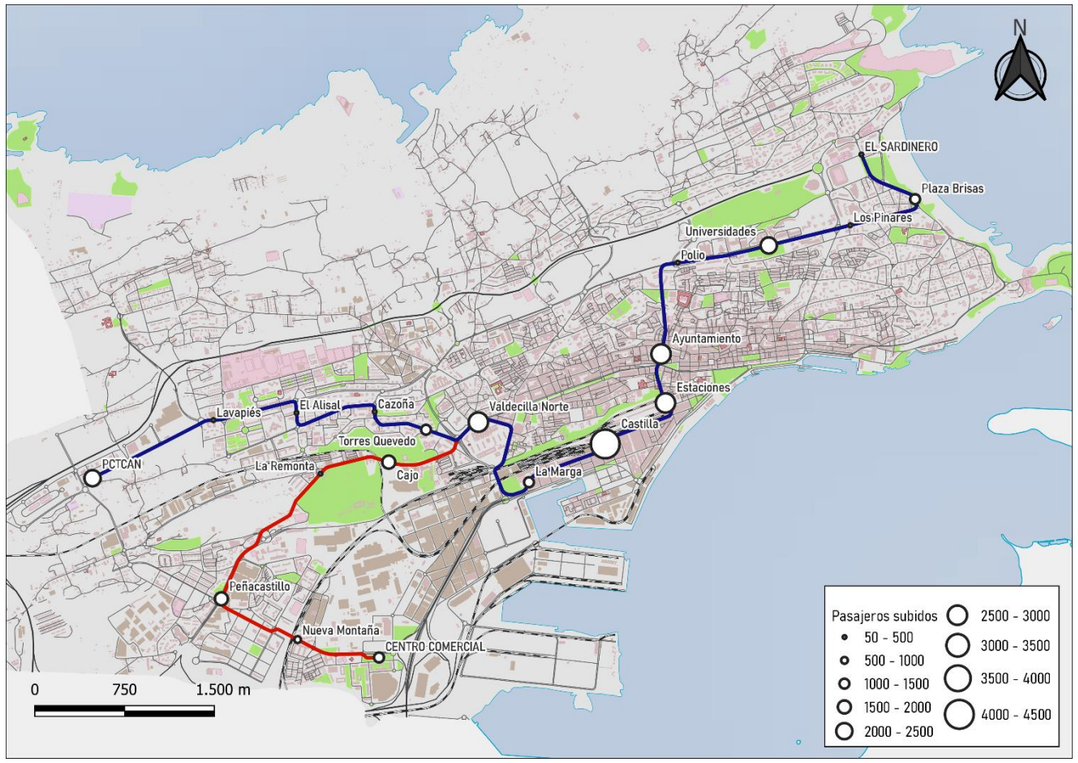


Ilustración 37. Pasajeros subidos por parada

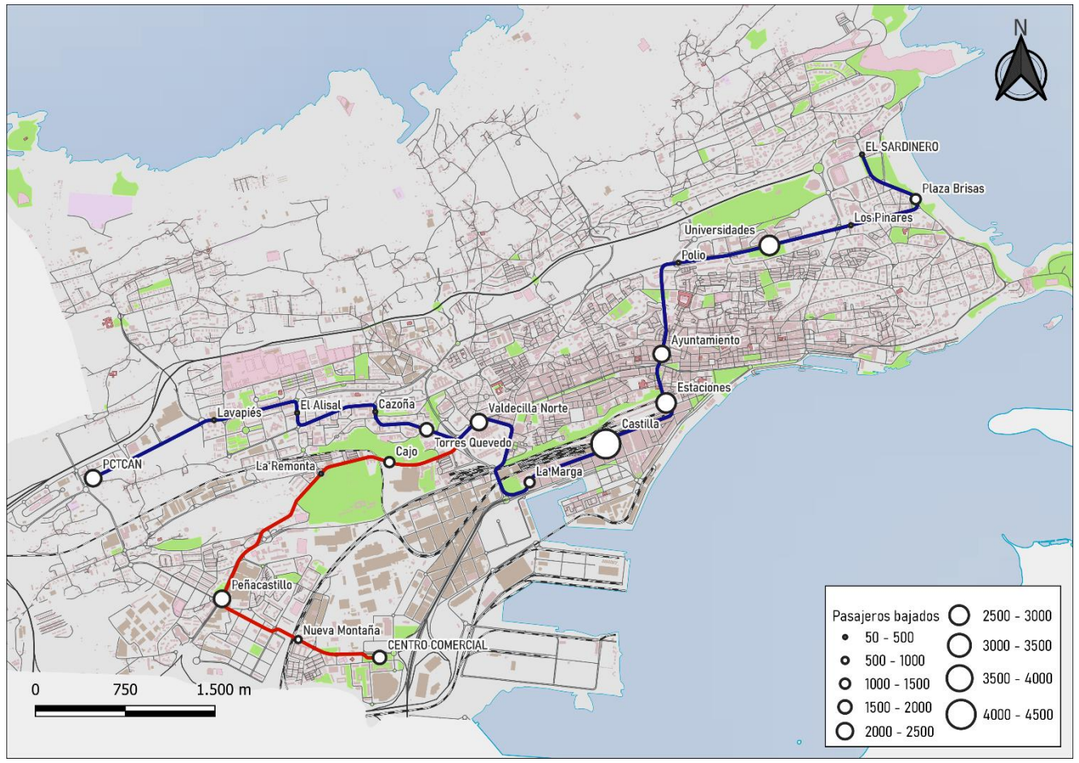


Ilustración 38. Pasajeros bajados por parada

Las zonas de mayor concentración de viajeros corresponden con los desarrollos urbanísticos de Nueva Montaña que carece de buenas conexiones en transporte público con el centro de la ciudad, el PCTCAN que congrega a un gran número de trabajadores, el Hospital de Valdecilla por la afluencia de usuarios, la zona centro de la ciudad comprendida entre la calle Castilla, las estaciones y el Ayuntamiento/Centro, en las que está el centro neurálgico de la ciudad, con zonas de ocio, servicios y oficinas, y por último las universidades situadas en la Avenida de Los Castros.

8. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA

Tras haber analizado detalladamente cada alternativa en cuanto a sus costes como a la captación de viajeros, además de la inserción del trazado en el viario urbano se ha determinado que la solución óptima pasa por otra alternativa no detallada en la primera fase. Esto viene motivado por los siguientes problemas:

- Compleja integración en el tramo comprendido entre Peñacastillo y el Hospital de Valdecilla, estando el trazado tranviario compartido con el tráfico rodado en un tramo de más 2 km con un intenso tráfico.
- Baja demanda de viajeros en ese mismo tramo, ya que atraviesa zonas de baja densidad poblacional.
- En el tramo de la Calle Castilla, el encaje de la traza reduce considerablemente la capacidad de la calle, llegando incluso a dejar un único carril de circulación de salida de la ciudad.

Las soluciones propuestas son las siguientes:

- Eliminar el tramo entre las paradas de Peñacastillo y el Hospital de Valdecilla, debido a su baja demanda y su compleja integración.
- Diseñar un nuevo trazado por la Avenida Ortega y Gasset hasta unir el tramo de Nueva Montaña con la otra línea en el PCTCAN, formando así una única línea, con dos paradas en Peñacastillo y Ortega y Gasset.
- Añadir una nueva parada en la Avenida Joaquín Rodrigo para dar servicio a las superficies comerciales de las inmediaciones, así como a los nuevos desarrollos urbanísticos que allí se realizan.
- Acercar al instituto la parada de Lavapiés.
- División de la plataforma en el tramo de la calle Castilla, desviando el sentido El Sardinero por la calle Marqués de la Hermida hasta Atilano Rodríguez, para volver a unirse en las Estaciones.

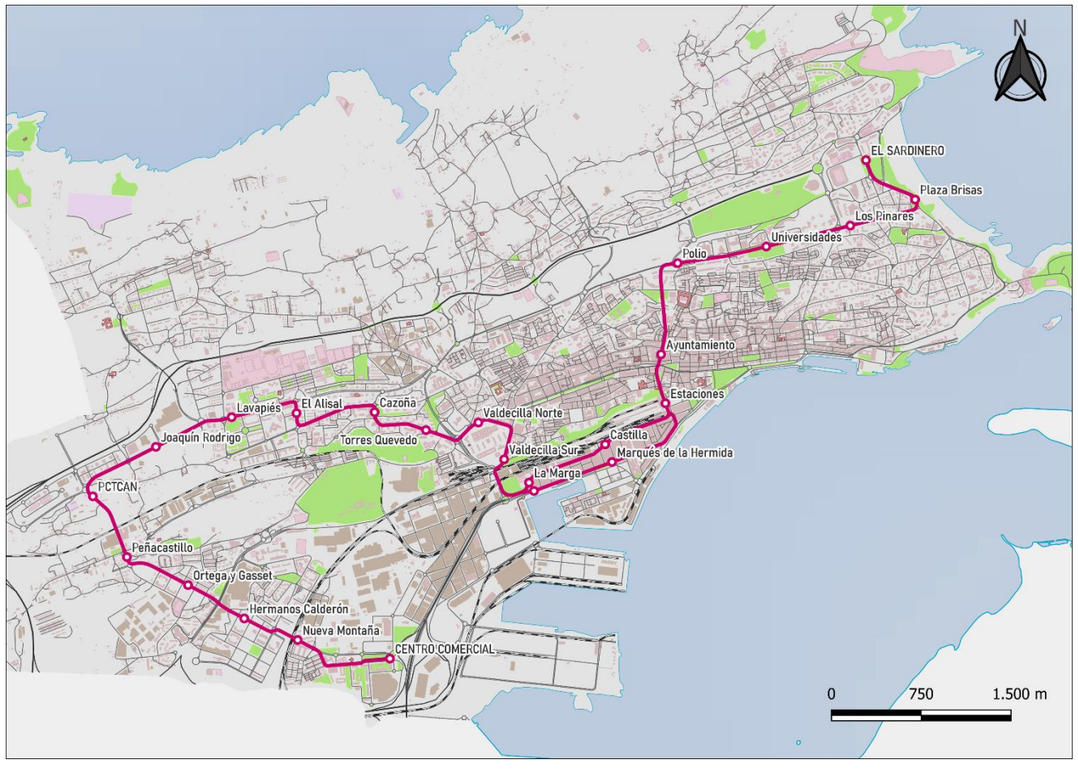


Ilustración 39. Trazado de la alternativa seleccionada

Esta nueva alternativa tiene una longitud de 13,633 km y un total de 22 paradas, de las cuales 2 son con andén central, una subterránea y el resto con andenes laterales de 45 metros de longitud.

La pendiente máxima es del 8% y el radio mínimo para el trazado es de 30m. Además, se dispone de un ramal técnico que enlaza las cocheras con la línea principal.

Tabla 37. Datos técnicos de la alternativa seleccionada

DATOS TÉCNICOS	
Longitud [m]	13.633,13
Paradas [ud]	22
Pendiente max [%]	8
Radio min [m]	30

El coste aproximado se ha cifrado en 170 millones de euros, tomando unos valores estimados por unidades de ejecución. Estas cifras serán detalladas en el presupuesto.

Tabla 38. Valoración económica de la alternativa seleccionada

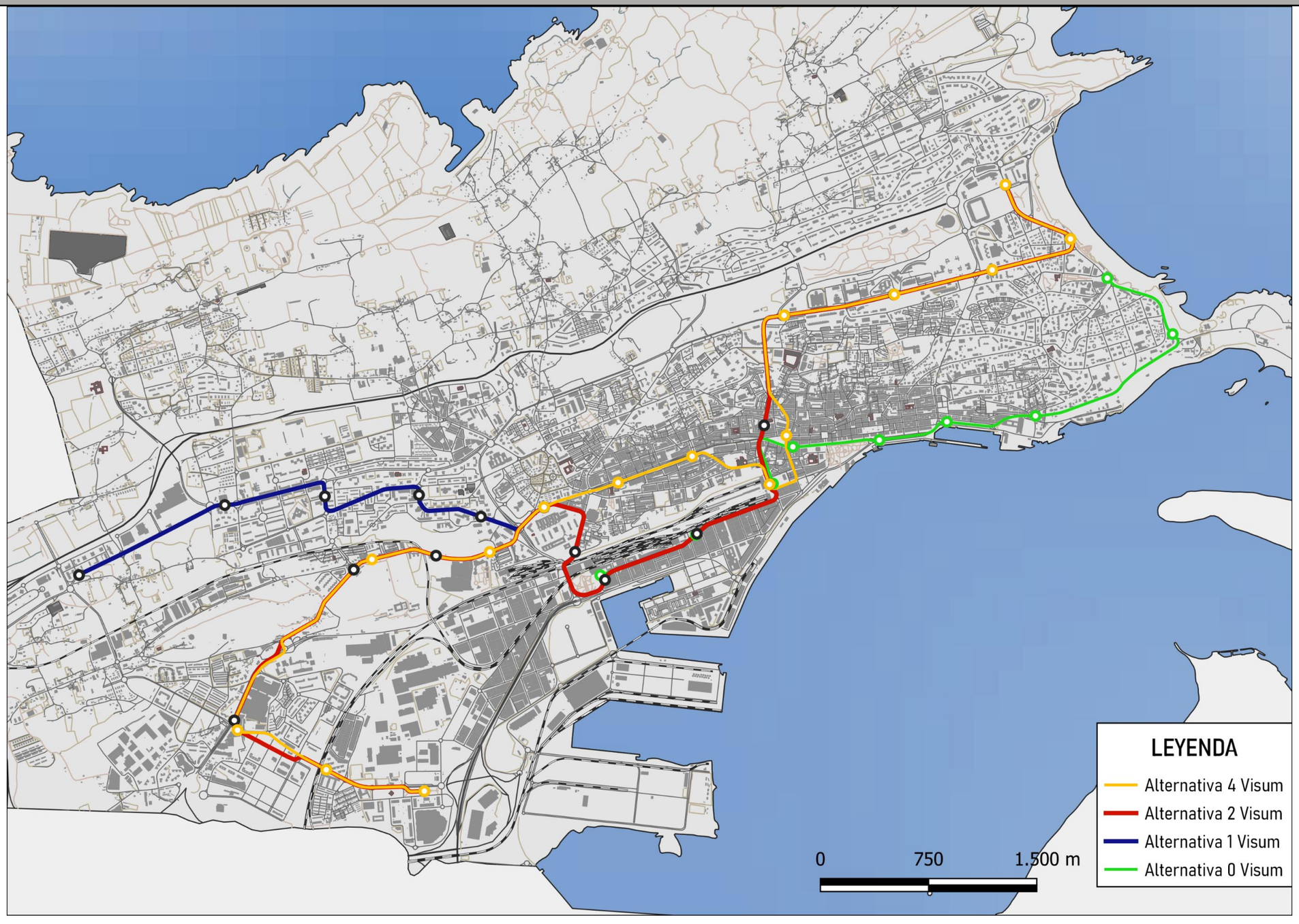
Recorrido			Nueva Montaña - Sardinero	
Unidad de obra	Unidad	Coste unitario	Alternativa 5	
Doble vía superficie	m	5.000,00 €	13.458	67.290.000,00 €
Doble vía túnel	m	20.000,00 €	1075,00	21.500.000,00 €
Parada superficie andén lateral	ud.	230.000,00 €	20	4.600.000,00 €
Parada superficie andén central	ud	200.000,00 €	1	200.000,00 €
Parada subterránea andén lateral	ud.	5.000.000,00 €	1	5.000.000,00 €
Material movil	ud.	2.500.000,00 €	16	40.000.000,00 €
Cocheras	€*tren	1.000.000,00 €	16	16.000.000,00 €
Otros	%	10%	-	15.459.000,00 €
TOTAL				170.049.000,00 €

La ruta se realiza de extremo a extremo 1:11:02 horas, lo que con una frecuencia de 6 minutos permite realizar el servicio con 12 unidades. Este nuevo recorrido aumenta la demanda hasta los 39.919 pasajeros diarios, lo que corresponde con más de 14 millones de viajeros anuales.

Tabla 39. Datos de servicio de la alternativa seleccionada

DATOS DEL SERVICIO	
Frecuencia	6’
Tiempo ruta	0:34:36
Tiempo ciclo	1:11:02
Velocidad media (km/h)	22,45
Demanda diaria	39.919

ANEXO 1


LEYENDA
Alternativa 4 Visum
Alternativa 2 Visum
Alternativa 1 Visum
Alternativa 0 Visum
0
750
1.500 m

N
EL SARDINERO
Plaza Brisas
Los Pinares
Universidades
Polio
Ayuntamiento
Estaciones
Valdecilla Norte
Castilla
Marqués de la Hermida
Valdecilla Sur
La Marga
Torres Quevedo
Cazoña
El Alisal
Lavapiés
Joaquín Rodrigo
PCTCAN
Peñacastillo
Ortega y Gasset
Hermanos Calderón
Nueva Montaña
CENTRO COMERCIAL
0
750
1.500 m

ANEJO 5. ESTUDIO DE DEMANDA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 2

2. DEMANDA 2

3. TUS 3

3.1. ANÁLISIS DE LAS LÍNEAS DEL TUS 3
3.2. REORDENACIÓN DE LAS LÍNEAS DEL TUS 4

4. CONEXIÓN CON OTROS MEDIOS DE TRANSPORTE 5

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. CORRESPONDENCIA CON LAS LÍNEAS DEL TUS 5
TABLA 2. CORRESPONDENCIA CON LÍNEAS DE CERCANÍAS. 5

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. ÁREA SERVIDA POR LAS PARADAS A 250 M Y 500 M. 2
ILUSTRACIÓN 2. SISTEMA MALLADO VS SISTEMA TRONCAL. FUENTE: WIKIPEDIA 3

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se va a describir detalladamente la demanda prevista para la alternativa seleccionada y se plantean los cambios a realizar en las actuales líneas de autobús urbano para evitar duplicidades.

La intención global es que ambos medios de transporte se complementen en vez de que compitan entre sí. El objetivo también engloba al resto de medios de transporte público con los que se comunica, como son los autobuses interurbanos o las líneas de ferrocarril de cercanías con las que tiene conexión.

De esta forma se quiere fomentar el uso del transporte público, que vertebre la ciudad y haciendo de Santander una ciudad más accesible.

2. DEMANDA

El cálculo de la demanda se ha realizado con el programa informático Visum, en el que partiendo de un mapa base realizado por el SUM+LAB de la Universidad de Cantabria, se ha obtenido la demanda.

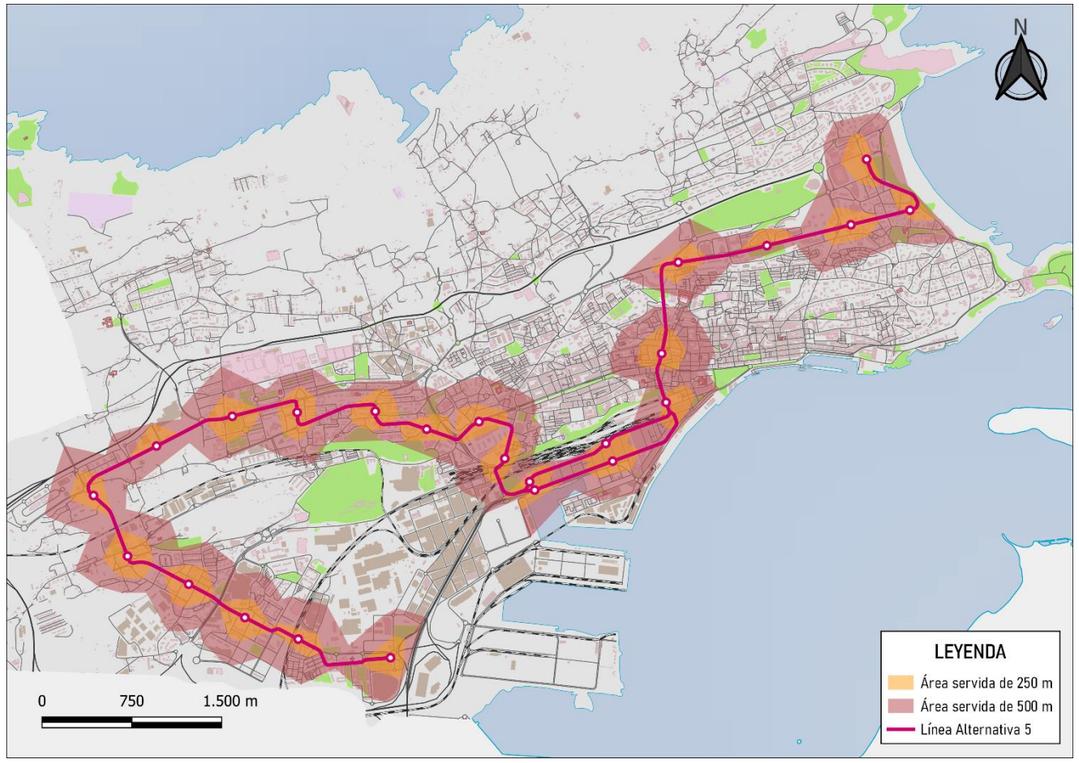


Ilustración 40. Área servida por las paradas a 250 m y 500 m.

Este mapa base dividía la ciudad en distintos sectores de los que parten o reciben viajes, datos obtenidos a partir de estudios de movilidad. A esto se añade el mallado de la ciudad mediante las calles y arterias urbanas, definiendo el número de carriles, la capacidad, los medios de transporte permitidos, etc. También se incluyen los distintos medios de transporte existentes como el TUS o los distintos servicios ferroviarios que acceden a la ciudad.

Sobre este plano se ha modelizado la nueva línea de tranvía, tanto en la alternativa seleccionada como en el resto de las propuestas. Para obtener los resultados ha sido necesario plantear el trazado y los puntos de parada, así como la frecuencia que tendrá el tranvía.

De los cálculos realizados mediante el programa Visum se obtienen las demandas previstas obteniéndose un valor de 39.919 pasajeros diarios, o lo que es lo mismo 14.570.508 pasajeros anuales. Esta demanda corresponde con la mitad de lo que actualmente transporta el TUS anualmente.

Por paradas, la demanda varía, dependiendo de una multitud de factores, y se ha obtenido los siguientes datos:

Tabla 40. Demanda de pasajeros por paradas

PARADA	PASAJEROS SUBEN	PASAJEROS BAJAN
CENTRO COMERCIAL	1482	1767
NUEVA MONTAÑA	947	940
HERMANOS CALDERÓN	1987	2277
ORTEGA Y GASSET	409	429
PEÑACASTILLO	1632	1451
PCTCAN	2062	2387
JOAQUÍN RODRIGO	531	596
LAVAPÍES	89	82
EL ALISAL	126	127
CAZOÑA	316	387
TORRES QUEVEDO	1232	1563
VALDECILLA NORTE	2829	2359
VALDECILLA SUR	1159	1061
>LA MARGA	590	582
<LA MARGA	590	582
>MARQUÉS DE LA HERMIDA	2232	2052
<CASTILLA	2232	2052
ESTACIONES	2734	3000
AYUNTAMIENTO	2887	2139
POLIO	56	65
UNIVERSIDADES	2233	2776
LOS PINARES	348	322
PLAZA BRISAS	1456	1374
EL SARDINERO	405	256

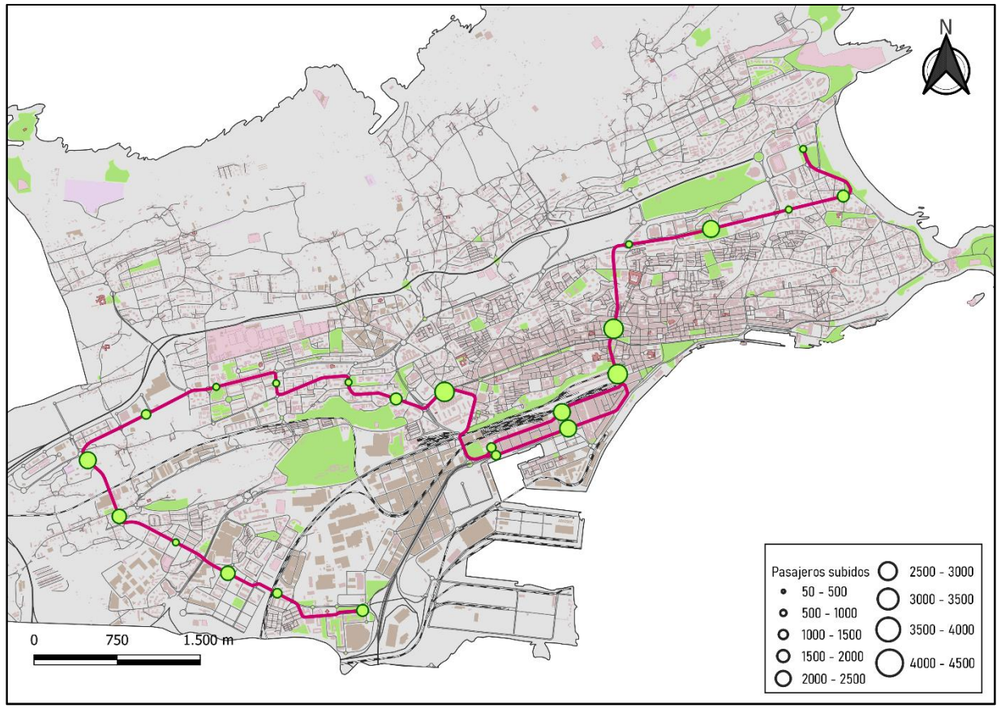


Ilustración 41. Pasajeros que suben por parada

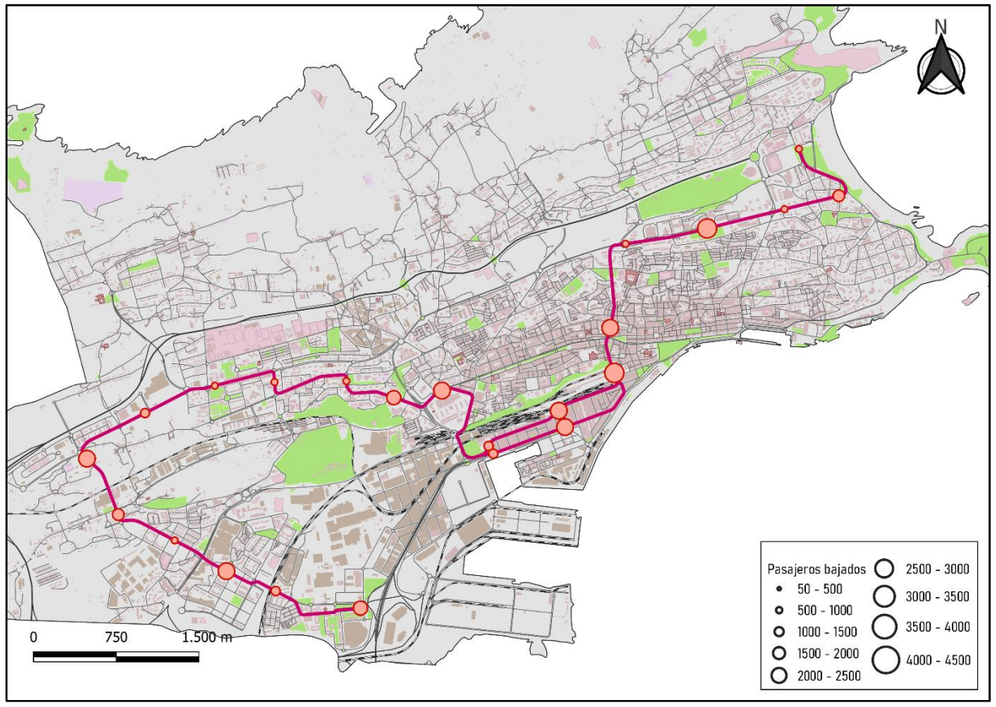


Ilustración 42. Pasajeros que se bajan por parada

3. TUS

3.1. ANÁLISIS DE LAS LÍNEAS DEL TUS

Para evitar que las líneas de autobús urbano (TUS) compitan con el propio tranvía al realizar similares recorridos se han de analizado las rutas actuales y qué zonas comunican y si estas pueden ser servidas por el tranvía en las mismas condiciones.

En este proyecto únicamente se van a proponer los cambios a realizar en los recorridos del TUS y no se van a simular en un programa informático las demandas que se obtendrían con la reordenación de líneas prevista.

Para visualizar de una forma más clara que líneas se solapan con el servicio del tranvía se ha realizado un plano esquemático actualizado con la red de líneas del TUS, intentando que se vea de una forma más clara y precisa el servicio actual de autobuses urbanos. Esto se debe a que el plano existente no es lo suficientemente intuitivo.

En el plano se puede ver de forma rápida que el actual servicio de autobús tiene un corredor central donde se concentran la práctica totalidad de las líneas, comenzando en el intercambiador de Valdecilla hasta el final del Paseo Pereda en Puerto Chico, pudiendo extender este eje hasta el Intercambiador del Sardinero.

Este es el eje principal, por el que los autobuses pasan incesantemente, dando servicio a la zona más céntrica de la ciudad, donde se concentra la actividad económica del municipio.

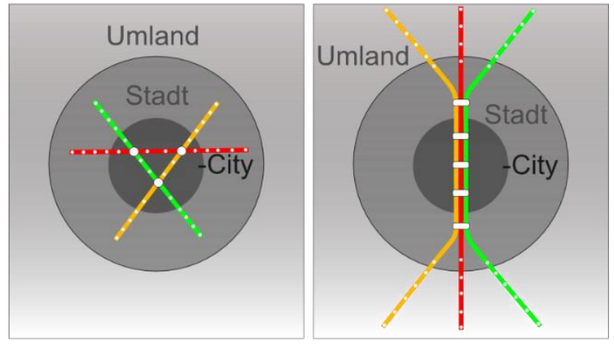
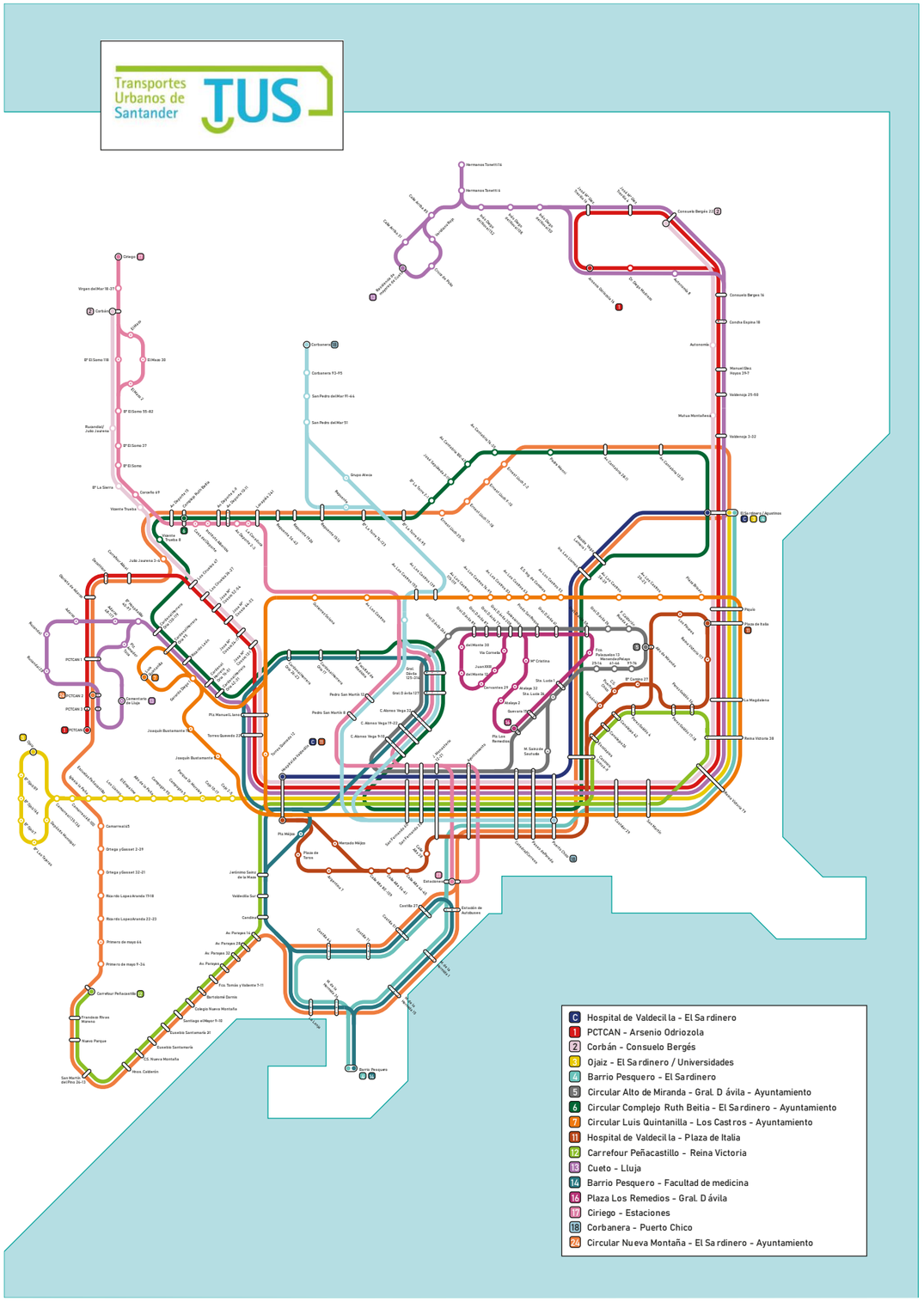


Ilustración 43. Sistema mallado vs Sistema troncal. Fuente: Wikipedia



El eje principal, una vez salido de la zona más céntrica, se va ramificando para dar servicio a los barrios más periféricos. Pero, también se observa que hay zonas céntricas de la ciudad que debido a la propia configuración de la trama urbana, tiene un servicio deficiente, con pocas conexiones transversales, quedando limitadas prácticamente al túnel de Tetuán, o a líneas que al discurrir por calles estrechas y de gran inclinación deben dar el servicio con microbuses de poca capacidad.

Otra de las características de la red, es la existencia de líneas circulares, existiendo en la actualidad hasta 4 anillos que conectan los barrios periféricos entre sí, y además también con el centro, ya que todas las líneas transcurren por el tramo central total o parcialmente. Estas líneas son tremendamente útiles para los viajes entre barrios, pero no muy eficaces para llegar al centro ya que dan un gran rodeo.

3.2. REORDENACIÓN DE LAS LÍNEAS DEL TUS

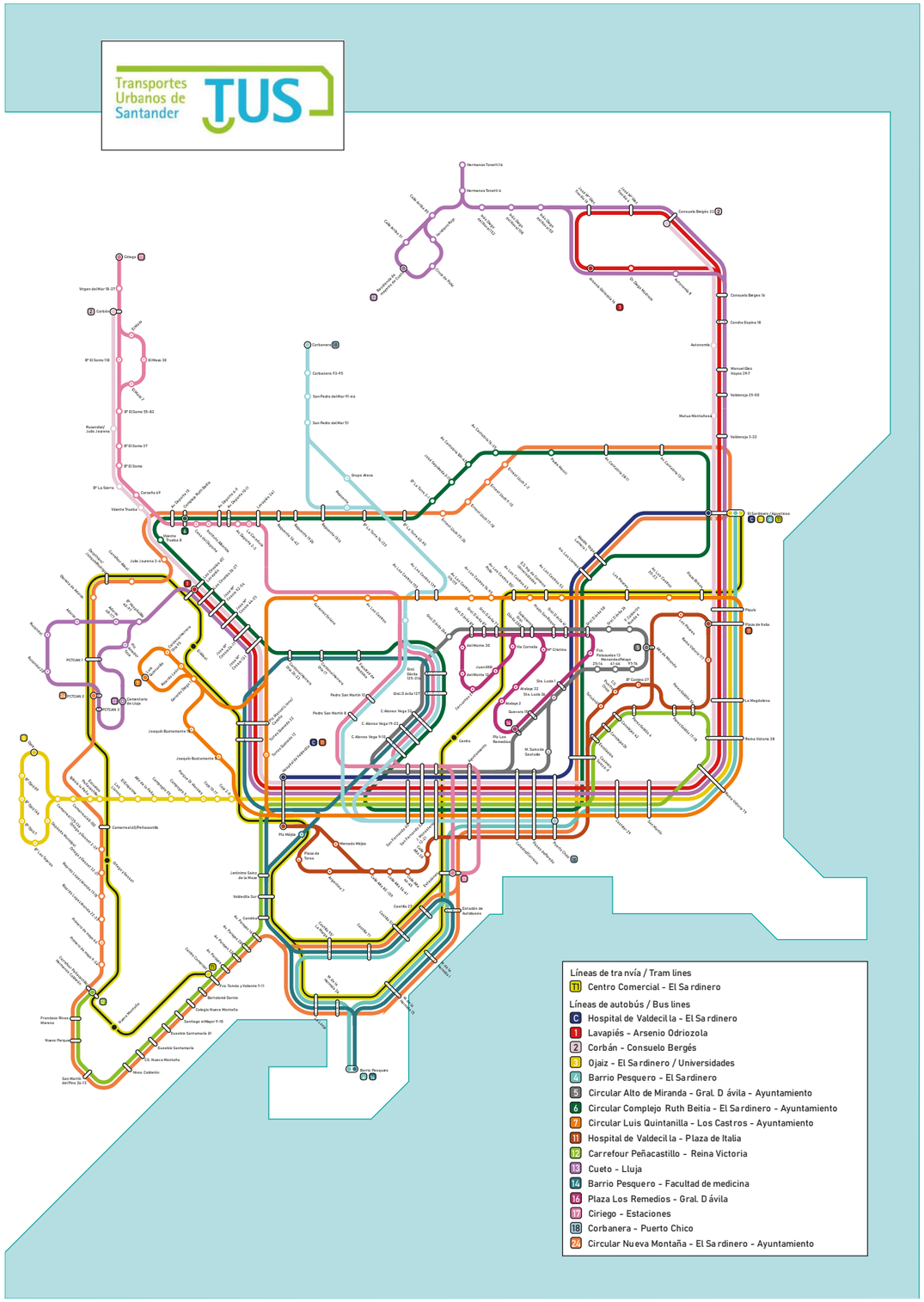
Con la implantación del tranvía parte de los problemas se solucionan ya que da un servicio con mayor capacidad que una línea convencional de autobús, con una mayor velocidad media al estar segregada del resto del tráfico y con prioridad semafórica, aunque no de una forma tan directa, ya que no usa el eje principal entre Valdecilla y Puerto Chico. Aun así, se generan conexiones en el intercambiador de Valdecilla, las Estaciones, el Ayuntamiento o el intercambiador del Sardinero.

Los principales cambios de líneas se dan en el entorno del PCTCAN y el Alisal. Los cambios planteados son los siguientes:

- 1 Recortar el recorrido eliminando las paradas entre el PCTCAN 1 hasta Los Ciruelos 47, quedando la cabecera de línea en esta última. Esto se debe a que el trazado es igual que al planteado por el tranvía.
- 6 Desviar el recorrido que circula por la calle Cardenal Herrera Oria a la Avenida Los Ciruelos y José Mª Cossio, compartiendo ese tramo con las líneas 1 y 2.
- 13 Desviar el recorrido que circula por la calle Cardenal Herrera Oria a la Avenida Los Ciruelos y José Mª Cossio, compartiendo ese tramo con las líneas 1 y 2.

Además de los cambios en los recorridos, hay líneas que debido a la implantación del tranvía verán alteradas sus paradas, debiéndose buscar una nueva ubicación o una solución para poderlas mantener en el mismo sitio. Esas líneas afectadas son:

- 1 Parada de la Calle Torres Quevedo.
- 2 Parada de la Calle Torres Quevedo.
- 4 Paradas de la Calle Castilla y Marqués de la Hermida.
- 7 Parada de la Calle Torres Quevedo, Gerardo Diego y Ricardo León. También las paradas de la Avenida Los Castros.
- 13 Paradas de PCTCAN.
- 14 Pardas de la Calle Castilla y Marqués de la Hermida. También las paradas de Candina, Valdecilla Sur y Jerónimo Sainz de la Maza.
- 24 Paradas en el PCTCAN y Calles Castilla y Marques de la Hermida.



De este modo el tranvía tiene correspondencia con las siguientes líneas del TUS:

Tabla 41. Correspondencia con las líneas del TUS

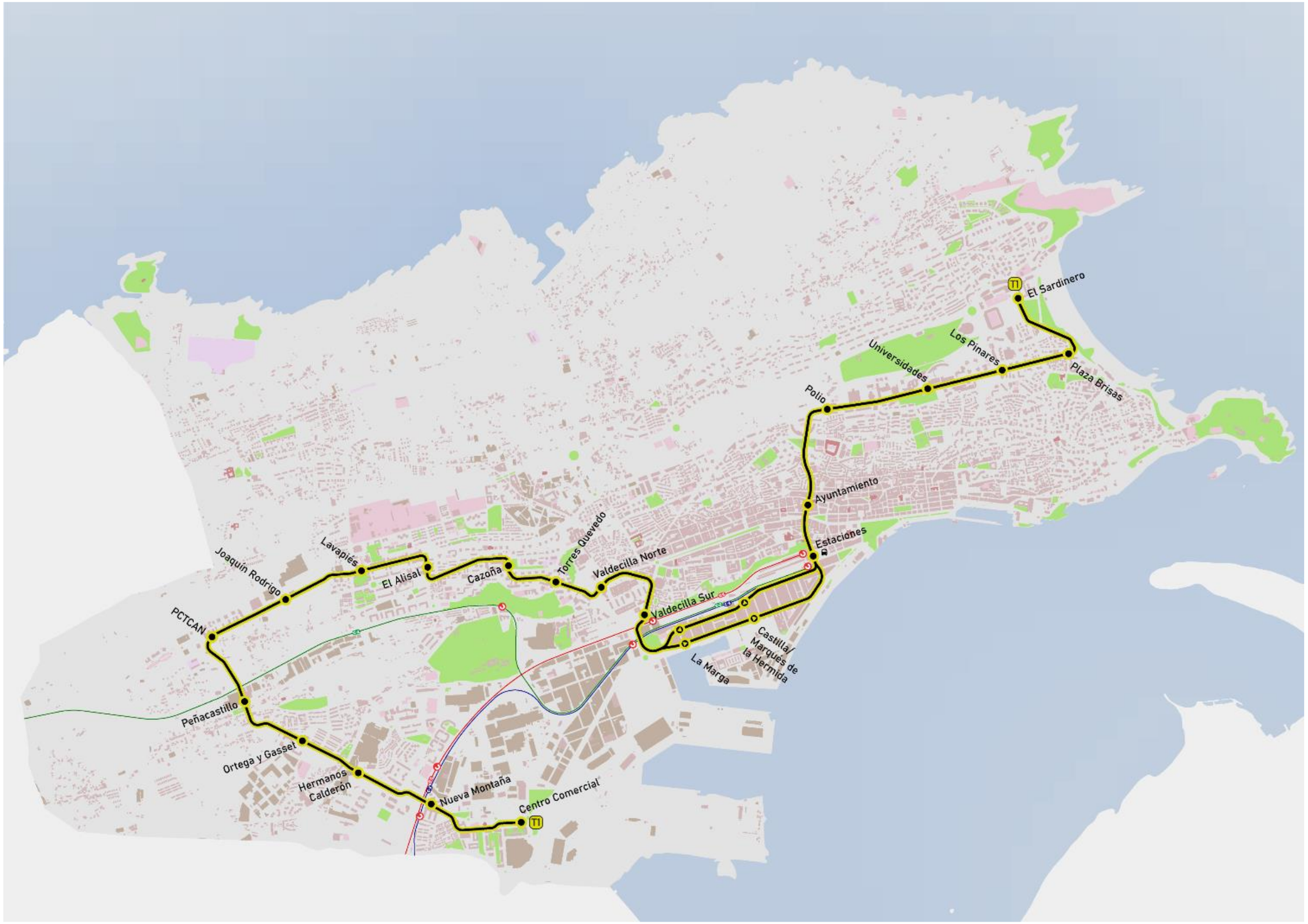
PARADA	CORRESPONDENCIA
CENTRO COMERCIAL	12 24
NUEVA MONTAÑA	
HERMANOS CALDERÓN	12 24
ORTEGA Y GASSET	24
PEÑACASTILLO	24
PCTCAN	13 24
JOAQUÍN RODRIGO	24
LAVAPÍES	1 2 6 13
EL ALISAL	
CAZOÑA	1 2 7 13 14
TORRES QUEVEDO	1 2 7 13 14
VALDECILLA NORTE	1 2 3 7 11 12 13 14 C
VALDECILLA SUR	12 14
LA MARGA	4 14 24
MARQUÉS DE LA HERMIDA/CASTILLA	4 14 24
ESTACIONES	4 17
AYUNTAMIENTO	1 2 3 4 5 6 7 11 12 13 14 17 18 24 C
POLIO	7
UNIVERSIDADES	7
LOS PINARES	7
PLAZA BRISAS	7
EL SARDINERO	1 2 3 4 6 13 24 C

4. CONEXIÓN CON OTROS MEDIOS DE TRANSPORTE

En la Bahía de Santander existen tres líneas de ferrocarril de cercanías y otras nueve líneas de autobús interurbano. La nueva línea de tranvía establece conexiones con estos medios de transporte en las siguientes estaciones:

Tabla 42. Correspondencia con líneas de cercanías.

PARADA	CORRESPONDENCIA
NUEVA MONTAÑA	C-1 C-3
VALDECILLA SUR	C-1 C-2 C-3
ESTACIONES	C-1 C-2 C-3 S_1 S_2 S_3 S_4 S_5 S_6 S_7 S_8 S_9


El Sardinero
Los Pinares
Universidades
Plaza Brisas
Polio
Ayuntamiento
Estaciones
Valdecilla Norte
Torres Quevedo
Cazoña
El Alisal
Lavapiés
Joaquín Rodrigo
PCTCAN
Valdecilla Sur
Castilla/ Marqués de la Hermida
La Marga
Peñacastillo
Ortega y Gasset
Hermanos Calderón
Nueva Montaña
Centro Comercial

ANEJO 6. TRAZADO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 2

2. PARÁMETROS DE DISEÑO 2

2.1. PLANTA 2
2.1.1. LIMITACIONES DE ACELERACIÓN NO COMPENSADA 2
2.1.2. RADIO MÍNIMO EN CURVA Y SIN PERALTE 2
2.1.3. CURVA DE TRANSICIÓN Y ACELERACIÓN 3
2.1.4. LONGITUDES DE LAS CURVAS DE TRANSICIÓN 4
2.1.5. PERALTE 4
2.2. ALZADO 4
2.2.1. VALORES MÁXIMOS DE PENDIENTE 4
2.2.2. CONEXIÓN DE LAS PENDIENTES 4
2.2.3. COMBINACIÓN DE UNA PARÁBOLA VERTICAL Y UNA CURVA EN PLANTA 5
2.3. RESUMEN DE VELOCIDADES EN CURVA 5
2.4. GÁLIBO DEL MATERIAL MÓVIL 5
2.4.1. GÁLIBO NOMINAL O ESTÁTICO 5
2.4.2. GÁLIBO DINÁMICO 5
2.4.3. GÁLIBO LIBRE DE OBSTÁCULOS 6
2.4.4. INTEREJES DE LAS VÍAS 6
2.5. PARADAS 7
2.6. RESUMEN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO 7
2.7. TÚNEL 7

3. CONDICIONANTES BÁSICOS Y CRITERIOS GENERALES 8

4. DEFINICIÓN ANALÍTICA DE LOS TRAZADOS10

4.1. LISTADOS EN PLANTA 10
4.1.1. EJE 1 10
4.1.2. EJE 2 13
4.1.3. EJE COCHERAS 1 15
4.1.4. EJE COCHERAS 2 15
4.2. LISTADO EN ALZADO 16

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. GEOMETRÍA DE UNA CLOTOIDE. CARRETEROS 3
ILUSTRACIÓN 2. DEFINICIÓN DE GÁLIBO ESTÁTICO Y GÁLIBO DINÁMICO 5
ILUSTRACIÓN 3. GÁLIBOS CON POSTE CENTRAL Y LATERAL 6
ILUSTRACIÓN 4. SECCIÓN EN TÚNEL 8
ILUSTRACIÓN 5. SECCIÓN DE ESTACIÓN SUBTERRÁNEA 8

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. VELOCIDADES EN CURVA 2
TABLA 2. LONGITUDES Y PARÁMETROS DE LAS CURVAS DE TRANSICIÓN 4
TABLA 3. VELOCIDADES EN FUNCIÓN DEL RADIO DEL ACUERDO VERTICAL 4
TABLA 4. VELOCIDADES EN CURVA EN PLANTA 5
TABLA 5. GÁLIBO LIBRE DE OBSTÁCULOS 6
TABLA 6. INTEREJES 6
TABLA 7. RESUMEN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO 7
TABLA 8. PARÁMETROS DEL TRAMO EN TÚNEL 7

1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo es la justificación del trazado propuesto para la nueva red de tranvías de la ciudad de Santander. Dicho trazado es el resultado del estudio y análisis de las distintas alternativas estudiadas.

En la exposición que se sigue a continuación se realiza primero un repaso a las bases de partida tenidas en cuenta en el establecimiento del trazado, para poder fijar los parámetros de diseño y los parámetros geométricos y cinemáticos de las curvas, y posteriormente describir el trazado en planta y alzado.

2. PARÁMETROS DE DISEÑO

En los parámetros de diseño del trazado en planta influyen en las velocidades de circulación, así como en el gálibo dinámico libre de obstáculos a respetar a ambos lados de los ejes.

Se considera un ancho de vía de 1.435 mm, ancho internacional y una caja de 2,65 m de ancho.

2.1. PLANTA

Todo punto de masa m desplazándose a una velocidad v, en trayectoria circular de radio R, tiene una aceleración perpendicular a la trayectoria de valor:

$$\gamma = \frac{v^2}{R}$$

Una parte de esa aceleración se puede compensar mediante la inclinación del plano de rodadura, o peralte γ_1. La aceleración no compensada la resiente el usuario y es:

$$\gamma_2 = \gamma - \gamma_1$$

La velocidad es el parámetro fundamental para el cálculo de implantación de vías férreas. La velocidad tipo empleada será de 50 km/h, excepto en zonas peatonales donde se limitará a 30 km/h.

2.1.1. LIMITACIONES DE ACELERACIÓN NO COMPENSADA

Es necesario definir este parámetro para mantener unos estándares de confort en el usuario del servicio, limitar la inclinación del vehículo, las oscilaciones de la suspensión y los esfuerzos en la vía que provocan desgastes prematuros.

Aunque el límite para el valor γ_2 es de 1,00 m/s², se propone que el límite de referencia para el cálculo de la velocidad de explotación sea de 0,65 m/s². Además, se considera no disponer de peraltes en las curvas, excepto que estos encajen con la rasante de las calles transversales.

2.1.2. RADIO MÍNIMO EN CURVA Y SIN PERALTE

Para limitar la aceleración transversal γ_2 se limita el radio de las curvas, que sin peralte es:

$$\gamma = \gamma_2 = \frac{v^2}{R}$$

Se deduce que la velocidad máxima en curva sin peralte será de:

$$v = \sqrt{0{,}65\ \left[\frac{m}{s^2}\right] \cdot R} \rightarrow v = 0{,}81 \cdot \sqrt{R}$$

Estudiadas las velocidades para los distintos radios se obtienen las siguientes velocidades para curvas sin peralte:

Tabla 43. Velocidades en curva

R [m]	*V_{max} [km/h]*	*V_{expl} [km/h]*	R [m]	V_{max} [km/h]	V_{expl} [km/h]
25	18,00	14,58	*215*	52,79	42,76
30	19,72	15,97	*220*	53,40	43,25
35	21,30	17,25	*225*	54,00	43,74
40	22,77	18,44	*230*	54,60	44,22
45	24,15	19,56	*235*	55,19	44,70
50	25,46	20,62	*240*	55,77	45,17
55	26,70	21,63	*245*	56,35	45,64
60	27,89	22,59	*250*	56,92	46,11
65	29,02	23,51	*255*	57,49	46,56
70	30,12	24,40	*260*	58,05	47,02
75	31,18	25,25	*265*	58,60	47,47
80	32,20	26,08	*270*	59,15	47,91
85	33,19	26,88	*275*	59,70	48,36
90	34,15	27,66	*280*	60,24	48,79
95	35,09	28,42	*285*	60,77	49,23
100	36,00	29,16	*290*	61,31	49,66
105	36,89	29,88	*295*	61,83	50,08
110	37,76	30,58	*300*	62,35	50,51
115	38,61	31,27	*305*	62,87	50,93
120	39,44	31,94	*310*	63,38	51,34
125	40,25	32,60	*315*	63,89	51,75
130	41,05	33,25	*320*	64,40	52,16
135	41,83	33,88	*325*	64,90	52,57
140	42,60	34,50	*330*	65,40	52,97
145	43,35	35,11	*335*	65,89	53,37
150	44,09	35,71	*340*	66,38	53,77
155	44,82	36,30	*345*	66,87	54,16
160	45,54	36,88	*350*	67,35	54,55
165	46,24	37,46	*355*	67,83	54,94
170	46,94	38,02	*360*	68,31	55,33
175	47,62	38,58	*365*	68,78	55,71
180	48,30	39,12	*370*	69,25	56,09
185	48,97	39,66	*375*	69,71	56,47
190	49,62	40,19	*380*	70,18	56,84
195	50,27	40,72	*385*	70,64	57,22
200	50,91	41,24	*390*	71,09	57,59
205	51,54	41,75	*395*	71,55	57,95
210	52,17	42,26	*400*	72,00	58,32

2.1.3. CURVA DE TRANSICIÓN Y ACELERACIÓN

Para pasar de una alineación curva a una recta se debe realizar de manera progresiva, porque una variación súbita de la alineación provocaría una fuerte sacudida, debido a la fuerza centrífuga. Como la fuerza centrífuga crece proporcionalmente a la curvatura. La curva de transición debe asegurar un crecimiento lineal de la fuerza centrífuga.

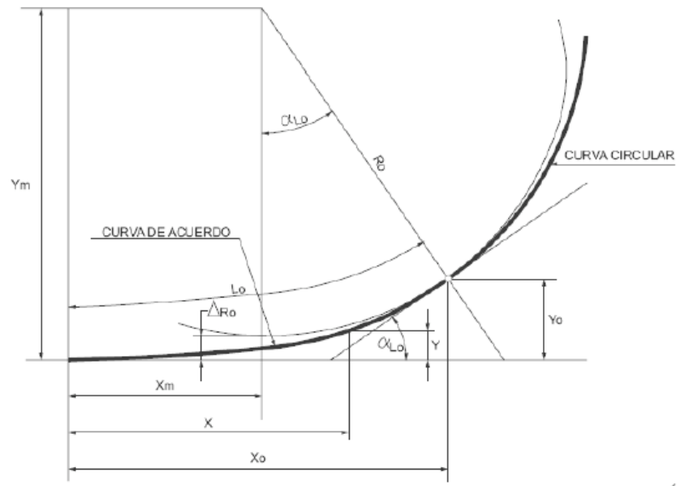


Ilustración 44. Geometría de una clotoide. Carreteros

La clotoide es la única curva que crece linealmente de 0 a 1/R. Se define como R·L=A², por lo que para el parámetro A, que representa las dimensiones de la clotoide, el producto cartesiano de R por L es constante.

Al igual que se limita el γ_2, por confort y comodidad, también se limita la variación de la aceleración transversal en el tiempo a un valor de:

$$\frac{d\gamma}{dt} \leq 0{,}4\ m/s^3$$

Por lo que:

$$\frac{d\gamma}{dt} \cdot \frac{dl}{dt} = \frac{d\frac{v^2}{R}}{dl} \cdot v \leq 0{,}4\ m/s^3$$

Siendo v constate:

$$\frac{d\gamma}{dl} = v^3 \cdot \frac{d\frac{1}{R}}{dl} \leq 0{,}4\ m/s^3$$

Como R·L=A², se obtiene:

$$\frac{v^3}{A^2} \leq 0{,}4\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^3} \rightarrow A = \sqrt{2{,}5 \cdot v^3}$$

Por consiguiente, la longitud de clotoide necesaria para enlazar una alineación recta con un círculo es:

$$L = \frac{A^2}{R}$$

Lo que supone una longitud mínima de clotoide de:

$$L \geq 2{,}5\frac{v^3}{R}$$

Si se encuentra una recta después de una alineación curva que puede incitar a una aceleración inmediata, el cálculo de la clotoide se hará calculando la velocidad en el círculo aumentada para una aceleración de 0,8 m/s² en una longitud de 20 m:

$$v_{acc} = \sqrt{v_{\sin\ acc}^2 \cdot 0{,}8 \cdot 20 \cdot 3{,}6^2}$$

Siendo γ la aceleración tangencial constante en la curva de transición y v_1 y v_2 las velocidades de base en los elementos que la encuadran, se tiene que:

$$v_2 = \gamma \cdot t + v_1$$

$$X_2 = \gamma \cdot \frac{t^2}{2} + v_1 \cdot t + X_1$$

La longitud de la clotoide debe cumplir:

$$L \geq X_2 - X_1 = \gamma \cdot \frac{(v_2 - v_1)^2}{2 \cdot \gamma^2} + v_1 \cdot \frac{(v_2 - v_1)}{\gamma}$$

$$L \geq \frac{[v_1^2 - v_2^2]}{2\gamma}$$

Sabiendo que γ=0,8m/s², se tiene:

$$L \geq 0{,}625 \cdot [v_1^2 - v_2^2]$$

De la misma forma, para la desaceleración de -1 m/s², se tiene:

$$L \geq 0{,}5 \cdot [v_1^2 - v_2^2]$$

2.1.4. LONGITUDES DE LAS CURVAS DE TRANSICIÓN

En las condiciones expuestas en el punto anterior y supuestas las velocidades citadas, se obtiene que la longitud necesaria de la clotoide es proporcional al cubo de la velocidad:

Tabla 44. Longitudes y parámetros de las curvas de transición

R [m]	A [m]	L [m]	R [m]	A [m]	L [m]
25	17,68	12,50	215	88,78	36,66
30	20,27	13,69	220	90,32	37,08
35	22,75	14,79	225	91,86	37,50
40	25,15	15,81	230	93,38	37,91
45	27,47	16,77	235	94,90	38,32
50	29,73	17,68	240	96,41	38,73
55	31,93	18,54	245	97,91	39,13
60	34,09	19,36	250	99,41	39,53
65	36,20	20,16	255	100,90	39,92
70	38,26	20,92	260	102,38	40,31
75	40,30	21,65	265	103,85	40,70
80	42,29	22,36	270	105,32	41,08
85	44,26	23,05	275	106,77	41,46
90	46,20	23,72	280	108,23	41,83
95	48,11	24,37	285	109,67	42,20
100	50,00	25,00	290	111,11	42,57
105	51,86	25,62	295	112,55	42,94
110	53,70	26,22	300	113,98	43,30
115	55,53	26,81	305	115,40	43,66
120	57,33	27,39	310	116,81	44,02
125	59,11	27,95	315	118,22	44,37
130	60,87	28,50	320	119,63	44,72
135	62,62	29,05	325	121,03	45,07
140	64,35	29,58	330	122,42	45,41
145	66,07	30,10	335	123,81	45,76
150	67,77	30,62	340	125,19	46,10
155	69,46	31,12	345	126,57	46,44
160	71,13	31,62	350	127,94	46,77
165	72,79	32,11	355	129,31	47,10
170	74,44	32,60	360	130,68	47,43
175	76,08	33,07	365	132,04	47,76
180	77,70	33,54	370	133,39	48,09
185	79,31	34,00	375	134,74	48,41
190	80,92	34,46	380	136,08	48,73
195	82,51	34,91	385	137,42	49,05
200	84,09	35,36	390	138,76	49,37
205	85,66	35,79	395	140,09	49,69
210	87,22	36,23	400	141,42	50,00

Obsérvese que, para poder disponer dichas curvas de transición, es necesario que exista una diferencia de ángulos entre las alineaciones. Dicho ángulo es mayor cuanto más cerrada (menor radio) es la curva. Así, se considera, además, que la alineación circular debe tener un desarrollo mínimo, los ángulos necesarios para enlazar diferentes alineaciones son todavía mayores.

2.1.5. PERALTE

Dado que la infraestructura se desarrolló en entorno urbano con cruces a nivel, para evitar interferencias con los vehículos no se han peraltado las vías.

2.2.ALZADO

2.2.1. VALORES MÁXIMOS DE PENDIENTE

La pendiente máxima admisible para la línea es del 8% y para un arranque en rampa con carga normal. En parada, vías de maniobra y terminales, se toma un valor máximo del 2%, con el fin de evitar la deriva de un vehículo en caso de fallo en el sistema de frenado, aunque preferiblemente sea 0%.

Para la combinación de una pendiente y una curva en planta, la relación entre declividad p y radio R es:

$$P + \frac{800}{R} \leq 80‰$$

La pendiente o rampa máxima deseable es de 60‰.

2.2.2. CONEXIÓN DE LAS PENDIENTES

Para enlazar dos declividades hay que considerar la velocidad y la diferencia entre las pendientes. Si Kv es el radio de conexión de las dos pendientes de sentido contrario, la aceleración centrífuga vertical sobre la curva es:

$$\gamma = \frac{v^2}{R}$$

Aquella aceleración se añade en una parábola convexa y se retira en una parábola cóncava a la aceleración de la gravedad γ/g. Además, v^2/R está limitado a 0,2 m/s². Por lo que:

$$R \geq 5 \cdot v^2$$

La ecuación de una parábola de radio de curvatura en su vértice de R, es:

$$y = \frac{X^2}{2R}$$

Se obtiene así:

Tabla 45. Velocidades en función del radio del acuerdo vertical

v [km/h]	R [m]
40	620
50	1000
60	1400
70	1900

Para variaciones débiles de pendiente, el radio a aplicar ha de permitir una longitud de parábola mínima de cerca de 20 m. Se recomiendan que los radios sean de 1000 m o

superiores. En caso de no ser posible, los radios mínimos admisibles serán de 500 m tanto para curva convexa como cóncava.

Para enlazar las pendientes se ha considerado la utilización de parábolas. Como el tranvía circulará por el trazado ya existente, condicionado por los elementos constructivos de alrededor, como intersecciones, aceras y demás infraestructura urbana, se ha tratado de disponer el enlace de pendientes de modo que la rasante sea similar a la actual.

2.2.3. COMBINACIÓN DE UNA PARÁBOLA VERTICAL Y UNA CURVA EN PLANTA

Por razones de adherencia, de potencia instalada y de confort del usuario, se evitará, al máximo, implantar conexiones parabólicas en alzado en las zonas de curvas circulares y clotoides. Además, la colocación de las vías es una operación compleja y delicada en esta situación.

2.3.RESUMEN DE VELOCIDADES EN CURVA

En la tala que se adjunta a continuación se presentan, las velocidades de cálculo definidas con la aceleración transversal de 1 m/s² y las velocidades de explotación con 0,65 m/s², así como la longitud de la clotoide mínima:

Tabla 46. Velocidades en curva en planta

Radio Curvatura, R [m]	*Velocidades y longitudes de clotoide (sin aceleración)*		
	Velocidad máxima [km/h]		*Longitud mínima clotoide*
	Cálculo	*Explotación*	
20	16,10	13,04	11,18
25	18,00	14,58	12,50
30	19,72	15,97	13,69
35	21,30	17,25	14,79
40	22,77	18,44	15,81
45	24,15	19,56	16,77
50	25,46	20,62	17,68
60	27,89	22,59	19,36
70	30,12	24,40	20,92
80	32,20	26,08	22,36
90	34,15	27,66	23,72
100	36,00	29,16	25,00
120	39,44	31,94	27,39
140	42,60	34,50	29,58
160	45,54	36,88	31,62
180	48,30	39,12	33,54
200	50,91	41,24	35,36
250	56,92	46,11	39,53
300	62,35	50,51	43,30
400	72,00	58,32	50,00
500	80,50	65,20	55,90
600	88,18	71,43	61,24
700	95,25	77,15	66,14
800	101,82	82,48	70,71
900	108,00	87,48	75,00
1000	113,84	92,21	79,06
1500	139,43	112,94	96,82
2000	161,00	130,41	111,80

2.4.GÁLIBO DEL MATERIAL MÓVIL

2.4.1. GÁLIBO NOMINAL O ESTÁTICO

El gálibo estático es la línea geométrica teórica que envuelve el material en un plano transversal cuando aquel está parado y vacío en una vía horizontal, con alineación recta: Es lo que ocupa el tranvía en una vía recta y horizontal. Se ha considerado que la caja del tranvía es de 2,65 m de ancho.

2.4.2. GÁLIBO DINÁMICO

Es la traza en planta del área barrida por el material rodante, teniendo en cuanto lo siguiente:

- Composición del material rodante
- Juegos máximos funcionales
- Desgastes
- Aceleraciones dinámicas aplicadas (en curva) y su acción sobre suspensiones y caja.
- Peraltes (en caso de que hubiera)

El Gálibo Dinámico en alineación recta es de 3,074 m

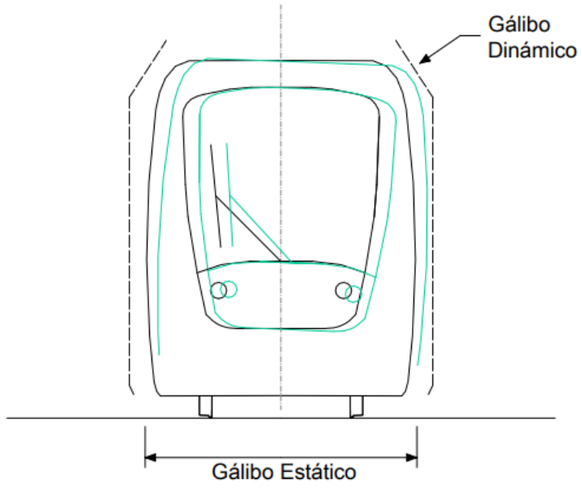


Ilustración 45. Definición de Gálibo Estático y Gálibo Dinámico

2.4.3. GÁLIBO LIBRE DE OBSTÁCULOS

El gálibo libre de obstáculos es el galibo exterior a partir del cual se deben implantar todos los obstáculos como estructuras, postes de señalización o de catenaria, a excepción de los bodes de andén. Se define a partir del gálibo dinámico aumentado por una lámina de aire de 150 mm.

Los sobreanchos en curva son introducidos por las flechas debidas a los desplazamientos del lado exterior e interior del eje del vehículo con respecto al eje de la vía. En una transición entre una alineación recta y una curva circular de radio R, la regla a adoptar es:

- El gálibo libre de obstáculos en la clotoide es igual al círculo.
- Se hace una variación lineal del gálibo libre de obstáculos entre la alineación recta y la clotoide en una distancia de 15 m.
- El cálculo de unos sobreanchos sobredimensionados para la inscripción de los diferentes vehículos de 2,65 m de ancho en el mercado conduce a la tabla de gálibos siguiente:

Tabla 47. Gálibo libre de obstáculos

R [m]	*Interior*	*Exterior*	*Total*
20	1,632	1,964	3,596
25	1,600	1,893	3,493
30	1,575	1,846	3,421
50	1,517	1,748	3,265
60	1,504	1,722	3,226
70	1,493	1,704	3,197
80	1,485	1,690	3,175
90	1,479	1,636	3,115
100	1,474	1,632	3,106
150	1,462	1,619	3,081
200	1,455	1,606	3,061
250	1,458	1,595	3,053
350	1,464	1,592	3,056
500	1,467	1,591	3,058
1000	1,469	1,585	3,054
2000	1,471	1,573	3,044
Recta	1,537	1,537	3,074

El gálibo interior disminuye hasta el radio 200 y a partir de ese punto aumenta. Se considera un mínimo de 1537 mm para radios supriores a 50 m, estando de lado de la seguridad.

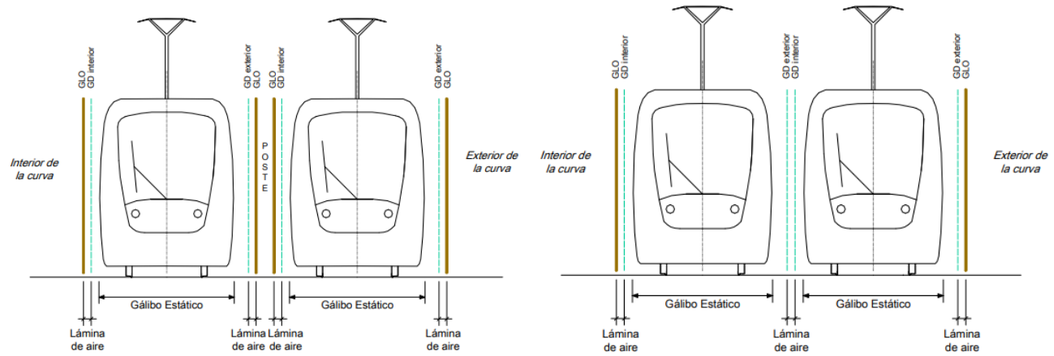


Ilustración 46. Gálibos con poste central y lateral

Los gálibos se pueden calcular con las siguientes fórmulas con un margen pequeño de error:

$$Gálibo\ interior: 1{,}436 + 4{,}04 \cdot \left(\frac{1}{R}\right) \geq 1{,}537$$

$$Gálibo\ exterior: 1{,}571 + 8{,}09 \cdot \left(\frac{1}{R}\right)\ (R < 2000\ m)$$

La transición de gálibos en curva se realiza en parte en la recta y en parte en la clotoide, siempre y cuando esta tenga la longitud suficiente. En caso de no ser así, la transición se realizará en la recta.

2.4.4. INTEREJES DE LAS VÍAS

Con el fin de mantener una lámina de aire suficiente en las clotoides de conexión entre curvas de radio pequeño y la alineación recta, se aplicará un sobre ancho en las alineaciones rectas anteriores a curvas de radio pequeño. En la tabla siguiente se muestran los interejes de las vías para diferentes casos. Se puede observar que para radios superiores a 60 m se puede considerar suficiente el intereje de 3,5 m.

Tabla 48. Interejes

R [m]	Catenaria *central*	Catenaria *lateral*
20	No se debe implantar postes centrales con R<150	3,896
25		3,793
30		3,721
50		3,565
60		3,526
70		3,497
80		3,475
90		3,415
100		3,406
150	3,800	3,400
200	3,800	3,400
250	3,800	3,400
350	3,800	3,400

500	3,800	3,400
1000	3,800	3,400
2000	3,800	3,400
Recta	3,800	3,400

En general se ha utilizado un intereje de 4 m para postes centrales y 3,5 m para postes laterales.

2.5.PARADAS

La longitud de los andenes para una parada será de 45 m. Esta longitud permite el estacionamiento de unidades de hasta 7 módulos en un futuro, aunque es previsible que en un primer momento se opere con unidades de menor tamaño, siendo suficiente 5 módulos, dejando de esta forma la infraestructura preparada ante un posible aumento de capacidad. La anchura mínima útil será de 2,8 m en andenes laterales y de 4m en andenes centrales.

La distancia entre el eje de la vía y el andén se fijará en función del gálibo permitido por el material rodante previsto para la explotación de la línea, con un ancho de 2,65 m. Para reducir al mínimo el hueco entre coche y andén y que la visibilidad del conductor sea máxima el radio en planta de las paradas se limitará a un mínimo de 400 m. Por su parte los radios parabólicos no superarán el valor de 3000 m en parada.

En la medida de lo posible, las paradas se implantarán en alineación recta y con vías horizontales, sin considerarse vías peraltadas en el estacionamiento.

Los andenes se dispondrán a una altura de 280 mm sobre el plano de rodadura, para asegurar un acceso a nivel desde el andén al vehículo.

En las paradas se ha considerado que el andén puede aproximarse hasta una distancia de 1,4 m del eje del trazado. Teniendo una caja de 2,65 m, o lo que es lo mismo 1,325 m por cada lado del eje, el espacio entre coche y andén es de 7,5 cm. Por esto mismo en caso de andenes centrales con un ancho de 4m el entreje aumentará hasta 6,8 m.

2.6.RESUMEN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

Tabla 49. Resumen de los parámetros de diseño

DISEÑO DEL ANDÉN	
DISTANCIA EJE ANDÉN	1.400 mm
ALTURA ANDÉN	280 mm
RADIO MÍNIMO EN PARADA	400 m
RAMPA MÁXIMA EN PARADA	2,00%
RADIO PARABÓLICO MÍNIMO EN PARADA	3000 m
ANCHO ANDÉN	3,50 m laterales (min útil 2,80 m)
	4,70 m centrales (min útil 4,00 m)
LONGITUD ANDÉN	45 m
TIPOLOGÍA DE ANDENES	Laterales, salvo problemas de inserción
DISEÑO DE LA VÍA	
VELOCIDAD MÁXIMA	30 km/h en zona peatonal
	50km/h en superficie
ACELERACIÓN MÁXIMA SIN COMPENSAR (cálculo)	0,65 m/s^2
ACELERACIÓN MÁXIMA SIN COMPENSAR (diseño)	1,00 m/s^2
VARIACIÓN DE ACELERACIÓN SIN COMPENSAR	0,40 m/s^3
RADIO MÍNIMO EN PLANTA	30 m
RADIO MÍNIMO DE LOS ACUERDOS VERTICALES	1000 m
	500 m (excepcional cóncavo)
	500 m (excepcional convexo)
RAMPA MÁXIMA	6,00%
	8,00% excepcional
RELACIÓN ENTRE DECLIVIDAD p Y RADIO R	p + 800/R <= 8%
PERALTE MÁXIMO	150 mm
RAMPA DE PERALTE MÁXIMO	2 mm/m
	3 mm/m excepcional
INSUFICIENCIA DE PERALTE	100 mm
LONGITUD MÍNIMO DE ALINEACIÓN RECTA	10 m
LONGITUD MÍNIMA DE CLOTOIDE	12 m

2.7.TÚNEL

El tramo proyecta en túnel en mina que comienza en el PK 9+723 del Eje 1 y en el PK 9+630 del Eje 2, y finaliza en el PK 10+777 del Eje 1 y en el PK 10+686 del Eje 2. Todo el tramo está diseñado en vía doble sobre placa. Los parámetros geométricos del túnel son los siguientes:

Tabla 50. Parámetros del tramo en túnel

DISEÑO DEL TÚNEL	
RADIO INTERIOR	4.000 mm
RADIO EXTERIOR	4.400 mm
RECUBRIMIENTO	400 mm
ALTURA TOTAL EXTERIOR	7.530 mm
ANCHURA TOTAL EXTERIOR	8.800 m
SECCIÓN INTERIOR	45 m^2
SECCIÓN EXTERIOR	55,4 m^2
DISEÑO DE LA PARADA SUBTERRÁNEA	
ANCHURA ANDÉN	4.100 mm
ANCHURA ANDÉN ÚTIL	3.500 mm
RECUBRIMIENTO	400 mm
ALTURA TOTAL EXTERIOR	7.800 mm
ANCHURA TOTAL EXTERIOR	15.800 m
SECCIÓN INTERIOR	90,3 m^2
SECCIÓN EXTERIOR	106 m^2

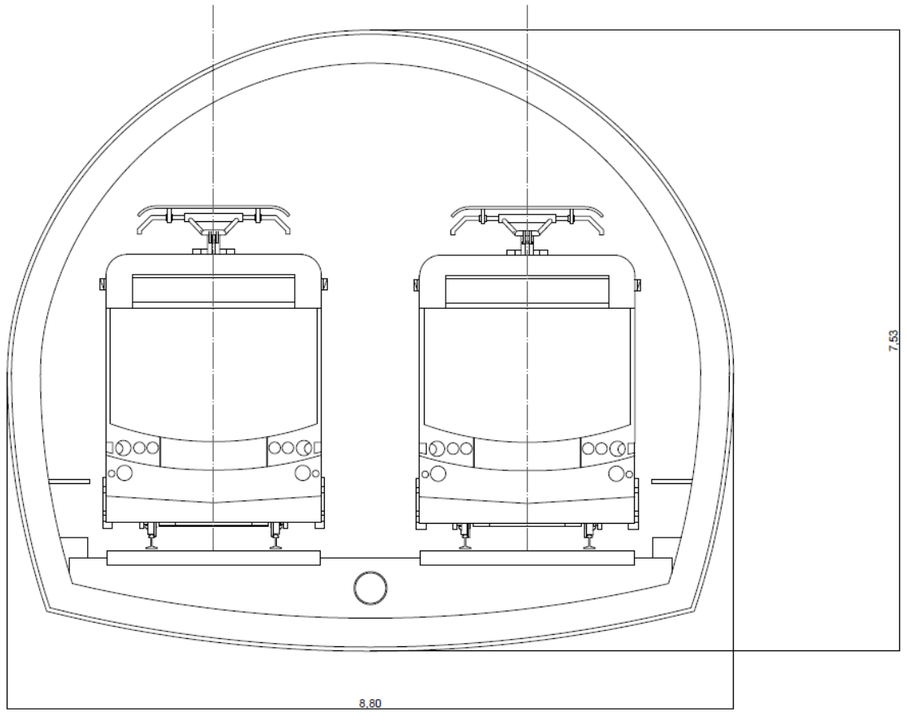


Ilustración 47. Sección en túnel

La sección del túnel tendrá una altura de 7,53 metros y una anchura de 8,8 metros, gracias en parte a la instalación de catenaria rígida, lo que unido a una cota inferior del hilo de contacto permite reducir la altura del túnel y por consiguiente la sección de este, abaratando los costes de ejecución. El túnel tendrá pasarelas de evacuación de al menos 50 cm de ancho.

La parada situada bajo el centro urbano, en la calle Cervantes, se excavará en mina, con forma ovalada. La altura del túnel será igual a la de la sección de túnel en línea para mantener una línea armónica.

La parada contará con dos andenes laterales de 4,10 metros de ancho, de los cuales 3,50 metros corresponden con el ancho útil del andén. Se accederá mediante escaleras fijas y ascensores. La anchura de la estación proyectada es de 15,80 metros, mientras que la altura es de 7,80 metros y una longitud de andenes de 45 metros.

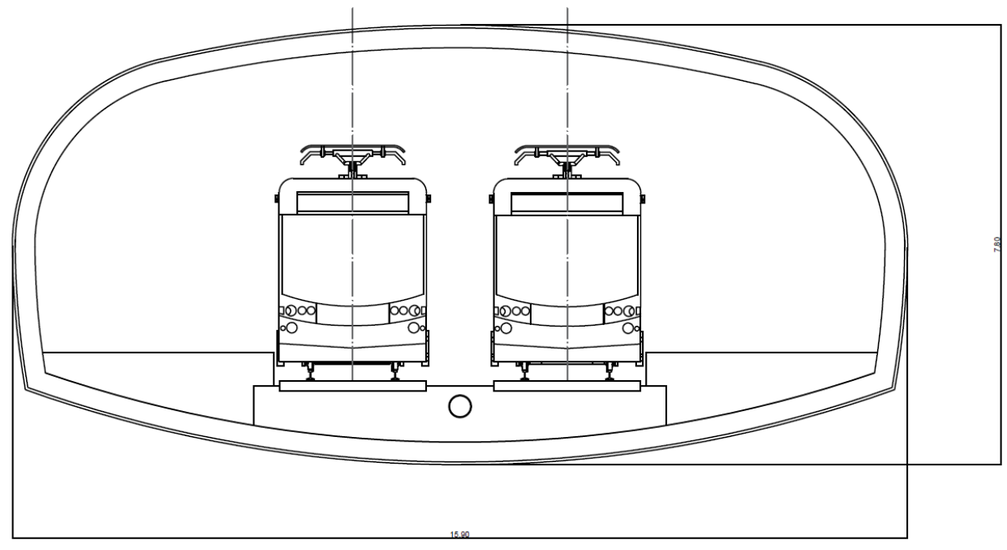


Ilustración 48. Sección de estación subterránea

Por lo que la sección interior de la zona destinada a andenes tiene 90,30 m² de sección, cuando en un tramo de túnel la sección se reduce a 45 m².

3. CONDICIONANTES BÁSICOS Y CRITERIOS GENERALES

Los parámetros de diseño adoptados para el trazado vienen condicionados por los siguientes factores:

- Condiciones físicas de la configuración del tejido urbano y sus limitaciones. Se consideran como determinantes las condiciones de los tramos mas críticos (como ángulos aguados en intersecciones, esquinas de edificios), así como la necesidad de respetar el espacio del peatón, permitir la circulación indispensable de vehículos y la pendiente del viario de los corredores. Estos condicionantes afectan a las curvas del trazado en planta y a las pendientes y radios de curvas verticales.
- Capacidad del material móvil de transitar por el trazado viario dentro de las limitaciones antes mencionadas, es decir, su capacidad de circular por curvas horizontales y verticales de radios mínimos, y subir y bajar las pendientes pronunciadas que se encuentren en el trazado, y pudiéndose detener en estas con seguridad.

Los criterios generales seguidos para el desarrollo del trazado se pueden resumir en:

- Cumplimiento estricto de los parámetros mínimos de diseño.
- Minimizar las afecciones al tráfico viario.
- Maximizar las velocidades comerciales de la línea, intentando combinar los radios mínimos, de menor velocidad junto a las paradas.

- Coordinación planta y alzado, evitando en la medida de los posible la coincidencia de curvas circulares en planta con curvas de acuerdo vertical.

4. DEFINICIÓN ANALÍTICA DE LOS TRAZADOS

4.1. LISTADOS EN PLANTA

4.1.1. EJE 1

PK INICIO	PK FINAL	LONGITUD (m)	RADIO (m)	ORIENTACIÓN (grados)	PARAMETRO A
0+000.00	0+168.00	168,00	-	295.9933	-
0+168.00	0+186.00	18,00	INF	-	30.00
0+186.00	0+198.55	12,55	50.00	276.4216	-
0+198.55	0+216.55	18,00	50.00	-	30.00
0+216.55	0+234.55	18,00	INF	-	30.00
0+234.55	0+246.18	11,63	50.00	275.8304	-
0+246.18	0+264.18	18,00	50.00	-	30.00
0+264.18	0+503.76	239,58	-	294.8109	-
0+503.76	0+521.76	18,00	INF	-	23.24
0+521.76	0+540.27	18,50	30.00	334.4673	-
0+540.27	0+558.27	18,00	30.00	-	23.24
0+558.27	0+639.43	81,16	-	374.1237	-
0+639.43	0+657.43	18,00	INF	-	30.00
0+657.43	0+672.80	15,37	50.00	352.7250	-
0+672.80	0+690.80	18,00	50.00	-	30.00
0+690.80	1+026.92	336,11	-	331.3262	-
1+026.92	1+044.92	18,00	INF	-	30.00
1+044.92	1+070.08	25,16	50.00	303.5973	-
1+070.08	1+088.08	18,00	50.00	-	30.00
1+088.08	1+106.08	18,00	INF	-	30.00
1+106.08	1+130.93	24,85	50.00	303.3960	-
1+130.93	1+148.93	18,00	50.00	-	30.00
1+148.93	1+470.34	321,41	-	330.9236	-
1+470.34	1+515.34	45,00	INF	-	144.96
1+515.34	1+560.34	45,00	466.95	-	144.96
1+560.34	1+575.31	14,97	-	337.0586	-
1+575.31	1+600.31	25,00	INF	-	50.00
1+600.31	1+600.37	0,06	100.00	345.0357	-
1+600.31	1+600.37	0,06	100.00	345.0357	-
1+600.37	1+625.37	25,00	100.00	-	50.00
1+625.37	1+650.37	25,00	INF	-	50.00
1+650.37	1+659.85	9,48	100.00	342.0258	-
1+659.85	1+684.85	25,00	100.00	-	50.00
1+684.85	2+222.59	537,74	-	331.0389	-
2+222.59	2+262.59	40,00	INF	-	100.00
2+262.59	2+370.44	107,85	250.00	312.2056	-
2+370.44	2+410.44	40,00	250.00	-	100.00
2+410.44	2+424.44	14,00	INF	-	20.49
2+424.44	2+448.47	24,04	30.00	334.9342	-
2+448.47	2+462.47	14,00	30.00	-	20.49
2+462.47	2+848.46	385,99	-	376.4960	-
2+848.46	2+878.46	30,00	INF	-	64.81
2+878.46	2+912.18	33,72	140.00	361.9946	-
2+912.18	2+942.18	30,00	140.00	-	64.81
2+942.18	3+078.58	136,40	-	347.4933	-
3+078.58	3+102.58	24,00	INF	-	46.48
3+102.58	3+253.14	150,57	90.00	9.4829	-
3+253.14	3+277.14	24,00	90.00	-	46.48
3+277.14	3+506.48	229,33	-	71.4725	-
3+506.48	3+536.48	30,00	INF	-	130.22
3+536.48	3+566.48	30,00	565.26	-	130.22
3+566.48	3+577.47	10,99	-	68.0937	-
3+577.47	3+607.47	30,00	INF	-	163.46
3+607.47	3+637.47	30,00	890.69	-	163.46
3+637.47	4+278.78	641,32	-	70.2380	-
4+278.78	4+303.78	25,00	INF	-	50.00
4+303.78	4+319.37	15,59	100.00	83.1760	-
4+319.37	4+344.37	25,00	100.00	-	50.00
4+344.37	4+393.35	48,98	-	96.1140	-
4+393.35	4+438.35	45,00	INF	-	103.31
4+438.35	4+483.35	45,00	237.17	-	103.31
4+483.35	5+026.64	543,29	-	84.0348	-
5+026.64	5+040.64	14,00	INF	-	20.49
5+040.64	5+076.91	36,27	30.00	139.1849	-
5+076.91	5+090.91	14,00	30.00	-	20.49
5+090.91	5+213.40	122,49	-	194.3350	-
5+213.40	5+227.40	14,00	INF	-	20.49
5+227.40	5+267.74	40,34	30.00	134.6590	-
5+267.74	5+281.74	14,00	30.00	-	20.49
5+281.74	5+635.05	353,32	-	74.9830	-
5+635.05	5+666.05	31,00	INF	-	68.19
5+666.05	5+681.82	15,76	150.00	84.9124	-
5+681.82	5+712.82	31,00	150.00	-	68.19
5+712.82	5+861.80	148,99	-	94.8417	-
5+861.80	5+875.80	14,00	INF	-	20.49
5+875.80	5+907.55	31,74	30.00	144.9679	-
5+907.55	5+921.55	14,00	30.00	-	20.49
5+921.55	5+964.49	42,94	-	195.0940	-
5+964.49	5+987.49	23,00	INF	-	42.90
5+987.49	6+006.94	19,45	80.00	178.1574	-
6+006.94	6+029.94	23,00	80.00	-	42.90
6+029.94	6+030.11	0,17	-	161.2209	-
6+030.11	6+050.11	20,00	INF	-	34.64
6+050.11	6+092.10	41,99	60.00	128.0952	-
6+092.10	6+112.10	20,00	60.00	-	34.64

PK INICIO	PK FINAL	LONGITUD (m)	RADIO (m)	ORIENTACIÓN (grados)	PARAMETRO A
6+112.10	6+264.72	152,62	-	94.9694	-
6+264.72	6+289.72	25,00	INF	-	50.00
6+289.72	6+306.88	17,17	100.00	108.4122	-
6+306.88	6+331.88	25,00	100.00	-	50.00
6+331.88	6+555.31	223,42	-	121.8550	-
6+555.31	6+585.31	30,00	INF	-	127.89
6+585.31	6+615.31	30,00	545.23	-	127.89
6+615.31	6+630.05	14,75	-	118.3521	-
6+630.05	6+650.05	20,00	INF	-	34.64
6+650.05	6+652.51	2,45	60.00	130.2777	-
6+652.51	6+672.51	20,00	60.00	-	34.64
6+672.51	6+679.15	6,65	-	142.2034	-
6+679.15	6+697.15	18,00	INF	-	30.00
6+697.15	6+752.59	55,43	50.00	94.9019	-
6+752.59	6+770.59	18,00	50.00	-	30.00
6+770.59	6+889.17	118,58	-	47.6005	-
6+889.17	6+917.17	28,00	INF	-	57.97
6+917.17	6+933.93	16,76	120.00	59.4861	-
6+933.93	6+961.93	28,00	120.00	-	57.97
6+961.93	7+016.97	55,04	-	71.3716	-
7+016.97	7+034.97	18,00	INF	-	30.00
7+034.97	7+052.23	17,26	50.00	93.9883	-
7+052.23	7+070.23	18,00	50.00	-	30.00
7+070.23	7+239.93	169,70	-	116.6049	-
7+239.93	7+253.93	14,00	INF	-	20.49
7+253.93	7+285.43	31,51	30.00	166.4688	-
7+285.43	7+299.43	14,00	30.00	-	20.49
7+299.43	7+551.11	251,68	-	216.3327	-
7+551.11	7+572.11	21,00	INF	-	38.34
7+572.11	7+598.54	26,42	70.00	237.9919	-
7+598.54	7+619.54	21,00	70.00	-	38.34
7+619.54	7+637.54	18,00	INF	-	30.00
7+637.54	7+683.52	45,98	50.00	218.4620	-
7+683.52	7+701.52	18,00	50.00	-	30.00
7+701.52	7+791.21	89,69	-	177.2729	-
7+791.21	7+816.21	25,00	INF	-	50.00
7+816.21	7+948.49	132,28	100.00	127.0491	-
7+948.49	7+973.49	25,00	100.00	-	50.00
7+973.49	7+985.18	11,69	-	76.8253	-
7+985.18	8+005.18	20,00	INF	-	37.42
8+005.18	8+021.28	16,10	70.00	93.2979	-
8+021.28	8+041.28	20,00	70.00	-	37.42
8+041.28	8+061.28	20,00	INF	-	37.42
8+061.28	8+080.63	19,35	70.00	91.8075	-
8+080.63	8+100.63	20,00	70.00	-	37.42

PK INICIO	PK FINAL	LONGITUD (m)	RADIO (m)	ORIENTACIÓN (grados)	PARAMETRO A
8+100.63	8+117.18	16,55	-	73.8444	-
8+117.18	8+162.18	45,00	INF	-	175.22
8+162.18	8+207.18	45,00	682.30	-	175.22
8+207.18	9+228.81	1021,62	-	78.0431	-
9+228.81	9+246.81	18,00	INF	-	30.00
9+246.81	9+260.10	13,29	50.00	57.9885	-
9+260.10	9+278.10	18,00	50.00	-	30.00
9+278.10	9+434.54	156,44	-	37.9338	-
9+434.54	9+448.54	14,00	INF	-	20.49
9+448.54	9+462.11	13,57	30.00	7.9988	-
9+462.11	9+476.11	14,00	30.00	-	20.49
9+476.11	9+498.34	22,23	-	378.0638	-
9+498.34	9+516.34	18,00	INF	-	30.00
9+516.34	9+526.18	9,84	50.00	360.2413	-
9+526.18	9+544.18	18,00	50.00	-	30.00
9+544.18	9+558.18	14,00	INF	-	20.49
9+558.18	9+560.29	2,11	30.00	359.6199	-
9+560.29	9+574.29	14,00	30.00	-	20.49
9+574.29	9+773.86	199,57	-	376.8209	-
9+773.86	9+818.86	45,00	INF	-	116.19
9+818.86	9+953.61	134,75	300.00	395.8987	-
9+953.61	9+998.61	45,00	300.00	-	116.19
9+998.61	10+161.23	162,63	-	14.9764	-
10+161.23	10+206.23	45,00	INF	-	116.19
10+206.23	10+346.93	140,69	300.00	395.2675	-
10+346.93	10+391.93	45,00	300.00	-	116.19
10+391.93	10+436.93	45,00	INF	-	116.19
10+436.93	10+549.81	112,88	300.00	392.3155	-
10+549.81	10+594.81	45,00	300.00	-	116.19
10+594.81	10+777.16	182,35	-	9.0723	-
10+777.16	10+795.16	18,00	INF	-	30.00
10+795.16	10+839.50	44,35	50.00	49.2051	-
10+839.50	10+857.50	18,00	50.00	-	30.00
10+857.50	10+892.02	34,52	-	89.3380	-
10+892.02	10+937.02	45,00	INF	-	321.97
10+937.02	10+982.02	45,00	2303.72	-	321.97
10+982.02	11+326.92	344,90	-	90.5815	-
11+326.92	11+371.92	45,00	INF	-	146.90
11+371.92	11+416.92	45,00	479.55	-	146.90
11+416.92	11+748.55	331,62	-	84.6077	-
11+748.55	11+793.55	45,00	INF	-	800.65
11+793.55	11+838.55	45,00	14245.52	-	800.65
11+838.55	12+135.36	296,81	-	84.4066	-
12+135.36	12+150.36	15,00	INF	-	55.36
12+150.36	12+165.36	15,00	204.35	-	55.36

PK INICIO	PK FINAL	LONGITUD (m)	RADIO (m)	ORIENTACIÓN (grados)	PARAMETRO A
12+165.36	12+175.38	10,02	-	89.0796	-
12+175.38	12+190.38	15,00	INF	-	56.87
12+190.38	12+205.38	15,00	215.58	-	56.87
12+205.38	12+263.25	57,86	-	84.6501	-
12+263.25	12+281.25	18,00	INF	-	23.24
12+281.25	12+288.09	6,84	30.00	111.3530	-
12+288.09	12+296.16	8,06	30.00	-	15.55
12+296.16	12+304.22	8,06	INF	-	15.55
12+304.22	12+329.79	25,57	30.00	90.5477	-
12+329.79	12+344.55	14,76	30.00	-	21.04
12+344.55	12+359.31	14,76	INF	-	21.04
12+359.31	12+360.80	1,49	30.00	63.7927	-
12+360.80	12+378.80	18,00	30.00	-	23.24
12+378.80	12+979.96	601,16	-	84.5459	-
12+979.96	12+993.96	14,00	INF	-	20.49
12+993.96	13+033.84	39,88	30.00	25.3788	-
13+033.84	13+047.84	14,00	30.00	-	20.49
13+047.84	13+071.96	24,12	-	366.2117	-
13+071.96	13+102.96	31,00	INF	-	68.19
13+102.96	13+171.68	68,72	150.00	345.0251	-
13+171.68	13+202.68	31,00	150.00	-	68.19
13+202.68	13+446.00	243,32	-	323.8385	-
13+446.00	13+464.00	18,00	INF	-	30.00
13+464.00	13+485.00	21,00	50.00	348.8753	-
13+485.00	13+503.00	18,00	50.00	-	30.00
13+503.00	13+633.13	130,13	-	373.9121	-

4.1.2. EJE 2

PK INICIO	PK FINAL	LONGITUD (m)	RADIO (m)	ORIENTACIÓN (grados)	PARAMETRO A
0+000.00	0+166.43	166,43	-	295.9933	-
0+166.43	0+184.43	18,00	INF	-	30.00
0+184.43	0+197.15	12,72	50.00	276.4343	-
0+197.15	0+215.15	18,00	50.00	-	30.00
0+215.15	0+233.15	18,00	INF	-	30.00
0+233.15	0+244.95	11,79	50.00	275.8431	-
0+244.95	0+262.95	18,00	50.00	-	30.00
0+262.95	0+508.97	246,02	-	294.8109	-
0+508.97	0+522.97	14,00	INF	-	20.49
0+522.97	0+546.24	23,27	30.00	334.3568	-
0+546.24	0+560.24	14,00	30.00	-	20.49
0+560.24	0+636.24	75,99	-	373.9027	-
0+636.24	0+654.24	18,00	INF	-	30.00
0+654.24	0+669.79	15,55	50.00	352.5428	-
0+669.79	0+687.79	18,00	50.00	-	30.00
0+687.79	1+025.67	337,88	-	331.1829	-
1+025.67	1+043.67	18,00	INF	-	30.00
1+043.67	1+069.29	25,62	50.00	303.4104	-
1+069.29	1+087.29	18,00	50.00	-	30.00
1+087.29	1+105.29	18,00	INF	-	30.00
1+105.29	1+130.71	25,41	50.00	303.2754	-
1+130.71	1+148.71	18,00	50.00	-	30.00
1+148.71	1+473.97	325,26	-	330.9128	-
1+473.97	1+518.97	45,00	INF	-	154.61
1+518.97	1+563.97	45,00	531.22	-	154.61
1+563.97	1+579.57	15,60	-	336.3057	-
1+579.57	1+604.57	25,00	INF	-	50.00
1+604.57	1+605.78	1,22	100.00	344.6509	-
1+605.78	1+630.78	25,00	100.00	-	50.00
1+630.78	1+655.78	25,00	INF	-	50.00
1+655.78	1+665.27	9,49	100.00	342.0180	-
1+665.27	1+690.27	25,00	100.00	-	50.00
1+690.27	2+236.90	546,63	-	331.0400	-
2+236.90	2+272.90	36,00	INF	-	84.85
2+272.90	2+360.46	87,56	200.00	311.3754	-
2+360.46	2+396.46	36,00	200.00	-	84.85
2+396.46	2+414.46	18,00	INF	-	30.00
2+414.46	2+463.14	48,68	50.00	334.1605	-
2+463.14	2+481.14	18,00	50.00	-	30.00
2+481.14	2+857.39	376,25	-	376.6103	-
2+857.39	2+887.39	30,00	INF	-	64.81
2+887.39	2+921.71	34,32	140.00	361.9852	-
2+921.71	2+951.71	30,00	140.00	-	64.81
2+951.71	3+079.78	128,07	-	347.3601	-
3+079.78	3+104.78	25,00	INF	-	50.00
3+104.78	3+274.92	170,14	100.00	9.4752	-
3+274.92	3+299.92	25,00	100.00	-	50.00
3+299.92	3+532.41	232,49	-	71.5903	-
3+532.41	3+557.41	25,00	INF	-	62.00
3+557.41	3+582.41	25,00	153.77	-	62.00
3+582.41	3+588.40	5,99	-	61.2402	-
3+588.40	3+613.40	25,00	INF	-	66.72
3+613.40	3+638.40	25,00	178.05	-	66.72
3+638.40	4+193.52	555,11	-	70.1789	-
4+193.52	4+218.52	25,00	INF	-	75.33
4+218.52	4+243.52	25,00	226.96	-	75.33
4+243.52	4+248.53	5,01	-	77.1914	-
4+248.53	4+273.53	25,00	INF	-	75.66
4+273.53	4+298.53	25,00	229.01	-	75.66
4+298.53	4+300.98	2,46	-	70.2416	-
4+300.98	4+325.98	25,00	INF	-	50.00
4+325.98	4+341.47	15,48	100.00	83.1281	-
4+341.47	4+366.47	25,00	100.00	-	50.00
4+366.47	4+416.38	49,91	-	96.0146	-
4+416.38	4+461.38	45,00	INF	-	103.72
4+461.38	4+506.38	45,00	239.06	-	103.72
4+506.38	5+053.83	547,45	-	84.0312	-
5+053.83	5+067.83	14,00	INF	-	20.49
5+067.83	5+105.80	37,97	30.00	139.1745	-
5+105.80	5+119.80	14,00	30.00	-	20.49
5+119.80	5+241.43	121,63	-	194.3178	-
5+241.43	5+255.43	14,00	INF	-	20.49
5+255.43	5+297.65	42,22	30.00	134.6670	-
5+297.65	5+311.65	14,00	30.00	-	20.49
5+311.65	5+660.08	348,43	-	75.0161	-
5+660.08	5+691.08	31,00	INF	-	68.19
5+691.08	5+706.92	15,84	150.00	84.9560	-
5+706.92	5+737.92	31,00	150.00	-	68.19
5+737.92	5+891.57	153,64	-	94.8959	-
5+891.57	5+905.57	14,00	INF	-	20.49
5+905.57	5+938.74	33,17	30.00	144.9451	-
5+938.74	5+952.74	14,00	30.00	-	20.49
5+952.74	5+994.47	41,73	-	194.9944	-
5+994.47	6+017.47	23,00	INF	-	42.90
6+017.47	6+044.81	27,34	80.00	174.9653	-
6+044.81	6+067.81	23,00	80.00	-	42.90
6+067.81	6+068.61	0,80	-	154.9363	-
6+068.61	6+086.61	18,00	INF	-	30.00

PK INICIO	PK FINAL	LONGITUD (m)	RADIO (m)	ORIENTACIÓN (grados)	PARAMETRO A
6+086.61	6+115.89	29,28	50.00	124.8361	-
6+115.89	6+133.89	18,00	50.00	-	30.00
6+133.89	6+284.32	150,43	-	94.7360	-
6+284.32	6+312.32	28,00	INF	-	57.97
6+312.32	6+335.02	22,70	120.00	108.1849	-
6+335.02	6+363.02	28,00	120.00	-	57.97
6+363.02	6+598.01	235,00	-	121.6339	-
6+598.01	6+628.01	30,00	INF	-	112.73
6+628.01	6+658.01	30,00	423.59	-	112.73
6+658.01	6+658.37	0,36	-	117.1251	-
6+658.37	6+678.37	20,00	INF	-	34.64
6+678.37	6+682.10	3,73	60.00	129.7117	-
6+682.10	6+702.10	20,00	60.00	-	34.64
6+702.10	6+713.06	10,96	-	142.2982	-
6+713.06	6+729.06	16,00	INF	-	25.30
6+729.06	6+772.53	43,47	40.00	94.9760	-
6+772.53	6+788.53	16,00	40.00	-	25.30
6+788.53	6+899.49	110,97	-	47.6537	-
6+899.49	6+927.49	28,00	INF	-	57.97
6+927.49	6+945.10	17,61	120.00	59.7509	-
6+945.10	6+973.10	28,00	120.00	-	57.97
6+973.10	7+039.50	66,40	-	71.8480	-
7+039.50	7+057.50	18,00	INF	-	30.00
7+057.50	7+074.64	17,14	50.00	94.2201	-
7+074.64	7+092.64	18,00	50.00	-	30.00
7+092.64	7+268.18	175,54	-	116.5921	-
7+268.18	7+282.18	14,00	INF	-	20.49
7+282.18	7+315.18	33,00	30.00	166.4641	-
7+315.18	7+329.18	14,00	30.00	-	20.49
7+329.18	7+586.91	257,73	-	216.3361	-
7+586.91	7+607.91	21,00	INF	-	38.34
7+607.91	7+633.43	25,52	70.00	237.4882	-
7+633.43	7+654.43	21,00	70.00	-	38.34
7+654.43	7+672.43	18,00	INF	-	30.00
7+672.43	7+718.21	45,78	50.00	218.0357	-
7+718.21	7+736.21	18,00	50.00	-	30.00
7+736.21	7+818.40	82,19	-	177.4310	-
7+818.40	7+843.40	25,00	INF	-	50.00
7+843.40	7+976.43	133,03	100.00	127.1288	-
7+976.43	8+001.43	25,00	100.00	-	50.00
8+001.43	8+010.62	9,19	-	76.8266	-
8+010.62	8+035.62	25,00	INF	-	50.00
8+035.62	8+092.56	56,94	100.00	50.7435	-
8+092.56	8+117.56	25,00	100.00	-	50.00
8+117.56	8+127.62	10,05	-	24.6605	-

PK INICIO	PK FINAL	LONGITUD (m)	RADIO (m)	ORIENTACIÓN (grados)	PARAMETRO A
8+127.62	8+152.62	25,00	INF	-	50.00
8+152.62	8+211.32	58,70	100.00	51.3034	-
8+211.32	8+236.32	25,00	100.00	-	50.00
8+236.32	8+703.09	466,77	-	77.9462	-
8+703.09	8+731.09	28,00	INF	-	57.97
8+731.09	8+750.06	18,97	120.00	65.4877	-
8+750.06	8+778.06	28,00	120.00	-	57.97
8+778.06	8+932.49	154,44	-	53.0292	-
8+932.49	8+950.49	18,00	INF	-	30.00
8+950.49	8+951.99	1,50	50.00	65.4404	-
8+951.99	8+969.99	18,00	50.00	-	30.00
8+969.99	9+421.79	451,80	-	77.8516	-
9+421.79	9+435.79	14,00	INF	-	20.49
9+435.79	9+469.40	33,61	30.00	27.3387	-
9+469.40	9+483.40	14,00	30.00	-	20.49
9+483.40	9+681.53	198,13	-	376.8257	-
9+681.53	9+726.53	45,00	INF	-	116.19
9+726.53	9+861.12	134,60	300.00	395.8814	-
9+861.12	9+906.12	45,00	300.00	-	116.19
9+906.12	10+070.64	164,51	-	14.9370	-
10+070.64	10+115.64	45,00	INF	-	116.19
10+115.64	10+256.13	140,50	300.00	395.2554	-
10+256.13	10+301.13	45,00	300.00	-	116.19
10+301.13	10+346.13	45,00	INF	-	116.19
10+346.13	10+458.94	112,81	300.00	392.3176	-
10+458.94	10+503.94	45,00	300.00	-	116.19
10+503.94	10+697.23	193,29	-	9.0616	-
10+697.23	10+715.23	18,00	INF	-	30.00
10+715.23	10+760.69	45,46	50.00	49.4608	-
10+760.69	10+778.69	18,00	50.00	-	30.00
10+778.69	10+813.12	34,43	-	89.8600	-
10+813.12	10+858.12	45,00	INF	-	466.07
10+858.12	10+903.12	45,00	4827.11	-	466.07
10+903.12	11+254.75	351,63	-	90.4535	-
11+254.75	11+299.75	45,00	INF	-	148.46
11+299.75	11+344.75	45,00	489.76	-	148.46
11+344.75	12+044.87	700,12	-	84.6042	-
12+044.87	12+089.87	45,00	INF	-	328.66
12+089.87	12+134.87	45,00	2400.45	-	328.66
12+134.87	12+151.19	16,31	-	85.7976	-
12+151.19	12+174.19	23,00	INF	-	40.12
12+174.19	12+209.40	35,22	70.00	59.3255	-
12+209.40	12+215.76	6,36	70.00	-	21.10
12+215.76	12+230.61	14,85	INF	-	21.10
12+230.61	12+271.32	40,71	30.00	99.3652	-

PK INICIO	PK FINAL	LONGITUD (m)	RADIO (m)	ORIENTACIÓN (grados)	PARAMETRO A
12+271.32	12+276.78	5,46	30.00	-	12.80
12+276.78	12+282.24	5,46	INF	-	12.80
12+282.24	12+302.57	20,34	30.00	120.9819	-
12+302.57	12+316.57	14,00	30.00	-	20.49
12+316.57	12+905.92	589,35	-	84.5497	-
12+905.92	12+919.92	14,00	INF	-	20.49
12+919.92	12+961.71	41,79	30.00	25.3564	-
12+961.71	12+975.71	14,00	30.00	-	20.49
12+975.71	12+988.11	12,40	-	366.1631	-
12+988.11	13+019.11	31,00	INF	-	68.19
13+019.11	13+087.74	68,63	150.00	345.0206	-
13+087.74	13+118.74	31,00	150.00	-	68.19
13+118.74	13+366.87	248,13	-	323.8780	-
13+366.87	13+384.87	18,00	INF	-	30.00
13+384.87	13+406.16	21,29	50.00	348.8882	-
13+406.16	13+424.16	18,00	50.00	-	30.00
13+424.16	13+552.84	128,68	-	373.8984	-

4.1.3. EJE COCHERAS 1

PK INICIO	PK FINAL	LONGITUD (m)	RADIO (m)	ORIENTACIÓN (grados)	PARAMETRO A
0+000.00	0+086.68	86,68	-	274.2887	-
0+025.00	0+000.00	25,00	100.00	-	50.00
0+078.60	-0+025.00	53,60	100.00	249.2059	-
0+086.68	0+121.68	35,00	INF	-	79.38
0+103.60	-0+078.60	25,00	INF	-	50.00
0+121.68	0+156.68	35,00	180.04	-	79.38
0+128.60	-0+103.60	25,00	100.00	-	50.00
0+156.68	0+357.50	200,82	-	261.9130	-
0+178.02	-0+128.60	49,42	100.00	247.8729	-
0+203.02	-0+178.02	25,00	INF	-	50.00
0+242.82	-0+203.02	39,80	-	271.6226	-
0+357.50	0+402.50	45,00	INF	-	261.66
0+402.50	0+447.50	45,00	1521.50	-	261.66
0+447.50	0+493.55	46,06	-	260.0301	-
0+493.55	0+528.55	35,00	INF	-	72.46
0+528.55	0+563.24	34,68	150.00	245.2309	-
0+563.24	0+598.24	35,00	150.00	-	72.46
0+598.24	0+797.02	198,79	-	230.4317	-
0+797.02	0+812.02	15,00	INF	-	26.62
0+812.02	0+827.02	15,00	47.23	-	26.62
0+827.02	0+903.57	76,55	-	250.6505	-

4.1.4. EJE COCHERAS 2

PK INICIO	PK FINAL	LONGITUD (m)	RADIO (m)	ORIENTACIÓN (grados)	PARAMETRO A
0+000.00	0+002.23	2,23	-	347.3601	-
0+002.23	0+027.23	25,00	INF	-	50.00
0+027.23	0+116.61	89,38	100.00	310.8449	-
0+116.61	0+141.61	25,00	100.00	-	50.00
0+141.61	0+204.03	62,42	-	274.3297	-
0+204.03	0+239.03	35,00	INF	-	79.11
0+239.03	0+274.03	35,00	178.83	-	79.11
0+274.03	0+474.40	200,37	-	261.8702	-
0+474.40	0+519.40	45,00	INF	-	261.86
0+519.40	0+564.40	45,00	1523.75	-	261.86
0+564.40	0+612.22	47,82	-	259.9901	-
0+612.22	0+642.22	30,00	INF	-	67.08
0+642.22	0+681.50	39,28	150.00	245.2750	-
0+681.50	0+711.50	30,00	150.00	-	67.08
0+711.50	0+934.06	222,56	-	230.5599	-
0+934.06	0+956.25	22,20	20.00	190.6157	-
0+956.25	0+976.75	20,50	-	150.6715	-

4.2.LISTADO EN ALZADO

PK INICIO	PK FINAL	LONGITUD (m)	Kv/RADIO (m)	PENDIENTE (%)
0+000,00	0+272,37	272,37		-0,87
0+272,37	0+276,36	3,99	1003,58	
0+276,36	0+519,19	242,83		-0,47
0+519,19	0+584,04	64,85	1000	
0+584,04	0+719,43	135,39		2,40
0+719,43	0+743,11	23,68	1000	
0+743,11	0+869,93	126,82		4,78
0+869,93	0+969,02	99,09	1000	
0+969,02	1+029,83	60,81		-5,13
1+029,83	1+092,71	62,88	1000	
1+092,71	1+314,75	222,04		1,15
1+314,75	1+319,45	4,7	1000	
1+319,45	1+655,06	335,61		1,62
1+655,06	1+674,32	19,26	1000	
1+674,32	1+919,58	245,26		-0,30
1+919,58	1+948,73	29,15	1000	
1+948,73	2+087,24	138,51		2,61
2+087,24	2+128,79	41,55	1000	
2+128,79	2+376,96	248,17		6,78
2+376,96	2+433,66	56,7	1000	
2+433,66	2+606,03	172,37		1,09
2+606,03	2+677,45	71,42	1000	
2+677,45	2+843,36	165,91		8,25
2+843,36	3+007,51	164,15	1000	
3+007,51	3+112,43	104,92		-8,20
3+112,43	3+209,56	97,13	1000	
3+209,56	3+584,93	375,37		1,53
3+584,93	3+649,65	64,72	1000	
3+649,65	4+006,08	356,43		-4,93
4+006,08	4+025,13	19,05	1000	
4+025,13	4+224,98	199,85		-3,02
4+224,98	4+244,62	19,64	1000	
4+244,62	4+486,74	242,12		-1,06
4+486,74	4+492,98	6,24	1000	
4+492,98	4+647,75	154,77		-0,44
4+647,75	4+665,48	17,73	1000	
4+665,48	4+954,85	289,37		1,33
4+954,85	4+996,92	42,07	1000	
4+996,92	5+286,63	289,71		5,54
5+286,63	5+304,41	17,78	1000	
5+304,41	5+508,49	204,08		3,76
5+508,49	5+557,92	49,43	1000	
5+557,92	5+854,78	296,86		-1,18
5+854,78	5+865,22	10,44	1000	
5+865,22	6+302,94	437,72		-0,13
6+302,94	6+353,85	50,91	1000	
6+353,85	6+525,86	172,01		-5,23
6+525,86	6+554,12	28,26	1000	
6+554,12	6+654,25	100,13		-8,08
6+654,25	6+739,69	85,44	1000	
6+739,69	6+796,43	56,74		0,48
6+796,43	6+799,03	2,6	1000	
6+799,03	7+238,89	439,86		0,22
7+238,89	7+297,96	59,07	1000	
7+297,96	7+536,79	238,83		-5,68
7+536,79	7+587,15	50,36	1000	
7+587,15	7+738,87	151,72		-0,64
7+738,87	7+772,55	33,68	1000	
7+772,55	7+865,44	92,89		-4,01
7+865,44	7+905,14	39,7	1000	
7+905,14	9+687,71	1782,57		-0,04
9+687,71	9+738,71	51,00	1000	
9+738,71	9+974,49	235,78		-5,14
9+974,49	10+025,91	51,42	1000	
10+025,91	10+112,82	86,91		0,00
10+112,82	10+193,81	80,99	1000	
10+193,81	10+762,38	568,57		8,12
10+762,38	10+842,61	80,23	1000	
10+842,61	11+225,86	383,25		0,07
11+225,86	11+248,36	22,5	1000	
11+248,36	11+492,71	244,35		-2,17
11+492,71	11+507,29	14,58	1000	
11+507,29	11+935,51	428,22		-0,71
11+935,51	11+962,22	26,71	1000	
11+962,22	12+242,94	280,72		-3,38
12+242,94	12+277,07	34,13	1000	
12+277,07	12+633,37	356,3		0,02
12+633,37	12+650,77	17,4	1000	
12+650,77	13+038,75	387,98		-1,71
13+038,75	13+077,51	38,76	1000	
13+077,51	13+203,81	126,3		5,59
13+203,81	13+255,25	51,44	1000	
13+255,25	13+512,13	256,88		-0,44
13+512,13	13+523,69	11,56	1000	
13+523,69	13+633,13	109,44		0,71

ANEJO 7. PLATAFORMA Y SUPERESTRUCTURA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 2

2. SUPERESTRUCTURA DE VÍA 2

3. PLATAFORMA 2

3.1. TIPOS DE PLATAFORMA 2
3.1.1. VÍAS SOBRE CÉSPED 2
3.1.2. VÍAS SOBRE MEZCLA BITUMINOSA 2
3.1.3. VÍAS SOBRE ADOQUINADO 2
3.1.4. VÍA EN PLACA 2

4. CARACTERÍSTICAS GENERALES 2

4.1. ANCHO DE VÍA 2
4.2. CARGA POR EJE DEL MATERIAL RODANTE 2
4.3. VELOCIDAD DE DISEÑO 2
4.4. PARÁMETROS DE TRAZADO 2

5. TIPOS DE CARRIL 2

5.1. CARRIL RI60N 3
5.2. CARRIL UIC54 3

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. CARRIL RI60N. FUENTE: ARCELORMITTAL 3
ILUSTRACIÓN 2. CARRIL UIC54. FUENTE: ARCELORMITTAL 3

1. INTRODUCCIÓN

La superestructura es la unión entre la infraestructura y los vehículos que discurrirán por esta. Existen distintos sistemas de vías que permiten una mejor adaptación al entorno y una reducción de costes de ejecución y mantenimiento realizándose una correcta selección.

En este anejo se definirá el sistema de plataforma tranviaria adoptado y que tendrá las premisas de no constituir una barrera física, una correcta integración con el entorno y ser un sistema con una larga vida útil y unos costes de mantenimiento bajos.

2. SUPERESTRUCTURA DE VÍA

En este apartado se estudia la superestructura más conveniente a implantar para el entorno y los condicionantes técnicos en el que se desarrolla la ampliación del tranvía. Se ha tenido en cuenta plataforma de línea reservada en prácticamente toda la longitud dentro del alcance del presente proyecto, excepto en el tramo correspondiente al Eje de Nueva Montaña entre el PK 2+200 y el 4+200 que el trazado es compartido con el resto de los vehículos al no disponerse de más espacio.

Así mismo, la plataforma será accesible para peatones en los cruces sobre la misma habilitados a tal efecto, en los lugares en los que así lo demande la trama urbana y urbanización existente o prevista y en el entorno de las paradas dispuestas.

La anchura de la plataforma tranviaria en recta será variable, dependiendo de la disposición de la catenaria, si es central o lateral o si es vía doble o única, teniendo una anchura mínima de 6,0 m.

3. PLATAFORMA

3.1. TIPOS DE PLATAFORMA

El sistema se apoya en una solera de hormigón tipo HA-25 de unos 40 cm de espesor. El tipo de armadura será distinto dependiendo de si la plataforma es de uso reservado o compartido. Las capas de acabado superficial comienzan sobre esta solera de hormigón y estarán compuestas bien por una capa de hormigón HM-20 de consistencia blanda y acabado con una imprimación de hormigón impreso con color, adoquín colocado sobre la solera de hormigón, aglomerado con mezcla bituminosa en caliente, o bien por tierra vegetal y revestimiento en césped.

3.1.1. VÍAS SOBRE CÉSPED

La colocación de un revestimiento de césped en la vía de tranvía se realizará mediante la siembra de semillas. Adicionalmente, habrá un drenaje mediante geotextil y dren que se conectará a la red de alcantarillado municipal. El carril se aislará con material tipo Edilon Editrack para garantizar el aislamiento eléctrico del carril y evitar la derivación de corrientes vagabundas en los tramos que alojen aparatos de vía.

3.1.2. VÍAS SOBRE MEZCLA BITUMINOSA

En las en las que exista un cruce a nivel de la plataforma reservada con el tráfico rodado se dispondrá revestimiento con mezcla bituminosa en caliente. El drenaje de este revestimiento será superficial y se extraerá mediante desagües colocados en la plataforma.

Esta misma tipología será la empleada en el tramo de tráfico compartido en el ramal de Nueva Montaña, permitiendo de esta forma compatibilizar el poco espacio existente para ambos tráficos.

3.1.3. VÍAS SOBRE ADOQUINADO

En las zonas de plataforma reservada en que el recubrimiento del tendido de vía sea tipo hormigón impreso se verterá en los últimos 10 cm de la plataforma un hormigón de consistencia blanda.

Este tipo de plataforma se usará preferentemente en los cruces con pasos para peatones sobre los que no circulen vehículos sobre neumáticos.

3.1.4. VÍA EN PLACA

Esta disposición se empleará en el tramo de túnel comprendido entre la parada de las Estaciones y la Avenida de los Castros.

La plataforma para vía en placa dispondrá de las capas inferiores en la misma disposición que el resto de los tramos. La diferencia radica en que superficialmente no se instalará ninguna capa superior, ya que no es necesario cumplir con los requisitos de accesibilidad, ya que nadie va a cruzar las vías en el propio túnel, ni de adaptación al entorno ya que este no le afecta de ningún modo. De esta forma además se consigue abaratar costes.

4. CARACTERÍSTICAS GENERALES

4.1. ANCHO DE VÍA

El ancho de vía para el proyecto es el internacional de 1.435 mm. Actualmente, la gran mayoría de nuevas redes tranviarias escogen este ancho de vía.

4.2.CARGA POR EJE DEL MATERIAL RODANTE

El dato exacto dependerá del vehículo que finalmente discurra por las vías, pero nunca se superarán las 12t por eje.

4.3.VELOCIDAD DE DISEÑO

La velocidad de diseño del trazado del tranvía es de 50 km/h, si bien en ciertos puntos de la traza se deba reducir por curvas de radio inferior o por la presencia de zonas peatonales en las que la velocidad de operación será de 30 km/h.

4.4. PARÁMETROS DE TRAZADO

Se ha establecido un radio mínimo en planta de 30 metros, si bien excepcionalmente se haya usado un radio de 20 metros en cocheras. Los acuerdos verticales se han diseñado con un radio de 1000 m.

5. TIPOS DE CARRIL

A lo largo del trazado se usarán dos tipos de carril, dependiendo sobre que tipo de plataforma discurra:

5.1. CARRIL Ri60N

Este carril se usará para los tramos en los que la plataforma permita el paso a nivel de viandantes o vehículos, es decir plataformas con recubrimientos de mezclas bituminosas o de hormigón impreso.

Esto viene motivado por el necesario empate entre la superficie de cruce y el propio carril dejando el espacio suficiente como para que discurra la pestaña de la rueda del tranvía.

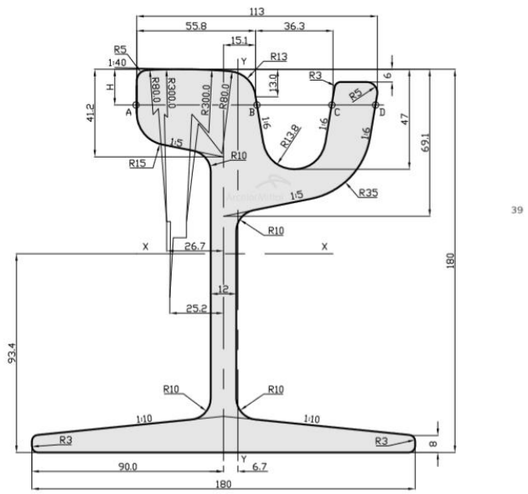


Ilustración 49. Carril Ri60N. Fuente: ArcelorMittal

Para reducir el ruido y las vibraciones que se producen por la fricción y los esfuerzos entre la rueda y el carril es necesario disponer de un material absorbente y aislante que reduzca estos fenómenos.

5.2.CARRIL UIC54

El carril UIC54 no dispone de una garganta por donde circula la pestaña de la rueda, haciéndolo apto para la plataforma sobre césped y la vía en placa, ya que al no disponer de un pavimento enrasado con el carril no es necesaria guardar ese espacio para la pestaña.

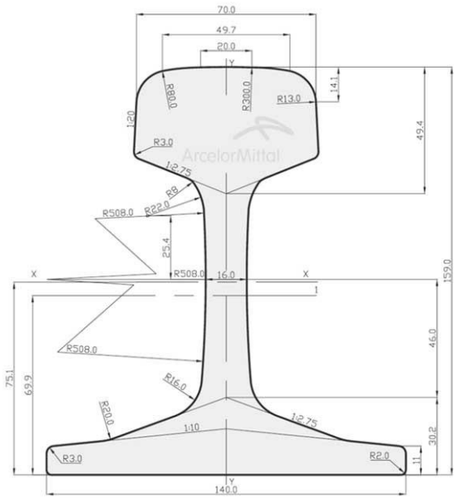


Ilustración 50. Carril UIC54. Fuente: ArcelorMittal

ANEJO 8. PARADAS

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 2

2. ELEMENTOS 2

2.1. PLATAFORMA 2
2.2. SEÑALIZACIÓN 2
2.3. INFORMACIÓN 2
2.4. MARQUESINAS 2
2.5. BILLETAJE 2
2.6. ASIENTOS 2
2.7. ACCESIBILIDAD 2

3. SITUACIÓN 3

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. PARADAS DE LA LÍNEA 3

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. LISTADO DE PARADAS DE LA LÍNEA 3

1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se va a describir las características básicas de las paradas y con qué elementos debe contar cada una de ellas. Estas deberán cumplir con las normativas relativas a accesibilidad universal, eliminando las barreras arquitectónicas a personas con movilidad reducida.

2. ELEMENTOS

2.1. PLATAFORMA

Es la superficie desde donde esperan al tranvía los pasajeros y embarcan y desembarcan. Estas tendrán una longitud de 45 metros, para que en caso de aumentar la demanda y que sea necesaria incrementar el número de coches de los tranvías, no sea necesario ejecutar obras para que las unidades entren en el andén.

La longitud de las composiciones según el número de módulos es:

- 5 módulos: 32 metros
- 7 módulos: 45 metros

De este modo en caso de que en un futuro se aumente la longitud de las unidades añadiendo dos módulos no será necesario realizar obras de adaptación en los andenes existentes.

La anchura mínima de los andenes dependerá de la posición del mismo respecto a las vías. Si se sitúa entre ambas vías en tipo de andén central la anchura mínima útil será de 4,00 metros mientras que, si se disponen de andenes laterales a ambos lados de las vías, cada uno tendrá una anchura mínima útil de 2,80 metros. Deberán contar con una franja de seguridad en el borde de andén de 60 cm de ancho para mantener una separación entre los viajeros y los vehículos.

Se pondrá especial atención en el espacio entre el coche y el andén para minimizarlo, siendo la distancia entre el eje y el borde de andén acorde con el gálibo de la caja. De este modo, de forma general en recta el andén se situará a 1,40 metros del eje de la vía, siendo el hueco entre el coche y andén de 7,5 cm. Las estaciones deberán disponerse siempre que se pueda en alineación recta, y en caso de disponerse en curva esta deberá tener un radio mayor de 500 metros excepto que sea en cabecera de andén (primer o último módulo) que se permitirán radios de hasta 200 metros.

Del mismo modo la ubicación de las paradas deberá ser lo más plana posible, y en la medida de lo posible que no supere un 20 ‰ de pendiente. Además, los radios parabólicos en paradas deberán ser superiores a 3000 metros.

La altura de los andenes será idéntica para todas las paradas, siendo de 280 mm con respecto a la cabeza del carril.

2.2.SEÑALIZACIÓN

Se deberá usar una señalización representativa, que permita identificar fácilmente al tranvía, con un carácter propio y acorde a la ciudad de Santander y que además sea legible y fácilmente interpretable para todos los usuarios.

2.3.INFORMACIÓN

Cada parada deberá contar con el Sistema de Información al Viajero, que informa a los usuarios del tiempo restante para el paso del siguiente tranvía y de si hay afecciones en el servicio. De esta forma se puede mantener a los viajeros informados en tiempo real del estado de la red.

También se deberá proporcionar información estática en relación con el horario y frecuencia de la red, un plano con las paradas y sus correspondientes enlaces con el resto de los medios de transporte, la normativa vigente, etc.

2.4.MARQUESINAS

Las marquesinas cubrirán toda la zona donde se ubiquen las maquinas expendedoras de billetes y la zona de bancos. Tendrán una longitud de 10 metros y una anchura de 3,50 metros. Por la parte trasera tendrán un cerramiento acristalado que protejan de los posibles efectos del viento y resguarde a los pasajeros.

La estructura de la marquesina no puede interferir con el paso de los viandantes y convertirse en un obstáculo para personas con problemas de movilidad o visión.

2.5.BILLETAJE

Se dispondrá de máquinas de billetaje en todas las paradas que permitirán la adquisición de todo tipo de títulos, a excepción de los personalizados. Las maquinas deberán ser capaces de aceptar el pago en metálico, tanto con billetes como en monedas, así como con tarjeta, incluida en forma sin contacto.

En esta maquina se integrará el sistema de interfono y de megafonía que será atendido desde el Centro de Control.

2.6.ASIENTOS

Los andenes que dispongan de marquesina deberán tener una zona bajo ella donde la gente pueda esperar cómodamente el paso del tranvía, sin exponerse a las inclemencias meteorológicas. Existirá una zona de banco de unos 3 metros de longitud, así como otra zona de apoyo de otros 3 metros.

2.7.ACCESIBILIDAD

Las paradas deberán ser accesibles para personas con movilidad reducida. Por ello en los extremos de los andenes se disponen rampas de acceso. Esas rampas tendrán una pendiente máxima del 6%, siendo su anchura igual a la del andén siempre que se pueda, y en caso de ser necesario que sea más estrecha, nunca será inferior a los 2 metros de ancho.

Sobre la franja de seguridad se instalará material pododactil para que sea fácilmente reconocible para personas con problemas de visión. Del mismo modo, la maquina de billetaje también estará adaptada al lenguaje braille.

Se añadirán nuevas tecnologías en este ámbito, como son las “ddtags”. Son pegatinas del estilo a los códigos QR pero que permiten que la distancia de lectura sea 12 veces superior, sin necesidad de enfocar y con una mayor amplitud.

3. SITUACIÓN

Tabla 51. Listado de paradas de la línea

PARADA	PK CENTRO	DISTANCIA	POSICIÓN
CENTRO COMERCIAL	0+022,50	822,50	Andenes laterales
NUEVA MONTAÑA	0+845,00	515	Andenes laterales
HERMANOS CALDERÓN	1+360,00	550	Andenes laterales
ORTEGA Y GASSET	1+910,00	580	Andenes laterales
PEÑACASTILLO	2+490,00	560	Andenes laterales
PCTCAN	3+050,00	780	Andenes laterales
JOAQUÍN RODRIGO	3+830,00	715	Andenes laterales
LAVAPÍES	4+545,00	620	Andenes laterales
EL ALISAL	5+165,00	780	Andenes laterales
CAZOÑA	5+945,00	475	Andenes laterales
TORRES QUEVEDO	6+420,00	430	Andenes laterales
VALDECILLA NORTE	6+850,00	672,50	Andén central
VALDECILLA SUR	7+522,50	602,50	Andenes laterales
LA MARGA	8+125,00	665	Andenes laterales
MARQUÉS DE LA HERMIDA	8+790,00	880	Andenes laterales
ESTACIONES	9+670,00	405	Andenes laterales
AYUNTAMIENTO	10+075,00	935	Andenes laterales
POLIO	11+010,00	655	Andenes laterales
UNIVERSIDADES	11+665,00	845	Andenes laterales
LOS PINARES	12+510,00	390	Andenes laterales
PLAZA BRISAS	12+900,00	710	Andenes laterales
EL SARDINERO	13+610,00		Andén central

La distancia media entre paradas es de 647 metros, siendo la distancia mínima de 390 metros entre las paradas de Los Pinares y la de Plaza Brisas, mientras que la distancia máxima es de 930 metros entre las paradas del Ayuntamiento y Polio, debido a la fuerte rampa existente entre las paradas.

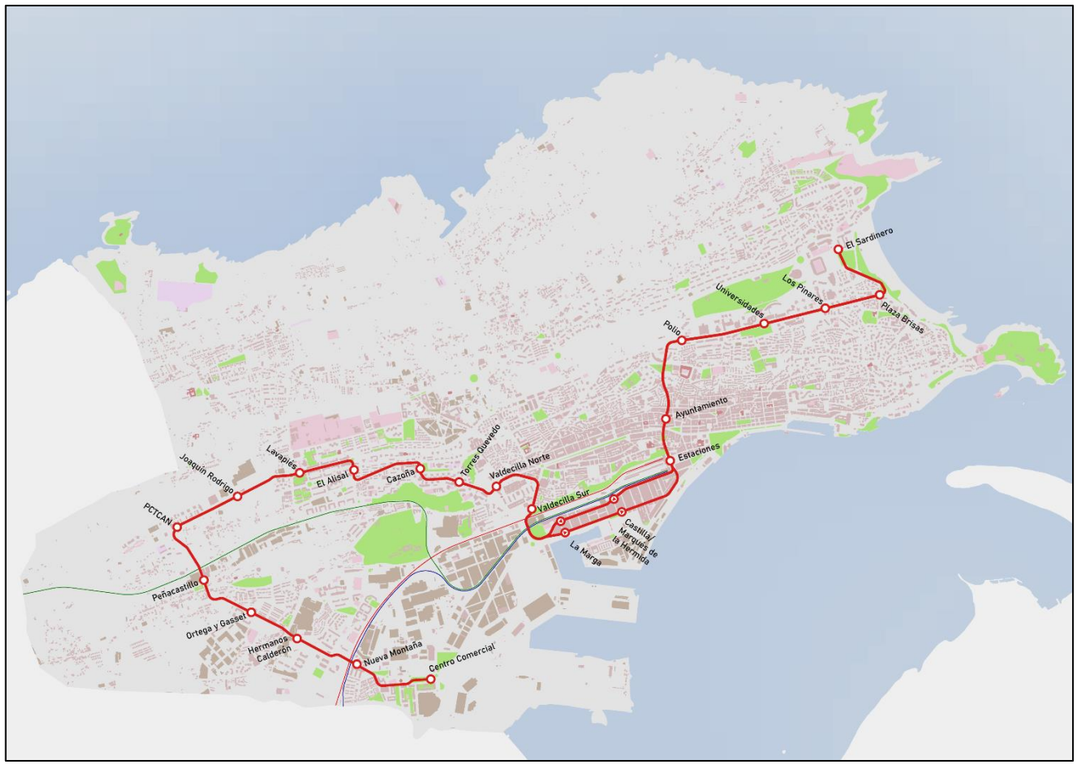


Ilustración 51. Paradas de la línea

ANEJO 9. ELECTRIFICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 2

2. CATENARIA 2

2.1. DISPOSICIÓN DEL TIPO DE CATENARIA 2
2.2. PARÁMETROS DE DISEÑO 3
2.3. CRITERIOS DE DISEÑO 3
2.3.1. DISTRIBUCIÓN DE VANOS 3
2.3.2. TRAMIFICACIÓN DE LA CATENARIA 3
2.3.3. ALTURA MÍNIMA DE LOS HILOS DE CONTACTOS EN LOS PUNTOS DE SUSPENSIÓN 3

3. BAJA TENSIÓN EN PARADAS 3

4. SEÑALIZACIÓN TRANVIARIA Y DETECCIÓN 3

4.1. SEÑALIZACIÓN TRANVIARIA 3
4.1.1. SEÑALIZACIÓN FIJA 3
4.1.2. ENCLAVAMIENTOS 4
4.1.3. AGUJAS 4
4.1.4. BALIZAS 4
4.2. SEÑALIZACIÓN SEMAFÓRICA 4
4.2.1. ACTIVACIÓN Y REGULACIÓN SEMAFÓRICA 5
4.3. DETECCIÓN DE POSICIÓN E IDENTIFICACIÓN DE TRANVÍAS 5

5. SEÑALIZACIÓN VIARIA 5

5.1. OBJETIVOS DE SEÑALIZACIÓN VIARIA 5
5.2. ZONAS Y PUNTOS A PROTEGER 6
5.3. SEÑALIZACIÓN EN LOS VIALES 6

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. CATENARIA TIPO TROLLEY. FUENTE: VALMONT 2
ILUSTRACIÓN 2. CATENARIA RÍGIDA: FURRER+FREY AG 2
ILUSTRACIÓN 3. SISTEMA APS EN EJECUCIÓN. FUENTE: WIKIPEDIA 2
ILUSTRACIÓN 4. ASPECTOS DE LOS SEMÁFOROS TRANVIARIOS. 5
ILUSTRACIÓN 5. ASPECTOS DE LOS SEMÁFOROS TRANVIARIOS EN DESVÍOS. FUENTE: AUTOESCUELA VIRTUAL 5

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA LÍNEA AÉREA TRANVIARIA 3
TABLA 2. CRITERIOS DE DISTRIBUCIÓN DE VANOS 3
TABLA 3.TRAMIFICACIÓN DE LA CATENARIA 3

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se van a describir las actuaciones referidas a la catenaria y electrificación auxiliar de la línea, así como la señalización necesaria para la regulación del tráfico del tranvía.

La señalización viaria comprende el equipamiento necesario (detección, control, gestión y señales) para la coordinación de los cruces del tranvía con el tráfico rodado y peatonal, a fin de garantizar la preferencia de paso del tranvía en todos los cruces. Aunque coordinada con ella, es independiente de la señalización propiamente tranviaria, que ordena los flujos internos al sistema tranviario, de unos tranvías respecto a otros.

2. CATENARIA

La tensión de alimentación será de 750 V en Corriente Continua, siendo esto un estándar actualmente en todas las redes tranviarias de nueva construcción.

2.1. DISPOSICIÓN DEL TIPO DE CATENARIA

La catenaria tranviaria es más sencilla de ejecutar ya que no necesita de hilo sustentador, por lo que únicamente se dispone del hilo de contacto.

La línea aérea de contacto será tipo Trolley en las zonas a cielo abierto, formada por un hilo de contacto de cobre de sección circular de 150 mm^2 de sección.

Ilustración 52. Catenaria tipo Trolley. Fuente: Valmont

En la parte del trazado correspondiente al túnel se sustituye la catenaria Trolley por catenaria rígida, permitiendo de este modo la reducción de la sección tipo del túnel al reducirse la altura necesaria para disponer de la catenaria. El hilo de contacto mantiene la misma sección que en el exterior.

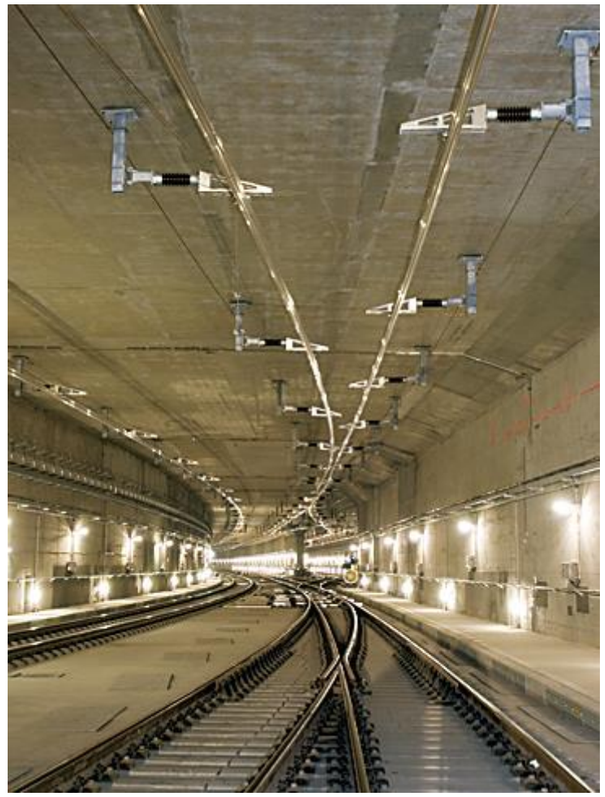


Ilustración 53. Catenaria rígida: Furrer+Frey AG

No se incluye en este proyecto la posibilidad de disponer de un sistema de alimentación sin catenaria, del tipo APS (Alimentación por el suelo), en zonas céntricas o de alto valor paisajístico o monumental.

Ilustración 54. Sistema APS en ejecución. Fuente: Wikipedia

2.2.PARÁMETROS DE DISEÑO

Los parámetros de diseño serán:

Tabla 52. Parámetros de diseño de la línea aérea tranviaria

TENSIÓN ELÉCTRICA	750 V CC
TENSIÓN MECÁNICA DEL TENDIDO	1500 kg
PENDIENTE MÁXIMA DEL HILO DE CONTACTO A PLANO DE RODADURA	2 ‰
ALTURA DEL HILO DE CONTACTO A PLANO DE RODADURA	6,50 m
DESCENTRAMIENTO DEL HILO DE CONTACTO EN RECTA	20, 10, 0, -10, -20 cm
DESCENTRAMIENTO DEL HILO DE CONTACTO EN CURVA	+20, -10 cm
VANO MÁXIMO	50 m
MÁXIMA DIFERENCIA DE LONGITUD ENTRE VANOS CONSECUTIVOS	Progresión geométrica x 1,5

2.3.CRITERIOS DE DISEÑO

2.3.1. DISTRIBUCIÓN DE VANOS

Para minimizar los obstáculos en la vía urbana, se optará por la solución que permita cumplir con las condiciones establecidas para el descentramiento de la catenaria y que no supere la flecha máxima de la catenaria en su vértice.

Tabla 53. Criterios de distribución de vanos

ALTURA DE LA CATENARIA	6,50 m
ALTURA POSTES DE CATENARIA	9,00 m
SEPARACIÓN ENTRE POSTES	50 m en recta y en curva según el radio

2.3.2. TRAMIFICACIÓN DE LA CATENARIA

Tabla 54.Tramificación de la catenaria

PK INICIAL	PK FINAL	TIPO
EJE 1		
0+000	9+727	Trolley
9+727	10+777	Rígida
10+777	13+633	Trolley
EJE 2		
0+000	9+634	Trolley
9+634	10+686	Rigida
10+686	13+553	Trolley

El valor máximo de longitud en el vano viene dado por:

$$a = \sqrt{8 \cdot R \cdot f}$$

Siendo:

- a = longitud del vano en m
- R = radio de curvatura en m
- f = flecha máxima admisible en m

2.3.3. ALTURA MÍNIMA DE LOS HILOS DE CONTACTOS EN LOS PUNTOS DE SUSPENSIÓN

La flecha máxima será la correspondiente al vano máximo de 50 m. Aplicando la ecuación de la flecha de la catenaria en el centro de vano, se obtiene:

$$f = \frac{P}{2T} \cdot x^2 \rightarrow f\left(x = \frac{a}{2}\right) = 0{,}28\ m\ \left[p = 1{,}334 \frac{kg}{m}\right]$$

Teniendo en cuenta que la altura mínima de los hilos de contacto sobre la rasante es de 6 metros, se tiene que la altura mínima de los hilos de contacto en los puntos de su suspensión será de:

$$Hc = 6 + 0{,}28 = 6{,}28\ m$$

3. BAJA TENSIÓN EN PARADAS

La alimentación de baja tensión de las estaciones en superficie se ha previsto realizar mediante una acometida de 230 V AC a realizar por la compañía suministradora de energía.

El cuadro de servicios no críticos alimentará a las siguientes líneas:

- Bases de enchufe de usos varios de andén y caseta.
- Alimentación al cuadro de baja tensión de servicios críticos.

El cuadro de servicios críticos alimentará las siguientes líneas:

- Alumbrado de andén.
- Sistema de Control de Instalaciones.
- Sistema de Comunicaciones.
- Señalización
- Máquina expendedora de billetes.

La iluminación de andenes se conseguirá mediante lámparas Led en postes o bajo la marquesina. El nivel medio de iluminación del andén será de 200 lux, mientras que las rampas estarán iluminadas a 50 lux.

4. SEÑALIZACIÓN TRANVIARIA Y DETECCIÓN

Las señales tranviarias son diseñadas de forma que prácticamente se elimina la posibilidad de confusión con señales/semáforos dirigidos a los conductores de tráfico vial.

4.1. SEÑALIZACIÓN TRANVIARIA

4.1.1. SEÑALIZACIÓN FIJA

La circulación tranviaria estará basada en la señalización fija y los enclavamientos y circulación marcha a la vista. Los diferentes elementos de señalización tranviaria son:

- Señalización fija
- Enclavamientos

- Agujas
- Balizas

El tamaño de las señales tiene que ser tal que se garantice su adecuada visibilidad y legibilidad a, por lo menos, la distancia de frenado normal. Debe enfatizarse que la visibilidad de las señales es una condición indispensable. Por tanto, las señales no luminosas, esto es, la mayoría de las señales fijas, deben fabricarse según especificaciones de señalética viaria.

La señalización fija tendrá como principal objetivo indicar a los vehículos rodados y a los peatones la presencia del tranvía en los cruces sin semáforos o en zonas determinadas, se dispondrán señales verticales de advertencia.

Asimismo, en coordinación con el Ayuntamiento existirá señalización horizontal para la delimitación de la plataforma reservada al tranvía y de las zonas de cruce.

4.1.2. ENCLAVAMIENTOS

El enclavamiento recibirá el estado de la vía a través de elementos de campo como las balizas, los circuitos de vía y la posición de las agujas, y lo enviará al puesto de mando. De forma normal el mando de los enclavamientos en línea se realizará desde el tranvía hacia los enclavamientos. El puesto de mando podrá enviar órdenes al enclavamiento en función de la información recibida por el tranvía y por los elementos de vía

4.1.3. AGUJAS

Las agujas son los elementos de la vía a través de los cuáles se realizan los desvíos y cambios de vía. Para su accionamiento automático se instalarán motores de agujas tranviarios de tipo normalizado.

La baliza de mando de aguja indicará si la aguja está o no bloqueada, de forma que mientras se encuentre bloqueada no se podrá realizar ninguna acción sobre la misma

4.1.4. BALIZAS

Existen dos tipos de balizas, las balizas de petición de itinerario y las de relocalización.

Las balizas de petición de itinerario permitirán que el tranvía pueda emitir una orden para pedir que la posición de las siguientes agujas sea directa o desviada. Estas balizas serán detectadas por un aparato receptor situado en la vía y conectado al enclavamiento que recibirá la información emitida por la antena emisora situada en el material móvil.

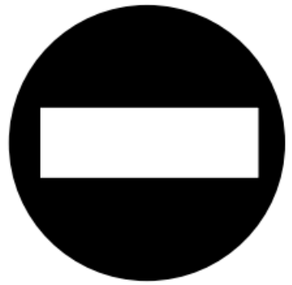
Las balizas de relocalización se utilizan para mejorar la precisión del sistema de odometría y se colocan en la vía como complemento para la localización del tranvía y la actualización de su posición. Se instalarán las balizas de relocalización en los cruces de vías. En caso de no haber cruces viarios, se instalarán cada 500 metros en las cercanías de las estaciones.

4.2.SEÑALIZACIÓN SEMAFÓRICA

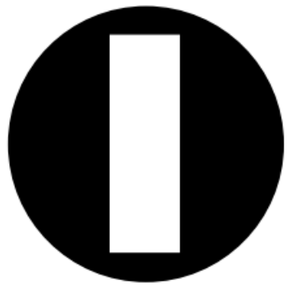
Al tener que coexistir al mismo nivel el tranvía con otros sistemas de transporte urbano, la regulación semafórica tranviaria es fundamental que se coordine con el resto de los semáforos de las zonas colindantes. Por esta razón, en las zonas de cruce con el tráfico rodado existirá un sistema de regulación semafórica que gestione la intersección entre el tráfico rodado y el tranviario.

Para el correcto funcionamiento de este sistema, la llegada y partida del tranvía deberá ser detectada por el semáforo a través de las balizas. Las señales serán del tipo habitual en entornos tranviarios.

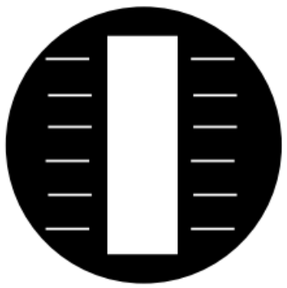
Se instalarán señales de tipo LED de dos y tres focos. Las señales tranviarias se ubicarán en las zonas cercanas a agujas, cruces de vías o con el tráfico rodado y paradas. El aspecto de las señales luminosas viarias, en relación al tranvía, se muestran a continuación:



Este aspecto de la señal indica al conductor del tranvía que el cruce está cerrado, con aspecto verde para peatones o vehículos antagonistas. El tranvía debe parar ante el paso.
"Equivale al rojo en la semaforización de los vehículos"



Este aspecto de la señal indica al conductor del tranvía que el cruce está libre, con aspecto rojo para peatones o vehículos antagonistas (puede ser oblicua hacia la derecha o hacia la izquierda). Circulación libre por el paso para el tranvía.
"Equivale al verde en la semaforización de los vehículos"



Este aspecto de la señal (intermitente) indica al conductor del tranvía "anuncio de cierre del cruce" (puede ser oblicua hacia la derecha o hacia la izquierda).
"Equivale al ámbar en la semaforización de los vehículos"
La determinación del tiempo de ámbar al tranvía condicionará la colocación de un cartel de aviso a la distancia de frenado.

Este aspecto de la señal avisa al conductor del tranvía que el sistema de detección de tranvías está operativo (esta señal es de apoyo a la conducción, sistema operativo, su apagado deja de indicar que el sistema ha detectado al tranvía por avería del sistema o por circular otro tranvía en el mismo intervalo de regulación.)

Ilustración 55. Aspectos de los semáforos tranviarios.

Las dimensiones máximas del foco serán de 200 mm y el aspecto tendrá una altura de 2400 mm. Los semáforos serán iguales a los existentes en el municipio y solo cambiarán los focos que serán de LEDs.

En caso de indicar desvíos se podrán utilizar líneas diagonales que indiquen la posición de la aguja. En las cocheras, se podrá añadir un aspecto más que mediante un número indique la vía a la que se dirige la unidad.

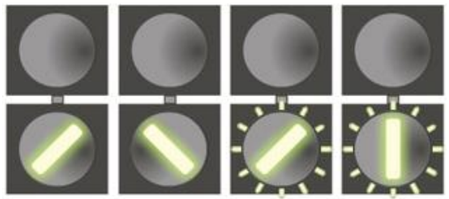


Ilustración 56. Aspectos de los semáforos tranviarios en desvíos. Fuente: Autoescuela virtual

4.2.1. ACTIVACIÓN Y REGULACIÓN SEMAFÓRICA

Las señales tranviarias actuarán en conjunto con los semáforos de tráfico vial, de forma adecuadamente coordinada, sincronizada y técnicamente integrada. En la práctica, esto significa que cada intersección vial/tranvía estará equipada con el adecuado sistema de semáforos, controlados por un equipo de control local cuya programación incluirá todas las fases de semaforización vial normal más una fase específica para el paso del tranvía (fase T).

La detección de la demanda se efectuará automáticamente por el primer detector situado a una determinada distancia de la intersección, en la vía de aproximación del tranvía asegurando que el tranvía encuentra paso libre sin tener que parar antes de la intersección.

Adicionalmente, otro detector se colocará en la vía del tranvía tras su paso por la intersección, para detectar el paso del tranvía por este punto, confirmando así que el tranvía ha librado la zona conflictiva. En tal caso, este detector enviará las correspondientes señales electrónicas al controlador local de la intersección, cancelando la fase T y devolviendo el ciclo de semaforización vial a fase normal.

En caso de paradas de tranvía cuyo testero delantero esté situado a una distancia menor que 80 m de la "línea de detención", se colocará una baliza en la parada, que permitirá al conductor iniciar la fase T cuando el tranvía esté listo para arrancar y salir de la parada.

4.3.DETECCIÓN DE POSICIÓN E IDENTIFICACIÓN DE TRANVÍAS

Una de las funciones del sistema de señalización es la detección de posición e identificación de los trenes en la red de infraestructura y su comunicación al Centro de Control (CC).

En sistemas tranviarios urbanos, con velocidades de circulación más bajas, y plataforma abierta a una gama más vasta de posibles interferencias con la circulación, la detección de un potencial peligro y la adecuada reacción del tren a esta situación está enteramente delegada en el conductor del tranvía.

El tipo de conducción es el denominado de "marcha a la vista", donde el conductor es directamente responsable de evitar cualquier incidente que pueda ocurrir, incluyendo un posible choque con el tren precedente.

Sin embargo, aún en este caso (tranvía urbano) es indispensable que el Centro de Control (CC) puede seguir/monitorizar/identificar la posición aproximada de cada unidad/tren en la red, su sentido de circulación, etc. Por tanto, en estos sistemas de tranvía urbano también existe la necesidad de detección positiva y continua de la posición e identificación de cada tren/tranvía.

Se considera adecuado utilizar un sistema basado en balizas, odómetros y radio. Esta solución se basa en dos principios:

- El tranvía es el que conoce su posición exacta en cada instante. El tranvía ya calculando la posición en la que se encuentra gracias al odómetro instalado. Las balizas informan al paso del tranvía del punto kilométrico exacto de forma que el tranvía pueda calibrarse periódicamente.
- Se establece una comunicación periódica vía radio entre el Centro de Control y el tranvía para que éste último informe de su posición y estado.

Por tanto, estos tipos de detectores tienen la capacidad no solamente de informar al tranvía del punto kilométrico en el que se encuentran, sino también de efectuar los necesarios movimientos de agujas en desvíos y sus señales, las necesarias inserciones de fases de paso tranviario en los semáforos que controlan puntos conflictivos tranvía/tráfico vial, etc.

5. SEÑALIZACIÓN VIARIA

5.1. OBJETIVOS DE SEÑALIZACIÓN VIARIA

El sistema de señalización viaria, ante la presencia de un sistema de tranvía, persigue los fines básicos siguientes:

- Control de movimiento de los tranvías en relación con el resto de los vehículos circulantes y peatones.
- Prevención de colisiones.

Circulando en tramos no exclusivos, en los que los tranvías se mueven bajo control y responsabilidad del conductor, las señales viarias destinadas al tranvía tienen una función equivalente a la de las señales/semáforos de tráfico vial y peatonal: el vehículo puede seguir adelante, pero solamente si es seguro hacerlo.

La función de la señalización será por tanto solamente la de ayudar e informar al conductor en sus tareas, pero no sustituirlo parcial o totalmente.

5.2.ZONAS Y PUNTOS A PROTEGER

Las zonas y puntos del trazado que necesitan protección mediante señalización viaria son los siguientes:

- Movimientos conflictivos entre tranvía y tráfico vial.
- Movimientos conflictivos entre tranvía y peatones (p. ej. cruces).
- Otros.

5.3.SEÑALIZACIÓN EN LOS VIALES

Para la coordinación de la señalización viaria con la señalización tranviaria se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- Conforme al acuerdo internacional europeo sobre la circulación y señalización vial en los mencionados puntos conflictivos, el tranvía, como un sistema ferroviario compartiendo total o parcialmente la plataforma con el tráfico vial, debe tener prioridad total.
- Donde ya existen semáforos viales y/o peatonales, sus controladores/elementos de control se mantienen dependientes de la autoridad que gestiona el tráfico viario en la actualidad. La introducción del tranvía y su influencia en la regulación de las fases semafóricas, etc. implicará su modificación y reprogramación.
- En los puntos conflictivos donde ahora no existen semáforos, el proyecto del tranvía debe incluir su instalación (cumpliendo ya con la integración de las previsiones para el paso del tranvía) e integración con el sistema semafórico de la autoridad actual.
- En ambos casos, las instalaciones semafóricas incluirán “feed-back” status información para el Centro de Control.
- La determinación de las fases de semaforización dirigidas a los conductores de tráfico vial será tarea exclusiva de la autoridad municipal de gestión del tráfico viario. La influencia tranviaria se limitará solamente a lo mínimo necesario para el paso libre del tranvía por, p.ej., extensión o reducción de alguna fase vial, introducción de una fase adicional tranviaria, etc. principalmente para cruces de intersecciones y en accesos a rotondas.
- Como se ha indicado en los capítulos anteriores, los semáforos dirigidos a los conductores del tranvía tendrán una configuración y colores totalmente distintos de los semáforos destinados para los conductores viales para facilitar su diferenciación. Ídem, en cruces peatonales

ANEJO 10. INSTALACIONES DE COMUNICACIÓN Y CONTROL

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 2

2. COMUNICACIONES 2

2.1. RED IP 2
2.2. RED WI-FI 2
2.3. SISTEMA DE TELEFONÍA 2
2.4. SISTEMA DE INTERFONÍA 2
2.5. SISTEMA DE MEGAFONÍA 2

3. CENTRO DE CONTROL 2

4. SISTEMA DE INFORMACIÓN AL PASAJERO 3

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. CETRO DE CONTROL DE EUSKOTREN EN LA ESTACIÓN DE ATXURI. FUENTE: PROPIA 3
ILUSTRACIÓN 2. SISTEMA DE INFORMACIÓN AL PASAJERO EN EL TRANVÍA DE BILBAO. FUENTE: ARARTEKO 3
ILUSTRACIÓN 3. PANEL INFORMATIVO LED EN EL CROSSRAIL DE LONDRES. FUENTE: TFL 3

1. INTRODUCCIÓN

El presente Anejo describe las instalaciones comunicación y de control que se van a disponer para cumplir con las normativas de seguridad y control existentes.

Las instalaciones incluidas en el presente anejo son:

- Comunicaciones.
- Centro de control.
- Sistema de información al pasajero.

2. COMUNICACIONES

2.1. RED IP

La red fija de comunicaciones del tranvía podrá transmitir toda la información necesaria desde las paradas y las unidades hasta el Centro de Control. Estará basada en Ethernet e incluirá la practica totalidad de las comunicaciones fijos relativas al funcionamiento normal de la red.

Los sistemas que usarán esta red:

- Sistema de Señalización Tranviaria.
- Sistema de Billetaje.
- Sistemas de Telemando de energía.
- Sistema Wi-Fi "tren-tierra".
- Sistema de Telefonía.
- Sistema de Interfonía.
- Sistema de Megafonía.
- Sistema de Información al Pasajero.
- Sistema de CCTV.
- Otros (Control de accesos, Cronometría, Telemetría…)

La red completa deberá estar dimensionada con capacidad suficiente para dar servicio a todos estos sistemas con la calidad necesaria y además, tener la suficiente capacidad como para dar respuesta a un eventual aumento de capacidad.

La red se controlará y administrará desde el centro de control mediante un equipo instalado a tal efecto.

2.2.RED WI-FI

La red Wi-Fi servirá para la transmisión de datos no críticos desde o hacia las unidades móviles. Comunicará los vehículos con los puntos de acceso Wi-Fi (router) fijos a lo largo de la línea, y de ahí al centro de control. El sistema permitirá:

- Visualización de cámaras de seguridad embarcadas en la unidad.
- Envió de información en directo a las pantallas de información del tranvía.
- Mensajería entre Centro de Control y conductores.
- Gestión de comunicaciones por voz.

2.3.SISTEMA DE TELEFONÍA

A lo largo de la línea, en zonas técnicas o locales del centro de control, se dispondrán de teléfonos mediante los cuales se puedan comunicar los agentes de mantenimiento con el centro de control. Para ello se deberá suministrar una centralita y terminales telefónicos.

2.4.SISTEMA DE INTERFONÍA

El sistema de interfonos está dirigido principalmente a los clientes, instalándose un punto en cada máquina expendedora de billetes a lo largo de la línea. Todos los interfonos quedarán integrados en la centralita telefónica. La llamada será derivada al operador correspondiente en el Centro de Control que además tendrá acceso a las cámaras de CCTV.

2.5.SISTEMA DE MEGAFONÍA

El sistema de megafonía estará compuesto por unos altavoces capaces de comunicar mensajes o incidencias desde Centro de Control a los usuarios. El Centro de Control podrá elegir en que puntos retransmitir el mensaje. Los mensajes podrán ser en tiempo real o pregrabados y automáticos para según qué hora del día y la situación de la red (Por ejemplo, en horario nocturno con la red fuera de servicio).

Se grabarán ciertos mensajes que quedarán almacenados en una biblioteca para su uso posterior. Estos son los mensajes generales de explotación. Del mismo modo deberá permitir la difusión automática de anuncios, en coordinación con el Sistema de Información al Pasajero.

3. CENTRO DE CONTROL

El Centro de Control tiene como función principal alojar en él todas las herramientas de gestión para monitorizar y controlar todas las instalaciones y sistemas asociados a la nueva infraestructura:

- Sistema de Información al Viajero.
- Sistema de Billetaje y Validación.
- Señalización tranviaria.
- Semaforización.
- Instalaciones de Telecomunicaciones.
- Sistemas e Instalaciones de Seguridad y CCTV.
- Telemando de Energía.

El Centro de Control está ubicado en el edificio de Oficinas de los Talleres y Cocheras. Allí se ubican todos los espacios necesarios para realizar la operación centralizada del sistema tranviario. Incluyen los espacios de:

- Sala de Operación: Desde ahí se supervisa el correcto funcionamiento de la red en tiempo real, con los movimientos de los vehículos tanto en la línea como en los talleres y cocheras.
- Sala de Técnicos de Operación: Allí se planifica la operativa del tranvía atendiendo a las necesidades.

- Sala Técnica: En ella se ubican los servidores, los armarios de enclavamientos y demás sistemas informáticos, así como la electrónica de red y radio.

El Centro de Control debe estar diseñado para una operación 24 horas al día 7 días a la semana. Por ello los puestos de trabajo deberán estar adaptados a la ergonomía en el trabajo y contará con los siguientes espacios:

- Una mesa de control, compuesto por 2 puestos de operador completamente equipados con las estaciones de trabajo. Cada uno estará equipado con teléfono y radio.
- Estación de regulación semafórica
- Puesto de administración de la red.
- Viodewall ubicado delante de los puestos.
- Pulsadores tipo seta para corte de alimentación eléctrica en la red.

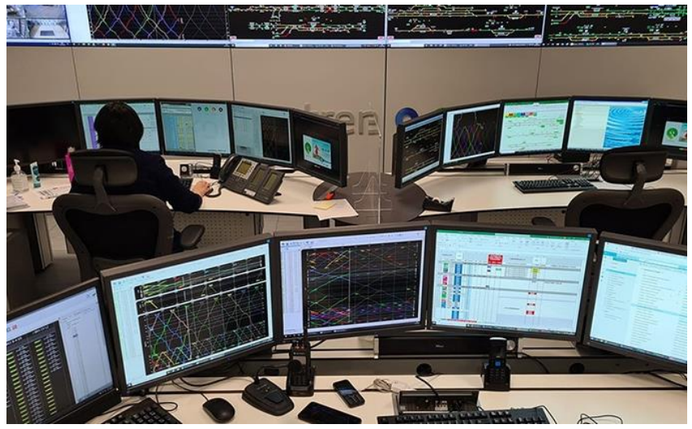


Ilustración 57. Cetro de control de Euskotren en la estación de Atxuri. Fuente: Propia

El sistema deberá ser sencillo e intuitivo para permitir un trabajo más sencillo y prestar más atención al servicio por parte del operador. La sala deberá ser fácilmente ampliable para futuras extensiones.

4. SISTEMA DE INFORMACIÓN AL PASAJERO

Las funciones del Sistema de información al Pasajero permiten transmitir información tanto visual como sonora. Estará compuesto por:

- Servidores y Puesto de Control en el Centro de Control.
- Estaciones de trabajo para administración, mantenimiento y tratamiento de datos de explotación.
- Los paneles de Información a viajeros a en las paradas.
- Equipos embarcados en los tranvías.
- Balizas en la vía a lo largo de la línea.

Ilustración 58. Sistema de Información al Pasajero en el tranvía de Bilbao. Fuente: Ararteko

En el Centro de Control, gracias a este sistema disponen de un amplio nivel de información acerca del estado del servicio:

- Localización y seguimiento permanente.
- Comunicaciones por voz y datos.
- Gestión de Sistemas de Información a Pasajeros en paradas.
- Monitorización de avisos y alertas.
- Estado de funcionamiento del sistema.
- Funciones de regulación de horario y frecuencia.

De esta manera se permite dar un mayor nivel de información al usuario, con un nivel de calidad más alto y a un menor coste, ya que se reduce en número de personal necesario para comunicar las incidencias o los cambios en el servicio.

Como se muestra en las imágenes, las principales ventajas para el usuario son los paneles indicativos del tiempo restante para la siguiente circulación y dentro del vehículo la información respecto a las paradas.

Ilustración 59. Panel informativo LED en el Crossrail de Londres. Fuente: TfL

ANEJO 11. TALLERES Y COCHERAS

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 2

2. MANTENIMIENTO 2

2.1. FUNCIONES 2
2.2. MATERIAL MÓVIL 2
2.3. OPERACIONES A REALIZAR EN EL TALLER 2
2.3.1. INTERVENCIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y TORNEADO 2
2.3.2. INTERVENCIONES DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO 3

3. TRAZADO 3

4. DESCRIPCIÓN GENERAL 3

5. DESCRIPCIÓN FUNCIONAL POR ÁREAS 4

5.1. VÍAS DE COCHERAS 4
5.2. VÍA DE TORNO 4
5.3. VÍA DE PINTURA 4
5.4. VÍA DE FOSO 4
5.5. VÍA DE LEVANTE 4
5.6. VÍA DE LAVADO 4
5.7. TALLER 5
5.8. ALMACÉN DE MATERIAL 5
5.9. ZONA DE OFICINAS 5
5.10. CENTRO DE CONTROL 5

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. UBICACIÓN DE LA PARCELA DESTINADA A COCHERAS Y TALLERES 2
ILUSTRACIÓN 2.RENDER DE LAS FUTURAS COCHERAS EN SKETCHUP 3
ILUSTRACIÓN 3.PARCELA DE TALLERES, COCHERAS Y CENTRO DE MANDO. 3

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. RESUMEN DE LAS INTERVENCIONES EN EL TALLER. 2
TABLA 2. FICHA RESUMEN DE VÍAS DE COCHERAS 4
TABLA 3. FICHA RESUMEN DE VÍA DE TORNO 4
TABLA 4. FICHA RESUMEN DE VÍA DE PINTURA 4
TABLA 5. FICHA RESUMEN DE VÍA DE FOSO 4
TABLA 6. FICHA RESUMEN DE VÍA DE LEVANTE 4
TABLA 7. FICHA RESUMEN DE VÍA DE LAVADO 5
TABLA 8. FICHA RESUMEN DEL TALLER 5
TABLA 9. FICHA RESUMEN DEL ALMACÉN DE MATERIAL 5

1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo define el recinto de Talleres y Cocheras que se situará en el ramal del PCTCAN de la red, entre la cabecera de la línea y la siguiente parada y que contará con instalaciones para dar servicio a las demandas que se exigen en el mantenimiento y conservación de una red tranviaria.

La parcela escogida se sitúa en el término municipal de Santander, en un área que está calificada como urbanizable por el PGOU de 1997. Esta se encuentra lindando con las S-30 al oeste y el Ferrocarril de Santander a Oviedo al norte.

Para acceder a la parcela se debe realizar un ramal técnico desde la parada de PCTCAN hasta el complejo de cocheras.

Ilustración 60. Ubicación de la parcela destinada a cocheras y talleres

2. MANTENIMIENTO

2.1. FUNCIONES

Las funciones del edificio de Talleres y Cocheras son los siguientes:

- Estacionamiento durante la noche de las unidades móviles.
- Lavado exterior y limpieza interior de las unidades móviles.
- Intervención de mantenimiento preventivo y correctivo de las unidades móviles.
- Almacén de los materiales empleados en el mantenimiento de las unidades móviles.
- Zona para personal: oficinas para los jefes de taller, personal de administración, vestuarios y zonas de estancia para los empleados y salas de formación.
- Centro de Control de Tráfico del Tranvía.

2.2.MATERIAL MÓVIL

El material móvil previsto para tiene una longitud de 32 metros y se prevén 15 unidades para cubrir las necesidades, estando 2 de ellas en reserva realizándose mantenimiento ligero y 1 más en mantenimiento más completo que no podría ser usada en caso de incidencia. Para el dimensionamiento de las instalaciones del taller y estacionamiento se ha tenido en cuenta para una posible ampliación de las unidades hasta los 7 módulo y los 45 metros de longitud.

2.3.OPERACIONES A REALIZAR EN EL TALLER

2.3.1. INTERVENCIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y TORNEADO

Son las intervenciones programadas del mantenimiento del material motor en las que se comprueban el correcto funcionamiento de los equipos. Hay cuatro tipos de inspecciones que varían en cuanto al alcance y la duración de la misma, clasificándose como PV, P0, P1 y P2, y marcándose la candencia según la cantidad de kilómetros recorridos. El torneado de ruedas es una operación independiente que se debe realizar cada 15.000 km.

Tabla 55. Resumen de las intervenciones en el taller.

INTERVENCIÓN	CADENCIA DE REPARACIONES [KM]	DURACIÓN	PERSONAL NECESARIO
PV	2.500	3 h	2
P0	5.000	6 h	3
P1	15.000	8 h	3
P2	90.000	36 h	5
TORNEADO	15.000	8 h	1

Intervención PV

- Se realiza en su totalidad en el foso de revisión. Casi todas las pruebas y revisiones se realizan con la unidad en marcha. Se necesitan 2 personas para realizar la inspección.
- La revisión incluye el llenado de los areneros.

Intervención P0

- Se divide en 3 partes principales:
  - La primera parte dura unos 30 minutos, realizándose con la unidad en marcha sobre el foso de revisión.
  - La siguiente parte se realiza con la unidad en parado.
  - La última parte, consta de una serie de revisiones que se realizan con la unidad en marcha sobre el foso.
- Se incluye también el llenado de los areneros.

Intervención P1

- Al igual que en la revisión P0 se puede dividir en 3 partes principales:
  - Primero, se comprueban los equipos en marcha sobre el foso.
  - Se continúa con revisiones en parado sobre el foso.
  - Se finaliza con revisiones y controles con la unidad en marcha.
- Al igual que en las revisiones anteriores se realiza el llenado de areneros.

Intervención P2

- Esta revisión supone la más profunda de todas y se deben desmontar los grandes equipos como: bogies, compresores, pantógrafos y motores de tracción.
- Las etapas principales son:
    - En la primera etapa, desmontaje de los bogies y sustitución por unos ya revisados. Primero en la vía de foso se desmontan ciertos aparatos para posteriormente ser levada a la vía de levante donde se retiran los bogies sustituyéndolos por los revisados.
    - En la segunda fase se traslada a la vía de foso donde se desmontan demás equipos a inspeccionar, compresores, pantógrafos y motores de tracción.
    - Se finaliza con la puesta en marcha de la unidad.
- Estas revisiones se realizan a lo largo de 3 jornadas.

Torneado de ruedas

- El torneado se realiza en el foso donde está dispuesto el torno, sobre el que van situándose los ejes para ser torneados.
- El tiempo para una unidad es de una jornada, situando el tiempo por eje en 1,5 h.

2.3.2. INTERVENCIONES DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Son todas las intervenciones imprevistas que se originan por fallos del material, accidentes, vandalismo y demás situaciones en las que las unidades quedan inútiles.

3. TRAZADO

Dentro del recinto de cocheras y talleres la velocidad se ha limitado a 15 km/h ya que para minimizar el espacio usado y maximizar el aprovechamiento de la parcela se han dispuesto radios de hasta 20 m, sin curvas de transición. En alzado, la parcela se ha diseñado totalmente horizontal.

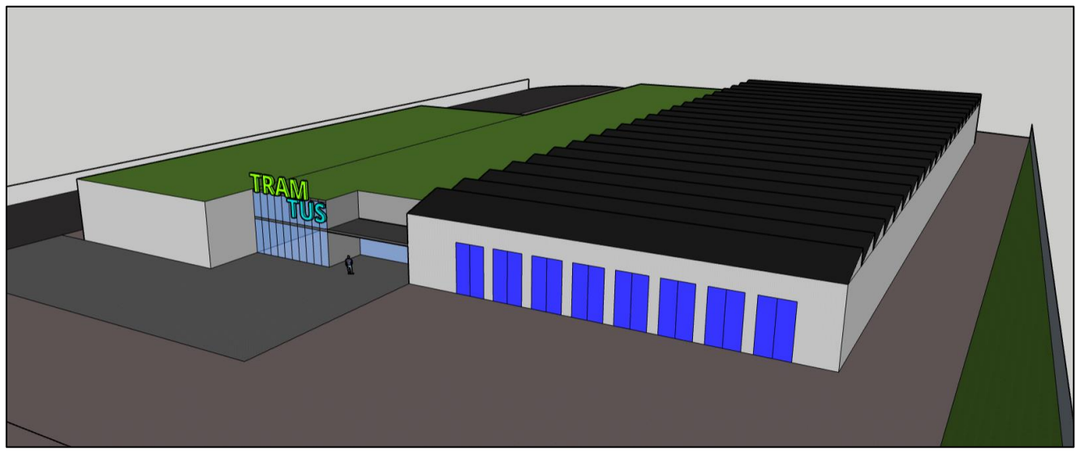


Ilustración 61.Render de las futuras cocheras en Sketchup

4. DESCRIPCIÓN GENERAL

La parcela destinada a talleres y cocheras tiene una superficie total de 20.100 m^2, y esta compuesta por 3 edificios diferenciados. Por un lado, está el edificio de vías de taller (en naranja en la imagen), con 3 vías de 50 metros en las que se dispondrán el foso, la vía de levante, la vía de pintura y el foso de torneado de ruedas. Anexo a este edificio se sitúa la vía de lavado (en azul en la imagen).

Entre los dos edificios para el material móvil está el edificio de oficinas y personal (en verde en la imagen), que tendrá dos plantas y también albergará el almacén, los bancos de reparación y el centro de control de la red de tranvía. El último edificio se corresponde con las cocheras (en granate en la imagen) donde descansará el material móvil, y que constará con 6 vías de 105 metros de longitud con capacidad para 18 unidades de 32 metros, de forma que descansarán 3 unidades por vía. Del mismo se prevé la ampliación de la nave de cocheras con dos vías más (en rojo en la imagen) de la misma longitud, para que en caso de que se añadan módulos extras a los tranvías alcanzando la longitud de 45 metros, estos puedan ser almacenados adecuadamente. En esa situación hipotética, en cada vía quedarían almacenados dos tranvías.

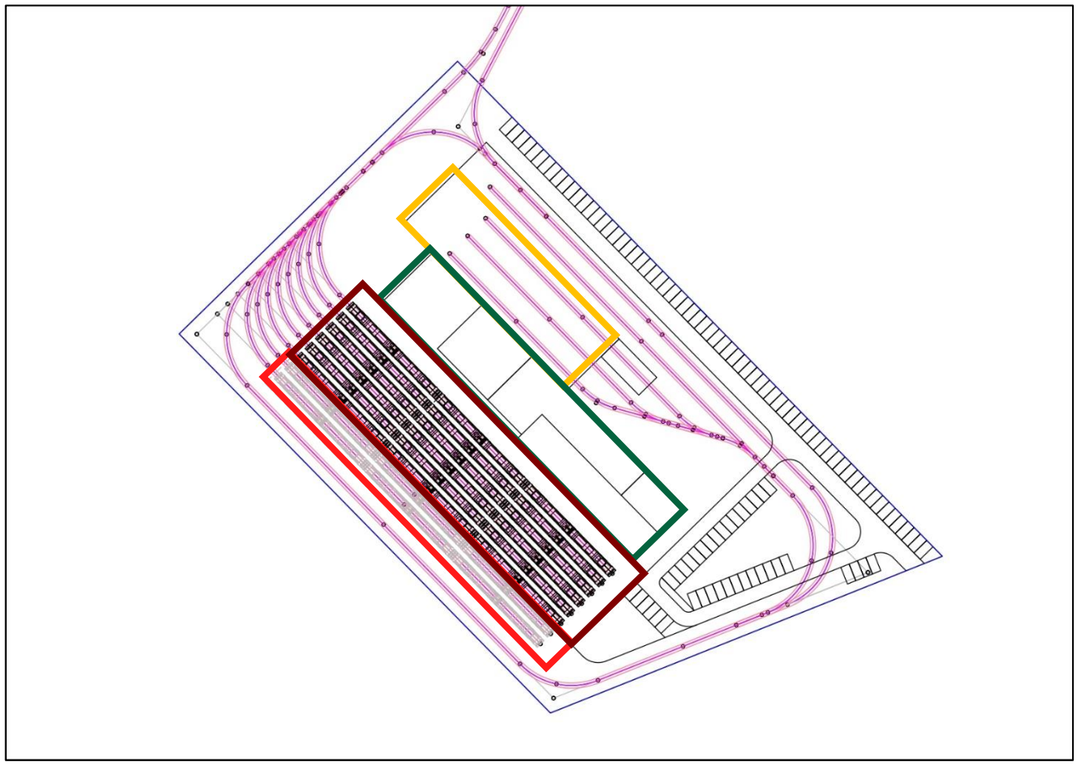


Ilustración 62.Parcela de talleres, cocheras y centro de mando.

5. DESCRIPCIÓN FUNCIONAL POR ÁREAS

5.1. VÍAS DE COCHERAS

Las vías de cocheras estarán compuestas por una playa de 8 vías en las que en cada vía se podrá estacionar 2 unidades, teniendo una capacidad de hasta 16 tranvías.

Tabla 56. Ficha resumen de vías de cocheras

Dimensiones	Longitud (m)	110,00
	Anchura (m)	39,00
	Altura (m)	5,5
	Superficie (m^2)	4290,00
Instalaciones generales		Iluminación Aire comprimido Fuerza Agua Voz y datos
Maquinaria especifica		Surtidores de arena e instalaciones auxiliares

5.2.VÍA DE TORNO

La vía de torno estará ubicada previa a la vía de foso, disponiendo de una longitud de 15 metros.

Tabla 57. Ficha resumen de vía de torno

Dimensiones	Longitud (m)	15,00
	Anchura (m)	6,00
	Altura (m)	7,5
	Superficie (m^2)	90,00
Instalaciones generales		Iluminación Aire comprimido Fuerza Voz y datos Calefacción/ventilación
Maquinaria especifica		Tomo de foso

5.3.VÍA DE PINTURA

La vía de pintura se situará en la zona de talleres y dispondrá de una vía completa para las tareas de pintura.

Tabla 58. Ficha resumen de vía de pintura

Dimensiones	Longitud (m)	50,00
	Anchura (m)	6,00
	Altura (m)	7,5
	Superficie (m^2)	300,00
Instalaciones generales		Iluminación Aire comprimido
		Insuflación de aire Aire caliente Chimeneas Barquillas
Maquinaria especifica		Máquina de pintura

5.4.VÍA DE FOSO

La vía de foso se sitúa a continuación del torneado de ruedas, por ello dispone de la dimensión justa para una unidad de 7 módulos.

Tabla 59. Ficha resumen de vía de foso

Dimensiones	Longitud (m)	45,00
	Anchura (m)	6,00
	Altura (m)	7,5
	Superficie (m^2)	270,00
Instalaciones generales		Iluminación Aire comprimido Fuerza Voz y datos Calefacción/ventilación
Maquinaria especifica		Plataformas de revisión Puente grúa de 15 t

5.5.VÍA DE LEVANTE

La vía de levante se sitúa en el edificio de talleres y dispone de una longitud de 45 metros, suficiente para acomodar una unidad de 7 módulos.

Tabla 60. Ficha resumen de vía de levante

Dimensiones	Longitud (m)	45,00
	Anchura (m)	6,00
	Altura (m)	7,5
	Superficie (m^2)	270,00
Instalaciones generales		Iluminación Aire comprimido Fuerza Voz y datos Calefacción/ventilación
Maquinaria especifica		Puente grúa de 15 t Sistema de elevación de unidades

5.6.VÍA DE LAVADO

La vía de lavado se sitúa anexa al edificio de talleres, pero en el exterior de este, para que no haya afección del agua dentro del edificio del taller.

Tabla 61. Ficha resumen de vía de lavado

Dimensiones	Longitud (m)	60,00
	Anchura (m)	7,00
	Altura (m)	6,5
	Superficie (m^2)	420,00
Instalaciones generales		Iluminación Aire comprimido Fuerza Agua
Maquinaria especifica		Túnel de lavado e instalaciones auxiliares

5.7.TALLER

La superficie del taller de mantenimiento permite el correcto mantenimiento de las piezas revisadas.

Tabla 62. Ficha resumen del taller

Dimensiones	Longitud (m)	45,00
	Anchura (m)	10,00
	Altura (m)	6,5
	Superficie (m^2)	560,00
Instalaciones generales		Iluminación Aire comprimido Fuerza Agua
Maquinaria especifica		Bancos de trabajo Taladro Esmeril

5.8.ALMACÉN DE MATERIAL

El almacén de material se sitúa en el edificio entre las cocheras y el taller y dispondrá del material necesario para realizar las revisiones y reparaciones.

Tabla 63. Ficha resumen del almacén de material

Dimensiones	Longitud (m)	20,00
	Anchura (m)	18,00
	Altura (m)	6,5
	Superficie (m^2)	360,00
Instalaciones generales		Iluminación Aire comprimido Fuerza Calefacción/ventilación
Maquinaria especifica		Puente-grúa 3 t

5.9.ZONA DE OFICINAS

Para la zona de oficinas de las instalaciones de cocheras y talleres, así como el centro de control se necesitarán los siguientes elementos:

- 2 vestuarios para personal de material móvil
- 2 vestuarios para personal de talleres
- Vestíbulo
- Control
- Archivo
- Sala multiusos
- Comedor
- Sala de descanso
- Botiquín
- Despachos de control
- Aseos
- Despachos
- Administración

5.10. CENTRO DE CONTROL

Para el centro de control se necesitará los siguientes elementos.

- 6 puestos de control
- Videowall
- Aseos

ANEJO 12. MATERIAL MÓVIL

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 2

2. CARACTERÍSTICAS DE LOS TRANVÍAS ACTUALES 2

3. CARACTERÍSTICAS GENERALES 2

3.1. ANCHURA Y ALTURA DEL VEHÍCULO 3
3.2. CAPACIDAD 3
3.3. ALTURA DEL PISO 3
3.4. PESOS Y CARGAS 3

4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA 3

4.1. PENDIENTES MÁXIMAS 3
4.2. RADIOS DE GIRO 3
4.3. PERALTE 3

5. PRESTACIONES 3

5.1. VELOCIDAD MÁXIMA 3
5.2. ACELERACIÓN 3
5.3. DECELERACIÓN 3
5.3.1. FRENADO DE SERVICIO 3
5.3.2. FRENADO DE EMERGENCIA 3
5.3.3. FRENO DE ESTACIONAMIENTO 3

6. RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS UNIDADES 4

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. UNIDAD ARTICULADA DE 5 MÓDULOS (35M) PARA EL TRANVÍA DE BUDAPEST. FUENTE: CAF 2
ILUSTRACIÓN 2. UNIDAD ARTICULADA DE 7 MÓDULOS (45 M) PARA EL TRAM DE ALICANTE. FUENTE: STADLER 2

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL MATERIAL MÓVIL 4

1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo presenta las principales características del material móvil que se seleccione para la nueva red de tranvía de Santander.

Los criterios de diseño y fabricación del vehículo tendrán por objeto la definición de soluciones que aseguren los siguientes aspectos funcionales:

- Operación: las prestaciones del vehículo deberán cumplir con una operación fácil, segura, fiable y confortable.
- Mantenimiento: El material móvil se diseñará con especial atención a la modularidad, para una posible ampliación del vehículo con módulos extras. Además, se pondrá el foco en la estandarización y el fácil acceso a los equipos y componentes que requieran de inspecciones periódicas.

2. CARACTERÍSTICAS DE LOS TRANVÍAS ACTUALES

Los actuales tranvías son capaces de transportar hasta 400 viajeros en una sola unidad, aunque la mayoría de los modelos rondan entre los 150 y los 300 pasajeros. Esto da una mayor capacidad de transporte a una línea en comparación con un autobús, haciendo las líneas de tranvías ideales a partir de 40.000 viajeros diarios, llegando a haber líneas en Francia que alcanzan las 120.000 personas transportadas al día.

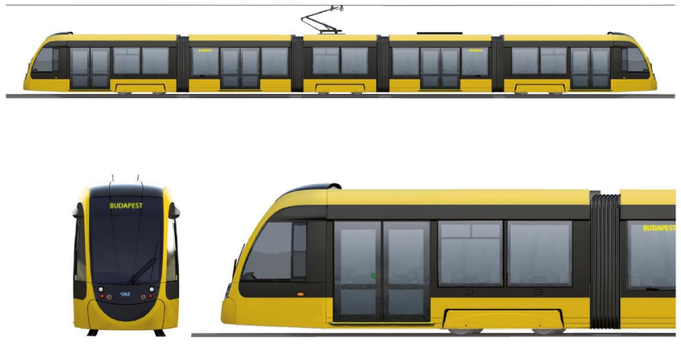


Ilustración 63. Unidad articulada de 5 módulos (35m) para el tranvía de Budapest. Fuente: CAF

Las nuevas tecnologías han permitido desarrollar unidades con gran flexibilidad para cada tipo de trazado, adaptándolas a las características de cada línea de la mejor manera posible. Los trazados tranviarios se han clasificado en 3 grupos dependiendo de sus características con el entorno y debido a ello se han desarrollado distintas soluciones que se adaptan a sus requisitos: tranvía, metro ligero y tren-tranvía.

Los trazados tranviarios se definen como aquellos que comparten calzada con algún otro tipo de tráfico, como vehículos privados o autobuses. Son trazados preferentemente urbanos en los que en la actualidad se tiende a utilizar vehículos 100% con piso bajo para facilitar la accesibilidad.

Debido al trazado preminentemente urbano del trazado planeado se escoge el sistema de tranvía como material móvil a adquirir. Además, el trazado, aunque tenga tramos en los que la plataforma está exclusivamente reservada para él, también hay otros donde comparte calzada con el resto de vehículos y por consiguiente también compartirá ciertas paradas con los autobuses urbanos, así que no se puede adquirir trenes ligeros de plataforma alta ya que serían incompatibles con los autobuses o no serían accesibles para personas con movilidad reducida.

Ilustración 64. Unidad articulada de 7 módulos (45 m) para el TRAM de Alicante. Fuente: Stadler

3. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Los tranvías actuales tienen una mayor variedad de oferta que permite una mayor flexibilidad a la hora de escoger tanto el trazado más adecuado como el modelo más idóneo. Por ello se exigen cierto tipo de características que pueden venir por la parte de los usuarios y otras se centran en las características del propio trazado.

Es por ello por lo que las unidades seleccionadas deberán disponer de piso bajo en el 100% de su longitud, estando compuesto por módulos sobre motores y módulos flotantes unidos entre si mediante articulaciones que permitan el paso libre de pasajeros entre extremos del vehículo.

El número de bogies motores de cada unidad será tal que cumpla con los requisitos de operación, considerando las pendientes máximas del trazado. Además, de acuerdo con el dimensionamiento de las paradas la longitud de la unidad básica estará comprendida entre los 30 y 35 m.

La distribución y la anchura de las puertas debe ser suficiente para permitir un acceso y descenso de pasajeros rápido. La unidad dispondrá de 6 puertas por lado, que estarán enfrentadas entre sí. Al menos 4 de ellas serán de hoja doble, pudiendo ser las puertas de los módulos extremos ser de hoja simple. Además, se añadirá un dispositivo de validación de billetes en cada puerta que dispondrá de validación tanto física como sin contacto.

Deberán tener cabinas de conducción en ambos extremos, pudiendo ser unidades bidireccionales y evitando la introducción de bucles de retorno en el trazado. Del mismo modo, deberá destinar espacios para personas con movilidad reducida y carritos de bebé, que sean fácilmente accesible por puertas de doble hoja y sin obstáculos intermedios. La vida útil mínima de cada unidad será de 30 años, considerando un kilometraje de 100.000 km/año.

3.1. ANCHURA Y ALTURA DEL VEHÍCULO

La anchura establecida para el gálibo de trazado es de 2,65 m. Así mismo, la altura de la unidad con el pantógrafo abatido no superará los 4 m.

3.2.CAPACIDAD

La capacidad de cada unidad rondará los 200 pasajeros en condiciones normales, contando con que todos los asientos se encuentren ocupados y una densidad media de 3,5 pax/m^2. El número de asientos oscilará entre los 40 y 60.

La distribución interior de los asientos permitirá tener zonas con asientos enfrentados 2+2 para los viajes más largos en los módulos que no dispongan de puertas a zonas con asientos en línea permitiendo mayores espacios para trayectos más cortos, permitiendo una mayor afluencia de viajeros sin reducir el confort. Así mismo, deberá disponerse de dos zonas para PMR totalmente accesibles desde puertas de doble hoja y adecuadas para el estacionamiento seguro de sillas de ruedas.

3.3.ALTURA DEL PISO

El material móvil será 100% de piso bajo, permitiendo el paso de extremo a extremo de los pasajeros. La altura del piso del tranvía respecto de la cabeza del carril se situará a 300 mm, en un rango de 50 mm dependiendo de la carga y el desgaste de las ruedas.

Las rampas interiores del interior en sentido transversal deberán ser inapreciables por los pasajeros.

3.4.PESOS Y CARGAS

El peso del tranvía será lo más reducido posible, considerándose una carga extraordinaria de 8 pax/m^2 con un peso de 70 kg/pax la carga por eje no superará las 12 t. Los bogies tendrán un peso máximo de 5.000 kg, ya sean motores o remolques.

4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA

4.1. PENDIENTES MÁXIMAS

La pendiente máxima del trazado llega a alcanzar prácticamente las 80 milésimas en dos tramos, tanto en el túnel urbano entre las Estaciones y la Avenida de Los Castros como en el inicio del ramal del PCTCAN en la calle Torres Quevedo. El material móvil que opere en la línea debe ser capaz de realizar paradas y arranques de manera segura en dichos tramos, con carga extraordinaria de 8 pasajeros/m^2.

4.2.RADIOS DE GIRO

El radio mínimo de las líneas será de 30 metros en vía general, mientras que en las cocheras el radio se ha reducido hasta los 20 metros. El material móvil seleccionado deberá ser capaz de circular de manera segura y estable por dichos tramos, con la consiguiente reducción de velocidad acorde al radio para que la aceleración no compensada solamente sea de 65 m/s^2.

4.3.PERALTE

No existe peralte en la línea así que no existe limitación alguna en este apartado.

5. PRESTACIONES

5.1. VELOCIDAD MÁXIMA

En condiciones normales de circulación y con el tranvía a carga máxima ordinaria (6 pax/m^2) deberá alcanzar de manera normal y permanente una velocidad de al menos 70 km/h, aun estando limitada la velocidad comercial a 50 km/h.

El tranvía deberá disponer de sistema de velocidad prefijada, que pueda usarse tanto en servicio comercial como principalmente en cocheras y talleres, para realizar los movimientos y traslados con total seguridad y precisión.

5.2.ACELERACIÓN

La aceleración máxima requerida al material móvil será de 1,2 m/s^2, con independencia de su carga hasta el valor de carga máxima nominal (6 pax/m^2), estando en vía recta y horizontal. En esas mismas condiciones la aceleración media entre 0 y 40 km/h será al menos de 1,1 m/s^2 y la de 0 a 70 km/h será de 0,8 m/s^2, con un jerk máximo en arranque de 0,8 m/s^3. No se deberán producir patinajes para alcanzar estos valores.

En caso de avería de una unidad de tracción del vehículo, el material móvil podrá arrancar en máxima pendiente de la línea y con carga extraordinaria (8 pax/m^2). En caso de que un tranvía quede inmovilizado y no pueda reemprender la marcha por sus propios medios, será socorrido por otro tranvía vacío que se acoplará y deberá ser capaz de llevarlo a cocheras con unas prestaciones que permitan superar la máxima rampa con carga extraordinaria.

5.3.DECELERACIÓN

5.3.1. FRENADO DE SERVICIO

La desaceleración media producida por el freno de servicio para un composición básica en línea recta y horizontal y para cualquier estado de carga será de 1,2 m/s^2. El jerk máximo para el freno de servició será de 0,8 m/s^3.

Se aplicará preferentemente el freno eléctrico que en caso de no ser suficiente para alcanzar el frenado requerido se aplicará el frenado por fricción. Si alguno de los sistemas de freno falla se circulará a velocidad limitada.

5.3.2. FRENADO DE EMERGENCIA

El frenado de emergencia cumplirá con los niveles exigidos de desaceleración y jerk de la norma UNE-EN 13452-1 para tranvías y vehículos ferroviarios ligeros.

Se basará en la combinación del freno electrodinámico, mecánico y freno por medio de patines electromagnéticos, independiente de la adherencia rueda-carril. La desaceleración de frenado de emergencia será superior a 2,4 m/s^2 para cualquier estado de carga.

5.3.3. FRENO DE ESTACIONAMIENTO

La unidad llevará equipada un sistema de freno de estacionamiento que la permita mantenerse detenido con carga extraordinaria sobre la pendiente máxima de la línea por un tiempo ilimitado.

6. RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS UNIDADES

En la siguiente tabla se muestran las características que deben tener los vehículos:

Tabla 64. Resumen de las características técnicas del material móvil

CARACTERÍSTICA	VALOR
LONGITUD	30-35 m
ANCHURA	2,65 m
ALTURA	4,00 m
CAPACIDAD (SENTADOS)	200 (40-60)
ALTURA DEL PISO	300 mm
CARGA MÁXIMA POR EJE	12 t
RAMPA MÁXIMA	80‰
RADIO MÍNIMO (EXCEPCIONAL)	30 m (20 m)
VELOCIDAD MÁXIMA	70 km/h
ACELERACIÓN	1,2 m/s^2
FRENADO	1,2 m/s^2
UNIDADES ACOPLADAS	2

Según lo determinado por el estudio de demanda se necesitará de un total de 15 unidades para satisfacer la frecuencia.

ANEJO 13. EXPLOTACIÓN

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 2

2. DEMANDA 2

3. PROPUESTA DE OPERACIÓN 2

3.1. FRECUENCIA 3
3.2. TIEMPO EN PARADAS 3
3.3. TIEMPO EN CABECERA 3
3.4. TIEMPO DE RECORRIDO 4

4. CÁLCULO DE LA FLOTA 4

5. DIMENSIONAMIENTO DE PERSONAL 4

5.1. PERSONAL DE MANTENIMIENTO DE LAS UNIDADES 5
5.2. PERSONAL DE MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES 5
5.3. MAQUINISTAS 5
5.4. PUESTO DE MANDO 5
5.5. PERSONAL AUXILIAR 5
5.6. RESUMEN DE PERSONAL 5

6. COSTES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO 5

6.1. COSTE DIRECTO 5
6.1.1. COSTE DE PERSONAL 5
6.1.2. COSTE ENERGÉTICO 5
6.1.3. COSTES DE MANTENIMIENTO 5
6.1.4. OTROS COSTES DIRECTOS 6
6.1.5. TOTAL COSTES DIRECTOS 6
6.2. COSTES INDIRECTOS 6
6.3. OTROS COSTES 6
6.4. COSTES TOTALES 6

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. ESQUEMA DE VÍAS DEL TRAZADO 3

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. PROYECCIONES DE DEMANDA SOBRE EL % CALCULADO 2
TABLA 2. HORARIO DE SERVICIO DE INVIERNO 3
TABLA 3. HORARIO DE SERVICIO EN SEMANA GRANDE 3
TABLA 4. TIEMPOS DE RECORRIDO COMERCIAL 4
TABLA 5. HORARIO DÍA LABORABLE EN LA FRANJA DE 7:30 – 9:00 4
TABLA 6. HORAS ANUALES REQUERIDAS POR EL PERSONAL DE TALLER 5
TABLA 7. RESUMEN DEL PERSONAL NECESARIO 5
TABLA 8. COSTES DE MANTENIMIENTO DESGLOSADOS 6
TABLA 9. COSTES DIRECTOS 6
TABLA 10. COSTES TOTALES 6

ÍNDICE DE GRÁFICOSRÁFICOS

GRÁFICO 1. DEMANDA PREVISTA 2
GRÁFICO 2. DIAGRAMA DE ROTACIÓN EN CABECERA 4

1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se va a describir el sistema de explotación de la línea de tranvía, así como los costes asociados a la explotación y mantenimiento de la infraestructura. El análisis se basa en los datos obtenidos del estudio de demanda.

2. DEMANDA

La demanda se plantea para el año 3 desde la puesta en servicio, es decir en ese año se alcanza el 100%. Para los dos primeros años desde la puesta en marcha se supone un 85% de la demanda prevista para el primer año y un 8% superior en el segundo año para alcanzar el 93% de la demanda prevista.

Tras el crecimiento de los 3 primeros años se estima un crecimiento anual del 1% durante los 10 siguientes años y a partir de ese momento un crecimiento del 0,5 %.

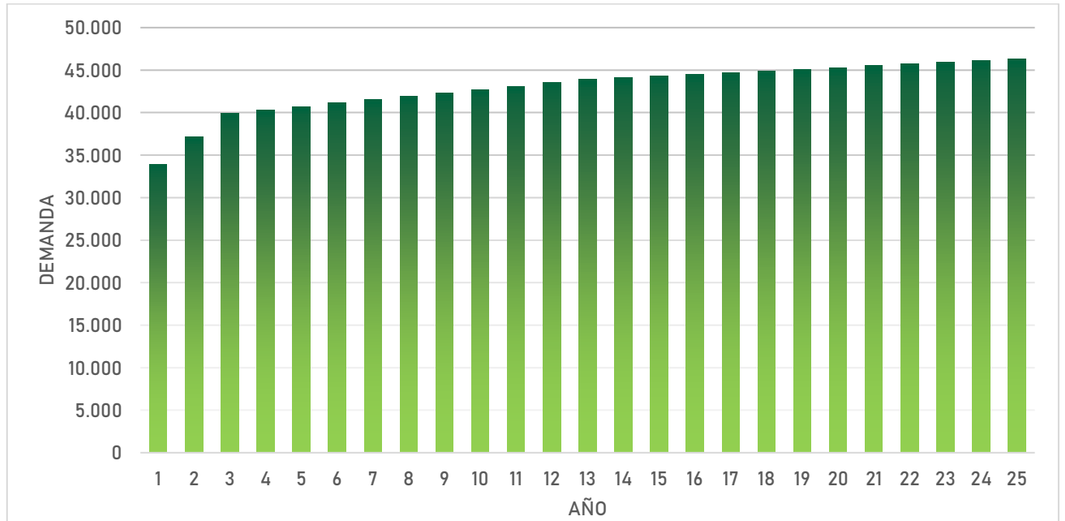


Gráfico 11. Demanda prevista

Tabla 65. Proyecciones de demanda sobre el % calculado

AÑO	TASA CRECIENTO	% SOBRE DEMANDA CALCULADA	DEMANDA
1	8%	85,0%	33.931
2	7%	93,0%	37.125
3	1%	100,0%	39.919
4	1%	101,0%	40.318
5	1%	102,0%	40.718
6	1%	103,0%	41.117
7	1%	104,0%	41.516
8	1%	105,0%	41.915
9	1%	106,0%	42.314
10	1%	107,0%	42.714
11	1%	108,0%	43.113
12	1%	109,0%	43.512
13	0,5%	110,0%	43.911
14	0,5%	110,5%	44.111
15	0,5%	111,0%	44.310
16	0,5%	111,5%	44.510
17	0,5%	112,0%	44.710
18	0,5%	112,5%	44.909
19	0,5%	113,0%	45.109
20	0,5%	113,5%	45.308
21	0,5%	114,0%	45.508
22	0,5%	114,5%	45.707
23	0,5%	115,0%	45.907
24	0,5%	115,5%	46.107
25	0,5%	116,0%	46.306

3. PROPUESTA DE OPERACIÓN

La línea es de doble sentido de circulación, con vía doble en todo su recorrido y se prevén 22 paradas, de las cuales una de ellas es subterránea y el resto en superficie. Las paradas tienen los andenes laterales excepto dos, que tienen un único andén central.

La conducción del tranvía se realizará con el sistema de marcha a la vista, en el que el conductor es quien toma la responsabilidad de la conducción sin el respaldo de sistemas de seguridad más allá del hombre muerto. Esto se debe al carácter urbano del tranvía, que, aunque tenga un tramo subterráneo, este no es lo suficientemente largo como para justificar la instalación de un sistema de seguridad específico.

La circulación se realizará por la derecha, excepto en posibles servicios parciales en el tramo entre Valdecilla Sur y Estaciones al estar las plataformas divididas en dos calles distintas. En situaciones degradadas también se podrá optar por la circulación por la izquierda en caso de necesidad de retirar alguna unidad o también en el acceso a cocheros o terminales.

Los tranvías se detendrán en todas las paradas, ya que no existen paradas que sean previa solitud, al estilo de los autobuses urbanos. En las terminales se realizará la regulación de tiempos.

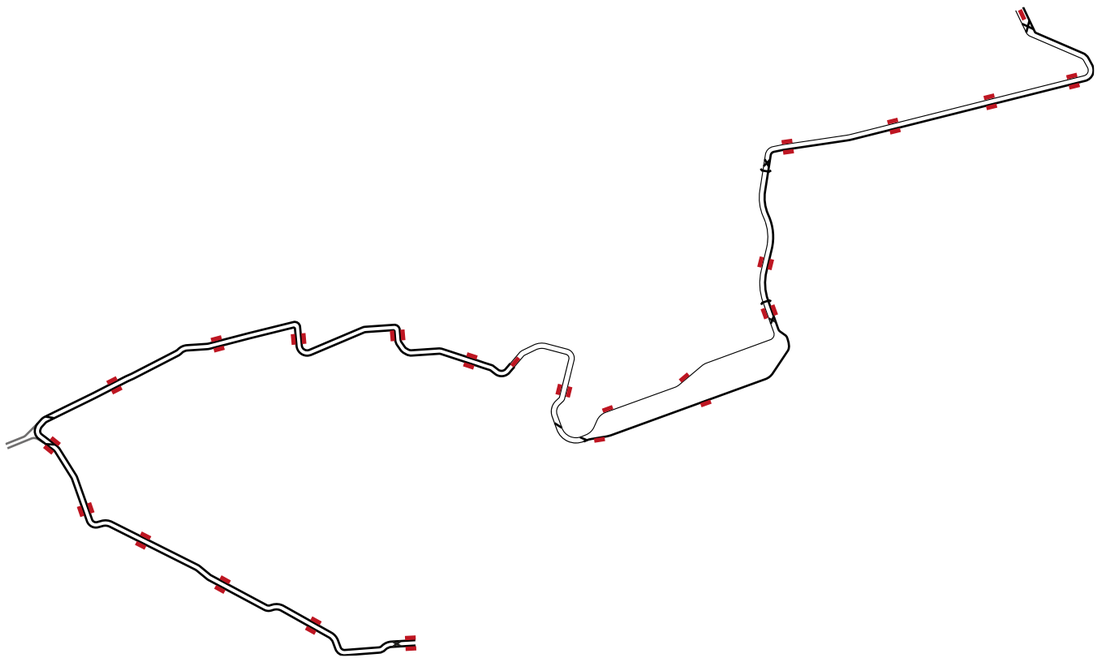


Ilustración 65. Esquema de vías del trazado

3.1. FRECUENCIA

Se ha establecido una frecuencia punta de 6 minutos en toda la línea, siendo la frecuencia en horas valle de 10 minutos. La frecuencia punta se podría aumentar en un futuro hasta los 5 minutos o en caso de previsión de altas demandas, como pueden ser las fiestas de Santander o un partido de futbol en el Sardinero.

Los horarios y frecuencias considerados han sido los siguientes:

Tabla 66. Horario de servicio de invierno

HORA INICIO	HORA FIN	LABORABLE	SÁBADO	DOMINGO/FESTIVO
6:00	7:30	10 min	10 min	10 min
7:30	9:00	6 min	10 min	10 min
9:00	11:00	6 min	6 min	10 min
11:00	13:00	6 min	6 min	6 min
13:00	16:00	10 min	10 min	10 min
16:00	19:00	6 min	6 min	6 min
19:00	22:00	6 min	6 min	10 min
22:00	23:00	10 min	10 min	10 min
23:00	2:00	-	10 min	-

En la Semana Grande de Santander se ha previsto un horario ininterrumpido durante toda la semana de fiestas, dando servicio nocturno. Para el servicio nocturno se reduce la frecuencia a 3 tranvías/hora, ya que, aunque exista afluencia de viajeros esta no será tan importante como durante el resto del horario. El horario y las frecuencias previstas son las siguientes:

Tabla 67. Horario de servicio en Semana Grande

HORA INICIO	HORA FIN	LABORABLE	SÁBADO	DOMINGO/FESTIVO
6:00	7:30	10 min	10 min	10 min
7:30	9:00	10 min	10 min	10 min
9:00	11:00	6 min	6 min	6 min
11:00	13:00	6 min	6 min	6 min
13:00	16:00	6 min	6 min	6 min
16:00	19:00	6 min	6 min	6 min
19:00	22:00	6 min	6 min	6 min
22:00	00:00	10 min	10 min	10 min
00:00	6:00	20 min	20 min	20 min

3.2.TIEMPO EN PARADAS

Se considera el tiempo en paradas el tiempo necesario para realizar la salida de los viajeros del tranvía y el acceso de los nuevos pasajeros al mismo.

La unidad de 30 metros de longitud que se prevé emplear posee 6 puertas de entrada y salida, con 4 puertas de doble hoja que se considera que dispone de 2 líneas de acceso y 2 puertas simples con una línea de acceso, lo que hacen un total de 10 líneas de acceso.

Se ha supuesto que por cada una de esas líneas puede existir un flujo de 1 pasajero por segundo, dando un total de 10 pasajeros por segundo. Con los datos de demanda obtenidos se espera que el flujo máximo de sube-baja en parada es de 200 pasajeros, por lo que el tiempo en parada se fija en 20 segundos.

En cuanto al tiempo de parada, cabe destacar que es un dato teórico y general y hasta que no se inicie la explotación no se puede conocer con exactitud ese valor, y no se pueden parametrizar todos los casos particulares que se puedan producir, que quedan absorbidos por los tiempos de cabecera.

Estos tiempos en parada se podrán ajustar una vez se obtengan datos reales de la explotación del sistema y de la elección de la tecnología tranviaria, optimizando así los recursos necesarios para la operación de la línea.

3.3.TIEMPO EN CABECERA

El tiempo en cabecera es el mínimo intervalo existente entre la llegada del tranvía a la terminal y su puesta a punto para su salida, después de haber realizado todas las operaciones necesarias como los cambios de vía y de cabina.

Para poder estimar el tiempo en cabecera se ha partido de la experiencia de otras líneas existentes en las que se producen movimientos similares.

En el proyecto del tranvía de Santander se han previsto ambas terminales con un bretelle previo al andén de la propia terminal.

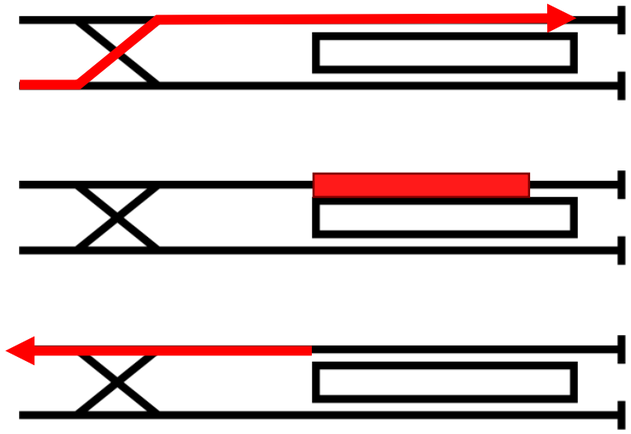


Gráfico 12. Diagrama de rotación en cabecera

El tiempo mínimo entre la desconexión de la cabina, el cambio de una cabina a la otra y la conexión de la nueva cabina es de 80 segundos. Además de este tiempo hay que añadirle el tiempo necesario para absorber los retrasos, conocido como colchón.

3.4.TIEMPO DE RECORRIDO

El tiempo de itinerario es el propio tiempo del recorrido más el tiempo que la unidad está detenida en las paradas cargando y descargando pasajeros. A continuación, se mostrará el tiempo de recorrido:

Tabla 68. Tiempos de recorrido comercial

RECORRIDO	TIEMPO
CENTRO COMERCIAL > EL SARDINERO	34’ 36”
EL SARDIENRO > CENTRO COMERCIAL	34’ 26”
TIEMPO DE REBOTE	2’
TOTAL	1 H 11’ 2”

4. CÁLCULO DE LA FLOTA

El número de vehículos que se necesitarán depende directamente de la frecuencia y del tiempo que se necesita para realizar el recorrido. También se debe tener en consideración las unidades que se encuentran apartadas en talleres ya sea por revisión o avería y las unidades de reserva en caso de cualquier incidencia.

Tomando como referencia la frecuencia de la hora punta de las mañanas de los días laborables se determina el siguiente horario:

Tabla 69. Horario día laborable en la franja de 7:30 – 9:00

IDA		VUELTA	
CENTRO COMERCIAL	EL SARDINERO	EL SARDINERO	CENTRO COMERCIAL
7:30:00	8:04:36	7:30:00	8:04:26
7:36:00	8:10:36	7:36:00	8:10:26
7:42:00	8:16:36	7:42:00	8:16:26
7:48:00	8:22:36	7:48:00	8:22:26
7:54:00	8:28:36	7:54:00	8:28:26
8:00:00	8:34:36	8:00:00	8:34:26
8:06:00	8:40:36	8:06:00	8:40:26
8:12:00	8:46:36	8:12:00	8:46:26
8:18:00	8:52:36	8:18:00	8:52:26
8:24:00	8:58:36	8:24:00	8:58:26
8:30:00	9:04:36	8:30:00	9:04:26
8:36:00	9:10:36	8:36:00	9:10:26
8:42:00	9:16:36	8:42:00	9:16:26
8:48:00	9:22:36	8:48:00	9:22:26
8:54:00	9:28:36	8:54:00	9:28:26
9:00:00	9:34:36	9:00:00	9:34:26

Con esta tabla se comprueba que el tranvía que parte de cualquiera de las cabeceras a las 7:30:00 llega a su destino con tiempo suficiente para que sumándole los tiempos de cambio de cabina que se han supuesto de 80 segundos de tiempo para que inicie el siguiente servicio de las 8:06:00.

Por lo que en el periodo entre las 7:30:00 y las 8:06:00 de cada cabecera parten 6 tranvías, así que se necesita una flota de 12 tranvías en circulación simultáneamente.

A esta cifra hay que añadir los tranvías que se quedan en cocheras en labores de mantenimiento, limpieza o en reserva. Se ha estimado que dos unidades deben quedarse en talleres para las tareas de mantenimiento, mientras que otras dos unidades deben quedarse en reserva para cubrir cualquier incidencia que pueda surgir. Estas dos unidades en reserva, podrán también estar en mantenimientos ligeros, y en caso de incidencia poder partir en pocos minutos.

Teniendo en cuenta estos factores se determina que la flota necesaria para cubrir las necesidades en hora punta (frecuencia de 6 minutos) es de 16 unidades.

5. DIMENSIONAMIENTO DE PERSONAL

Se ha realizado una estimación del personal que trabajará en las instalaciones del tranvía subdividiéndolo en 5 grupos principales.

- Personal de mantenimiento de las unidades.
- Personal de mantenimiento de las instalaciones.
- Maquinistas.
- Puesto de mando.
- Personal auxiliar:

- Limpieza de material móvil.
- Limpieza de las instalaciones.
- Seguridad.
- Inspectores.

5.1. PERSONAL DE MANTENIMIENTO DE LAS UNIDADES

Tabla 70. Horas anuales requeridas por el personal de taller

TIPO		Nº INTERVENCIONES/ AÑO	DURACIÓN	PERSONAL REQUERIDO	HORAS EFECTIVAS	HORAS TOTALES
PREVENTIVO	IS	580	3	1	1.739	2.174
	P0	290	3	1	869	1.087
	P1	97	6	1	580	725
	P2	24	8	2	386	483
	P3	6	36	2	435	543
	P3/1	4	72	4	1.159	1.449
	P3/2	2	72	4	580	725
CORRECTIVO	Torneado	48	8	1	386	483
	Pintura	175	6	2	2.100	2.625
	Pasarela	210	6	3	3.780	4.725
	Levante	24	8	3	576	720
				TOTAL	12.590	15.738

Se estima que las tareas mantenimiento se llevan acabo durante 220 días laborables en jornadas de 8 horas. De este modo según el cálculo de horas de mantenimiento necesarias, el personal responsable del mantenimiento debe estar formado por un equipo de 9 operarios.

5.2.PERSONAL DE MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES

El personal de mantenimiento se puede asemejar al de otras redes tranviarias por lo que se estima que se necesitarán 15 empleados en estas tareas.

5.3.MAQUINISTAS

Partiendo de que se realizan unas 44.760 circulaciones (ida y vuelta) al año y que para circulación se estima una hora de trayecto, se pueden estimar los maquinistas necesarios si estos realizan turnos de 6,5 horas y trabajan una media de 1720 horas al año. Por ello se estima que se necesitan un total de 46 maquinistas.

5.4.PUESTO DE MANDO

En el puesto de mando se necesitan 10 personas para cubrir todos los turnos.

5.5.PERSONAL AUXILIAR

El personal auxiliar lo componen el personal de limpieza del material móvil, el de limpieza de las instalaciones, el de seguridad, y los inspectores. Para ello se estima que se necesitará un total de 20 personas.

5.6.RESUMEN DE PERSONAL

En total se necesitará el siguiente personal:

Tabla 71. Resumen del personal necesario

PUESTO		NÚMERO DE PERSONAS
MANTENIMIENTO DE MATERIAL MÓVIL	Jefe de taller	2
	Mecánicos	5
	Eléctricos	2
	Tracción	2
	Administrativos	1
TOTAL MANTENIMIENTO MATERIAL MÓVIL		12
MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES		15
MAQUINISTAS		46
PUESTO DE MANDO		10
PERSONAL AUXILIAR	Limpieza material móvil	4
	Limpieza de instalaciones	4
	Seguridad	8
	Inspectores	4
TOTAL PERSONAL AUXILIAR		20
PERSONAL TOTAL		103

6. COSTES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Para el cálculo de costes de operación y mantenimiento se han tenido en cuenta los siguientes factores:

- Coste de personal
- Coste energético
- Coste de mantenimiento
- Otros costes directos
- Costes indirectos

6.1. COSTE DIRECTO

6.1.1. COSTE DE PERSONAL

Se establece un coste de personal medio de 50.000 €/año. Si se estima que se va a requerir de 103 personas para cubrir las necesidades del tranvía el importe anual asciende a 5.150.000€/año.

6.1.2. COSTE ENERGÉTICO

El coste de energía para la tracción y las paradas es de 0,70 €/km. Se estima que se van a realizar 1.449.024 km el precio de la energía supone 1.014.317,01 €.

6.1.3. COSTES DE MANTENIMIENTO

Del estudio de los costes de mantenimiento de otras redes se han obtenido los siguientes valores para las distintas operaciones de mantenimiento necesarias.

Tabla 72. Costes de mantenimiento desglosados

CONCEPTO	IMPORTE ANUAL
VÍA	400.000 €
SEÑALIZACIÓN	200.000 €
ENERGÍA	200.000 €
AUXILIAR	50.000 €
COMUNICACIONES	180.000 €
TOTAL	1.030.000 €

Esto arroja un precio de 1,03 €/km, por lo que con la estimación de kilómetros recorridos el coste se eleva a 1.492.495,03 €.

Al precio obtenido hay que añadirle los costes de mantenimiento y de los repuestos del propio material rodante, que se eleva a 1,50 €/km, por lo que para esta partida se destinan 2.173.536,46 €.

6.1.4. OTROS COSTES DIRECTOS

Se estiman unos costes directos no contemplados que se asumen son de 25%. Este valor proviene de experiencias previas en otras redes tranviarias de similares características.

6.1.5. TOTAL COSTES DIRECTOS

De acuerdo con los apartados anteriores el coste directo es:

Tabla 73. Costes directos

COSTE	VALOR
COSTE DE PERSONAL	5.150.000,00 €
COSTE ENERGÉTICO	1.014.317,01 €
COSTE DE MANTENIMIENTO INFRA	1.492.495,03 €
COSTE MANTENIMIENTO MATERIAL MÓVIL	2.173.536,46 €
OTROS COSTES DIRECTOS	1.170.087,13 €
TOTAL	11.000.435,63 €

6.2.COSTES INDIRECTOS

Los costes indirectos suponen un 15% de los costes directos de la explotación del tranvía, eso supone un total de 1.650.065,34 €.

6.3.OTROS COSTES

Además, se estiman unos costes adicionales de asistencia técnica que se suponen del 2% sobre el Coste directo, siendo un total de 220.008,71 €

6.4.COSTES TOTALES

De acuerdo con los apartados anteriores el coste directo es:

Tabla 74. Costes totales

COSTE	VALOR
COSTES DIRECTOS	11.000.435,63 €
COSTE INDIRECTO	1.650.065,34 €
OTROS COSTES	220.008,71 €
TOTAL COSTES	12.870.509,68 €

ANEJO 14. INTEGRACIÓN URBANA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 2

2. SECCIONES TIPO 2

2.1. CALLE DE DOS CARRILES 2
2.1.1. SECCIÓN DE 9 METROS 2
2.1.2. SECCIÓN DE 10 METROS 3
2.1.3. SECCIÓN DE 12 METROS 4
2.2. CALLE DE 3 CARRILES EN UN SENTIDO 5
2.3. CALLE DE 4 CARRILES EN DOBLE SENTIDO 5
2.3.1. CON MEDIANA 5
2.3.2. SIN MEDIANA 7
2.4. CALLE DE 6 CARRILES EN DOBLE SENTIDO 8

3. ACTUACIONES ESPECÍFICAS8

3.1. MODIFICACIÓN DE GLORIETAS 8
3.1.1. ORTEGA Y GASSET – RICARDO LOPEZ ARANDA 8
3.1.2. GLORIETA JOSÉ ORTEGA Y GASSET 9
3.1.3. N-611 – SEVERO OCHOA 9
3.1.4. SEVERO OCHOA – ALBERT EINSTEIN 10
3.1.5. JOAQUÍN RODRIGO – LUZ DE ALBAR 10
3.1.6. GLORIETA JULIO JAURENA 11
3.1.7. PLAZA ACEBO 11
3.1.8. PLAZA MANUEL LLANO 12
3.1.9. TORRES QUEVEDO 12
3.1.10. PLAZA DE LAS ESTACIONES 13
3.1.11. PLAZA RECTORADO 13
3.1.12. PLAZA DE LA CIENCIA 14
3.1.13. GLORIETA UIMP 14
3.1.14. GLORIETA DE LOS DELFINES 15
3.1.15. GLORIETA PONTEJOS – PLAZA DOCTOR FLEMING 15
3.2. MODIFICACIÓN DE VIALES 15
3.2.1. CENTRO COMERCIAL NUEVA MONTAÑA (EL CORTE INGLÉS) 16
3.2.2. LOS ACEBOS 17
3.2.3. HOSPITAL DE VALDECILLA 17
3.2.4. PLAZA BRISAS 18

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. SECCIÓN DE 9 METROS 2
ILUSTRACIÓN 2. SECCIÓN DE 10 METROS DE VIAL CON PLATAFORMAS TRANVIARIAS LATERALES 3
ILUSTRACIÓN 3.SECCIÓN DE 10 METROS CON PARADAS LATERALES 3
ILUSTRACIÓN 4. SECCIÓN DE 10 METROS CON PLATAFORMA TRANVIARIA ÚNICA 4
ILUSTRACIÓN 5. SECCIÓN DE 12 METROS CON PLATAFORMAS TRANVIARIAS LATERALES 4
ILUSTRACIÓN 6. SECCIÓN DE 3 CARRILES EN UN SENTIDO 5
ILUSTRACIÓN 7. SECCIÓN DE 4 CARRILES CON PLATAFORMA ÚNICA DE TRANVÍA 6
ILUSTRACIÓN 8. SECCIÓN DE 4 CARRILES CON MEDIANA CON PLATAFORMA TRANVIARIA DIVIDIDA 6
ILUSTRACIÓN 9. SECCIÓN DE 4 CARRILES CON MEDIANA CON PARADA DE TRANVIA 7
ILUSTRACIÓN 10. SECCIÓN DE 4 CARRILES SIN MEDIANA Y PLATAFORMA DE TRANVÍA SIMPLE 7
ILUSTRACIÓN 11. SECCIÓN DE 6 CARRILES Y PLATAFORMA TRANVIARIA SIMPLE 8
ILUSTRACIÓN 12. MODIFICACIÓN A INTERSECCIÓN DE LA GLORIETA ENTRE ORTEGA Y GASSET Y RICARDO LOPEZ ARANDA 8
ILUSTRACIÓN 13. MODIFICACIÓN GEOMÉTRICA DE LA GLORIETA JOSÉ ORTEGA Y GASSET 9
ILUSTRACIÓN 14. MODIFICACIÓN A INTERSECCIÓN DE LA GLORIETA ENTRE N-611 Y SEVERO OCHOA 9
ILUSTRACIÓN 15. MODIFICACIÓN GEOMÉTRICA DE LA GLORIETA ENTRE SEVERO OCHOA Y ALBERT EINSTEIN 10
ILUSTRACIÓN 16. MODIFICACIÓN A INTERSECCIÓN DE LA GLORIETA ENTRE JOAQUÍN RODRIGO Y LUZ DE ALBAR 10
ILUSTRACIÓN 17. MODIFICACIÓN ACCESOS A LA GLORIETA JULIO JAURENA 11
ILUSTRACIÓN 18. MODIFICACIÓN GEOMÉTRICA DE LA PLAZA ACEBO 11
ILUSTRACIÓN 19. MODIFICACIÓN GEOMÉTRICA DE LA PLAZA MANUEL LLANO 12
ILUSTRACIÓN 20. MODIFICACIÓN A INTERSECCIÓN DE LA GLORIETA EN TORRES QUEVEDO 12
ILUSTRACIÓN 21. MODIFICACIÓN DE LA PLAZA DE LAS ESTACIONES 13
ILUSTRACIÓN 22. MODIFICACIÓN A INTERSECCIÓN DE LA GLORIETA ENTRE LOS CASTROS CON HONDURAS 13
ILUSTRACIÓN 23. MODIFICACIÓN GEOMÉTRICA DE LA PLAZA DE LA CIENCIA 14
ILUSTRACIÓN 24. MODIFICACIÓN A INTERSECCIÓN DE LA GLORIETA ENTRE LOS CASTROS CON HONDURAS 14
ILUSTRACIÓN 25. MODIFICACIÓN DE LA GLORIETA DE LOS DELFINES 15
ILUSTRACIÓN 26. MODIFICACIÓN GEOMÉTRICA DE LAS GLORIETAS DEL SARDINERO 15
ILUSTRACIÓN 27. MODIFICACIÓN VIAL EN EL ENTORNO DEL CORTE INGLES DE NUEVA MONTAÑA 16
ILUSTRACIÓN 28. MODIFICACIÓN VIAL EN EL ENTORNO DE LOS ACEBOS 17
ILUSTRACIÓN 29.MODIFICACIÓN VIAL EN EL ENTORNO DEL HOSPITAL DE VALDECILLA 17
ILUSTRACIÓN 30. MODIFICACIÓN VIAL DE LA PLAZA BRISAS 18

1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se va a describir la integración urbana del trazado del tranvía, con sus secciones tipo y los diferentes encajes en la actual configuración del viario de la ciudad de Santander.

También se plantean las distintas reordenaciones del tráfico y peatonales para crear espacios más tranquilos, donde los viandantes puedan recuperar terreno a los vehículos privados, tal y como sucede en muchas ciudades europeas, en las que se fomenta que los espacios públicos se dediquen a las personas y no a los coches.

2. SECCIONES TIPO

En este apartado se describen los distintos tipos de sección planteados para cada tipo de calle existente, dando la mejor solución posible para cada caso, siempre intentando disponer de la máxima accesibilidad posible, para que la implantación de la plataforma tranviaria no suponga una barrera.

Se han clasificado los tipos según el número de carriles existentes en la vía y de sus diferentes características. Del mismo modo, se dan soluciones tanto para el encaje en parada como entre las mismas.

Estas secciones se deben ajustar al espacio disponible en cada punto del trayecto, ya que la variedad de dimensiones y de condicionantes es muy elevada, por lo que estas secciones solo dan una idea aproximada de cómo se encajará el trazado.

2.1. CALLE DE DOS CARRILES

El trazado atraviesa varias calles que solo disponen de dos carriles, en general un por sentido, y la mayoría de ellas tienen aparcamientos en paralelo a ambos lados. Además, disponen de amplias aceras con zonas ajardinadas, por lo que en algunos casos, se ha ampliado la plataforma tranviaria-rodada quitando zona ajardinada del borde de la acera.

2.1.1. SECCIÓN DE 9 METROS

Este tipo de sección se da en un pequeño tramo en la zona de Nueva Montaña, en la que se dispone de una calle con una sección viaria de 9 metros, al disponer únicamente de aparcamiento en paralelo en uno de los lados de la calzada.

Al implantar el trazado del tranvía por esa calle y mantenerlo segregado del tráfico, se reemplaza la plataforma para vehículos por la tranviaria, ensanchando las aceras de cada lado.

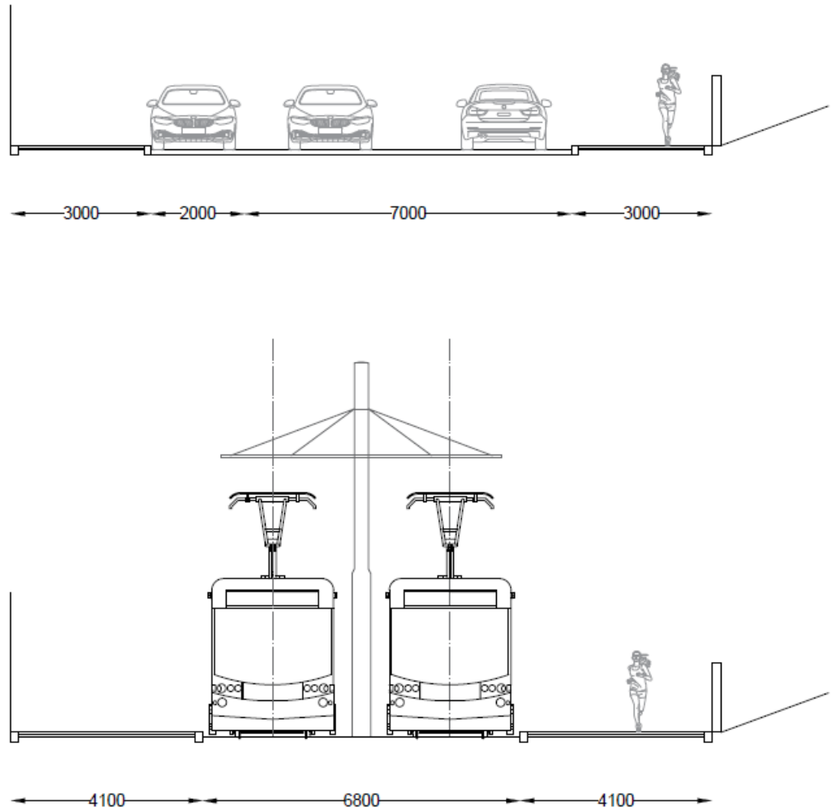


Ilustración 66. Sección de 9 metros

2.1.2. SECCIÓN DE 10 METROS

Los tramos que disponen de una sección de calzada de 10 metros tienen generosas aceras y zonas ajardinadas en los laterales. Se componen de dos carriles con aparcamientos en paralelo a ambos lados.

La inserción del tranvía en estas zonas obliga a la eliminación de las zonas de aparcamiento y la reducción de parte de la acera o zona ajardinada. En este tipo de sección se han planteado dos formas para incluir el trazado tranviario. Una de ellas consiste en separar las plataformas tranviarias en dos, para que vayan por el carril exterior, lo mas cercano a la acera posible, para que en caso de que se realice una parada, su inserción no sea compleja.

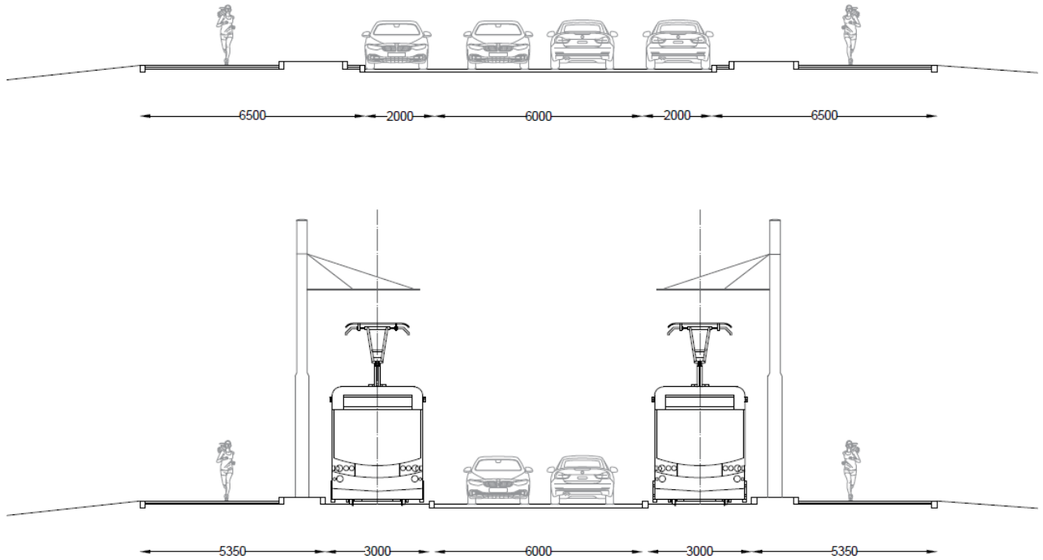


Ilustración 67. Sección de 10 metros de vial con plataformas tranviarias laterales

En este primer caso la sección de la plataforma tranviaria se mantiene en 3,00 metros de ancho, con postes de la catenaria laterales, sobre la zona ajardinada adosada. La plataforma tranviaria se separa de la calzada mediante un bordillo, de esta forma se crea una separación física entre ambas entidades.

La anchura para los vehículos se mantiene en los 6,00 metros, 3,00 por carril. En cambio, se reduce el espacio destinado a la acera en al menos 15 cm por cada lado, que es el espacio necesario para la inserción del bordillo separador.

En el caso de disponerse de una parada para el tranvía esta se ubica sobre la acera y la zona ajardinada. La anchura dependerá del espacio disponible, pero nunca será inferior a 2,80 metros. Esta podrá estar integrada con la propia acera para reducir las barreras arquitectónicas.

La otra solución planteada para los tramos en los que no se haya de disponer paradas es mantener la plataforma tranviaria en vía doble y en paralelo la calzada para los vehículos con dos carriles por sentido. En este caso también se deben reducir en parte la acera ya que la plataforma tranviaria incluye el poste central correspondiente a la catenaria, por lo que el gálibo se debe mantener el espacio libre.

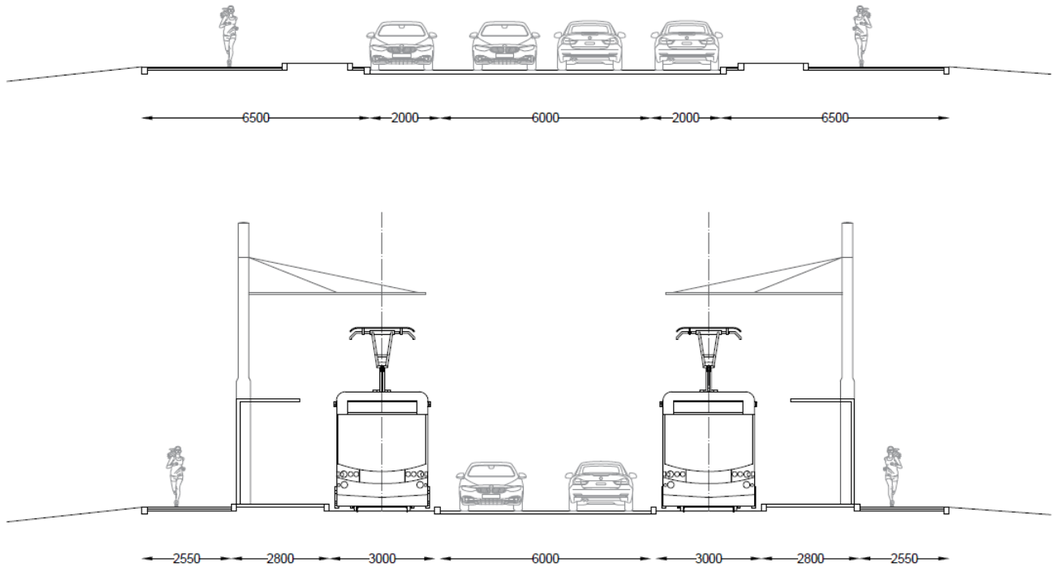


Ilustración 68.Sección de 10 metros con paradas laterales

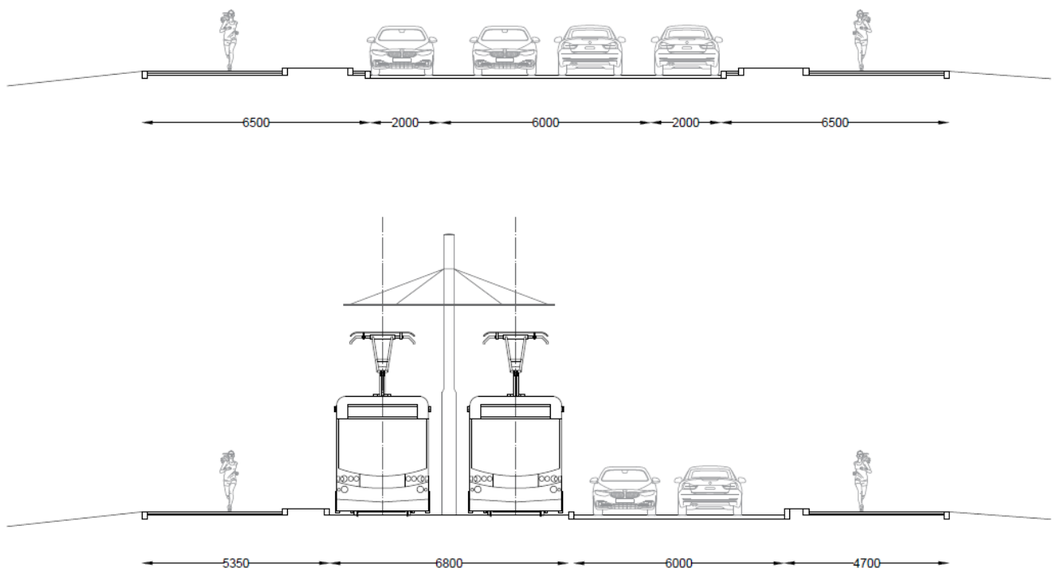


Ilustración 69. Sección de 10 metros con plataforma tranviaria única

2.1.3. SECCIÓN DE 12 METROS

La sección de 12 metros dispone de plazas de aparcamiento en paralelo a ambos lados, con una anchura de 2,50 metros a cada lado y la calzada tiene un ancho de 7,00 metros, por lo que cada carril tiene un ancho de 3,50 m. Esto permite un mejor encaje, ya que no debe reducir el ancho de las aceras.

La solución pasa por disponer de dos plataformas para el tranvía de 3,00 metros a cada lado, con los postes de la catenaria en el lateral. De este modo, la zona destinada a los vehículos se reduce en un metro de 7,00 metros a 6,00 metros, con lo que cada carril mantiene un ancho de 3,00 m.

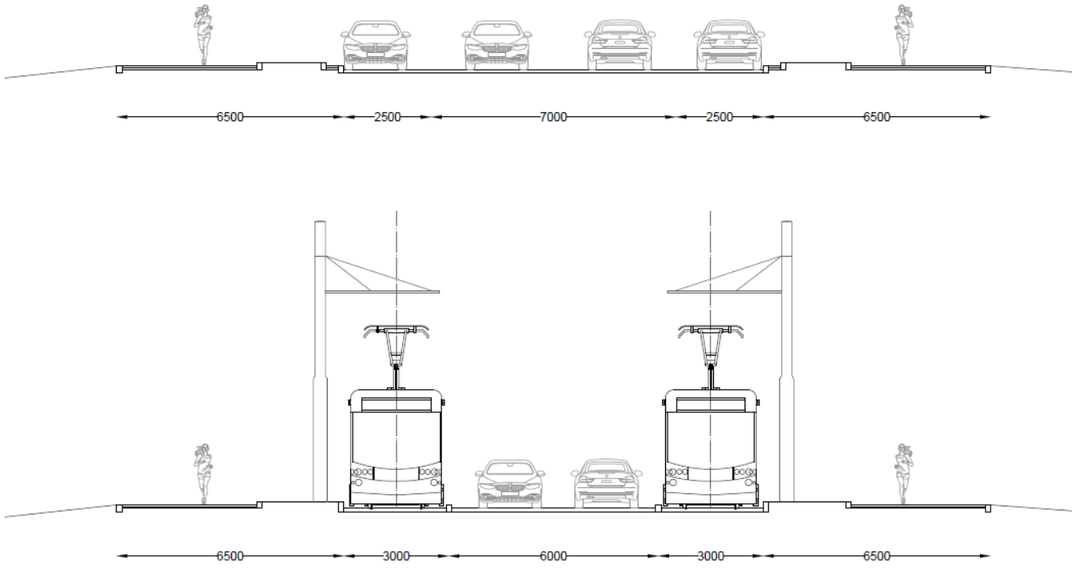


Ilustración 70. Sección de 12 metros con plataformas tranviarias laterales

2.2.CALLE DE 3 CARRILES EN UN SENTIDO

Esta disposición se utiliza para los tramos comprendidos en las calles Castilla y Marqués de la Hermida, en las que el trazado se separa para una mejor integración en unas de las principales arterias de entrada y salida de la ciudad.

La solución por la que se ha optado es que el trazado se divida y circule en vía única por cada una de las dos calles, para mantener el número de carriles existentes y que no afecten en gran medida a la capacidad que tienen.

De este modo la inserción del trazado de tranvía se hace por el lado derecho de la calzada, como si de un carril bus se tratara, pero segregado del resto del tráfico. Para compensar esta perdida de anchura en el espacio dedicado a los vehículos se retiran las plazas de aparcamiento en paralelo para destinarlas a un carril de circulación.

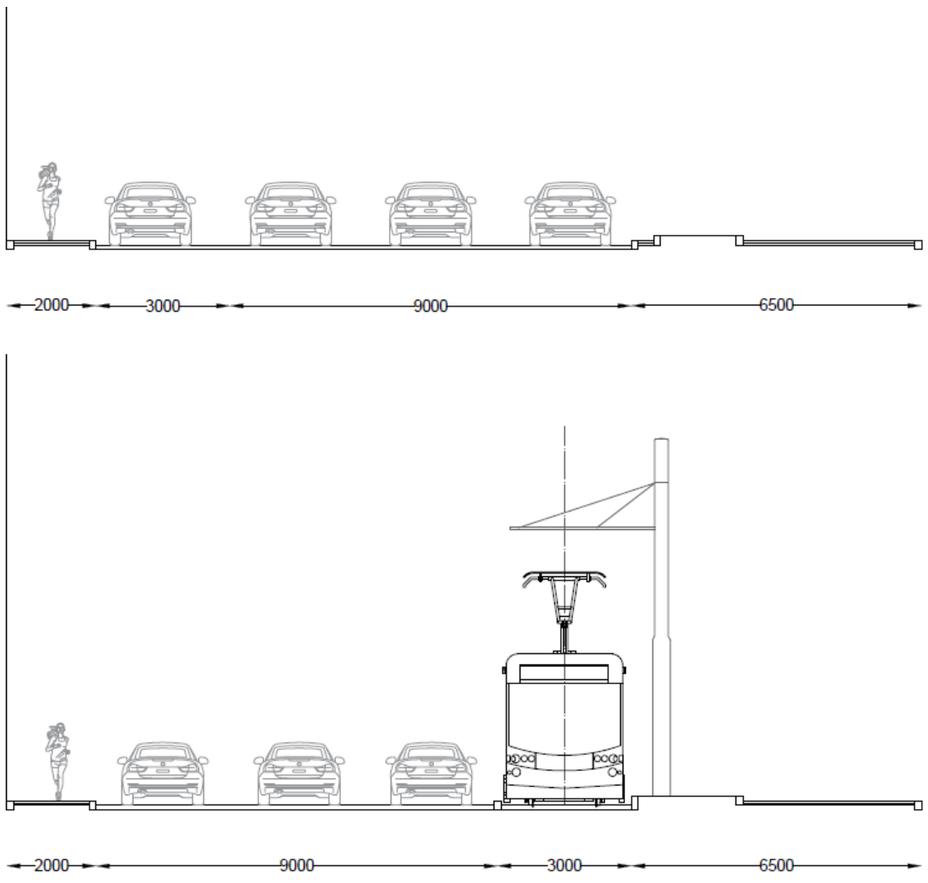


Ilustración 71. Sección de 3 carriles en un sentido

Se ha optado por que el tranvía circule en estas calles por el lado derecho, por la propia disposición de la trama urbana, ya que en el lado derecho de circulación de la Calle Castilla se encuentra la playa de vías de la estación de Feve, por lo que las intersecciones se reducen. Del mismo modo, en el otro sentido, por la calle Marqués de la Hermida, al circular por el lado derecho, las intersecciones existentes se reducen a las entradas y salidas del puerto, ahora principalmente destinadas al Ferry.

2.3.CALLE DE 4 CARRILES EN DOBLE SENTIDO

Gran parte del trazado se desarrolla por avenidas de 4 carriles, dos por sentido de circulación, tanto con aparcamientos paralelos en los laterales como sin ellos. Además, algunas de estas calles disponen de un pequeño bordillo que actúa como mediana o separador.

Las principales soluciones son disponer el trazado por los laterales de la calle, dejando la plataforma para la circulación en el centro, o disponer de uno de los sentidos para el tranvía, y la otra calzada para los vehículos, con un carril en cada sentido.

2.3.1. CON MEDIANA

Estas calles tienen de forma estándar carriles dos carriles de 3,50 metros de ancho y una mediana de más de un metro de anchura. Se dan dos variantes para la integración del trazado:

- Plataforma tranviaria única: Esta solución sirve en calles en las que no se haya plateado la inserción de paradas de tranvía, ya que estas no se podrían añadir sin reducir el número de carriles para vehículos. Se dispone de una plataforma de 7,00 metros de ancho, mientras que la otra plataforma para vehículos pasa a tener un único carril por sentido.
- Plataforma tranviaria dividida: En esta opción se realizan dos plataformas en vía única que van en sustitución de los carriles exteriores de la calle. En esta disposición la inserción de paradas es más sencilla, ya que se puede utilizar la acera existente para tal fin. En esta solución la plataforma tranviaria queda limitada a una sección de 3,00 metros en cada sentido, ya que el poste de la catenaria queda fuera de la misma. Los carriles para vehículos se reducen también a 3,00 metros.

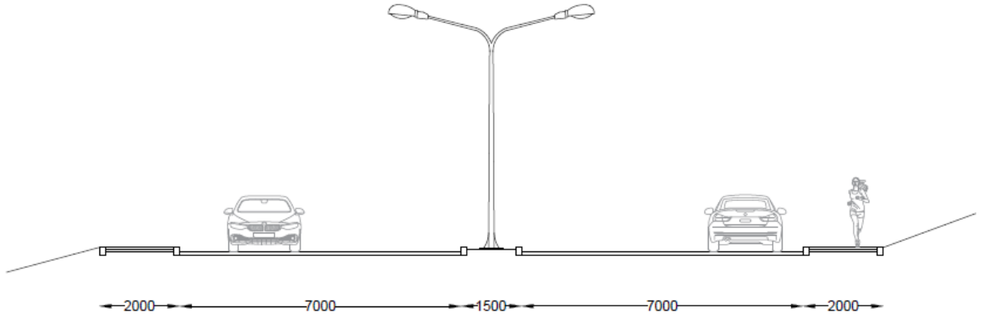


Ilustración 72. Sección de 4 carriles con plataforma única de tranvía

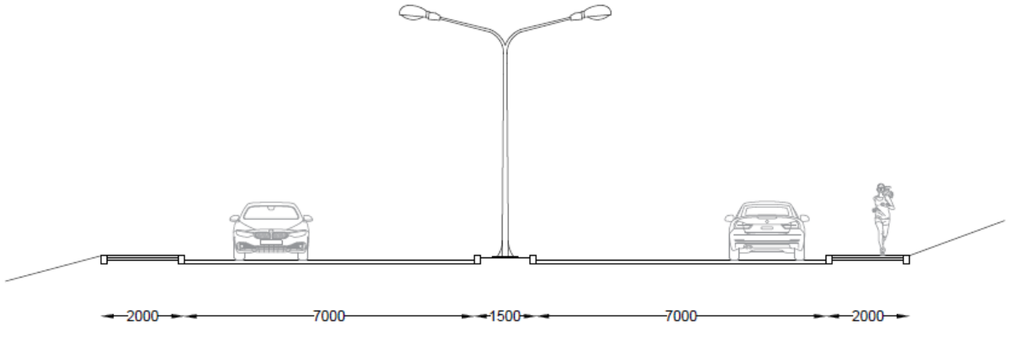
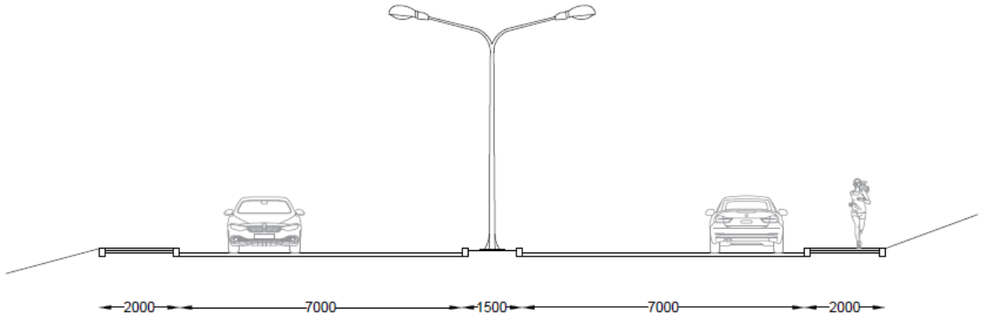


Ilustración 73. Sección de 4 carriles con mediana con plataforma tranviaria dividida



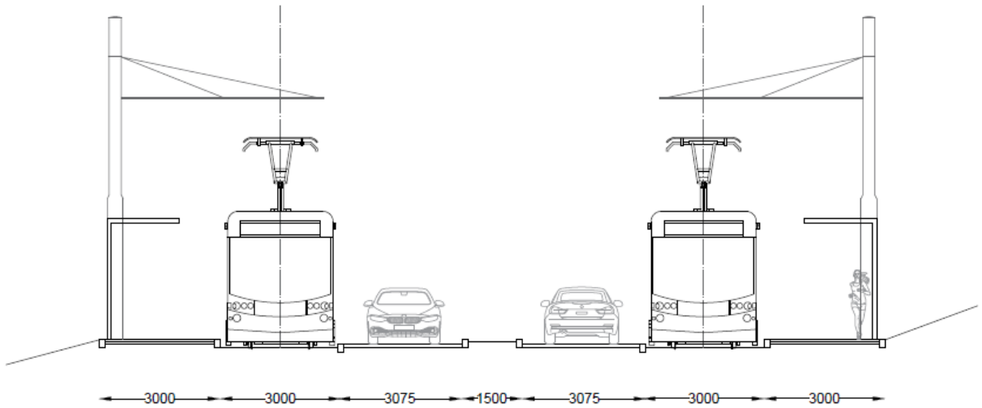
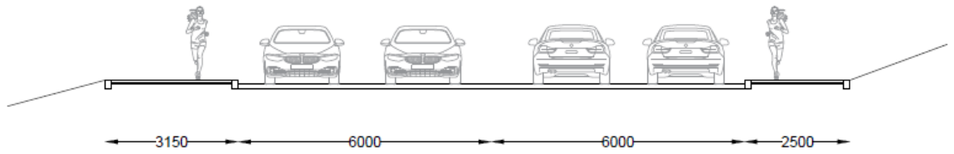


Ilustración 74. Sección de 4 carriles con mediana con parada de tranvia

2.3.2. SIN MEDIANA

En calles en las que no se dispone de mediana, como puede ser la calle Jerónimo Sainz de la Maza, que tiene 4 carriles, dos por sentido, la solución pasa por la inserción de una plataforma en vía doble para el tranvía de 7,00 de ancho, y manteniendo una calzada de dos carriles de 6,00 metros de ancho para el resto de automóviles.

Para esta sección se deben reducir en parte las aceras ya que la suma de ambas plataformas necesita de un ancho hasta 1,00 metro mayor.



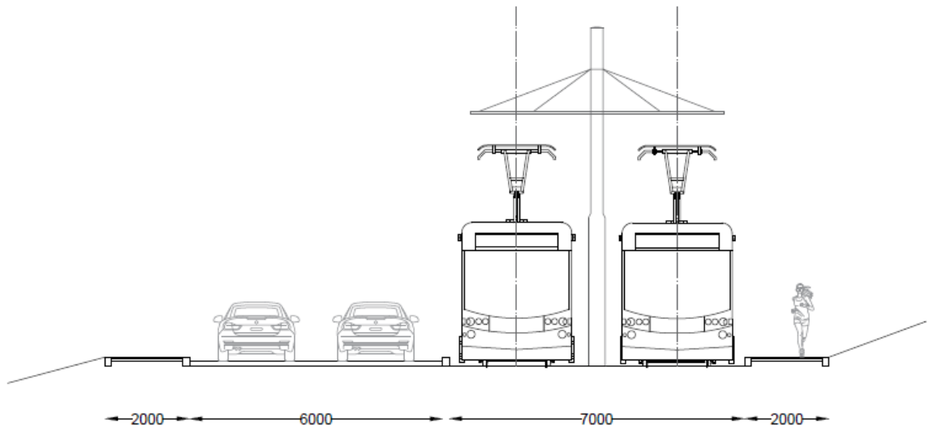


Ilustración 75. Sección de 4 carriles sin mediana y plataforma de tranvía simple

2.4.CALLE DE 6 CARRILES EN DOBLE SENTIDO

Este tipo de sección únicamente se da entre la turbo glorieta de Valdecilla y la glorieta sobre la S-10. Un tramo de altísimo tráfico ya que por el transitan vehículos en dirección al distribuidor de La Marga, al centro de la ciudad por Cuatro Caminos, al eje Castilla/Marqués de la Hermida y la autopista de entrada a Santander S-10. Por esto mismo es necesaria mantener el máximo número de carriles posibles y afectar de la menor manera posible al tráfico actual.

Para ello se plantea la inserción de una plataforma tranviaria para doble vía de 7,00 metros de sección en uno de los laterales de la vía, para evitar conflictos con el resto de vehículos. Los carriles destinados a automóviles se reducen en uno por sentido, dejando cada calzada en una anchura de 6,00 metros, y una mediana compuesta por un bordillo de 0,50 metros.

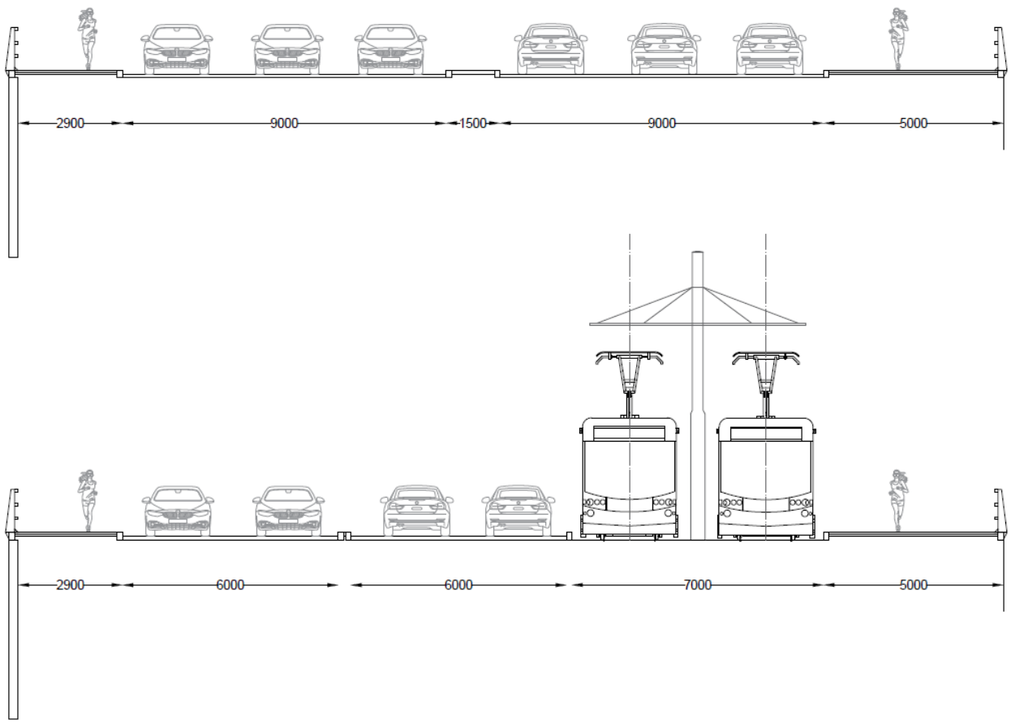


Ilustración 76. Sección de 6 carriles y plataforma tranviaria simple

3. ACTUACIONES ESPECÍFICAS

En este apartado se detallan las actuaciones proyectadas a lo largo del trazado con el fin de realizar una integración urbana acorde a la zona por la que transcurre, de una forma accesible, cómoda y segura para todos los viandantes y conductores.

3.1. MODIFICACIÓN DE GLORIETAS

A fin de minimizar el impacto sobre el tráfico en puntos críticos como glorietas se han propuesto diversas soluciones. Estas dependen de factores como:

- Seguridad de la circulación.
- Trazado tranviario.
- Intensidad del tráfico.
- Espacio disponible.

La descripción de las actuaciones se va a realizar en sentido este, comenzando en desde el extremo de Nueva Montaña y en dirección al Sardinero.

3.1.1. ORTEGA Y GASSET – RICARDO LOPEZ ARANDA

Esta glorieta se plantea sustituirla por una intersección en cruz, que esté controlada por semáforos. Al quedar reducidos los carriles a uno por sentido no es necesaria la glorieta, y con una correcta coordinación de semáforos se pueden conseguir buenos niveles de servicio.

Ilustración 77. Modificación a intersección de la glorieta entre Ortega y Gasset y Ricardo Lopez Aranda

3.1.2. GLORIETA JOSÉ ORTEGA Y GASSET

Esta glorieta ha de ser modificada geométricamente para que le trazado del tranvía no intercepte los carriles anulares de la misma. Para ello se reduce el diámetro de la isleta central y se desvía hacia la esquina opuesta a la que bordeará el tranvía.

De esta forma se obtiene una glorieta de dos carriles, con un diámetro notablemente inferior, pero que sigue manteniendo su utilidad. Entre los ramales de Ortega y Gasset y la calle del Voluntariado se dispone de una salida directa entre ambas vías del tranvía.

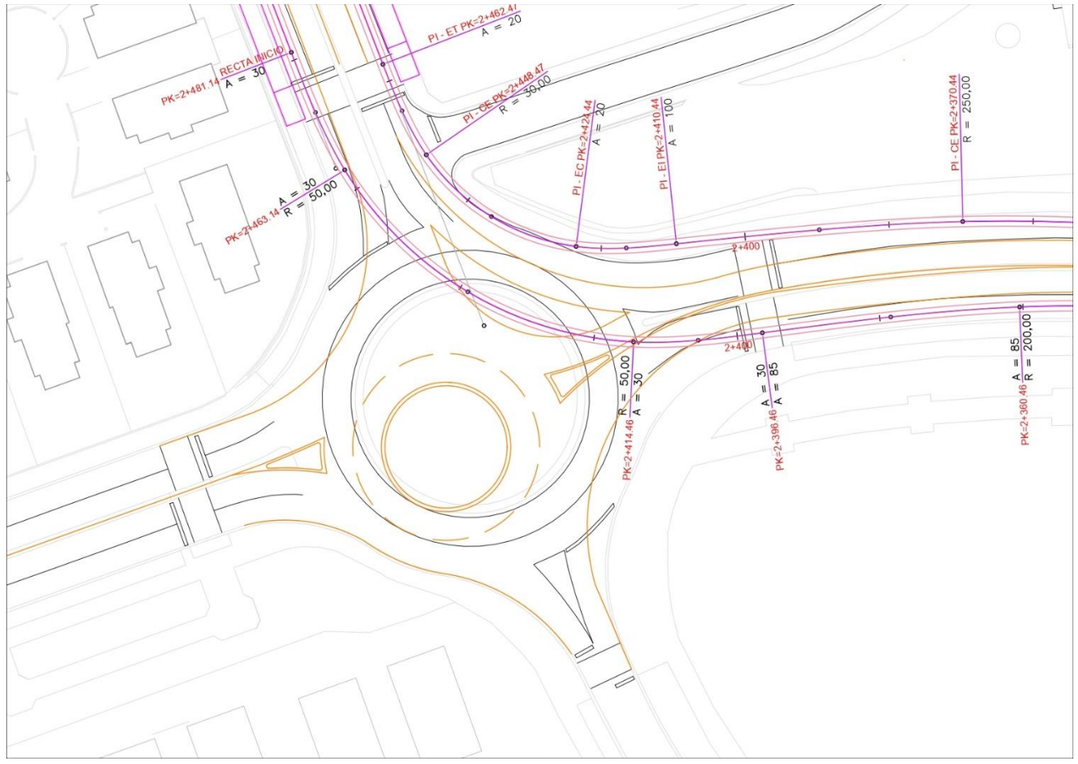


Ilustración 78. Modificación geométrica de la glorieta José Ortega y Gasset

3.1.3. N-611 – SEVERO OCHOA

A continuación de la parada de Peñacastillo el trazado atraviesa perpendicularmente la N-611 que une Santander con Palencia. En este punto existe una glorieta para canalizar el tráfico que actualmente se cruza.

Por el escaso espacio para que el tranvía pueda bordear exteriormente la glorieta y teniendo en cuenta la reducción de capacidad de la Calle del Voluntaria y de Severo Ochoa, al reducirse a un carril por sentido, se opta por la introducción de una intersección regulada por semáforos.

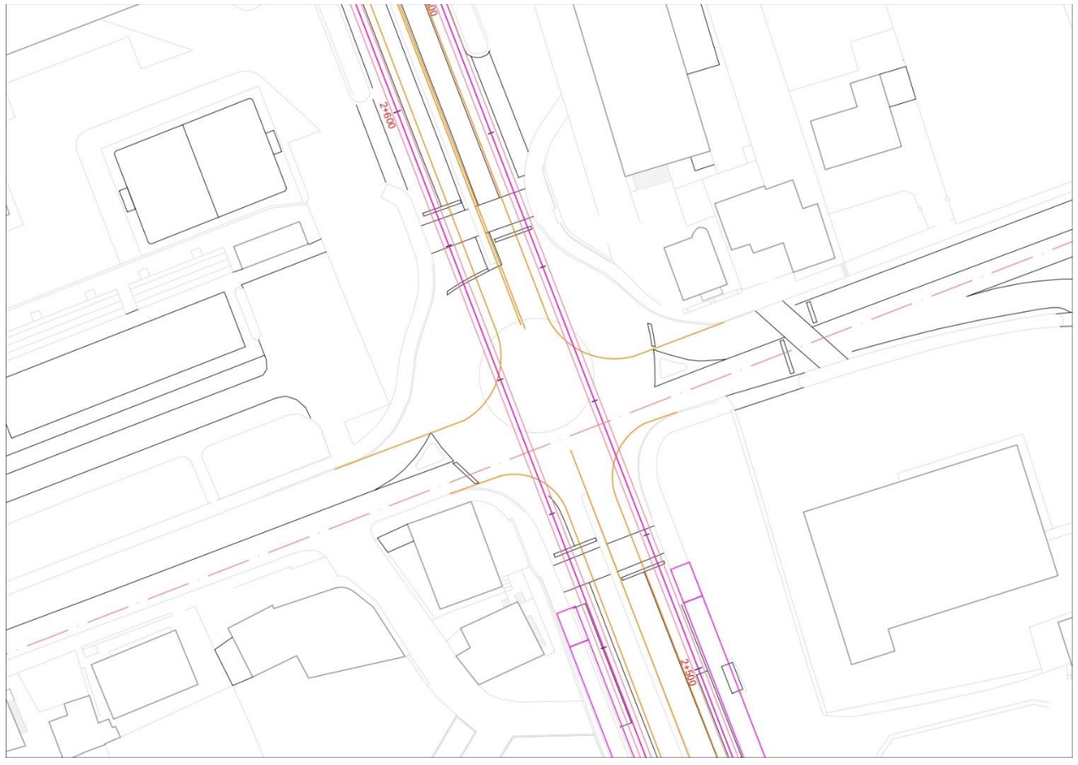


Ilustración 79. Modificación a intersección de la glorieta entre N-611 y Severo Ochoa

3.1.4. SEVERO OCHOA – ALBERT EINSTEIN

Esta glorieta tiene un complejo encaje, ya que en este punto se realiza la unión del trazado principal con el ramal que se dirige a cocheras. Teniendo esto en cuenta se ha decidido por un lado el diseño para el trazado de la línea principal y por otro lado el de los enlaces para el tramo de cocheras. Esto se debe a la gran diferencia de tráficos que van a existir, teniendo circulaciones continuas el trazado principal y otras muy esporádicas a primeras horas del día y a últimas de la noche para las que se dirigen a cocheras.

Geométricamente la glorieta reduce el diámetro interior para que el trazado principal pueda discurrir por el exterior del trazado circular para vehículos. Esta reducción permite que solamente exista un cruce a nivel del tranvia con el resto del tráfico en la calle Severo Ochoa, en la vía en dirección a Nueva Montaña, estando el resto del trazado segregado.

Los ramales destinados a cocheras se dirigen ambos a la vía con sentido Nueva Montaña. El eje procedente de las cocheras gira en dirección Severo Ochoa por el exterior de la glorieta sin interceptar el tráfico rodado. Mientras, en el eje en la dirección a las cocheras se genera conflicto al cortar dos veces los carriles anulares de la rotonda. Esta situación tampoco es de gran importancia ya que las circulaciones que se realicen por este ramal estarán limitadas a la entrada y salida de cocheras.

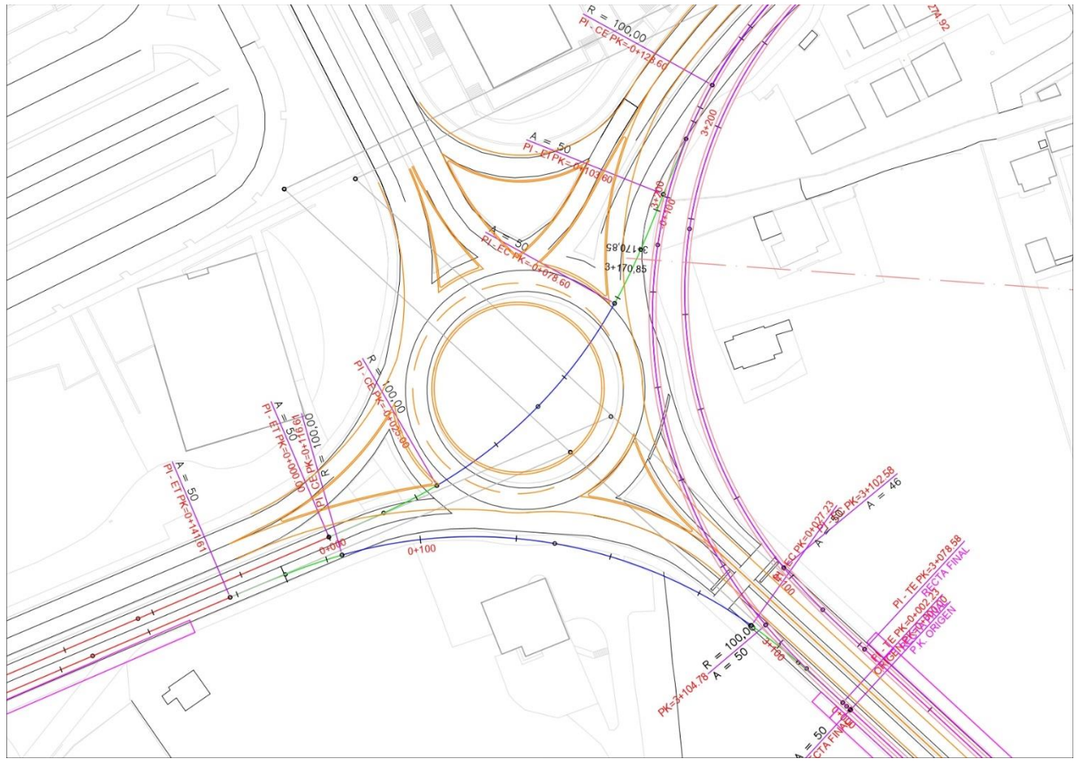


Ilustración 80. Modificación geométrica de la glorieta entre Severo Ochoa y Albert Einstein

3.1.5. JOAQUÍN RODRIGO – LUZ DE ALBAR

En este punto se da una intersección en T con una vía de dos carriles que únicamente da servicio a los aparcamientos de las superficies comerciales adyacentes. Además, en las inmediaciones se plantea ubicar una parada (Joaquín Rodrigo). Por estos motivos, aunque exista suficiente espacio para mantener la glorieta, se plantea sustituirla por una intersección regulada por semáforos.

En esta intersección se ha planteado para que los vehículos no puedan realizar giros a izquierda desde ninguna de las vías, reduciendo de esta forma la peligrosidad de la intersección, aunque obligando a los conductores a usar las glorietas anterior y posterior para realizar dichos giros. Esto no supone mayor inconveniente ya que las glorietas se encuentran a menos de 500 metros.

Además, como ocurre con otras intersecciones por las que se proyecta que discurra el tranvía, la calle se reducirá de 4 a 2 carriles, disminuyendo de esta manera la capacidad de la vía, y por consiguiente la demanda.

Ilustración 81. Modificación a intersección de la glorieta entre Joaquín Rodrigo y Luz de Albar

3.1.6. GLORIETA JULIO JAURENA

Esta rotonda es de gran importancia ya que da acceso al barrio a la S-20 pero es que, además, la conecta con Corbán y la carretera autonómica CA-231 en dirección Liencres. Por ello soporta mucho tráfico en las horas punta del día.

El trazado se ha diseñado para que entre en conflicto lo menos posible, de forma que se desarrolla por el exterior de la rotonda hasta alcanzar la calle Julio Jaurena. Interseca la calle Alfredo Krauss, de la que actualmente se ha urbanizado un primer tramo, en previsión de futuros desarrollos urbanísticos, por lo que su intensidad de vehículos es muy baja.

Del mismo modo se han modificado los accesos desde Joaquín Rodrigo, para dar respuesta a la implantación del tranvía y la reducción de carriles por la avenida, al igual que en la calle Julio Jaurena.

Ilustración 82. Modificación accesos a la glorieta Julio Jaurena

3.1.7. PLAZA ACEBO

La plaza Acebo se debe modificar geométricamente para que el tranvía no se cruce con los carriles de la propia glorieta. El trazado escogido para el tranvía usa el radio mínimo disponible que es de 30 metros, y en este punto cambia de margen de una calle a otra para que en la siguiente glorieta no se produzca ningún cruce entre vehículos y tranvía.

El diámetro interior de la glorieta se reduce considerablemente y se mantienen dos carriles de circulación interior. La calle en dirección sur (Los Acebos) cambiará su fisionomía, permitiendo únicamente el tráfico en sentido sur, por la incompatibilidad de espacio en la propia calle para mantener el tranvía y el número de carriles.

El resto de los accesos de la glorieta se mantienen inalterados en número de carriles, aunque se modifica ligeramente la geometría de los mismos, para dirigir los ejes de las calles al centro geométrico de la glorieta.

Ilustración 83. Modificación geométrica de la Plaza Acebo

3.1.8. PLAZA MANUEL LLANO

La Plaza Manuel Llano, está constituida por dos glorietas, una al norte y otra al sur, unidas por dos viales de dos carriles por sentido. En la glorieta norte, los ejes de las vías del tranvía penetran dentro de la actual rotonda al girar en dirección a la parada ubicada entre ambas rotondas.

Parar evitar intersecciones dentro de la misma, se ha reducido el diámetro, manteniendo el número de carriles. Del mismo modo el carril en proveniente del oeste, de la Avenida Herrera Oria, se desvía al sur, sin opción de entrar en la glorieta, pero permitiéndole el resto de los movimientos en la glorieta sur. Así mismo, el resto de los vehículos de dentro de la glorieta, pueden salirse en dirección a la glorieta sur mediante una salida que cruza las vías del tranvía.

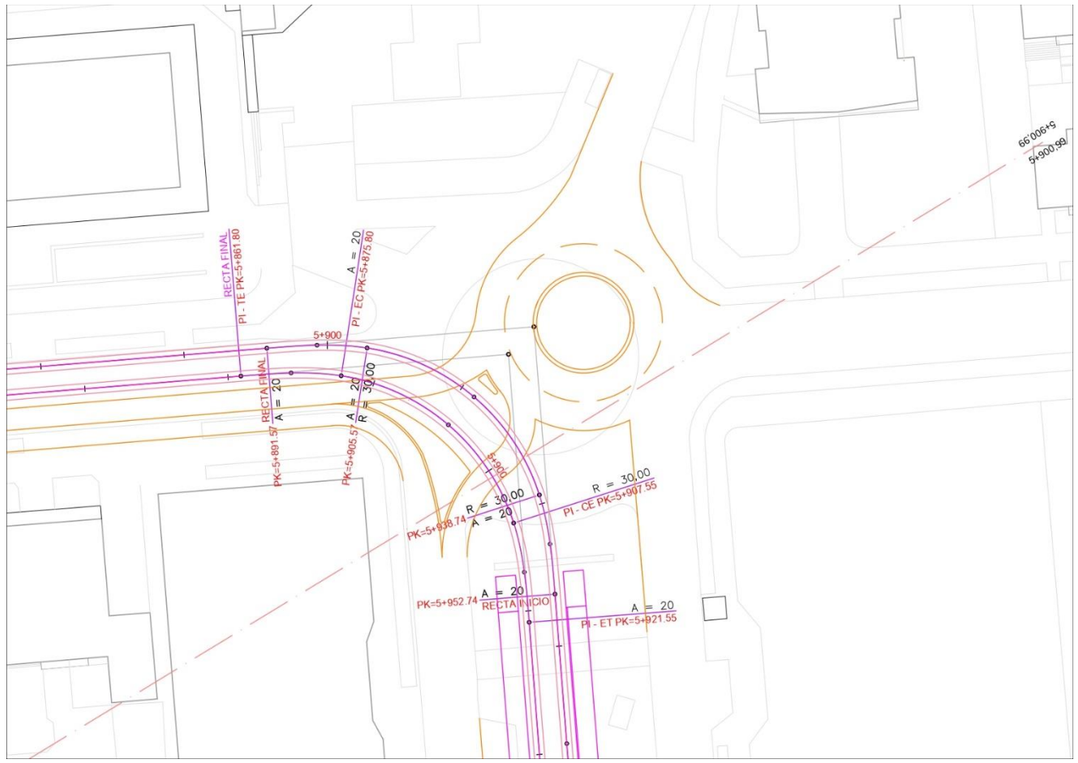


Ilustración 84. Modificación geométrica de la plaza Manuel Llano

3.1.9. TORRES QUEVEDO

En la calle Torres Quevedo existe una glorieta que se plantea su sustitución por una intersección regulada por semáforos. Esto se debe por el reducido espacio disponible, que no permite una reducción de la glorieta o un movimiento de esta, y que el trazado no permite curvas de radio inferiores a 30 metros, por lo que el propio trazado ocuparía viviendas colindantes.

Es por ello, que la solución optima estudiada es la sustitución de la rotonda por un cruce, con un carril en cada asentido de circulación.

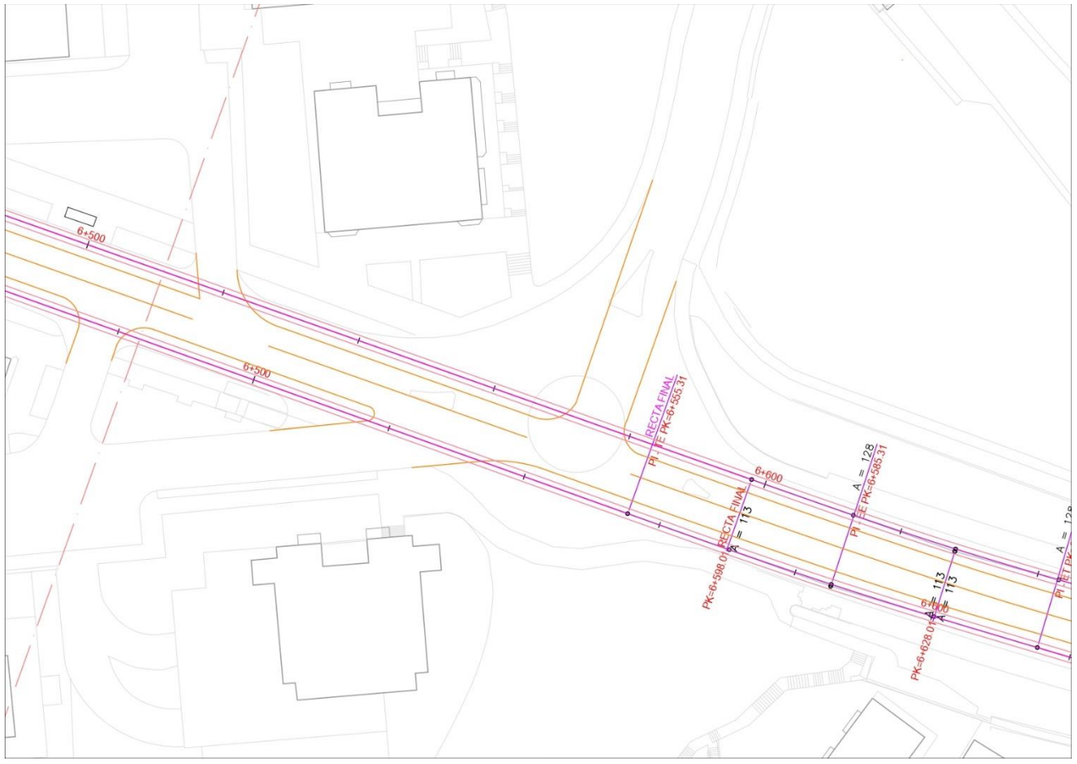


Ilustración 85. Modificación a intersección de la glorieta en Torres Quevedo

3.1.10. PLAZA DE LAS ESTACIONES

En la plaza de las Estaciones actualmente existe una glorieta frente a la salida de la estación de autobuses. Además, frente a la entrada de las estaciones de ferrocarril de Renfe y Renfe Ancho Métrico (ex Feve) circula un carril para taxis y una zona de Kiss&Ride para dejar o recoger pasajeros.

Para un buen encaje del trazado del tranvía, se propone eliminar la glorieta existente, creando una calle con dos carriles de circulación por sentido, aunque uno de ellos esté dedicado exclusivamente a autobuses urbanos.

El carril para taxis y Kiss&Ride deberá ser alargado para sortear los andenes tranviarios, y realizar un cruce frente al emboquille del túnel del tranvía. Este cruce deberá ser controlado por semáforos, debido a la baja visibilidad que tienen los tranvías provenientes del túnel.

Esta última actuación obliga a resituar el pequeño aparcamiento para vehículos de alquiler existente en esa zona de actuación, que podrá ser llevado al actual aparcamiento público de la estación, o ubicado en otro lugar que indique el proyecto de reordenación de los espacios ferroviarios de Santander.

Ilustración 86. Modificación de la Plaza de las Estaciones

3.1.11. PLAZA RECTORADO

En la actualidad en el cruce entre la Avenida de Los Castros y el final de la calle Honduras, en las inmediaciones del rectorado de la Unican, se resuelve mediante una glorieta de dimensiones reducidas.

Para la integración del trazado escogido, se proyecta eliminar la glorieta y que esta se sustituida por una intersección semafórica. Esto se debe a las reducidas dimensiones de las que dispone la glorieta y sus inmediaciones como para reducirla aun más o desviarla de su sitio.

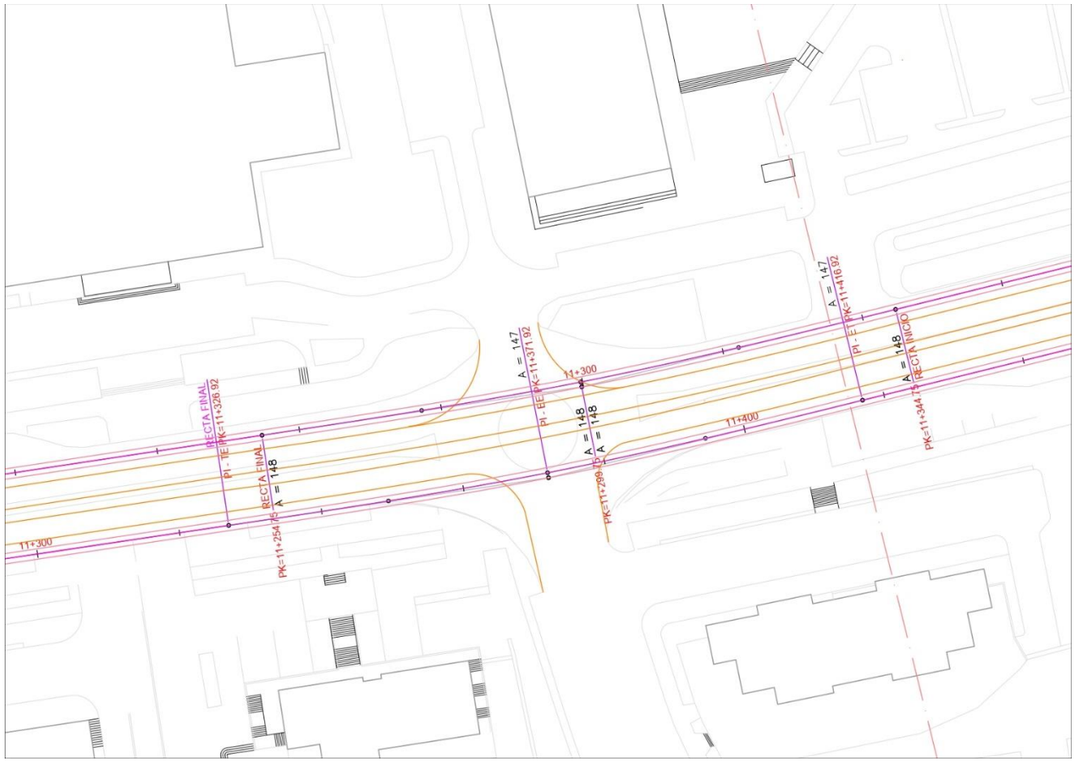


Ilustración 87. Modificación a intersección de la glorieta entre Los Castros con Honduras

3.1.12. PLAZA DE LA CIENCIA

En la Plaza de la Ciencia se propone una solución mixta entre glorieta e intersección. Actualmente existe una rotonda ovalada para canalizar los tráficos, con dos carriles. Esta forma se debe en parte al espacio disponible y por otro lado a la demanda de la vía, que hace que pocos vehículos se incorporen o salgan de la Avenida de Los Castros.

En este tramo, la plataforma tranviaria, va recorriendo los márgenes de la calzada y al llegar a este punto no se dispone de espacio suficiente para que el eje en dirección a Nueva Montaña pueda desviarse en hacia el exterior de la glorieta.

Por ello, el eje inferior, con destino El Sardinero, continua en alineación recta totalmente segregado del tráfico, mientras que el eje en sentido opuesto atraviesa la glorieta por el medio. La forma de la isleta esta pensada para un número reducido de giros a izquierda, de forma que la mayoría de los trayectos continúen recto.

Ilustración 88. Modificación geométrica de la Plaza de la Ciencia

3.1.13. GLORIETA UIMP

Esta glorieta corresponde al extremo opuesto de la calle Honduras en una nueva intersección con la Avenida de Los Castros. Al igual que en la otra rotonda, y principalmente por los mismos motivos, se prescinde de la glorieta, sustituyéndola por una intersección regulada por semáforos.

Ilustración 89. Modificación a intersección de la glorieta entre Los Castros con Honduras

3.1.14. GLORIETA DE LOS DELFINES

Esta mantiene prácticamente inalterada su geometría al integrar el trazado por el exterior de esta. Esto es posible gracias a las grandes dimensiones de la glorieta central, que permite radios de 30 metros para el tranvía.

Esta rotonda soporta una gran cantidad de tráfico ya que en este punto se conecta una arteria de gran importancia como la Avenida de los Castros, con el túnel de Tetuán que conecta toda esta zona de forma directa con Puerto Chico y se prolonga en sentido contrario hasta el inicio de la S-20, dando acceso a barrios como Cueto y Valdenoja.

Actualmente, dispone de 3 carriles de circulación interior, pero con lo proyectado, se quiere usar el carril exterior para la circulación segregada del tranvía. Los accesos, prácticamente mantienen su actual trazado, y para el cruce con los tranvías, se deberá actuar sobre los actuales ciclos semafóricos.

Esta solución permite reducir los puntos de conflicto únicamente a los desplazamientos que atraviesen de forma perpendicular Los Castros.

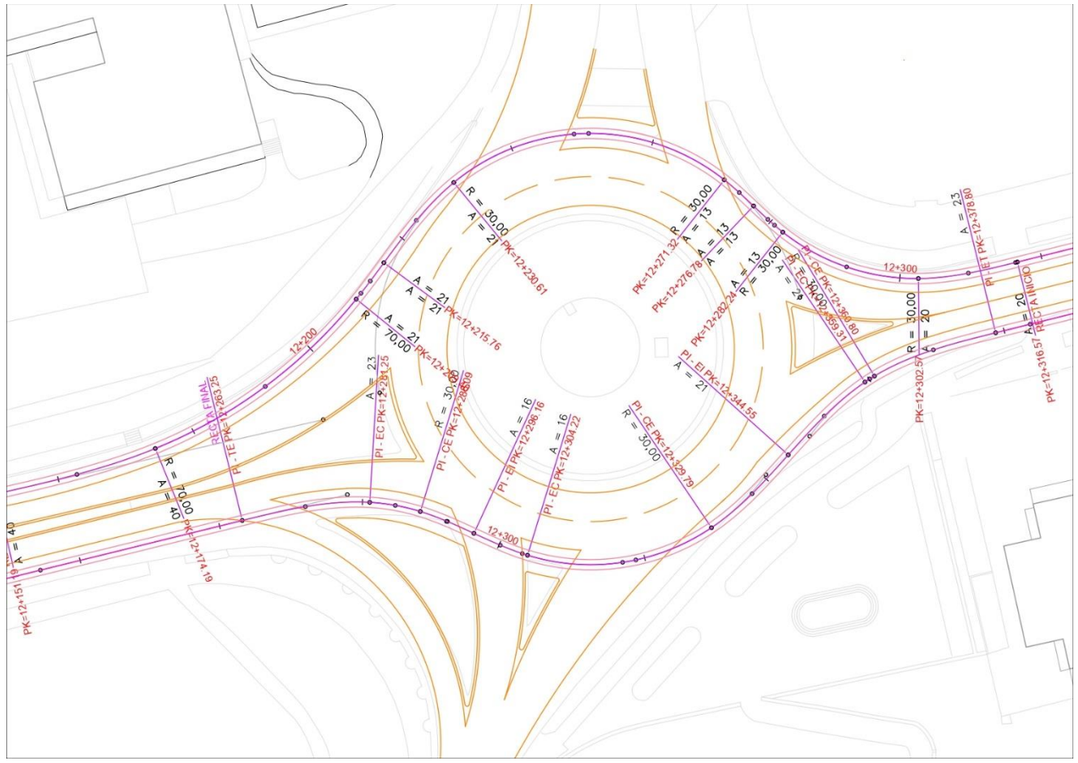


Ilustración 90. Modificación de la glorieta de los delfines

3.1.15. GLORIETA PONTEJOS – PLAZA DOCTOR FLEMING

Por último, para mantener el trazado segregado del tráfico rodado, se han de modificar dos glorietas contiguas. Por un lado, la Plaza del Doctor Fleming, perderá su condición de glorieta, para convertirse en una intersección, en la que los viales en dirección a la Avenida Manuel Garcia Lago cruzarán la traza del tranvía, mientras que los correspondientes a la Avenida Castañeda se dirigirán en dirección a la Glorieta de Pontejos.

La glorieta de Pontejos también será modificada, para que por uno de sus laterales circule el tranvía de forma segregada. Para conseguirlo, se necesita reducir el diámetro interior de la rotonda y desviarla hacia los Campos de Sport.

Por consiguiente, también han de ser modificados los accesos y salidas en dirección a la Avenida de Pontejos, que se realizarán mediante un desvío por la Avenida Castañeda.

Ilustración 91. Modificación geométrica de las glorietas del Sardinero

3.2.MODIFICACIÓN DE VIALES

No solo se han de modificar las glorietas y rotondas, además de una gran cantidad de cruces. En ciertos puntos del trazado se han de adoptar distintas medidas para que la integración del tranvía no cause nuevos problemas de tráfico al reducir la capacidad de ciertas calles. A continuación, se muestras las principales actuaciones en este respecto.

3.2.1. CENTRO COMERCIAL NUEVA MONTAÑA (EL CORTE INGLÉS)

En este tramo del trazado, el vial disponible es relativamente estrecho, por lo que únicamente se mantiene un carril de circulación, indicado en verde en el plano, por la calle Francisco Tomás y Valiente. Al girar el trazado por la calle de Barrio de Nueva Montaña Santiago el Mayor, esta se dedicará exclusivamente a la circulación del tranvía y peatones.

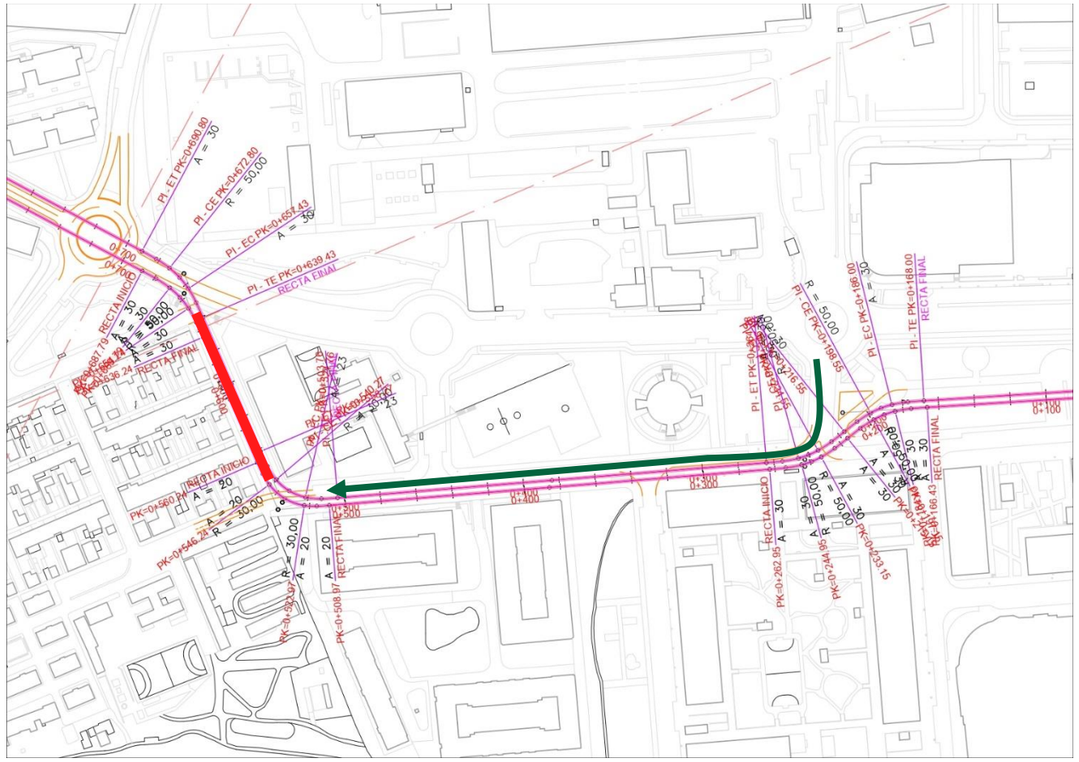


Ilustración 92. Modificación vial en el entorno del Corte ingles de Nueva Montaña

3.2.2. LOS ACEBOS

En la calle Los Acebos, únicamente se permitirá la circulación de vehículos en sentido a la Glorieta Cardenal Herrera Oria, desde la Glorieta de Los Acebos. El sentido contrario será desviado por la calle Los Plátanos, convirtiéndola de sentido único en dirección a la calle los Ciruelos.

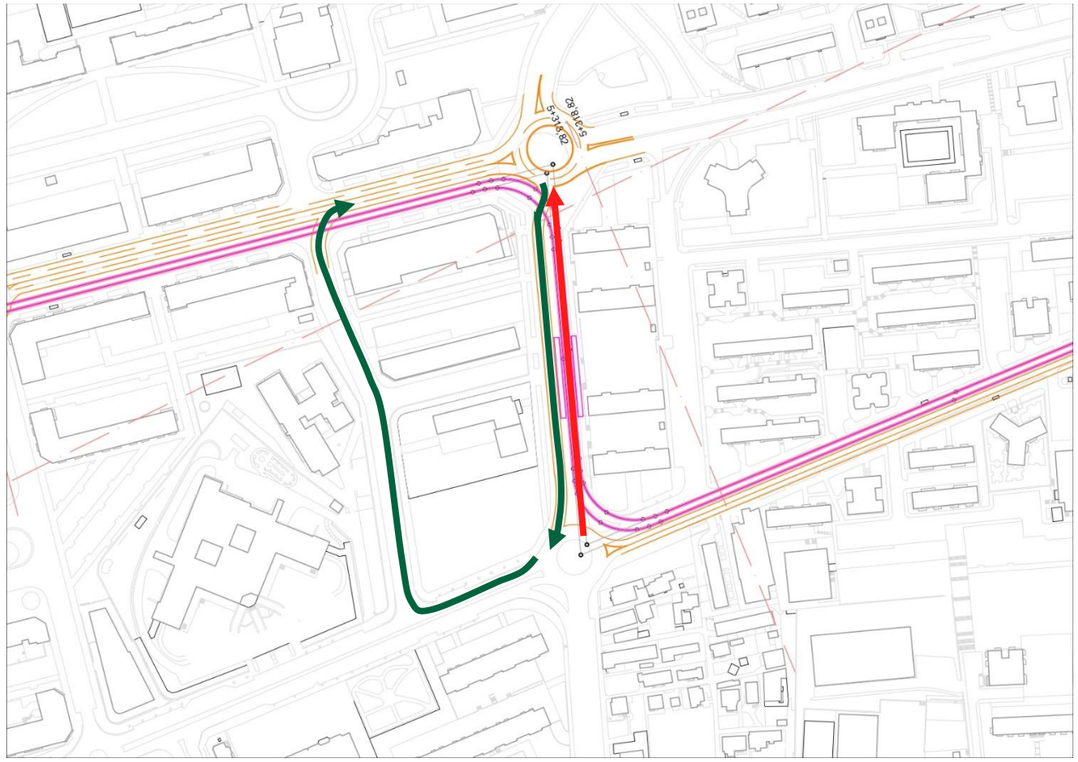


Ilustración 93. Modificación vial en el entorno de Los Acebos

3.2.3. HOSPITAL DE VALDECILLA

El entorno del Hospital de Valdecilla tendrá modificaciones sustanciales de tráfico con la implantación del tranvía. La calle Padre Rábago quedará para uso exclusivo del tranvía, excepto los garajes existentes en ese tramo que podrán circular sobre la plataforma tranviaria en sentido a Jerónimo Sainz de la Maza.

La calle Jerónimo Sainz de la Maza se convertirá en unidireccional, en sentido ascendente, desde la turbo glorieta de Valdecilla hasta Cuatro Caminos, con dos carriles de circulación. En el tramo más cercano a Cuatro Caminos, se mantendrá esta configuración dotando a la calle de unas mayores zonas peatonales.

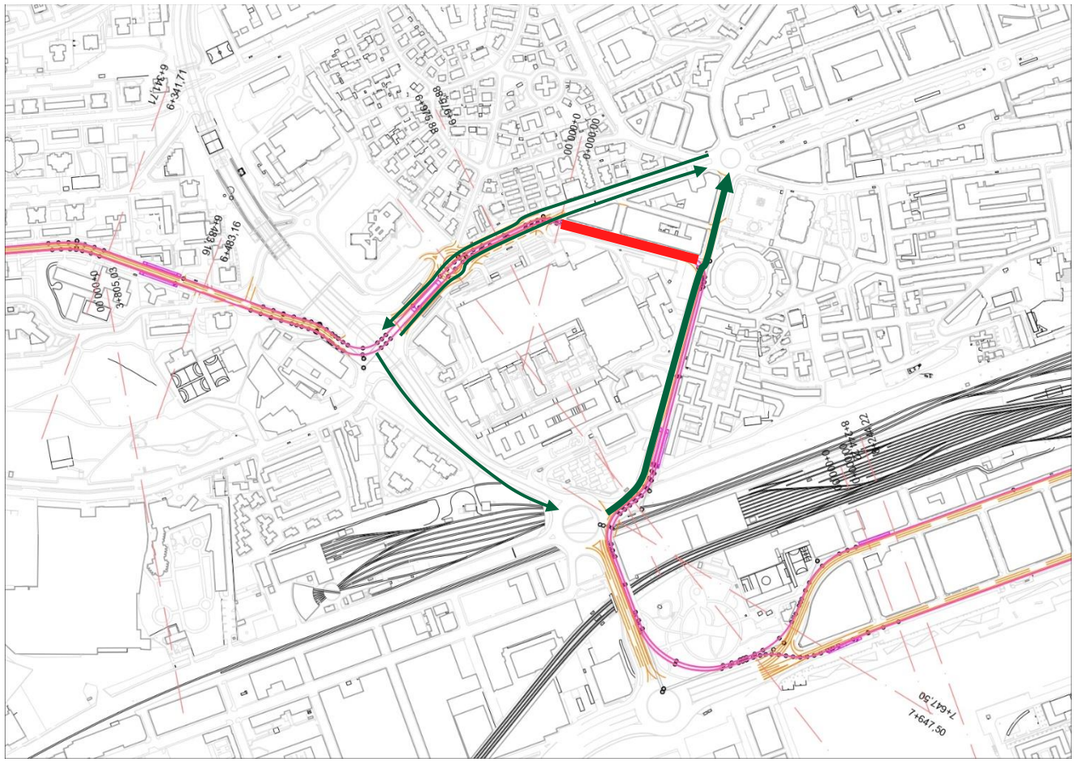


Ilustración 94.Modificación vial en el entorno del Hospital de Valdecilla

3.2.4. PLAZA BRISAS

La Plaza las Brisas sufrirá una gran transformación que la acercarán al mar, al desviar todo el tráfico rodado de Avenida Castañeda, que va frente al mar, a la trasera de la plaza, dejando ese espacio para el trazado del tranvía.

De esta forma se ganará espacio para el peatón, aumentando el paseo y reduciendo el espacio para los vehículos, haciendo de la zona un lugar más amable para los ciudadanos.

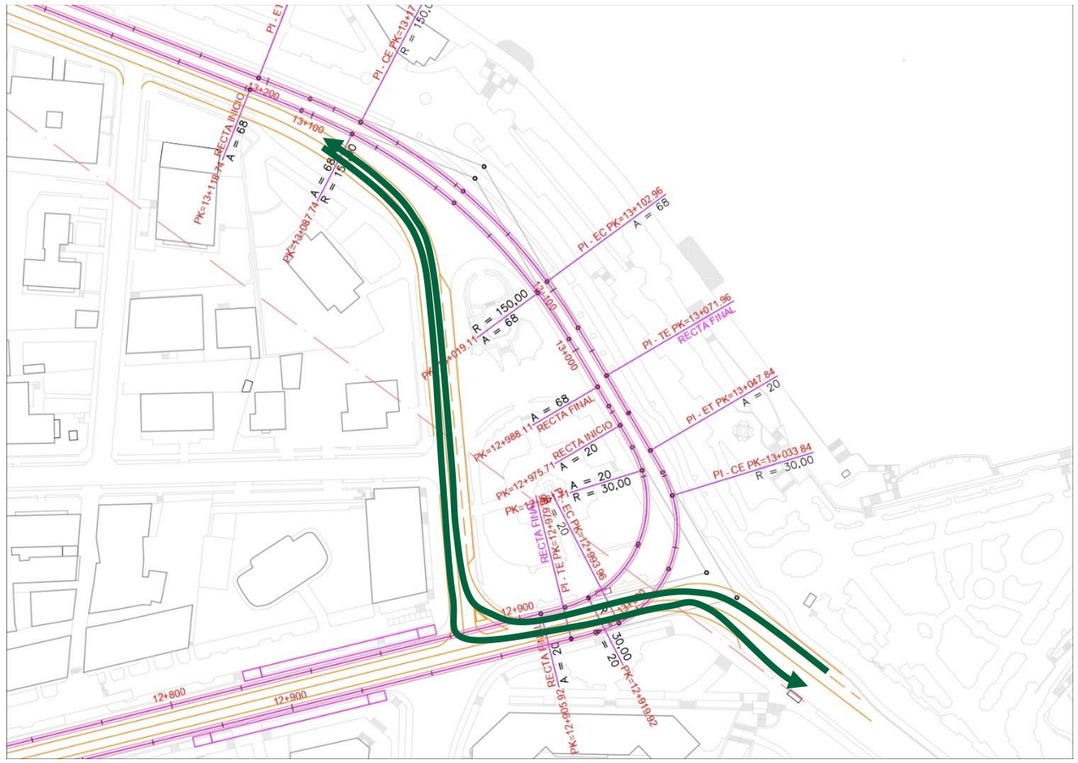


Ilustración 95. Modificación vial de la Plaza Brisas

ANEJO 15. PROGRAMA DE TRABAJOS

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 2

2. TRAMIFICACIÓN DEL PROYECTO 2

3. NORMAS GENERALES 2

4. PLAN DE OBRA 2

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. TRAMIFICACIÓN DEL TRAZADO 2

1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene como objeto dar un plazo aproximado para la ejecución de las obras de la línea de tranvía. La duración final de los trabajos dependerá de la adjudicataria de las obras, así como del propio Ayuntamiento.

Se ha confeccionado un Plan de Obra representado en un diagrama de Gantt para conocer el orden y duración de cada unidad de ejecución.

2. TRAMIFICACIÓN DEL PROYECTO

Para poder realizar trabajos de forma simultánea en varios puntos el proyecto se ha dividido en 5 tramos:

- Tramo 1. Centro Comercial – PCTCAN
- Tramo 2. PCTCAN – Valdecilla Norte
- Tramo 3: Valdecilla Norte – Estaciones
- Tramo 4: Estaciones – Polio
- Tramo 5: Polio – El Sardinero

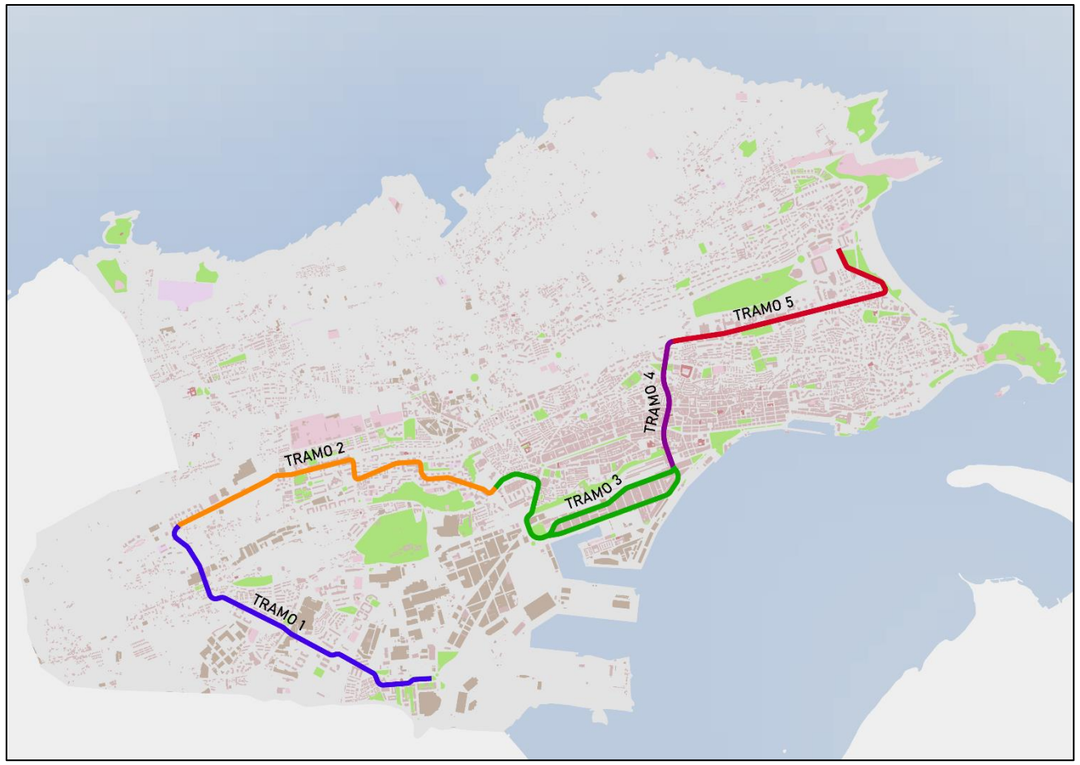


Ilustración 96. Tramificación del trazado

A estos tramos hay que añadir, un sexto tramo, en el que se incluirán las cocheras y talleres, junto con el ramal de acceso a las mismas.

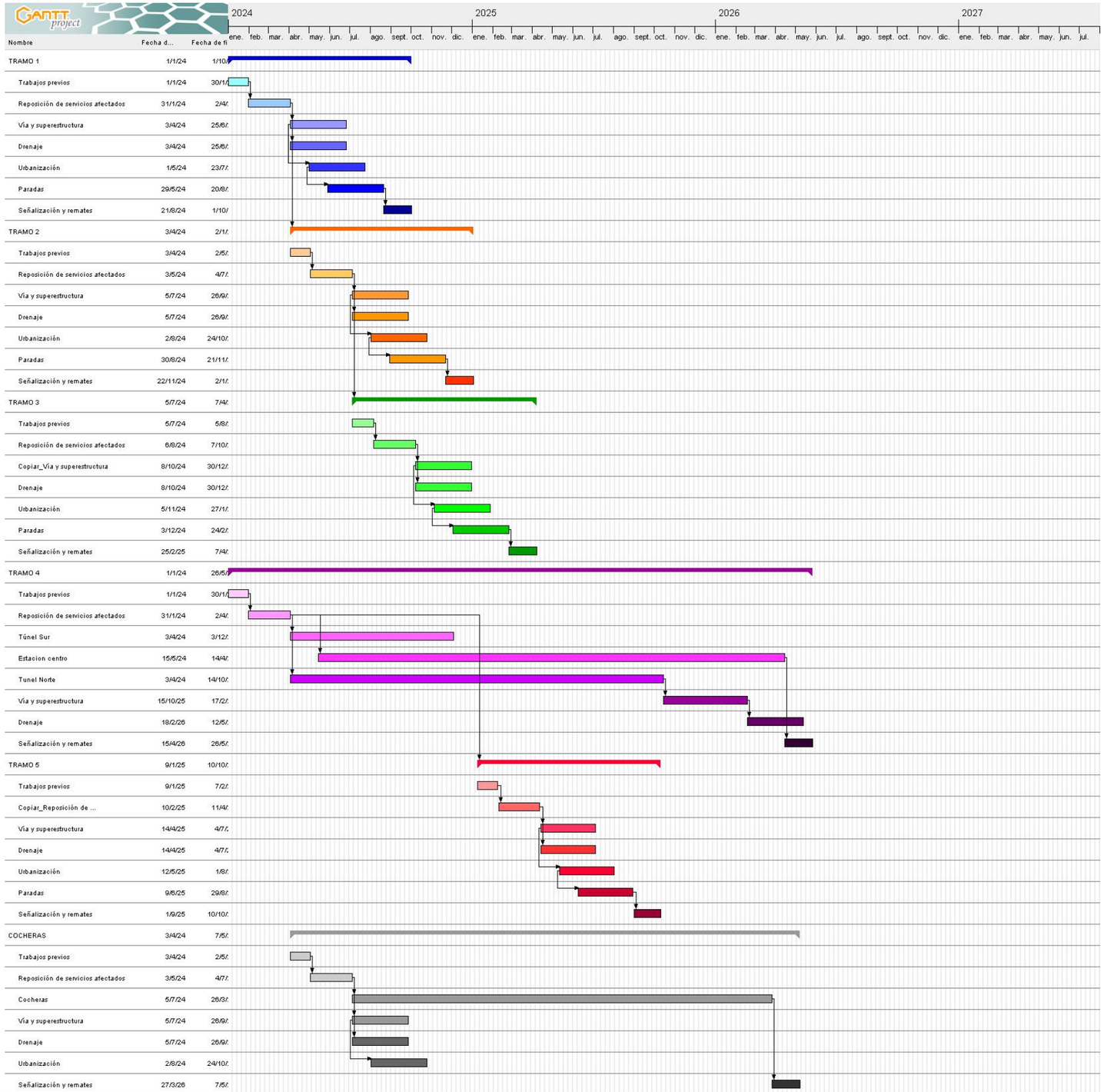
3. NORMAS GENERALES

1. Construcción de vías de circulación provisionales, liberando los terrenos a ocupar y reemplazando los servicios afectados de agua, gas, electricidad, telecomunicaciones y saneamiento.
2. Obra civil del trazado del tranvía
3. Urbanización de la vía simultáneamente a la ejecución.

4. PLAN DE OBRA

Se prevé que los trabajos a realizar se tengan una duración aproximada de 2 años y 5 meses.

A continuación, se muestra el plan de obra en un diagrama de Gantt:



Nombre	Fecha d...	Fecha de fi
TRAMO 1	1/1/24	1/10/
Trabajos previos	1/1/24	30/1/
Reposición de servicios afectados	31/1/24	2/4/
Vía y superestructura	3/4/24	25/6/
Drenaje	3/4/24	25/6/
Urbanización	1/5/24	23/7/
Paradas	29/5/24	20/8/
Señalización y remates	21/8/24	1/10/
TRAMO 2	3/4/24	2/1/
Trabajos previos	3/4/24	2/5/
Reposición de servicios afectados	3/5/24	4/7/
Vía y superestructura	5/7/24	26/9/
Drenaje	5/7/24	26/9/
Urbanización	2/8/24	24/10/
Paradas	30/8/24	21/11/
Señalización y remates	22/11/24	2/1/
TRAMO 3	5/7/24	7/4/
Trabajos previos	5/7/24	5/8/
Reposición de servicios afectados	6/8/24	7/10/
Copiar_Vía y superestructura	8/10/24	30/12/
Drenaje	8/10/24	30/12/
Urbanización	5/11/24	27/1/
Paradas	3/12/24	24/2/
Señalización y remates	25/2/25	7/4/
TRAMO 4	1/1/24	26/5/
Trabajos previos	1/1/24	30/1/
Reposición de servicios afectados	31/1/24	2/4/
Túnel Sur	3/4/24	3/12/
Estacion centro	15/5/24	14/4/
Tunel Norte	3/4/24	14/10/
Vía y superestructura	15/10/25	17/2/
Drenaje	18/2/26	12/5/
Señalización y remates	15/4/26	26/5/
TRAMO 5	9/1/25	10/10/
Trabajos previos	9/1/25	7/2/
Copiar_Reposición de ...	10/2/25	11/4/
Vía y superestructura	14/4/25	4/7/
Drenaje	14/4/25	4/7/
Urbanización	12/5/25	1/8/
Paradas	9/8/25	29/8/
Señalización y remates	1/9/25	10/10/
COCHERAS	3/4/24	7/5/
Trabajos previos	3/4/24	2/5/
Reposición de servicios afectados	3/5/24	4/7/
Cocheras	5/7/24	26/3/
Vía y superestructura	5/7/24	26/9/
Drenaje	5/7/24	26/9/
Urbanización	2/8/24	24/10/
Señalización y remates	27/3/26	7/5/

DOCUMENTO Nº3

PRESUPUESTO

PROYECTO DE TRANVÍA EN SANTANDER
TRABAJO DE FÍN DE MÁSTER

ÍNDICE

1. MEDICIONES 2

2. CUADRO DE MACROPRECIOS 5

3. PRESUPUESTO 8

4. RESUMEN 11

1. MEDICIONES

CAPÍTULO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD
1	**DEMOLICIONES Y MOVIMIENTO DE TIERRAS**					
	M3 DEMOLICIÓN TOTAL DE SOLADO URBANO, PEATONAL O RODADO.		12123	7	0,3	25458,3
	M3 EXTRACCIÓN DE CAPA DE TIERRA VEGETAL		786	7	0,5	2751
	M3 DEMOLICIÓN DE OBRA DE FÁBRICA DE HORMIGÓN ARMADO O EN MASA					100
	M3 RELLENO CON SUELO ESTABILIZADO		125	7	0,2	175
2	**INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA**					
2.1	**PLATAFORMA**					
	ML PLATAFORMA SECCIÓN TIPO VÍA SEDRA CARRIL RI60N PLALTAFORMA RESERVADA, REVESTIMIENTO HORMIGÓN IMPRESO (ANCHO 7,00 M)		1394			1394
	ML PLATAFORMA SECCIÓN TIPO VÍA SEDRA CARRIL RI60N PLALTAFORMA CON REVESTIMIENTO ASFÁLTICO PARA TRÁFICO RODADO (ANCHO 7,00 M)	65	10			650
	ML PLATAFORMA SECCIÓN TIPO VÍA SOBRE TACOS CARRIL UIC-54 PLATAFORMA RESERVADA, REVESTIMIENTO EN CÉSPED (ANCHO 7,00 M)		13762			13762
	ML SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TODAS LAS CANALIZACIONES "MULTITUBULAR" NECESARIAS EN LA PLATAFORMA DEL TRANVÍA		15166			15166
	ML EJECUCIÓN Y ADECUACIÓN DEL DRENAJE DE LA PLATAFORMA		15166			15166
	ML LEVANTE Y DESGUACE DE VÍA DOBLE EN TRAYECTOS O PARQUE		758			758
2.2	**TÚNEL**					
	ML TÚNEL DE LÍNEA PARA VÍA DOBLE, SECCIÓN CON SOSTENIMIENTO TIPO III, INCLUYENDO EXCAVACIÓN, SOSTENIMIENTO, REVESTIMIENTO E IMPERMEABILIZACIÓN, INCLUIDOS TRANSPORTES Y CANON.		1044			1044
	UD ESTACIÓN SUBTERRÁNEA INCLUIDOS LOS ACCESOS		1			1
2.2	**APARATOS DE VÍA**					
	UD SUMINISTRO, ENSAMBLAJE Y MONTAJE DE DESVÍO	24				24
2.3	**CATENARIA**					
	ML CATENARIA PARA VÍA DOBLE, POSTE CENTRAL, EN RECTA O CURVA DE R>=1000 M		4008			4008
	ML CATENARIA VIA DOBLE, POSTE CENTRAL, EN CURVA 1000 M > R >= 200 M		400			400
	ML CATENARIA VIA DOBLE, POSTE CENTRAL, EN CURVA R < 200 M		1699			1699
	ML CATENARIA VIA DOBLE, POSTE LATERAL ÚNICO EN RECTA O CURVA R>=1000M		7026			7026
	ML CATENARIA VIA DOBLE, POSTE LATERAL ÚNICO, EN CURVA R < 200 M		500			500
	ML FEEDER DE ACOMPAÑAMIENTO		6816,5			6816,5
2.4	**PARADAS**					
	UD PARADA FORMADA POR DOS ANDENES LATERALES TOTALMENTE ACABADA	20				20
	UD PARADA FORMADA POR UN ANDÉN CENTRAL TOTALMENTE ACABADA	2				2
3	**ESTRUCTURAS Y OBRAS DE FÁBRICA**					
	ML MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRAS DE ALTURA ENTRE 2 Y 4M. MICROPILOTADO		21,95			21,95
	ML AMPLIACIÓN DE ROTONDA MEDIANTE LOSA EN VOLADIZO		29,89			29,89

CAPÍTULO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD
4	**URBANIZACIÓN DEL ENTORNO**					
4.1	**ACERAS**					
	M2 ACERA CON REVESTIMIENTO FORMADO CON BALDOSA HIDRÁULICA					15915
	M2 REPOSICIÓN DE PAVIMENTO EN ACERA					3150
4.2	**ARBOLADO Y VEGETACIÓN**					
	UD TRANSPLANTE DE ÁRBOL DE CIRCUNFERENCIA DE TRONCO DE HASTA 80 CM	80				80
	M2 ZONA AJARDINADA		45	10		450
4.3	**MOBILIARIO URBANO**					
	ML DESMONT. Y MONT. DE MOBILIARIO URBANO GENERAL		7742,93			7742,93
4.4	**ILUMINACIÓN**					
	ML DESMONTAJE Y REPOSICIÓN DEL ALUMBRADO EXISTENTE		3357,51			3357,51
	ML ILUMINACIÓN NUEVA		1897			1897
4.5	**CALZADA**					
	ML CALZADA (ANCHO 3,50 M) CON AGLOMERADO ASFALTICO BITUMINOSO EN CALIENTE TIPO D-12 EN CAPA DE RODADURA, S-20 EN CAPA INTERMEDIA Y		11191,69			11191,69
5	**SISTEMAS E INSTALACIONES**					
5.1	**REDES DE COMUNICACIONES**					
5.1.1	**RED DE TRANSMISIÓN POR FIBRA ÓPTICA**					
	UD NODO RED TRONCAL DE COMUNICACIONES DE PARADAS Y SUBESTACIONES	24				24
	ML CABLE DE 64 FIBRAS ÓPTICAS		15133			15133
	UD REPARTIDOR DE FIBRA ÓPTICA	24				24
	UD PA PARA LA ACTUALIZACIÓN DE LA INGENIERÍA DE SOFTWARE Y HARDWARE RED DE TRANSMISIÓN	1				1
5.1.2	**RED DE RADIOCOMUNICACIONES**					
	UD PUNTO DE EMISIÓN DE RADIO	1				1
5.2	**SISTEMAS DE COMUNICACIONES**					
5.2.1	**SISTEMA DE TELEFONÍA E INTERFONÍA**					
	UD EQUIPAMIENTO DE TELEFONÍA	44				44
						0
	UD EQUIPAMIENTO DE INTERFONÍA EN PARADA	44				44
5.2.2	**SISTEMA DE MEGAFONÍA**					
	UD EQUIPAMIENTO DE MEGAFONÍA PARA PARADAS	44				44
5.2.3	**SISTEMA DE TELEINDICADORES Y CRONOMETRÍA**					
	UD EQUIPAMIENTO DE TELEINDICADORES PARA PARADA	44				44
	UD CENTRAL SECUNDARIA DE PARADA, SISTEMA DE CRONOMETRÍA	44				44
5.3	**SISTEMA DE SEGURIDAD**					
	UD INTERRUPTOR DETECTOR EN PARADA	44				44
	UD EQUIPAMIENTO DE VIDEOVIGILANCIA PARA PARADA	22				22
5.4	**SISTEMA TARIFARIO**					
	UD EQUIPAMIENTO DE SISTEMA TARIFARIO PARA PARADA	22				22
6	**SEÑALIZACIÓN**					
6.1	**SEÑALIZACIÓN TRANVIARIA**					
6.1.1	**SEÑALES**					
	UD SEÑAL PARA RECORRIDO	112				112
						0
	UD SEÑAL DE VELOCIDAD	62				62
						0
	UD SEÑAL DE PROTECCIÓN	10				10
	UD SEÑAL PARA APAGAR O ENCENDER CONTACTOS	10				10
6.1.2	**ACCIONAMIENTOS DE AGUJA**					
	ML EQUIPO DE BOBINA DETECTORA	16				16
						0
	UD ACCIONAMIENTO DE AGUJAS ELECTROMAGNETICO TALONABLE	24				24
						0
	UD CUADRO DE MANDO CON CERROJO	8				8
6.1.3	**BASTIDORES Y ARMARIOS**					
	UD BASTIDOR EN ARMARIO DE VÍA	22				22
						0

CAPÍTULO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD
	UD ARMARIO DE SEÑALIZACIÓN	20				20
6.1.4	**EQUIPAMIENTO EN TIERRA**					
	UD EQUIPO RECEPTOR EN ARMARIO DE VÍA DE LA SEÑAL	22				22
	UD BUCLE EN VÍA PARA LA RECEPCIÓN DE LA SEÑAL	22				22
6.2	**SEÑALIZACIÓN VIARIA**					
	UD DESMONTAJE Y REPOSICIÓN DE SEMÁFORO ANCLADO A BÁCULO	56				56
	ML PINTADO DE LA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL		15133			15133
7	**ELECTRIFICACIÓN**					
7.1	**RED DE SUMINISTRO DE ENERGÍA**					
	ML LÍNEA DE ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA DHZ1 0,6/1 kV 3(1x95) K		1250			1250
7.2	**EQUIPOS EN LINEA**					
	UD PA PARA EL SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TODOS LOS EQUIPOS DE LÍNEA NECESARIOS	1				1
7.3	**INSTALACIONES DE PARADAS**					
	UD TRANSFORMADOR DE POTENCIA EN PARADA DE DOS ANDENES	22				22
	UD CUADRO DE BAJA TENSIÓN EN PARADA DE DOS ANDENES	22				22
	UD SUM. E INST. DE SIST. DE ALUMBRADO Y TOMAS DE CORRIENTE EN PARADA DE DOS ANDENES	22				22
	UD RED DE PUESTA A TIERRA EN PARADA DE DOS ANDENES	22				22
	UD SUBESTACIÓN ELÉCTRICA	1				1

2. CUADRO DE MACROPRECIOS

CAPÍTULO	RESUMEN	PRECIO
1	**DEMOLICIONES Y MOVIMIENTO DE TIERRAS**	
	M3 DEMOLICIÓN TOTAL DE SOLADO URBANO, PEATONAL O RODADO.	31,64
	M3 EXTRACCIÓN DE CAPA DE TIERRA VEGETAL	3,56
	M3 DEMOLICIÓN DE OBRA DE FÁBRICA DE HORMIGÓN ARMADO O EN MASA	61,74
	M3 RELLENO CON SUELO ESTABILIZADO	18,14
2	**INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA**	
2.1	**PLATAFORMA**	
	ML PLATAFORMA SECCIÓN TIPO VÍA SEDRA CARRIL RI60N PLALTAFORMA RESERVADA, REVESTIMIENTO HORMIGÓN IMPRESO (ANCHO 7,00 M)	2207,98
	ML PLATAFORMA SECCIÓN TIPO VÍA SEDRA CARRIL RI60N PLALTAFORMA CON REVESTIMIENTO ASFÁLTICO PARA TRÁFICO RODADO (ANCHO 7,00 M)	2109,18
	ML PLATAFORMA SECCIÓN TIPO VÍA SOBRE TACOS CARRIL UIC-54 PLATAFORMA RESERVADA, REVESTIMIENTO EN CÉSPED (ANCHO 7,00 M)	2036,99
	ML SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TODAS LAS CANALIZACIONES "MULTITUBULAR" NECESARIAS EN LA PLATAFORMA DEL TRANVÍA	91,35
	ML EJECUCIÓN Y ADECUACIÓN DEL DRENAJE DE LA PLATAFORMA	305,04
	ML LEVANTE Y DESGUACE DE VÍA DOBLE EN TRAYECTOS O PARQUE	255
2.2	**TÚNEL**	
	ML TÚNEL DE LÍNEA PARA VÍA DOBLE, SECCIÓN CON SOSTENIMIENTO TIPO III, INCLUYENDO EXCAVACIÓN, SOSTENIMIENTO, REVESTIMIENTO E IMPERMEABILIZACIÓN, INCLUIDOS TRANSPORTES Y CANON.	15.000,00 €
	UD ESTACIÓN SUBTERRÁNEA INCLUIDOS LOS ACCESOS	22.500.000,00 €
2.3	**APARATOS DE VÍA**	
	UD SUMINISTRO, ENSAMBLAJE Y MONTAJE DE DESVÍO	101.143,27

CAPÍTULO	RESUMEN	PRECIO
2.4	**CATENARIA**	
	ML CATENARIA PARA VÍA DOBLE, POSTE CENTRAL, EN RECTA O CURVA DE R>=1000 M	279,82
	ML CATENARIA VIA DOBLE, POSTE CENTRAL, EN CURVA 1000 M > R >= 200 M	426,4
	ML CATENARIA VIA DOBLE, POSTE CENTRAL, EN CURVA R < 200 M	806,16
	ML CATENARIA VIA DOBLE, POSTE LATERAL ÚNICO EN RECTA O CURVA R>=1000M	307,81
	ML CATENARIA VIA DOBLE, POSTE LATERAL ÚNICO, EN CURVA R < 200 M	886,77
	ML FEEDER DE ACOMPAÑAMIENTO	21,44
2.5	**PARADAS**	
	UD PARADA FORMADA POR DOS ANDENES LATERALES TOTALMENTE ACABADA	229.520,18
	UD PARADA FORMADA POR UN ANDÉN CENTRAL TOTALMENTE ACABADA	160664,126
3	**ESTRUCTURAS Y OBRAS DE FÁBRICA**	
	ML MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRAS DE ALTURA ENTRE 2 Y 4M. MICROPILOTADO	2.161,85
	ML AMPLIACIÓN DE ROTONDA MEDIANTE LOSA EN VOLADIZO	1.589,90
4	**URBANIZACIÓN DEL ENTORNO**	
4.1	**ACERAS**	
	M2 ACERA CON REVESTIMIENTO FORMADO CON BALDOSA HIDRÁULICA	54,79
	M2 REPOSICIÓN DE PAVIMENTO EN ACERA	31,76
4.2	**ARBOLADO Y VEGETACIÓN**	
	UD TRANSPLANTE DE ÁRBOL DE CIRCUNFERENCIA DE TRONCO DE HASTA 80 CM	1.265,54
	M2 ZONA AJARDINADA	8,04
4.3	**MOBILIARIO URBANO**	
	ML DESMONT. Y MONT. DE MOBILIARIO URBANO GENERAL	44,33
4.4	**ILUMINACIÓN**	

CAPÍTULO	RESUMEN	PRECIO
	ML DESMONTAJE Y REPOSICIÓN DEL ALUMBRADO EXISTENTE	9,29
	ML ILUMINACIÓN NUEVA	132,19
4.5	**CALZADA**	
	ML CALZADA (ANCHO 3,50 M) CON AGLOMERADO ASFALTICO BITUMINOSO EN CALIENTE TIPO D-12 EN CAPA DE RODADURA, S-20 EN CAPA INTERMEDIA Y	77,62
5	**SISTEMAS E INSTALACIONES**	
5.1	**REDES DE COMUNICACIONES**	
5.1.1	**RED DE TRANSMISIÓN POR FIBRA ÓPTICA**	
	UD NODO RED TRONCAL DE COMUNICACIONES DE PARADAS Y SUBESTACIONES	62.795,60
	ML CABLE DE 64 FIBRAS ÓPTICAS	13,48
	UD REPARTIDOR DE FIBRA ÓPTICA	3.982,16
	UD PA PARA LA ACTUALIZACIÓN DE LA INGENIERÍA DE SOFTWARE Y HARDWARE RED DE TRANSMISIÓN	16.410,00
5.1.2	**RED DE RADIOCOMUNICACIONES**	
	UD PUNTO DE EMISIÓN DE RADIO	321.636,00
5.2	**SISTEMAS DE COMUNICACIONES**	
5.2.1	**SISTEMA DE TELEFONÍA E INTERFONÍA**	
	UD EQUIPAMIENTO DE TELEFONÍA	1.439,70
	UD EQUIPAMIENTO DE INTERFONÍA EN PARADA	1.485,65
5.2.2	**SISTEMA DE MEGAFONÍA**	
	UD EQUIPAMIENTO DE MEGAFONÍA PARA PARADAS	16.847,60
5.2.3	**SISTEMA DE TELEINDICADORES Y CRONOMETRÍA**	
	UD EQUIPAMIENTO DE TELEINDICADORES PARA PARADA	4.058,74
	UD CENTRAL SECUNDARIA DE PARADA, SISTEMA DE CRONOMETRÍA	91,9
5.3	**SISTEMA DE SEGURIDAD**	
	UD INTERRUPTOR DETECTOR EN PARADA	183,79
	UD EQUIPAMIENTO DE VIDEOVIGILANCIA PARA PARADA	2.756,88
5.4	**SISTEMA TARIFARIO**	
	UD EQUIPAMIENTO DE SISTEMA TARIFARIO PARA PARADA	64.327,20
6	**SEÑALIZACIÓN**	

CAPÍTULO	RESUMEN	PRECIO
6.1	**SEÑALIZACIÓN TRANVIARIA**	
6.1.1	**SEÑALES**	
	UD SEÑAL PARA RECORRIDO	2.756,88
	UD SEÑAL DE VELOCIDAD	765,8
	UD SEÑAL DE PROTECCIÓN	765,8
	UD SEÑAL PARA APAGAR O ENCENDER CONTACTOS	765,8
6.1.2	**ACCIONAMIENTOS DE AGUJA**	
	ML EQUIPO DE BOBINA DETECTORA	5.207,44
	UD ACCIONAMIENTO DE AGUJAS ELECTROMAGNETICO TALONABLE	28.991,00
	UD CUADRO DE MANDO CON CERROJO	28.991,00
6.1.3	**BASTIDORES Y ARMARIOS**	
	UD BASTIDOR EN ARMARIO DE VÍA	7.045,36
	UD ARMARIO DE SEÑALIZACIÓN	9.189,60
6.1.4	**EQUIPAMIENTO EN TIERRA**	
	UD EQUIPO RECEPTOR EN ARMARIO DE VÍA DE LA SEÑAL	35.226,80
	UD BUCLE EN VÍA PARA LA RECEPCIÓN DE LA SEÑAL	918,96
6.2	**SEÑALIZACIÓN VIARIA**	
	UD DESMONTAJE Y REPOSICIÓN DE SEMÁFORO ANCLADO A BÁCULO	2.214,26
	ML PINTADO DE LA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	24,76
7	**ELECTRIFICACIÓN**	
7.1	**RED DE SUMINISTRO DE ENERGÍA**	
	ML LÍNEA DE ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA DHZ1 0,6/1 kV 3(1x95) K	27,57
7.2	**EQUIPOS EN LINEA**	
	UD PA PARA EL SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TODOS LOS EQUIPOS DE LÍNEA NECESARIOS	50.596,41
7.3	**INSTALACIONES DE PARADAS**	
	UD TRANSFORMADOR DE POTENCIA EN PARADA DE DOS ANDENES	6.739,04
	UD CUADRO DE BAJA TENSIÓN EN PARADA DE DOS ANDENES	44.416,40

CAPÍTULO	RESUMEN	PRECIO
	UD SUM. E INST. DE SIST. DE ALUMBRADO Y TOMAS DE CORRIENTE EN PARADA DE DOS ANDENES	17.613,40
	UD RED DE PUESTA A TIERRA EN PARADA DE DOS ANDENES	9.189,60
	UD SUBESTACIÓN ELÉCTRICA	827.064,00

3. PRESUPUESTO

CAPÍTULO	RESUMEN	PRECIO	CANTIDAD	IMPORTE
1	**DEMOLICIONES Y MOVIMIENTO DE TIERRAS**			**824.642,67 €**
	M3 DEMOLICIÓN TOTAL DE SOLADO URBANO, PEATONAL O RODADO.	31,64 €	25458,3	805.500,61 €
	M3 EXTRACCIÓN DE CAPA DE TIERRA VEGETAL	3,56 €	2751	9.793,56 €
	M3 DEMOLICIÓN DE OBRA DE FÁBRICA DE HORMIGÓN ARMADO O EN MASA	61,74 €	100	6.174,00 €
	M3 RELLENO CON SUELO ESTABILIZADO	18,14 €	175	3.174,50 €
2	**INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA**			**89.600.006,79 €**
2.1	**PLATAFORMA**			**38.686.888,24 €**
	ML PLATAFORMA SECCIÓN TIPO VÍA SEDRA CARRIL RI60N PLALTAFORMA RESERVADA, REVESTIMIENTO HORMIGÓN IMPRESO (ANCHO 7,00 M)	2.207,98 €	1394	3.077.924,12 €
	ML PLATAFORMA SECCIÓN TIPO VÍA SEDRA CARRIL RI60N PLALTAFORMA CON REVESTIMIENTO ASFÁLTICO PARA TRÁFICO RODADO (ANCHO 7,00 M)	2.109,18 €	650	1.370.967,00 €
	ML PLATAFORMA SECCIÓN TIPO VÍA SOBRE TACOS CARRIL UIC-54 PLATAFORMA RESERVADA, REVESTIMIENTO EN CÉSPED (ANCHO 7,00 M)	2.036,99 €	13762	28.033.056,38 €
	ML SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TODAS LAS CANALIZACIONES "MULTITUBULAR" NECESARIAS EN LA PLATAFORMA DEL TRANVÍA	91,35 €	15166	1.385.414,10 €
	ML EJECUCIÓN Y ADECUACIÓN DEL DRENAJE DE LA PLATAFORMA	305,04 €	15166	4.626.236,64 €
	ML LEVANTE Y DESGUACE DE VÍA DOBLE EN TRAYECTOS O PARQUE	255,00 €	758	193.290,00 €
2.2	**TÚNEL**			**38.160.000,00 €**
	ML TÚNEL DE LÍNEA PARA VÍA DOBLE, SECCIÓN CON SOSTENIMIENTO TIPO III, INCLUYENDO EXCAVACIÓN, SOSTENIMIENTO, REVESTIMIENTO E IMPERMEABILIZACIÓN, INCLUIDOS TRANSPORTES Y CANON.	15.000,00 €	1044	15.660.000,00 €
	UD ESTACIÓN SUBTERRÁNEA INCLUIDOS LOS ACCESOS	22.500.000,00 €	1	22.500.000,00 €
2.3	**APARATOS DE VÍA**			**2.427.438,48 €**
	UD SUMINISTRO, ENSAMBLAJE Y MONTAJE DE DESVÍO	101.143,27 €	24	2.427.438,48 €
2.4	**CATENARIA**			**5.413.948,22 €**
	ML CATENARIA PARA VÍA DOBLE, POSTE CENTRAL, EN RECTA O CURVA DE R>=1000 M	279,82 €	4008	1.121.518,56 €
	ML CATENARIA VIA DOBLE, POSTE CENTRAL, EN CURVA 1000 M > R >= 200 M	426,40 €	400	170.560,00 €
	ML CATENARIA VIA DOBLE, POSTE CENTRAL, EN CURVA R < 200 M	806,16 €	1699	1.369.665,84 €
	ML CATENARIA VIA DOBLE, POSTE LATERAL ÚNICO EN RECTA O CURVA R>=1000M	307,81 €	7026	2.162.673,06 €
	ML CATENARIA VIA DOBLE, POSTE LATERAL ÚNICO, EN CURVA R < 200 M	886,77 €	500	443.385,00 €
	ML FEEDER DE ACOMPAÑAMIENTO	21,44 €	6816,5	146.145,76 €
2.5	**PARADAS**			**4.911.731,85 €**
	UD PARADA FORMADA POR DOS ANDENES LATERALES TOTALMENTE ACABADA	229.520,18 €	20	4.590.403,60 €
	UD PARADA FORMADA POR UN ANDÉN CENTRAL TOTALMENTE ACABADA	160.664,13 €	2	321.328,25 €
3	**ESTRUCTURAS Y OBRAS DE FÁBRICA**			**94.974,72 €**
	ML MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRAS DE ALTURA ENTRE 2 Y 4M. MICROPILOTADO	2.161,85 €	21,95	47.452,61 €

CAPÍTULO	RESUMEN	PRECIO	CANTIDAD	IMPORTE
	ML AMPLIACIÓN DE ROTONDA MEDIANTE LOSA EN VOLADIZO	1.589,90 €	29,89	47.522,11 €
4	**URBANIZACIÓN DEL ENTORNO**			**2.570.786,78 €**
4.1	**ACERAS**			**972.026,85 €**
	M2 ACERA CON REVESTIMIENTO FORMADO CON BALDOSA HIDRÁULICA	54,79 €	15915	871.982,85 €
	M2 REPOSICIÓN DE PAVIMENTO EN ACERA	31,76 €	3150	100.044,00 €
4.2	**ARBOLADO Y VEGETACIÓN**			**104.861,20 €**
	UD TRANSPLANTE DE ÁRBOL DE CIRCUNFERENCIA DE TRONCO DE HASTA 80 CM	1.265,54 €	80	101.243,20 €
	M2 ZONA AJARDINADA	8,04 €	450	3.618,00 €
4.3	**MOBILIARIO URBANO**			**343.244,09 €**
	ML DESMONT. Y MONT. DE MOBILIARIO URBANO GENERAL	44,33 €	7742,93	343.244,09 €
4.4	**ILUMINACIÓN**			**281.955,67 €**
	ML DESMONTAJE Y REPOSICIÓN DEL ALUMBRADO EXISTENTE	9,29 €	3357,507	31.191,24 €
	ML ILUMINACIÓN NUEVA	132,19 €	1897	250.764,43 €
4.5	**CALZADA**			**868.698,98 €**
	ML CALZADA (ANCHO 3,50 M) CON AGLOMERADO ASFALTICO BITUMINOSO EN CALIENTE TIPO D-12 EN CAPA DE RODADURA, S-20 EN CAPA INTERMEDIA Y	77,62 €	11191,69	868.698,98 €
5	**SISTEMAS E INSTALACIONES**			**4.681.279,56 €**
5.1	**REDES DE COMUNICACIONES**			**2.144.705,08 €**
5.1.1	**RED DE TRANSMISIÓN POR FIBRA ÓPTICA**			**1.823.069,08 €**
	UD NODO RED TRONCAL DE COMUNICACIONES DE PARADAS Y SUBESTACIONES	62.795,60 €	24	1.507.094,40 €
	ML CABLE DE 64 FIBRAS ÓPTICAS	13,48 €	15133	203.992,84 €
	UD REPARTIDOR DE FIBRA ÓPTICA	3.982,16 €	24	95.571,84 €
	UD PA PARA LA ACTUALIZACIÓN DE LA INGENIERÍA DE SOFTWARE Y HARDWARE RED DE TRANSMISIÓN	16.410,00 €	1	16.410,00 €

CAPÍTULO	RESUMEN	PRECIO	CANTIDAD	IMPORTE
5.1.2	**RED DE RADIOCOMUNICACIONES**			**321.636,00 €**
	UD PUNTO DE EMISIÓN DE RADIO	321.636,00 €	1	321.636,00 €
			0	0,00 €
5.2	**SISTEMAS DE COMUNICACIONES**			**1.052.637,96 €**
5.2.1	**SISTEMA DE TELEFONÍA E INTERFONÍA**			**128.715,40 €**
	UD EQUIPAMIENTO DE TELEFONÍA	1.439,70 €	44	63.346,80 €
	UD EQUIPAMIENTO DE INTERFONÍA EN PARADA	1.485,65 €	44	65.368,60 €
5.2.2	**SISTEMA DE MEGAFONÍA**			**741.294,40 €**
	UD EQUIPAMIENTO DE MEGAFONÍA PARA PARADAS	16.847,60 €	44	741.294,40 €
5.2.3	**SISTEMA DE TELEINDICADORES Y CRONOMETRÍA**			**182.628,16 €**
	UD EQUIPAMIENTO DE TELEINDICADORES PARA PARADA	4.058,74 €	44	178.584,56 €
	UD CENTRAL SECUNDARIA DE PARADA, SISTEMA DE CRONOMETRÍA	91,90 €	44	4.043,60 €
5.3	**SISTEMA DE SEGURIDAD**			**68.738,12 €**
	UD INTERRUPTOR DETECTOR EN PARADA	183,79 €	44	8.086,76 €
	UD EQUIPAMIENTO DE VIDEOVIGILANCIA PARA PARADA	2.756,88 €	22	60.651,36 €
5.4	**SISTEMA TARIFARIO**			**1.415.198,40 €**
	UD EQUIPAMIENTO DE SISTEMA TARIFARIO PARA PARADA	64.327,20 €	22	1.415.198,40 €
6	**SEÑALIZACIÓN**			**3.015.285,48 €**
6.1	**SEÑALIZACIÓN TRANVIARIA**			**2.516.593,84 €**
6.1.1	**SEÑALES**			**371.566,16 €**
	UD SEÑAL PARA RECORRIDO	2.756,88 €	112	308.770,56 €
	UD SEÑAL DE VELOCIDAD	765,80 €	62	47.479,60 €
	UD SEÑAL DE PROTECCIÓN	765,80 €	10	7.658,00 €
	UD SEÑAL PARA APAGAR O ENCENDER CONTACTOS	765,80 €	10	7.658,00 €
6.1.2	**ACCIONAMIENTOS DE AGUJA**			**1.011.031,04 €**
	ML EQUIPO DE BOBINA DETECTORA	5.207,44 €	16	83.319,04 €

CAPÍTULO	RESUMEN	PRECIO	CANTIDAD	IMPORTE
	UD ACCIONAMIENTO DE AGUJAS ELECTROMAGNETICO TALONABLE	28.991,00 €	24	695.784,00 €
	UD CUADRO DE MANDO CON CERROJO	28.991,00 €	8	231.928,00 €
6.1.3	**BASTIDORES Y ARMARIOS**			**338.789,92 €**
	UD BASTIDOR EN ARMARIO DE VÍA	7.045,36 €	22	154.997,92 €
	UD ARMARIO DE SEÑALIZACIÓN	9.189,60 €	20	183.792,00 €
6.1.4	**EQUIPAMIENTO EN TIERRA**			**795.206,72 €**
	UD EQUIPO RECEPTOR EN ARMARIO DE VÍA DE LA SEÑAL	35.226,80 €	22	774.989,60 €
	UD BUCLE EN VÍA PARA LA RECEPCIÓN DE LA SEÑAL	918,96 €	22	20.217,12 €
6.2	**SEÑALIZACIÓN VIARIA**			**498.691,64 €**
	UD DESMONTAJE Y REPOSICIÓN DE SEMÁFORO ANCLADO A BÁCULO	2.214,26 €	56	123.998,56 €
	ML PINTADO DE LA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	24,76 €	15133	374.693,08 €
7	**ELECTRIFICACIÓN**			**2.627.208,59 €**
7.1	**RED DE SUMINISTRO DE ENERGÍA**			**34.462,50 €**
	ML LÍNEA DE ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA DHZ1 0,6/1 kV 3(1x95) K	27,57 €	1250	34.462,50 €
7.2	**EQUIPOS EN LINEA**			**50.596,41 €**
	UD PA PARA EL SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TODOS LOS EQUIPOS DE LÍNEA NECESARIOS	50.596,41 €	1	50.596,41 €
7.3	**INSTALACIONES DE PARADAS**			**2.542.149,68 €**
	UD TRANSFORMADOR DE POTENCIA EN PARADA DE DOS ANDENES	6.739,04 €	22	148.258,88 €
	UD CUADRO DE BAJA TENSIÓN EN PARADA DE DOS ANDENES	44.416,40 €	22	977.160,80 €
	UD SUM. E INST. DE SIST. DE ALUMBRADO Y TOMAS DE CORRIENTE EN PARADA DE DOS ANDENES	17.613,40 €	22	387.494,80 €
	UD RED DE PUESTA A TIERRA EN PARADA DE DOS ANDENES	9.189,60 €	22	202.171,20 €

CAPÍTULO	RESUMEN	PRECIO	CANTIDAD	IMPORTE
	UD SUBESTACIÓN ELÉCTRICA	827.064,00 €	1	827.064,00 €
	TOTAL			**103.414.184,60 €**

4. RESUMEN

En el presente presupuesto se han estimado los costes de compra de las unidades móviles y la ejecución de las cocheras, que serán objeto de estudio en un proyecto específico.

1	DEMOLICIONES Y MOVIMIENTO DE TIERRAS			824.642,67 €
2	INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA			89.600.006,79 €
	2.1	PLATAFORMA	38.686.888,24 €	
	2.2	TÚNEL	38.160.000,00 €	
	2.3	APARATOS DE VÍA	2.427.438,48 €	
	2.4	CATENARIA	5.413.948,22 €	
	2.5	PARADAS	4.911.731,85 €	
3	ESTRUCTURAS Y OBRAS DE FÁBRICA			94.974,72 €
4	URBANIZACIÓN DEL ENTORNO			2.570.786,78 €
	4.1	ACERAS	972.026,85 €	
	4.2	ARBOLADO Y VEGETACIÓN	104.861,20 €	
	4.3	MOBILIARIO URBANO	343.244,09 €	
	4.4	ILUMINACIÓN	281.955,67 €	
	4.5	CALZADA	868.698,98 €	
5	SISTEMAS E INSTALACIONES			4.681.279,56 €
	5.1	REDES DE COMUNICACIONES	2.144.705,08 €	
	5.2	SISTEMAS DE COMUNICACIONES	1.052.637,96 €	
	5.3	SISTEMA DE SEGURIDAD	68.738,12 €	
	5.4	SISTEMA TARIFARIO	1.415.198,40 €	
6	SEÑALIZACIÓN			3.015.285,48 €
	6.1	SEÑALIZACIÓN TRANVIARIA	2.516.593,84 €	
	6.2	SEÑALIZACIÓN VIARIA	498.691,64 €	
7	ELECTRIFICACIÓN			2.627.208,59 €
	7.1	RED DE SUMINISTRO DE ENERGÍA	34.462,50 €	
	7.2	EQUIPOS EN LINEA	50.596,41 €	
	7.3	INSTALACIONES DE PARADAS	2.542.149,68 €	
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL				103.414.184,60 €
GASTOS GENERALES			13%	13.443.844,00 €
BENEFICIO INDUSTRIAL			6%	6.204.851,08 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA				123.062.879,67 €
MATERIAL MOVIL				40.000.000,00 €
COCHERAS				16.000.000,00 €
PRESUPUESTO BASE LICITACIÓN SIN INVA				179.062.879,67 €
IVA			21%	37.603.204,73 €
PRESUPUESTO BASE LICITACIÓN				216.666.084,40 €

El presupuesto base de licitación asciende a la cantidad de DOSCIENTOS DIECISEIS MILLONES SEISCIENTOS SESENTA Y SEIS MIL OCHENTA Y CUATRO EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS.

DOCUMENTO Nº2

PLANOS

PROYECTO DE TRANVÍA EN SANTANDER
TRABAJO DE FÍN DE MÁSTER

ÍNDICE

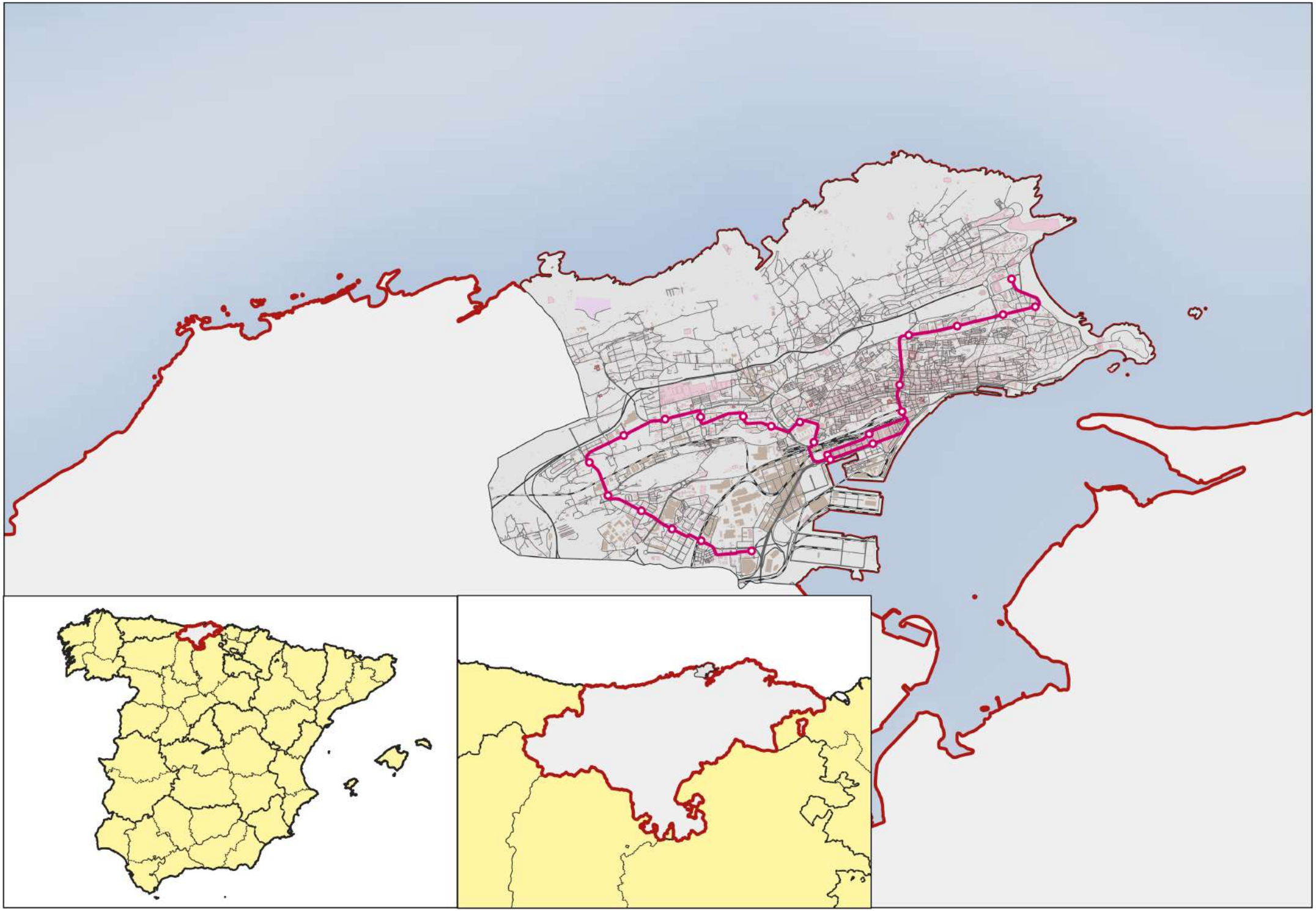
1. SITUACIÓN 2

2. CONJUNTO 3

3. TRAZADO 4

3.1. EJE 1 4
3.2. EJE 2 4
3.3. EJE COCHERAS 29

4. SECCIONES 54



LEYENDA / CAMBIOS

No.	Revisión/Descripción	Fecha

CLIENTE:

PROYECTO:

#####
#####
#####
#####

TITULO: #####

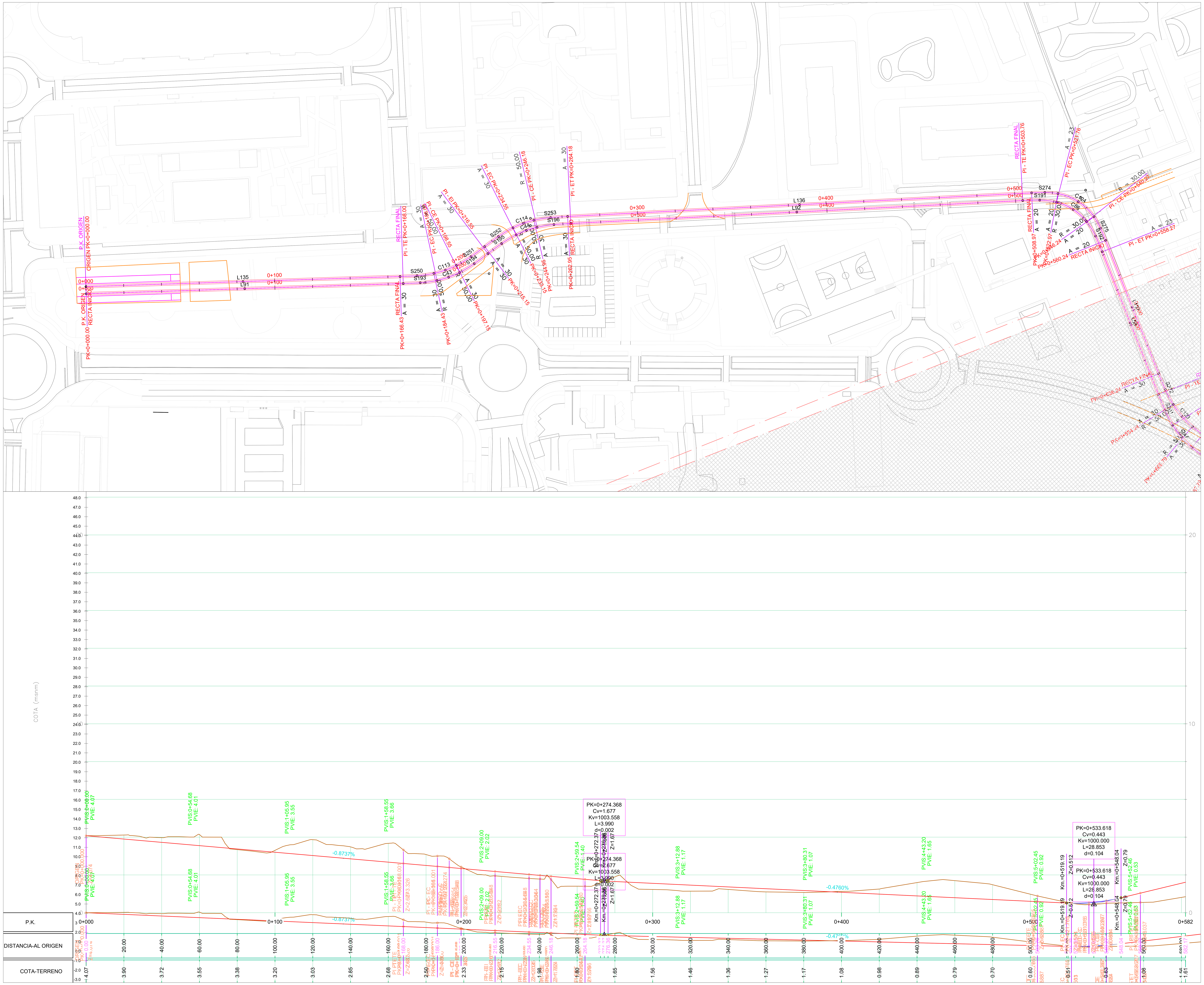
FECHA: 03.07.2023

ESCALA: 1:15000

HOJA: ##

19.03.2007

PCTCAN 1 71.dwg



General Notes

No.	Revision/Issue	Date

Firm Name and Address

Project Name and Address

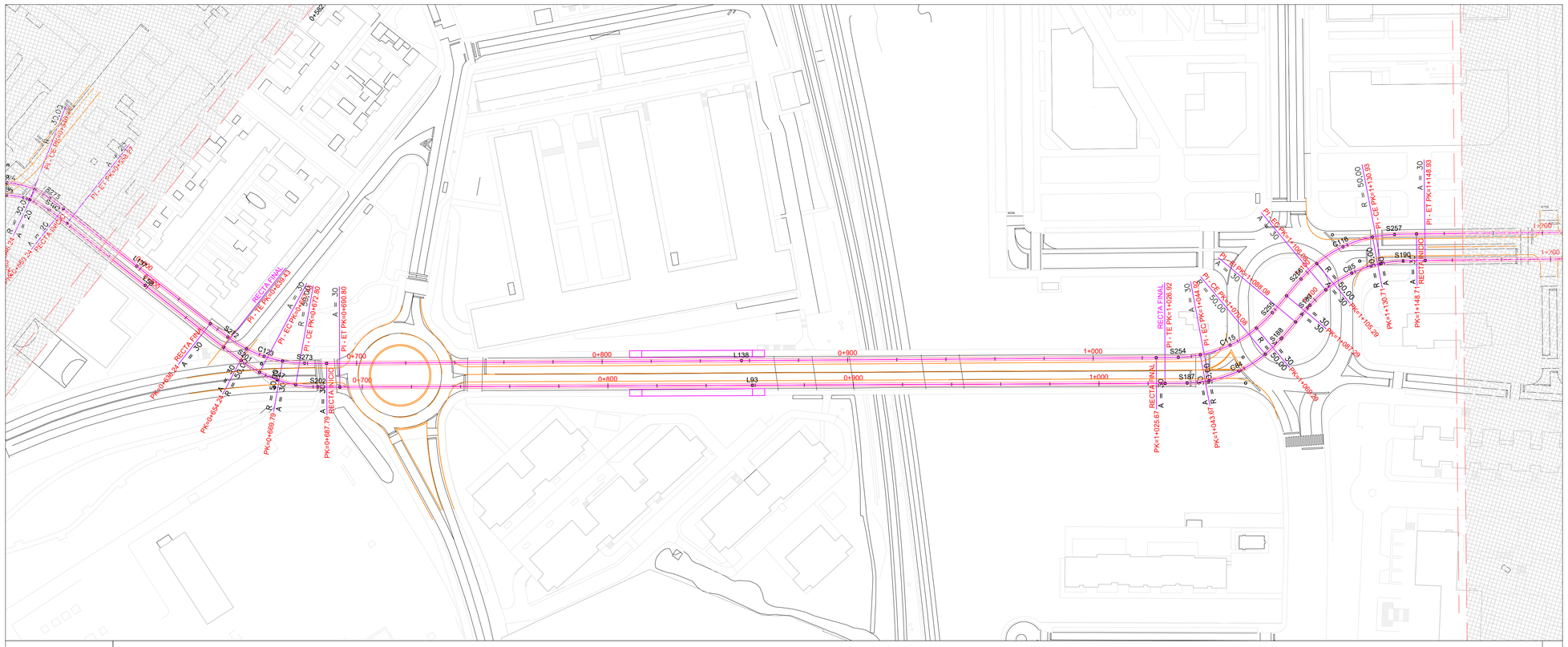
#####
#####
#####
#####

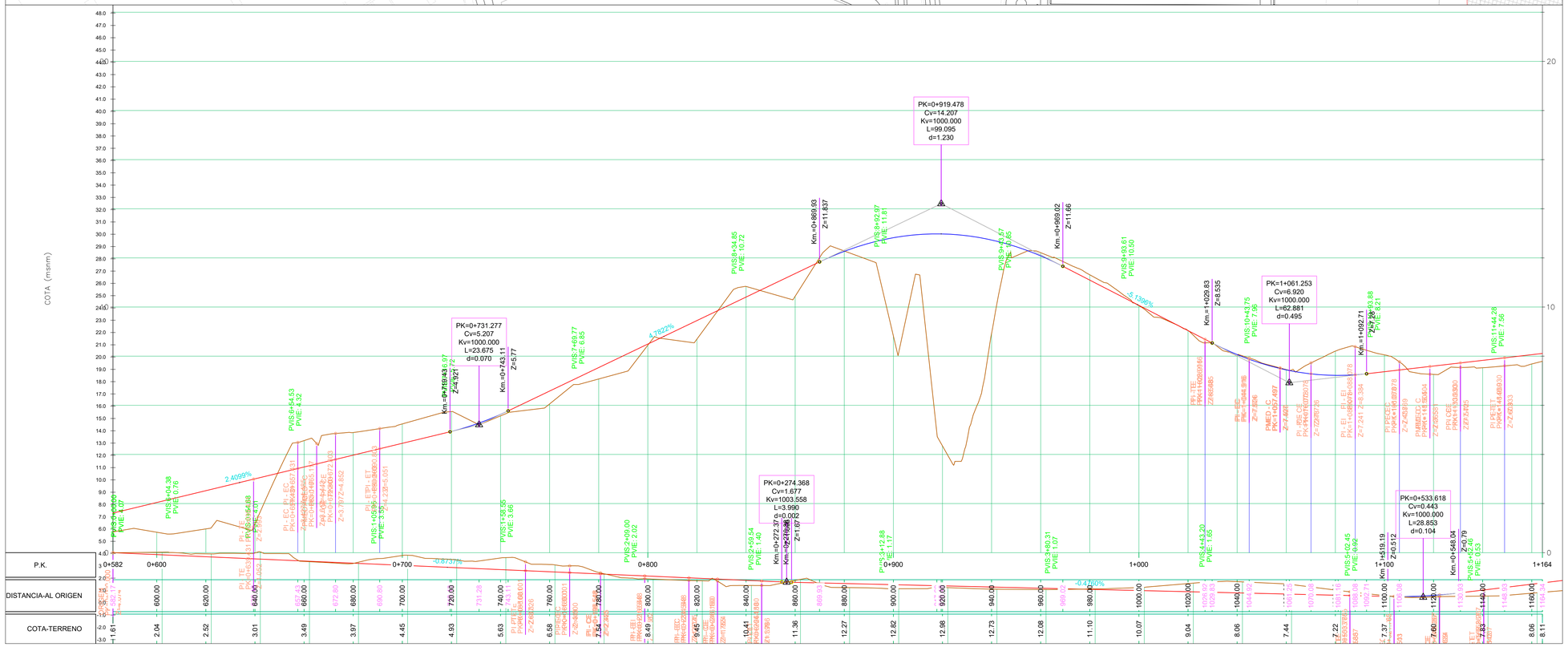
Project #####

Sheet 1

Date 03.07.2023

Scale 1:1000





General Notes

No.	Revision/Issue	Date

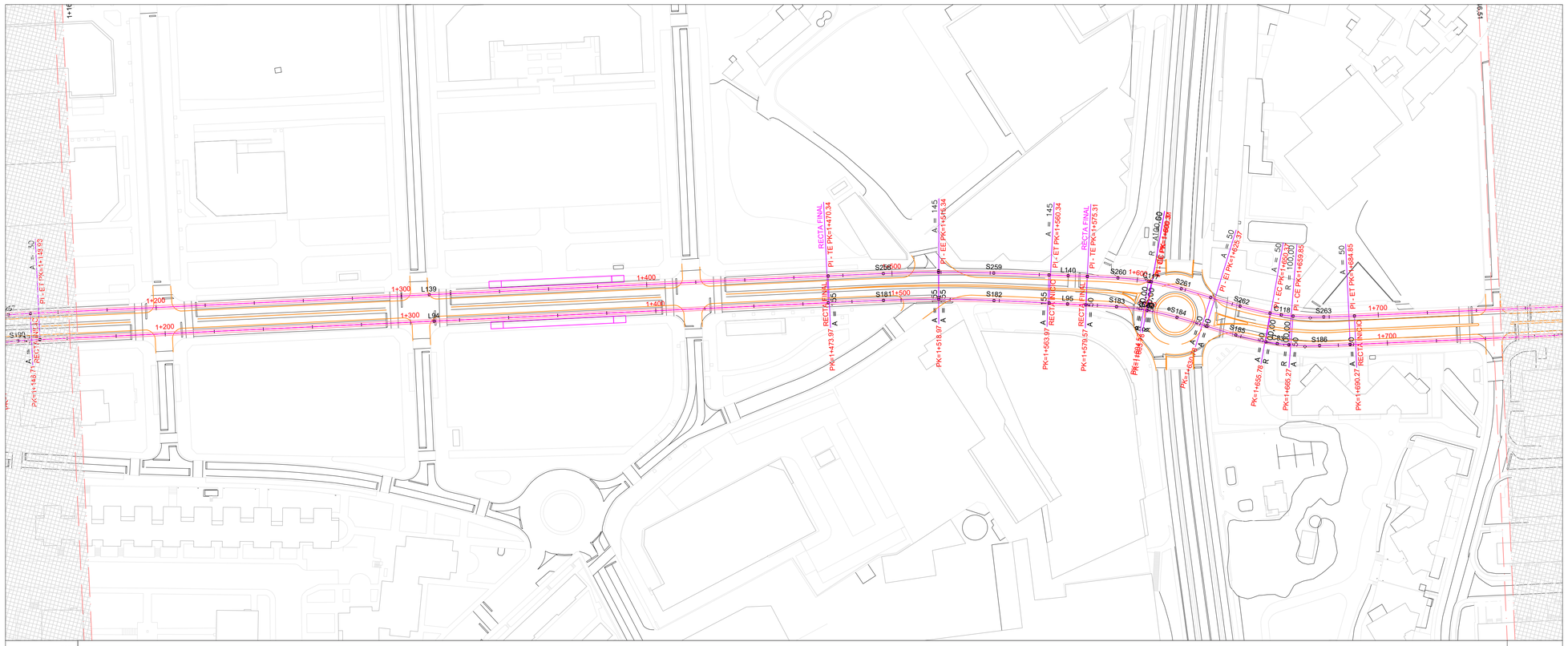
Firm Name and Address

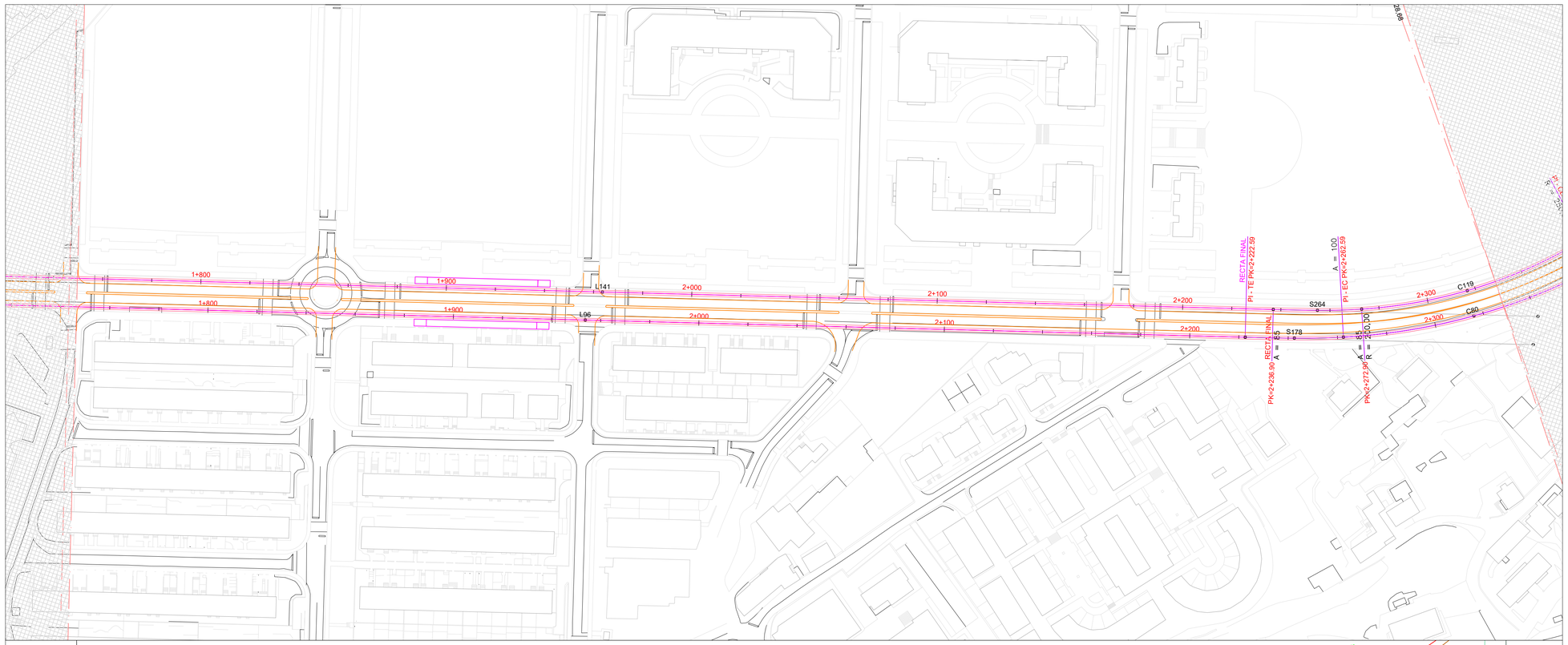
Project Name and Address

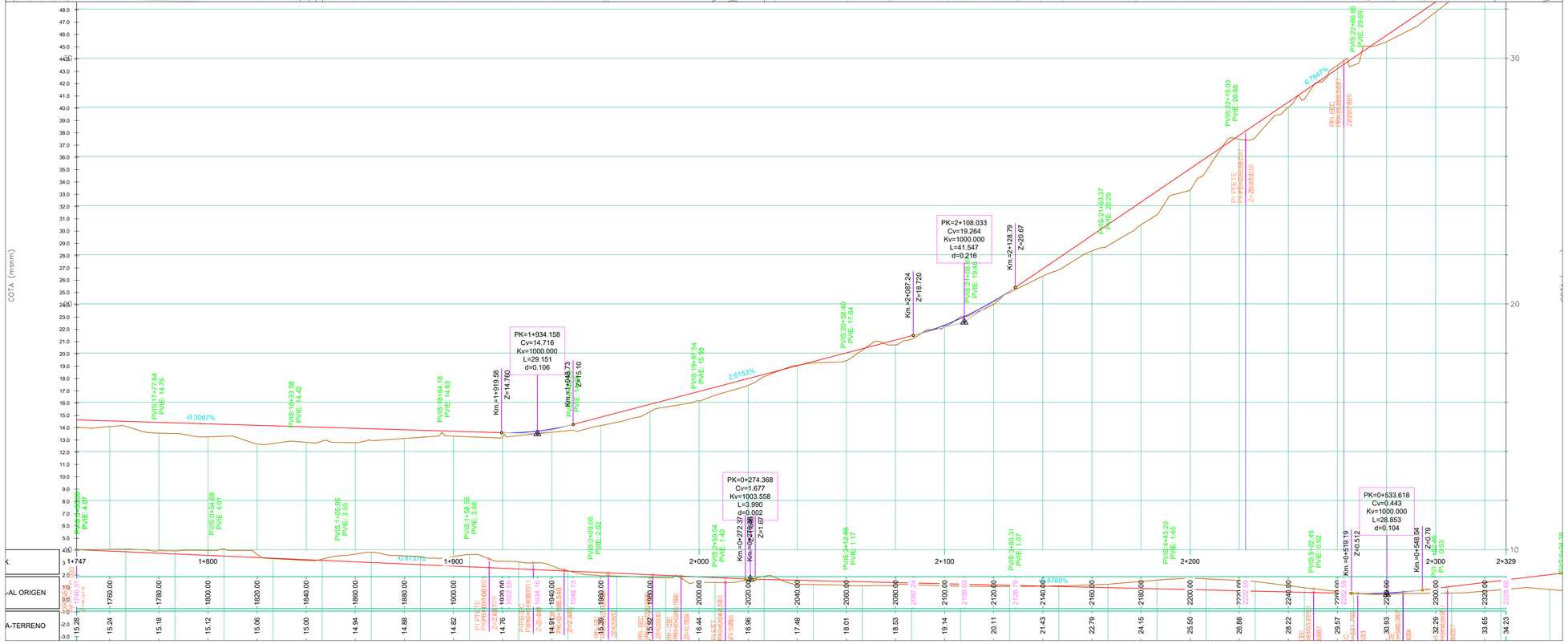
#####
#####
#####
#####

Project: #####	Sheet: 2
Date: 03.07.2023	
Scale: 1:1000	

19.03.2007 PCTCAN 1 72.dwg


RECTA FINAL
PI - TE PK=1+470.34
PI - EE PK=1+518.07
PI - ET PK=1+560.34
RECTA FINAL
PI - TE PK=1+575.31
PI - EE PK=1+604.54
PI - ET PK=1+625.37
PI - TE PK=1+655.06
PI - CE PK=1+659.65
PI - ET PK=1+684.85
PI - ET PK=1+690.27
RECTA FINAL
PK=1+143.71
PI - ET PK=1+183.92
PK=1+473.97
PK=1+503.97
PK=1+579.57
PK=1+690.27
PK=1+655.78
PK=1+666.27
1+200
1+300
1+400
1+500
1+600
1+700
L139
L94
L140
L95
S181
S182
S183
S184
S185
S186
S259
S260
S261
S262
S263
S264
S265
S266
S267
S268
S269
S270
S271
S272
S273
S274
S275
S276
S277
S278
S279
S280
S281
S282
S283
S284
S285
S286
S287
S288
S289
S290
S291
S292
S293
S294
S295
S296
S297
S298





General Notes

No.	Revision/Issue	Date

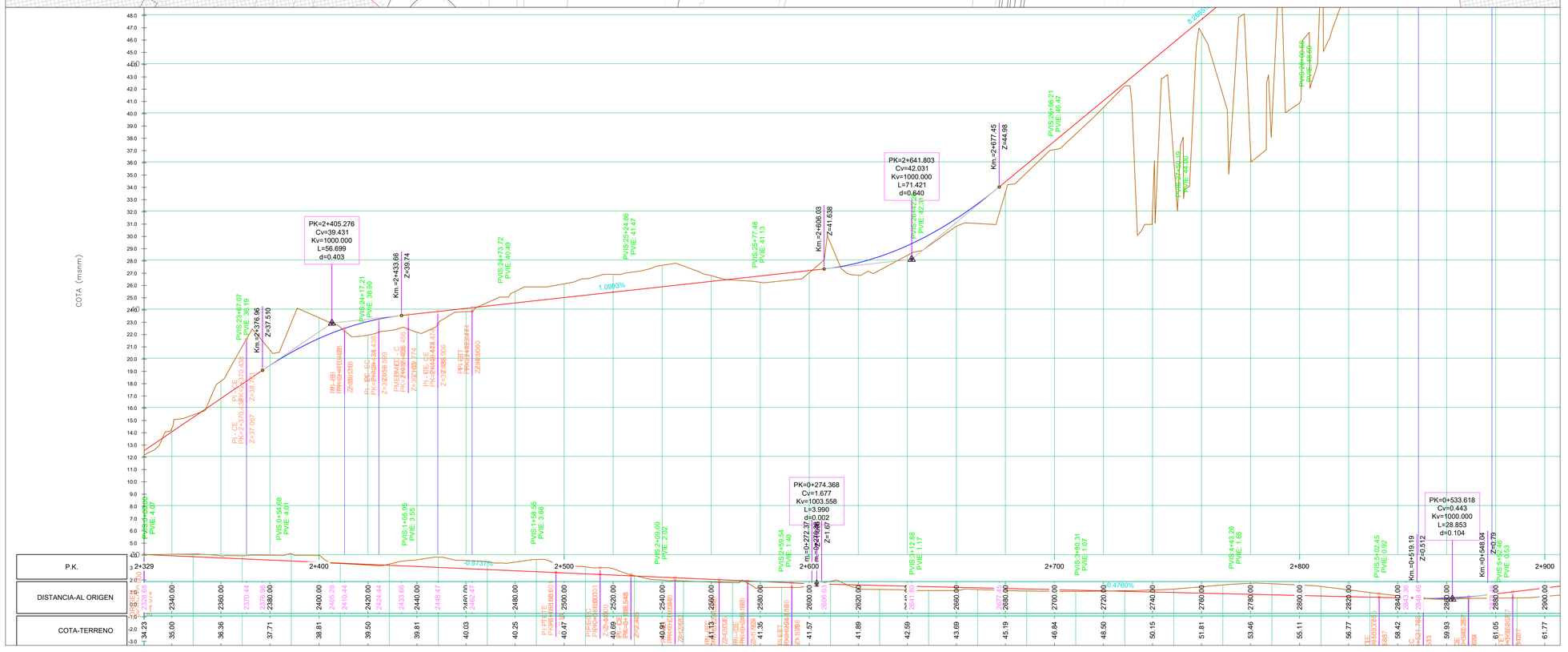
Firm Name and Address

Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project	Sheet
#####	4
Date: 03.07.2023	
Scale: 1:1000	

19.03.2007 PCTCAN 1 74.dwg



General Notes

No.	Revision/Issue	Date

Firm Name and Address

Project Name and Address

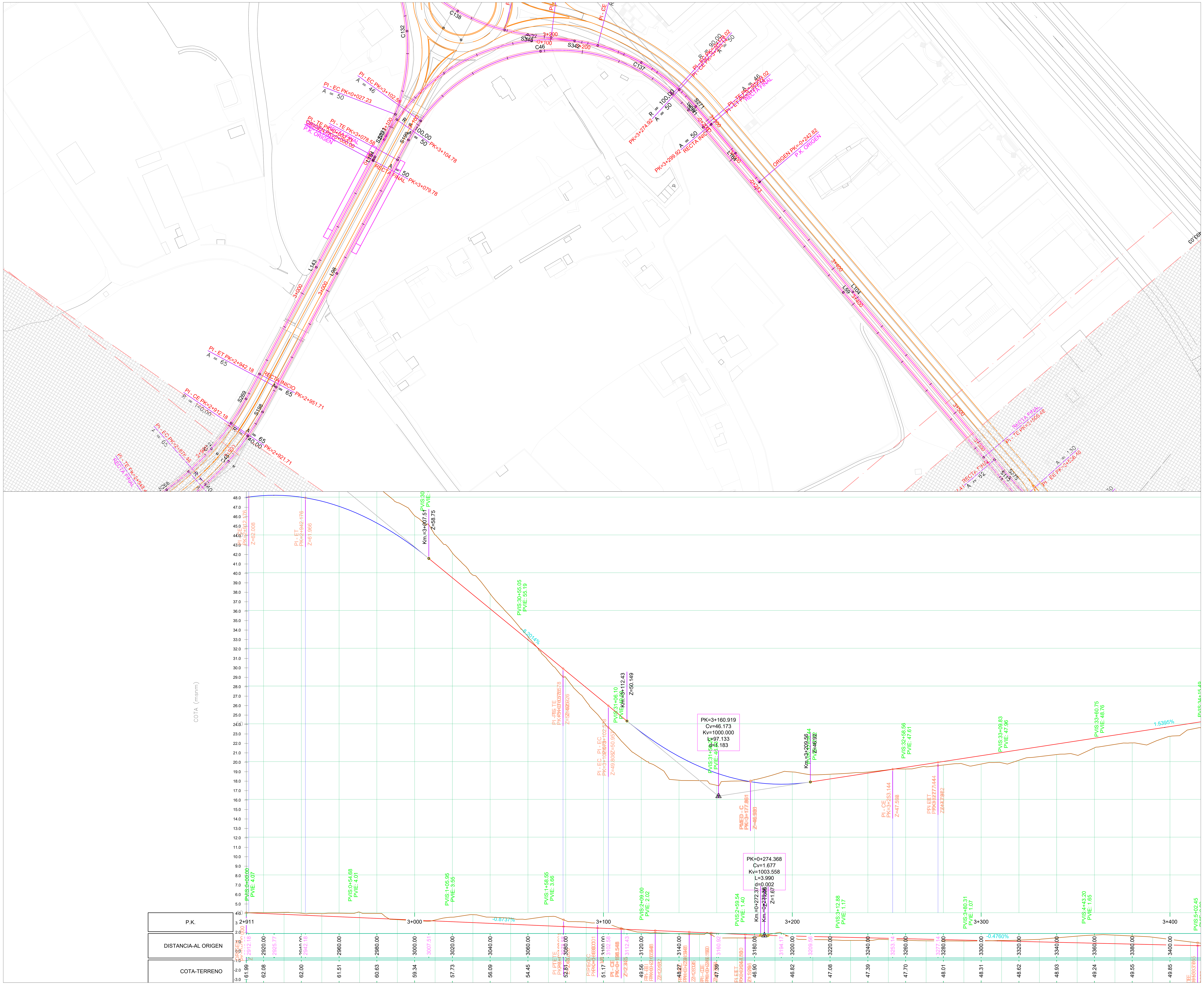
#####
#####
#####
#####

Project	Sheet
#####	5
Date: 03.07.2023	
Scale: 1:1000	

19.03.2007 PCTCAN 1 75.dwg

PCTCAN 1 76.dwg

19.03.2007



General Notes

No.	Revision/Issue	Date

Firm Name and Address

Project Name and Address

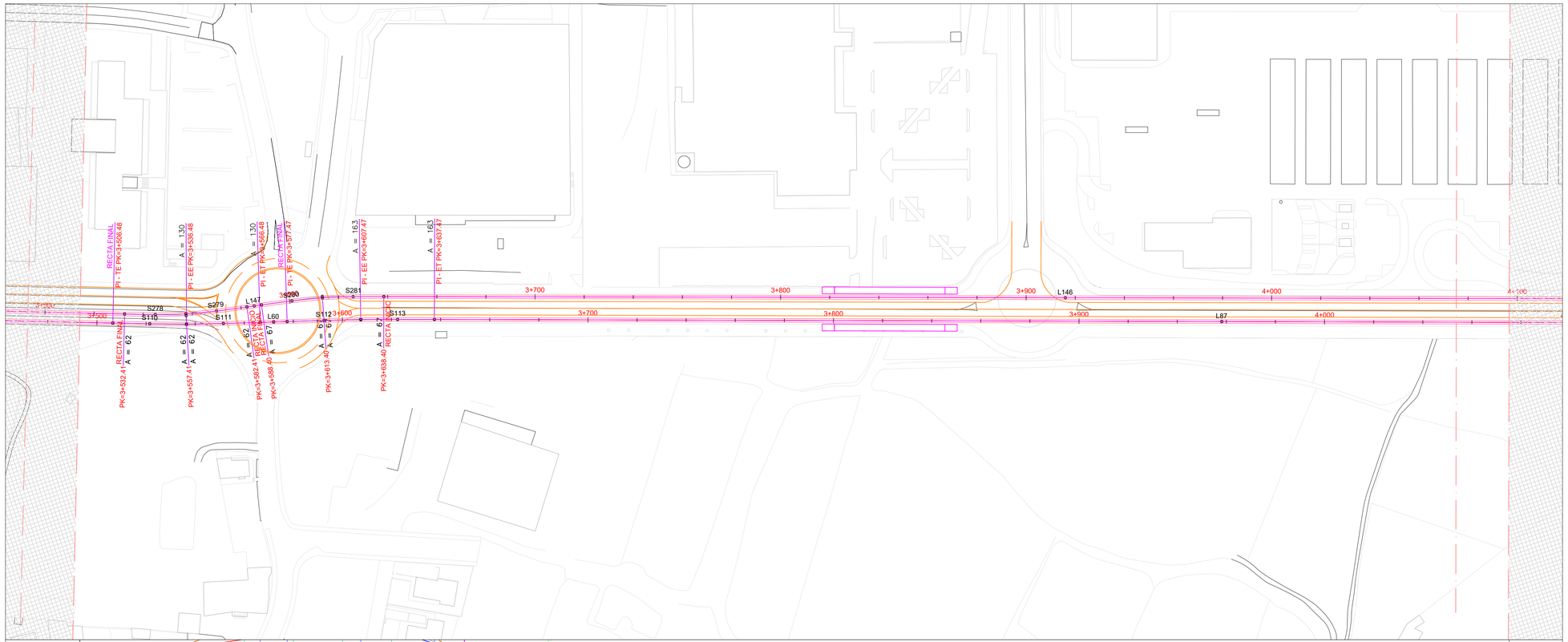
#####
#####
#####
#####

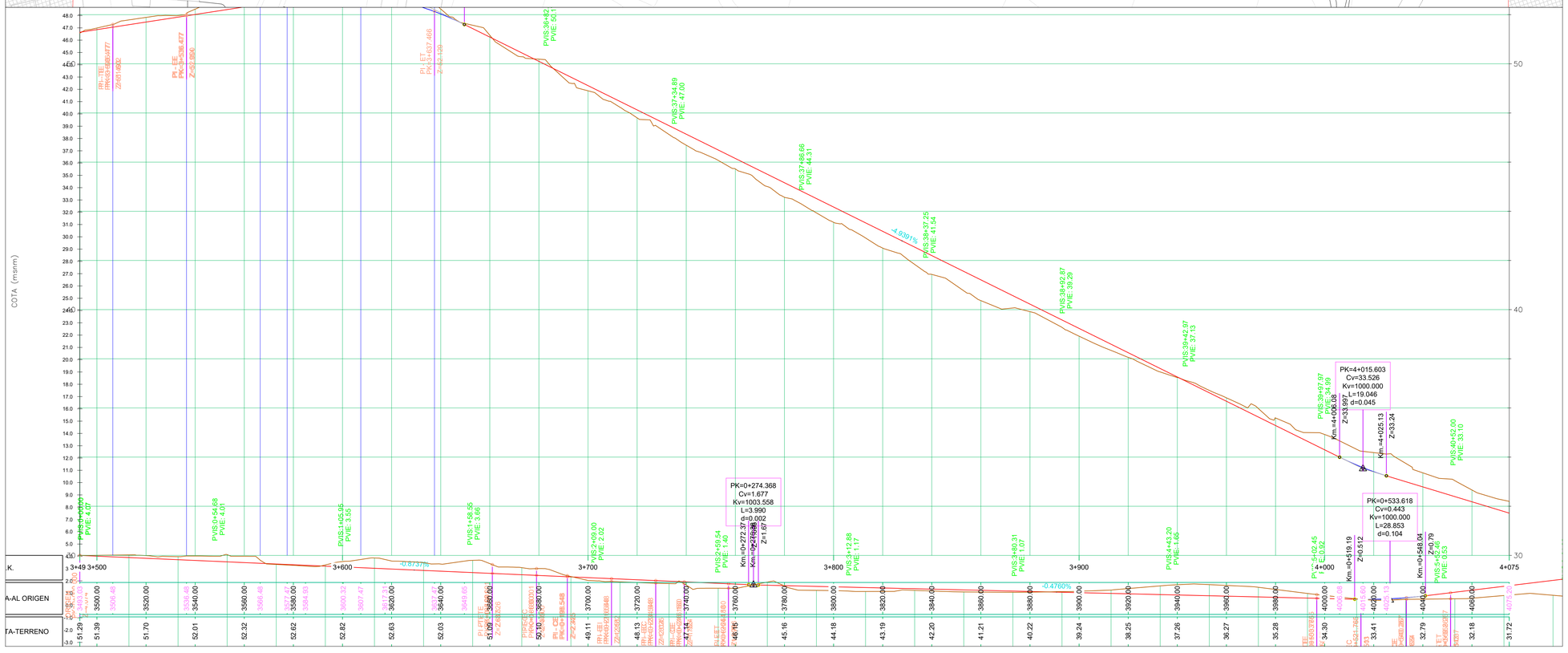
Project #####

Date 03.07.2023

Scale 1:1000

Sheet 6





General Notes

No.	Revision/Issue	Date

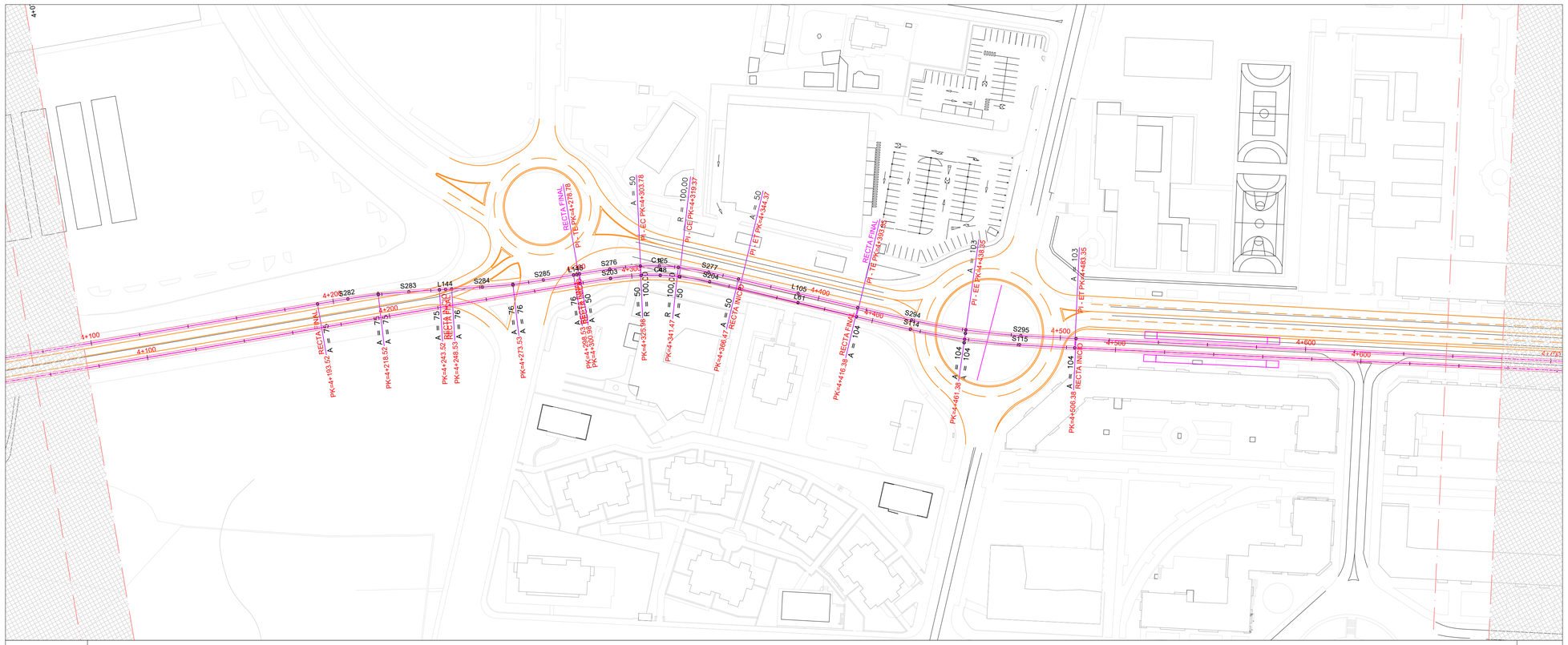
Firm Name and Address

Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project	Sheet
#####	7
Date: 03.07.2023	
Scale: 1:1000	

19.03.2007 PCTCAN 1 77.dwg



General Notes

No.	Revision/Issue	Date

Firm Name and Address

Project Name and Address

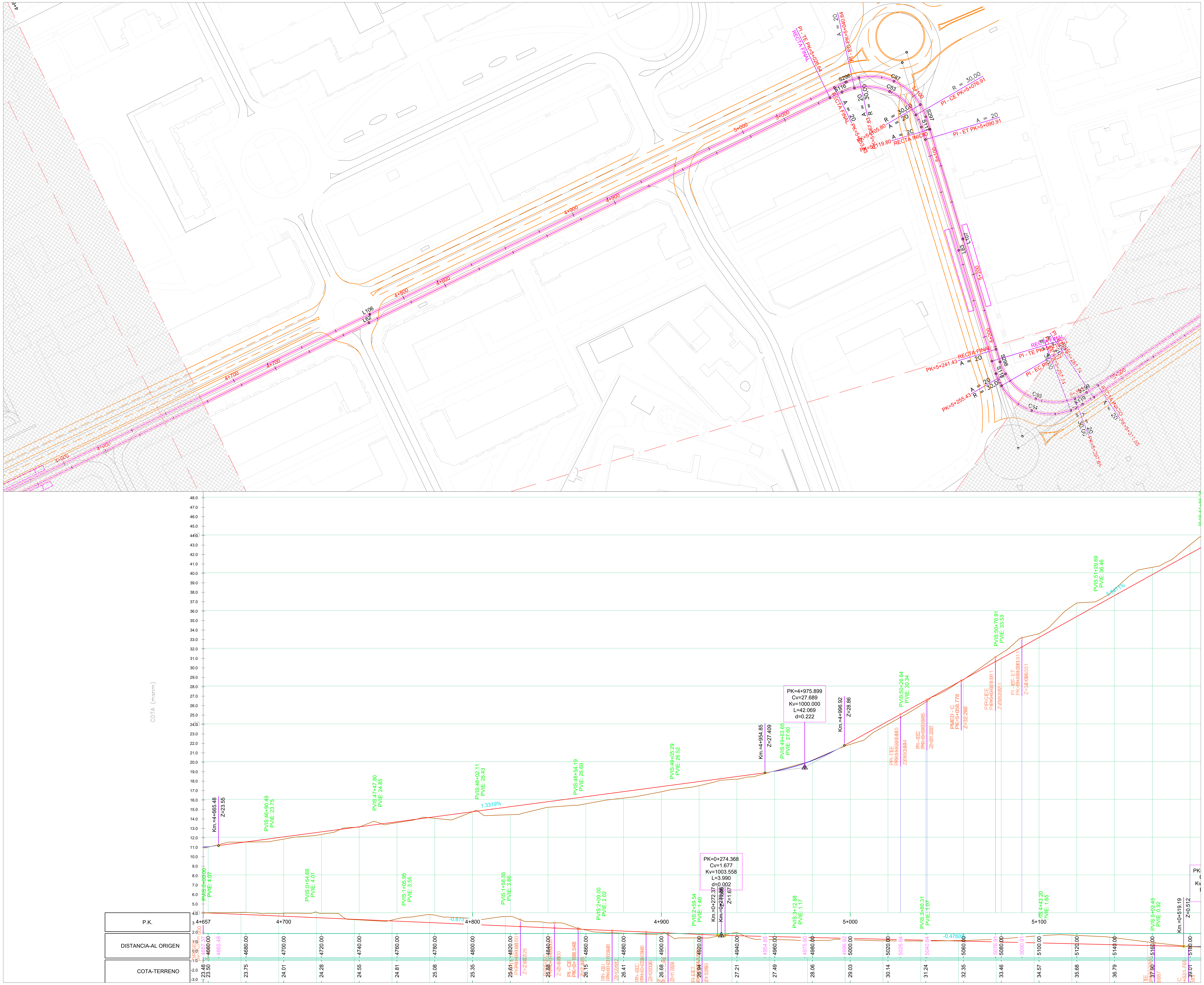
#####
#####
#####
#####

Project	Sheet
#####	8
Date: 03.07.2023	
Scale: 1:1000	

19.03.2007 PCTCAN 1 78.dwg

PCTCAN 1 79.dwg

19.03.2007



General Notes

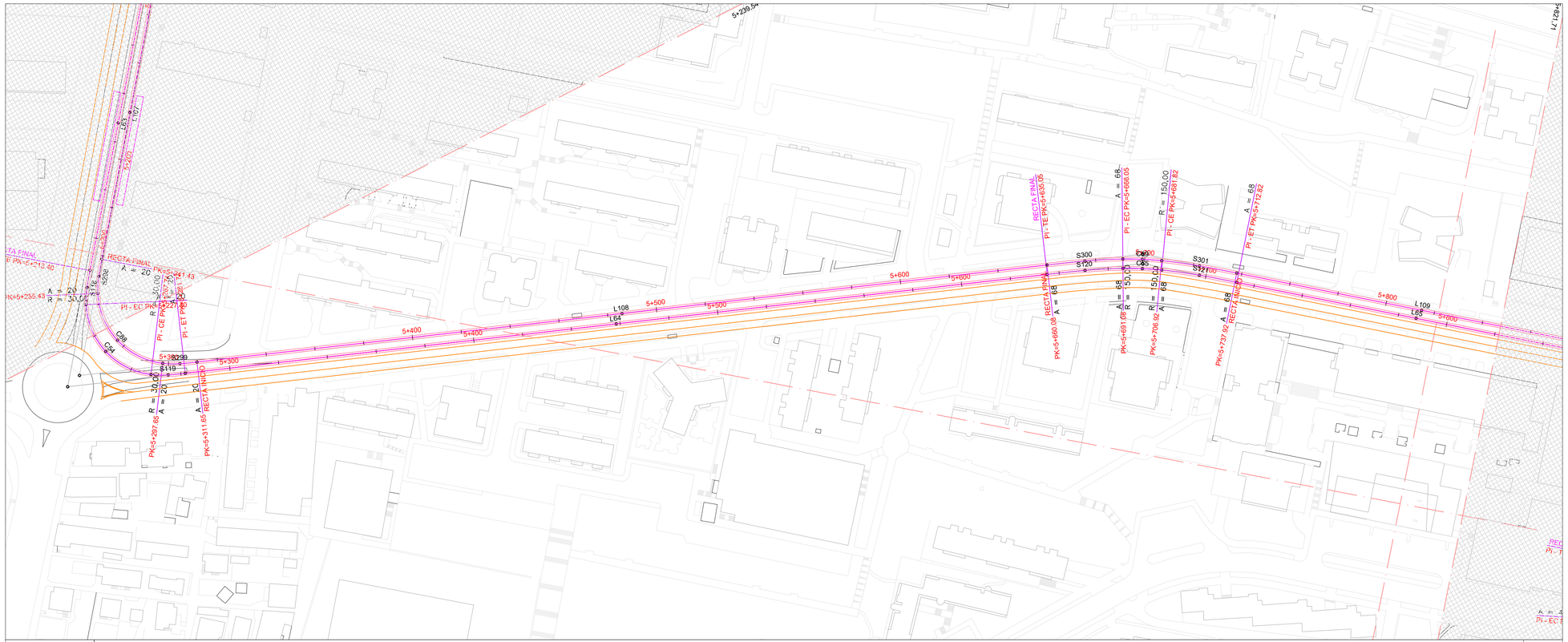
No.	Revision/Issue	Date

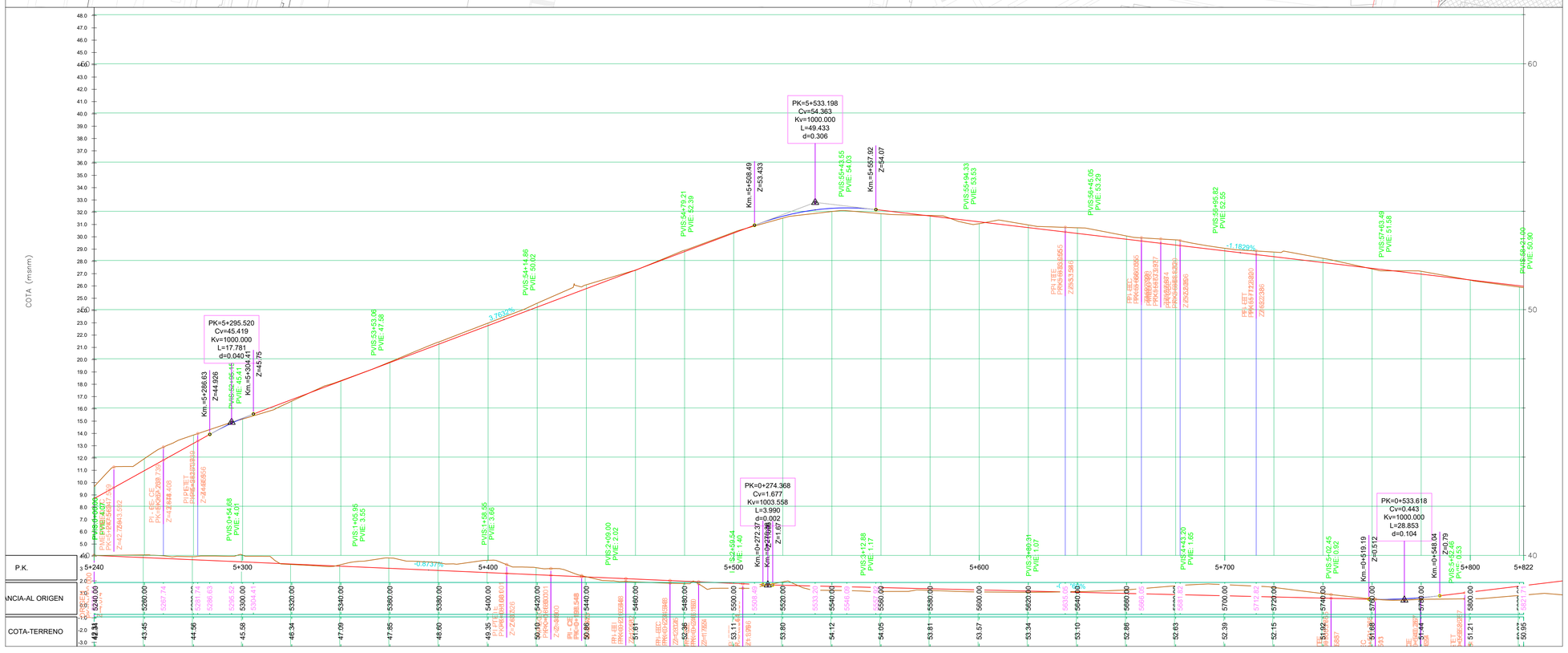
Firm Name and Address

Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project	Sheet
#####	9
Date 03.07.2023	
Scale 1:1000	





General Notes

No.	Revision/Issue	Date

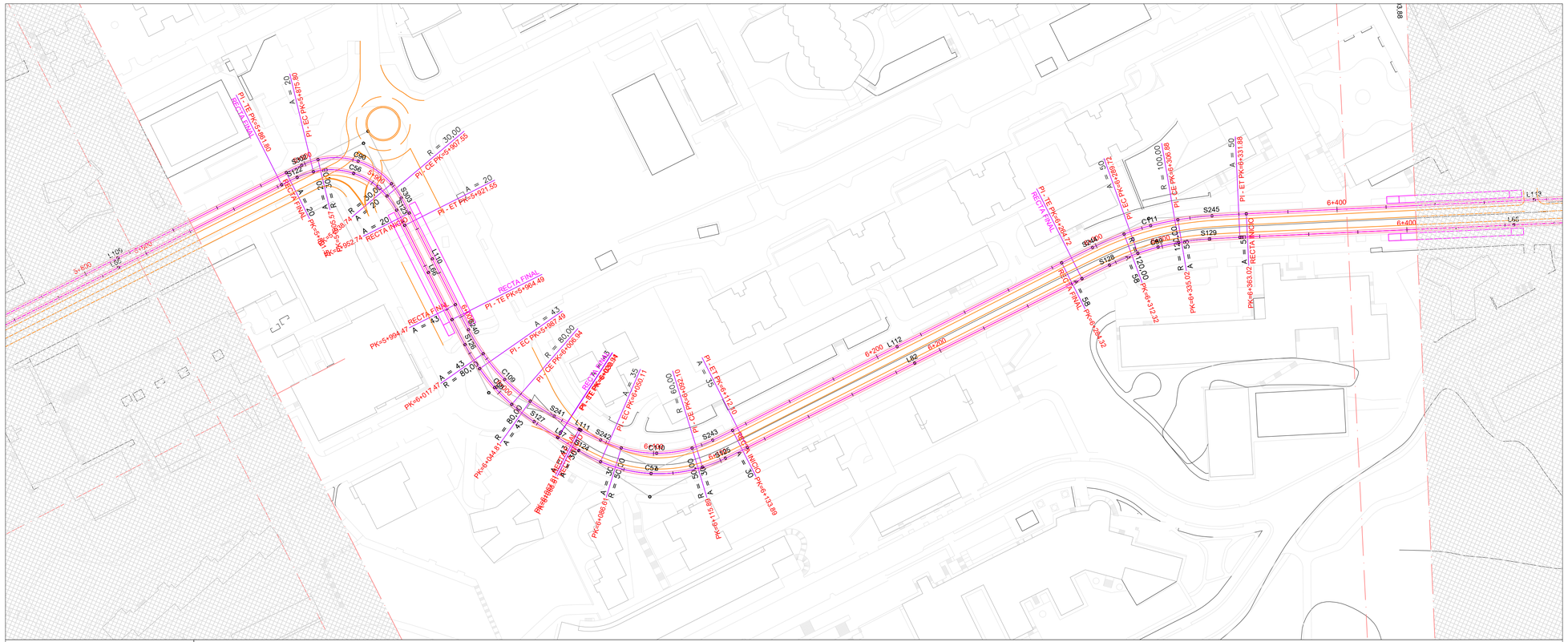
Firm Name and Address

Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project	Sheet
#####	10
Date: 03.07.2023	
Scale: 1:1000	

19.03.2007 PCTCAN 1 80.dwg



General Notes

No.	Revision/Issue	Date

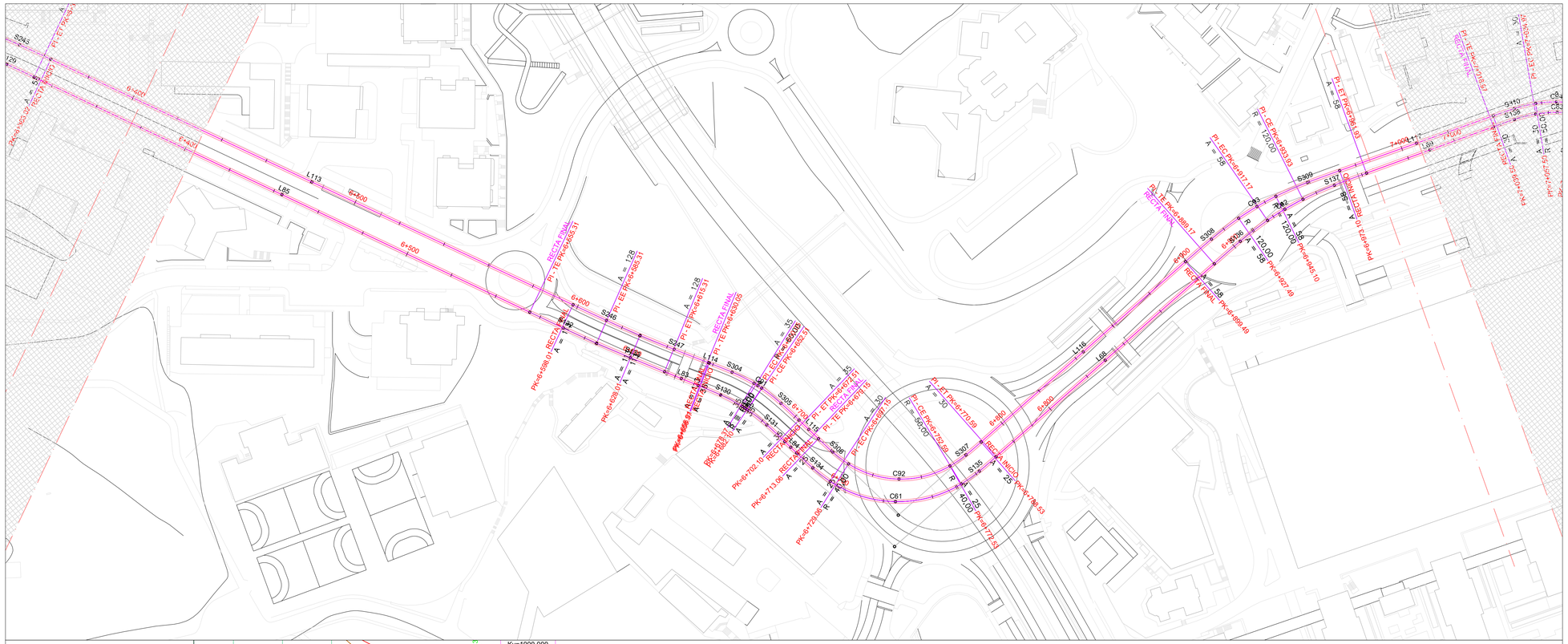
Firm Name and Address

Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project	Sheet
#####	11
Date: 03.07.2023	
Scale: 1:1000	

19.03.2007 PCTCAN 1 81.dwg



General Notes

No.	Revision/Issue	Date

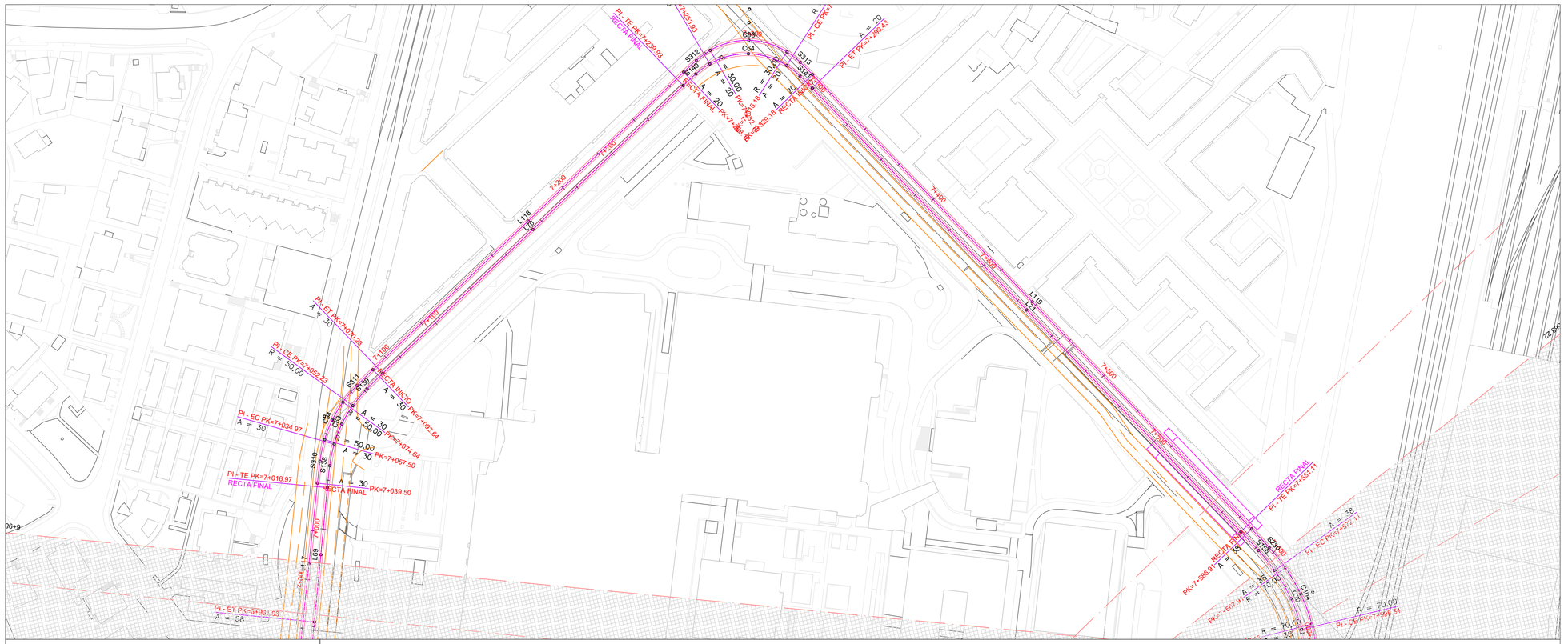
Firm Name and Address

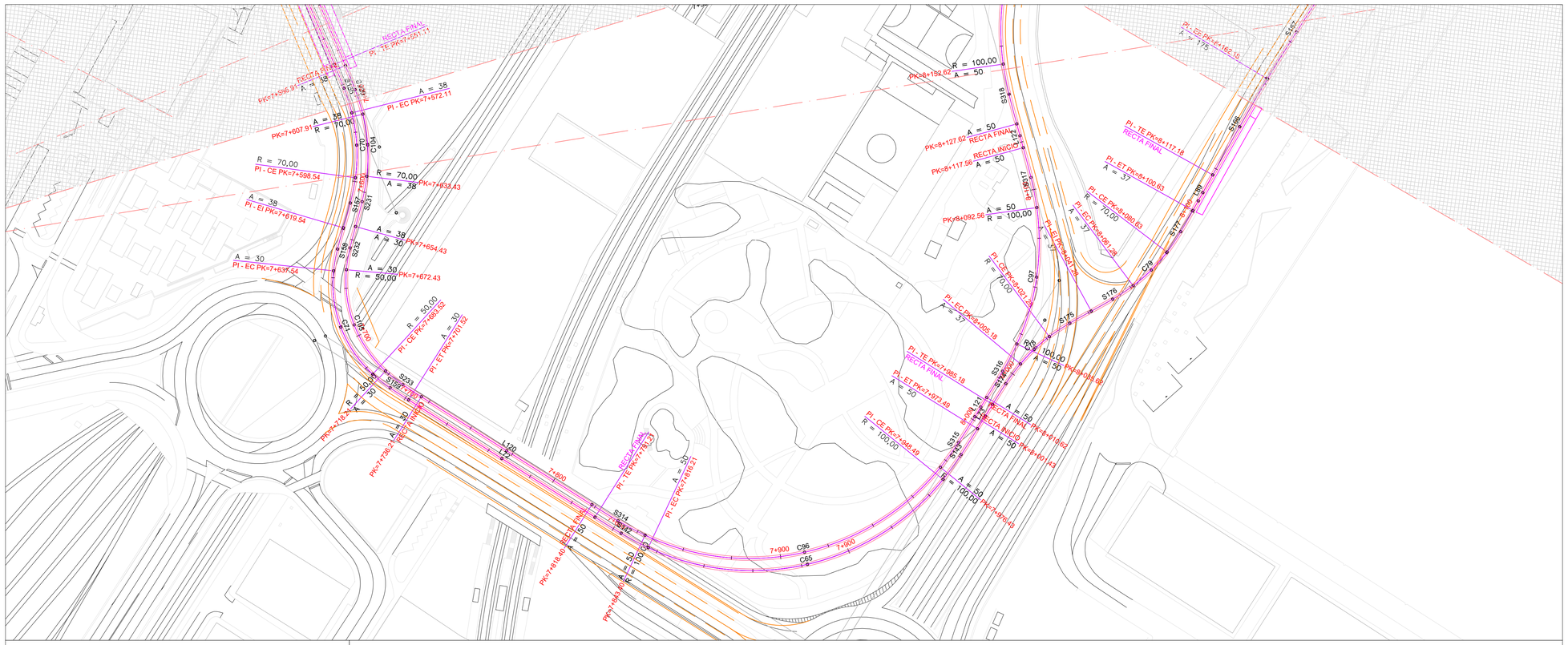
Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project	Sheet
#####	12
Date: 03.07.2023	
Scale: 1:1000	

19.03.2007 PCTCAN 1 82.dwg


PI - TE PK=7+239.93
RECTA FINAL
PI - CE PK=7+
A = 20
PI - ET PK=7+259.93
R = 30.00
A = 30
PK=7+251.15
PK=7+229.18
RECTA FINAL
7+200
7+300
7+400
L118
C57
PI - ET PK=7+070.23
A = 30
PI - CE PK=7+052.23
R = 50.00
RECTA INICIO PK=7+092.04
PI - EC PK=7+034.97
A = 30
PK=7+074.64
PK=7+057.50
PI - TE PK=7+016.97
RECTA FINAL
PK=7+039.50
7+100
7+000
6+986
L69
PI - ET PK=6+990.03
A = 58
PI - TE PK=7+556.11
RECTA FINAL
PK=7+586.91 RECTA FINAL
PK=7+607.91
PI - EC PK=7+557.11
PI - CE PK=7+588.51
C = 70.00
S313
S314
S315
S316
S317
S318
S319
S320
S321
S322
S323
S324
S325
S326
S327
S328
S329
S330
S331
S332
S333
S334
S335
S336
S337
S338
S339
S340
S341
S342
S343
S344
S345
S346
S347
S348
S349
S350
S351
S352



General Notes

No.	Revision/Issue	Date

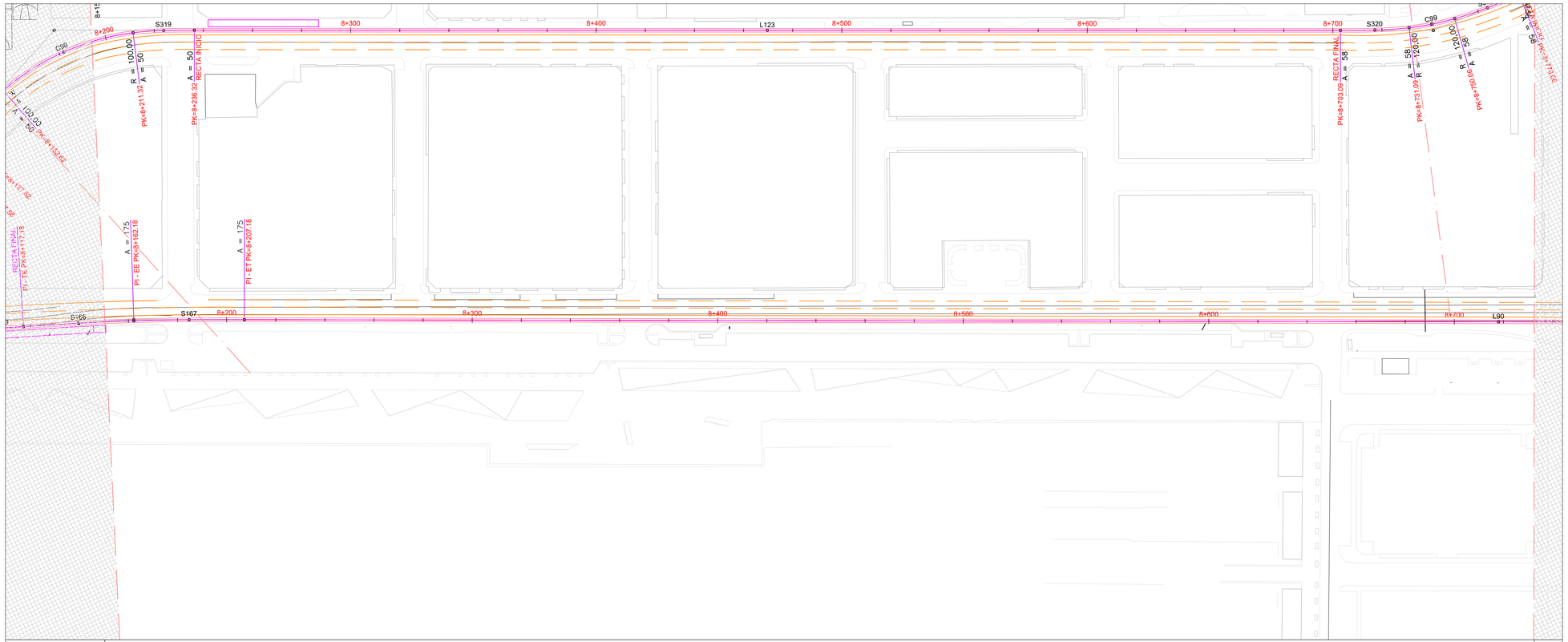
Firm Name and Address

Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project	Sheet
#####	14
Date: 03.07.2023	
Scale: 1:1000	

19.03.2007 PCTCAN 1 84.dwg



General Notes

No.	Revision/Issue	Date

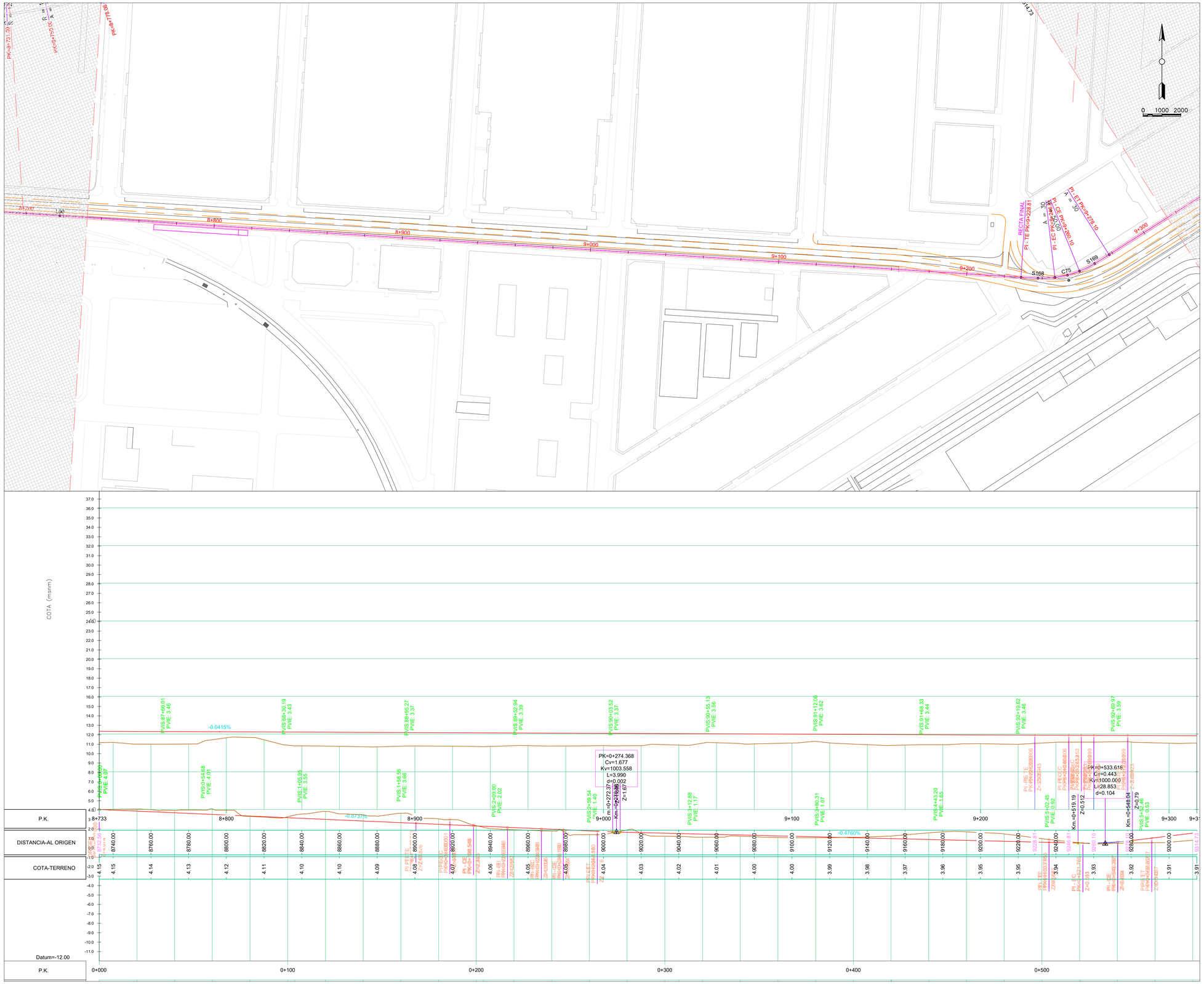
Firm Name and Address

Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project	Sheet
#####	15
Date: 03.07.2023	
Scale: 1:1000	

19.03.2007 PCTCAN 1 85.dwg



General Notes

No.	Revision/Issue	Date

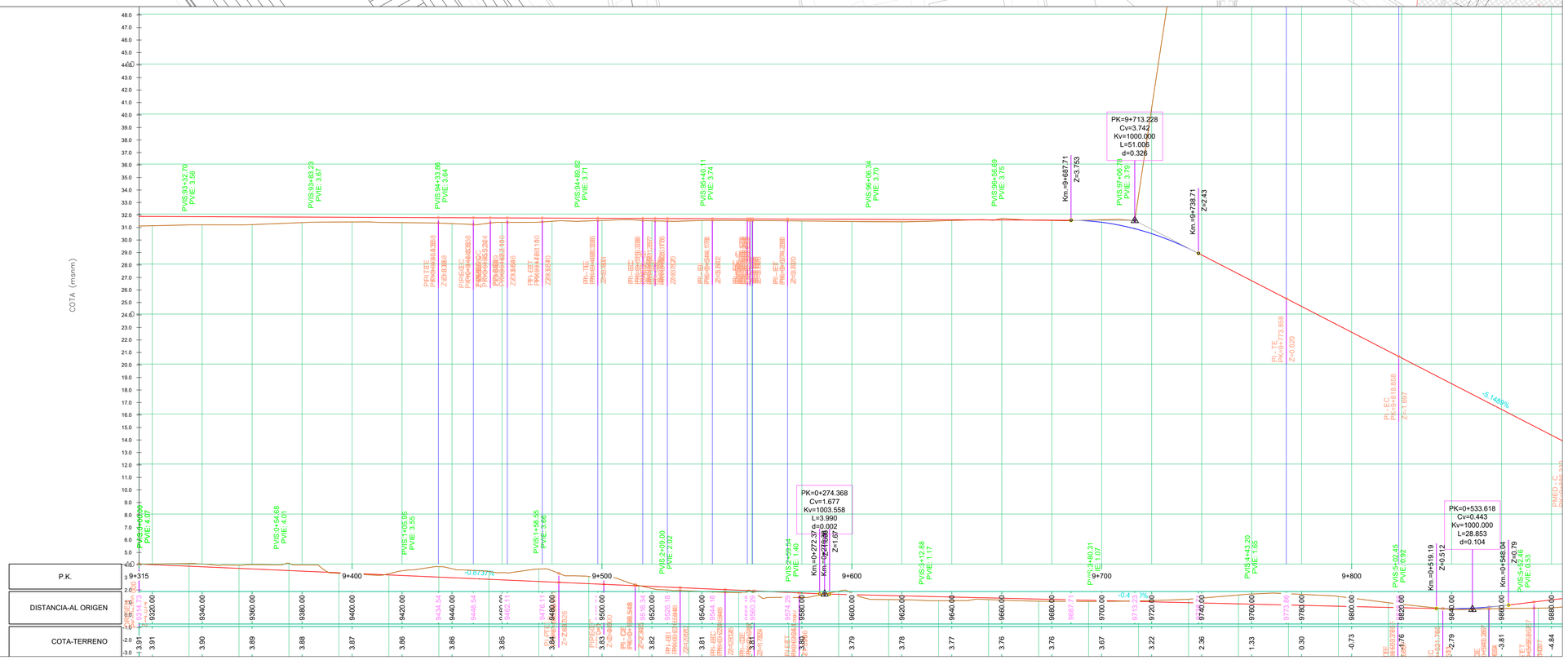
Firm Name and Address

Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project	Sheet
#####	16
Date: 03.07.2023	
Scale: 1:1000	

19.03.2007 PCTCAN 1 86.dwg



General Notes

No.	Revision/Issue	Date

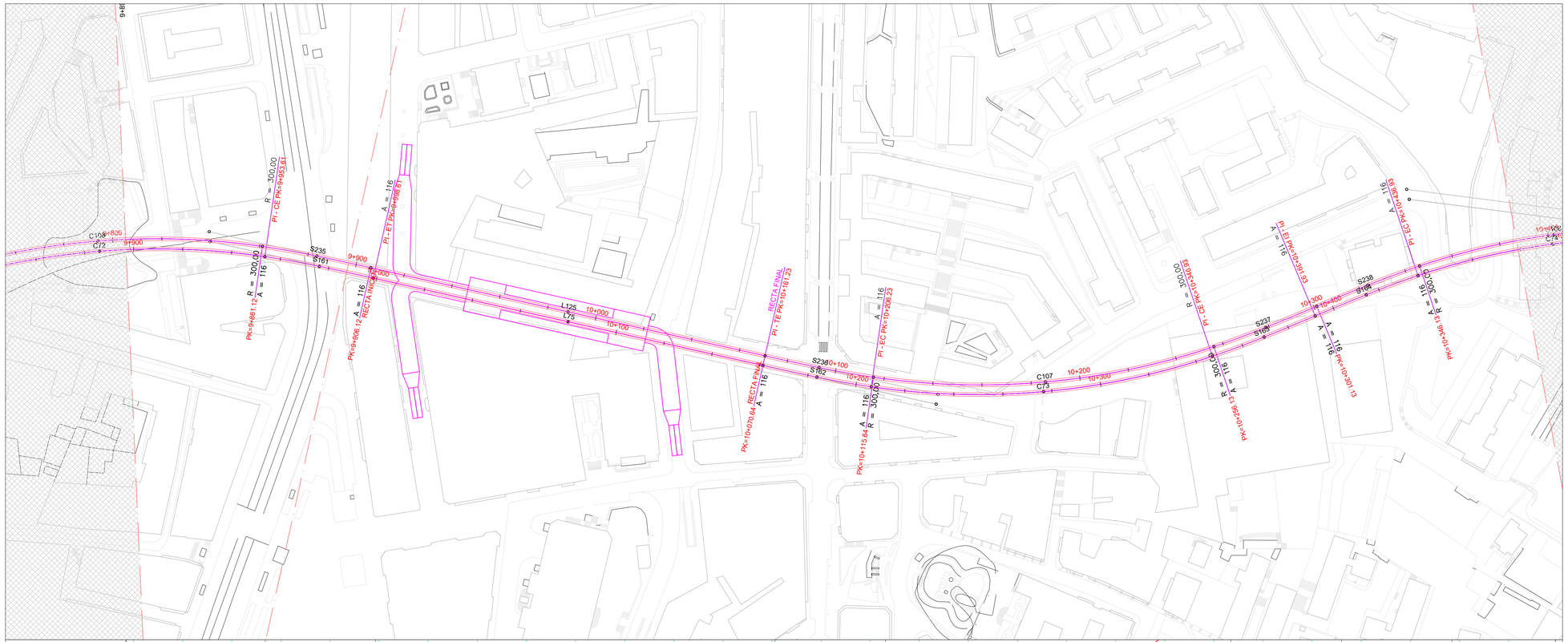
Firm Name and Address

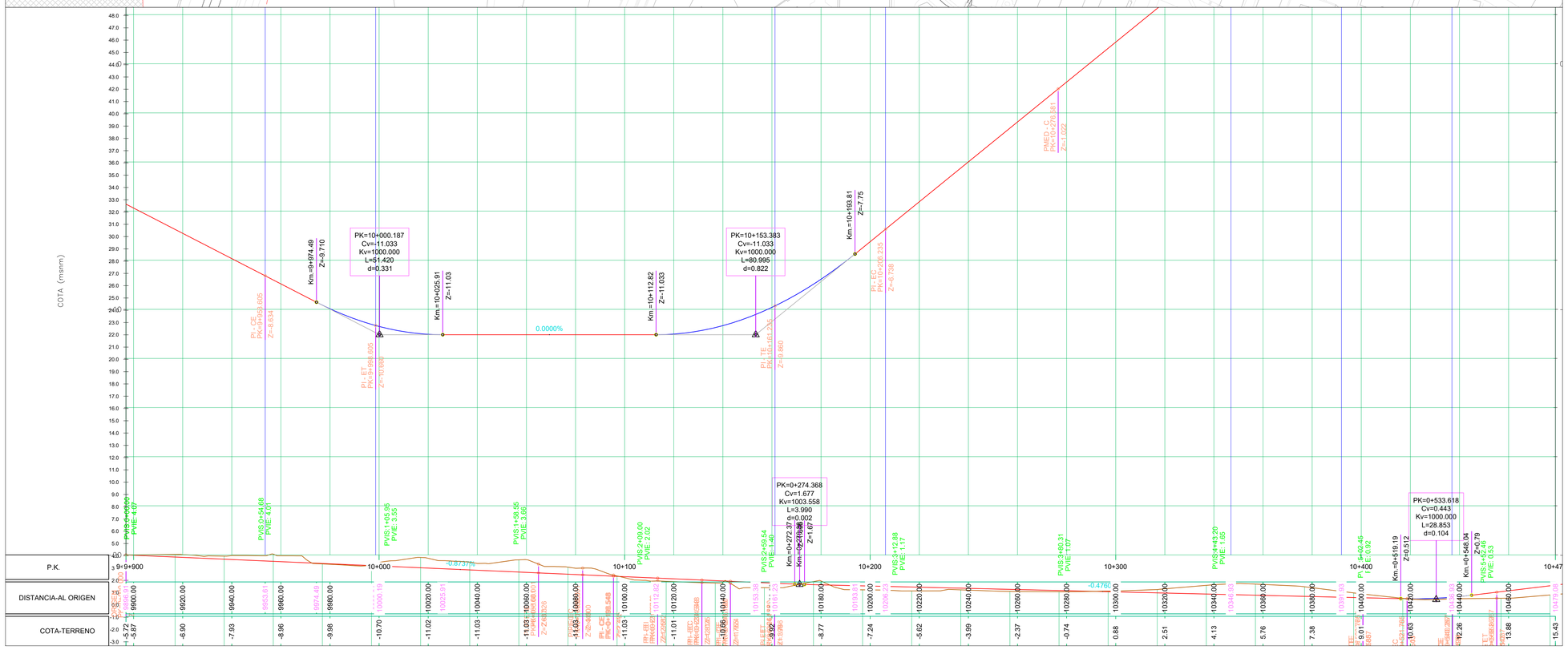
Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project	Sheet
#####	17
Date: 03.07.2023	
Scale: 1:1000	

19.03.2007 PCTCAN 1 87.dwg





General Notes

No.	Revision/Issue	Date

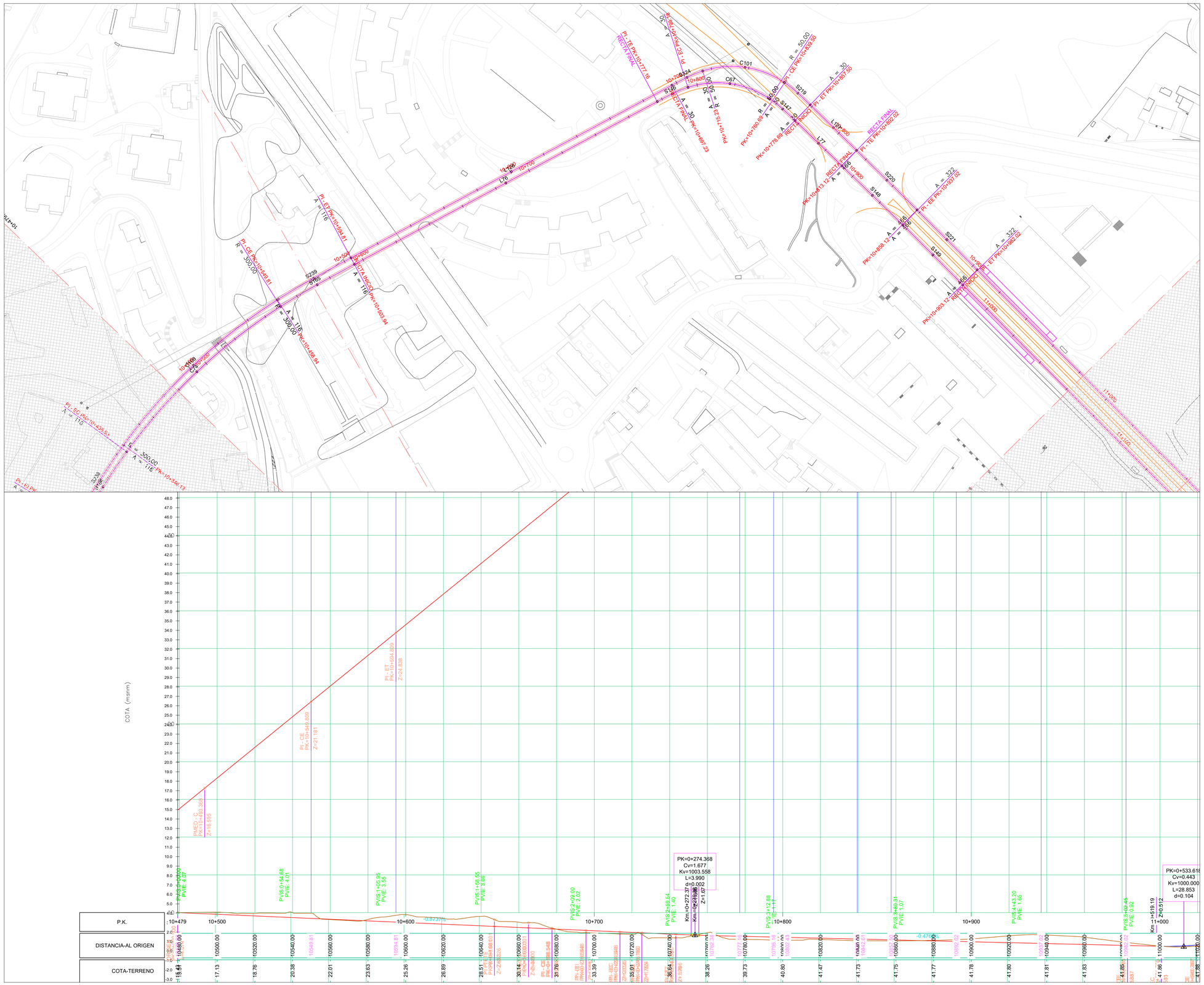
Firm Name and Address

Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project	Sheet
#####	18
Date: 03.07.2023	
Scale: 1:1000	

19.03.2007 PCTCAN 1 88.dwg



General Notes

No.	Revision/Issue	Date

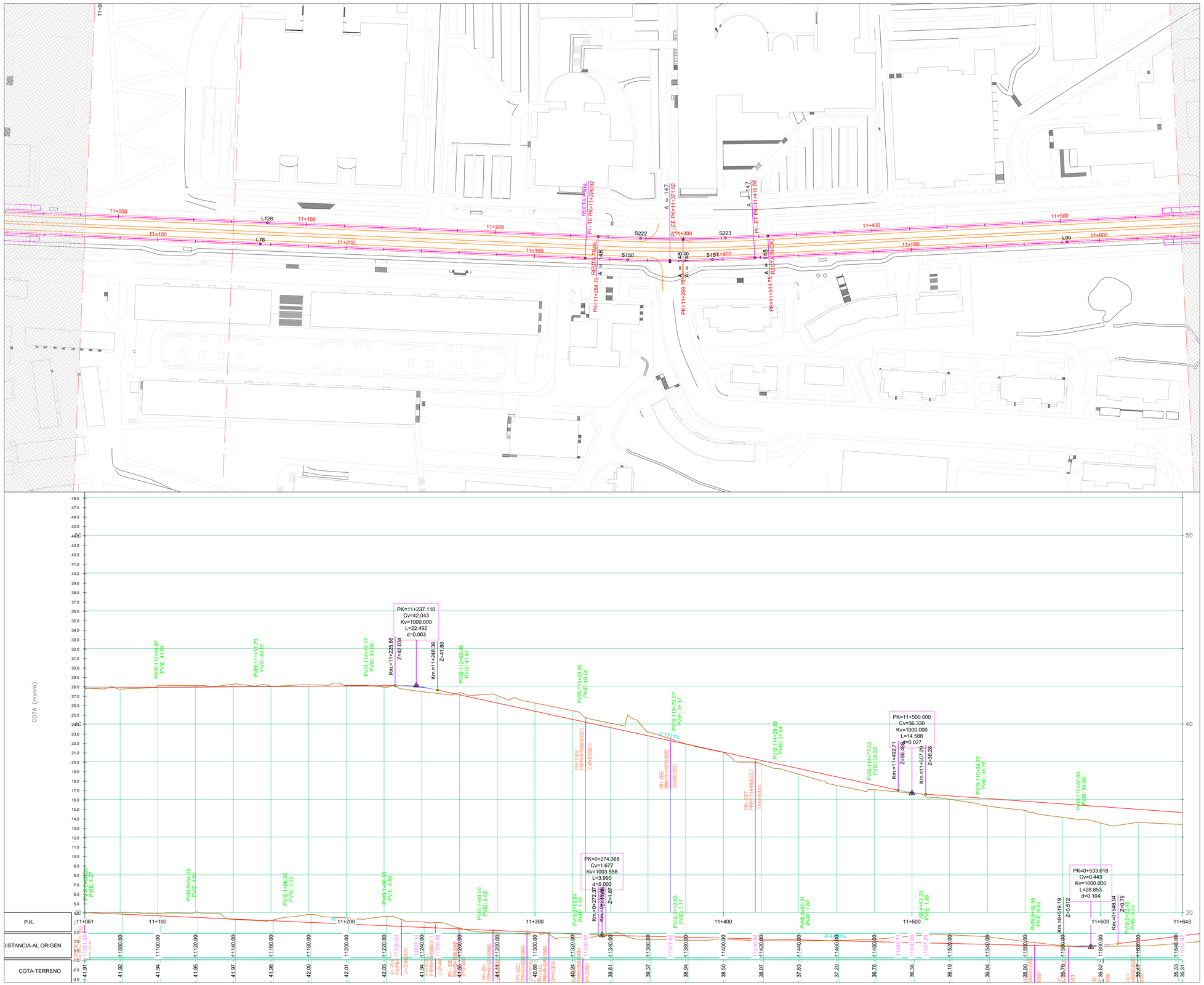
Firm Name and Address

Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project	Sheet
#####	19
Date: 03.07.2023	
Scale: 1:1000	

19.03.2007 PCTCAN 1 89.dwg



General Notes

No.	Revision/Issue	Date

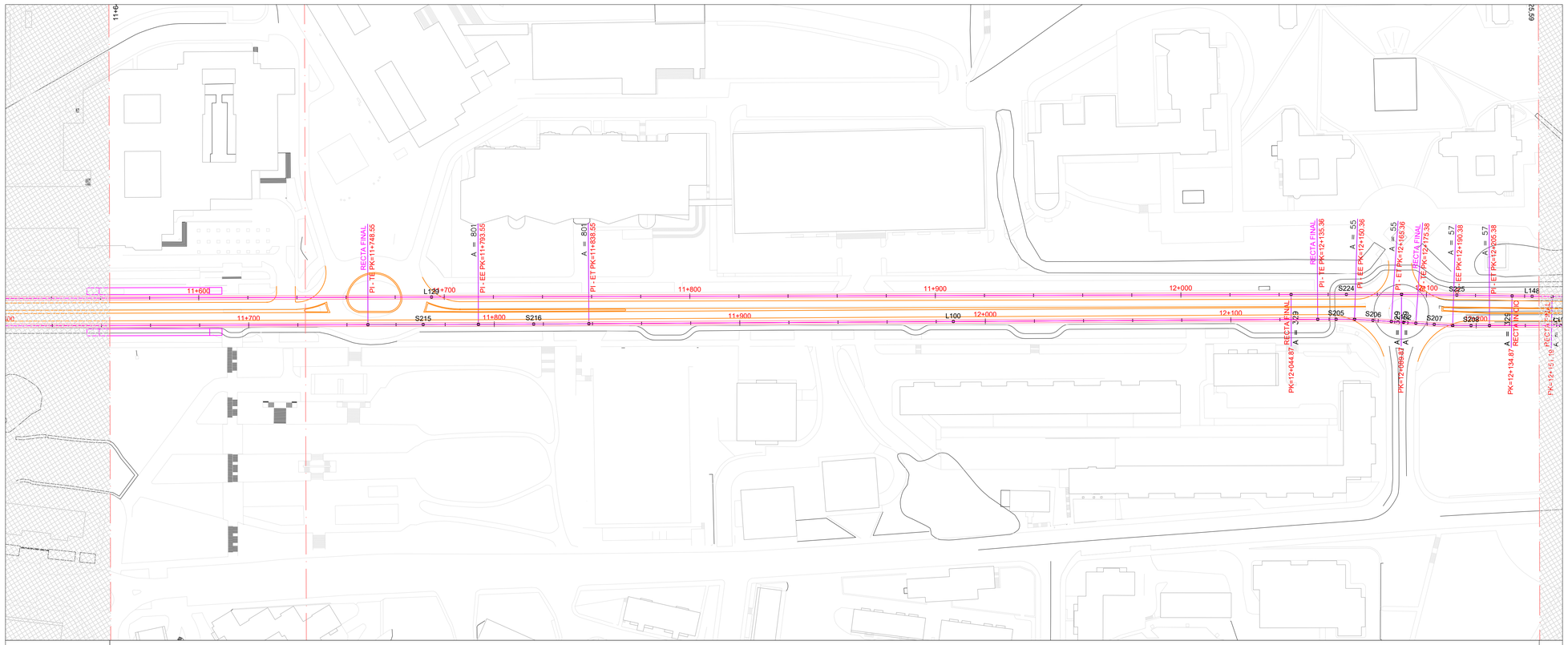
Firm Name and Address

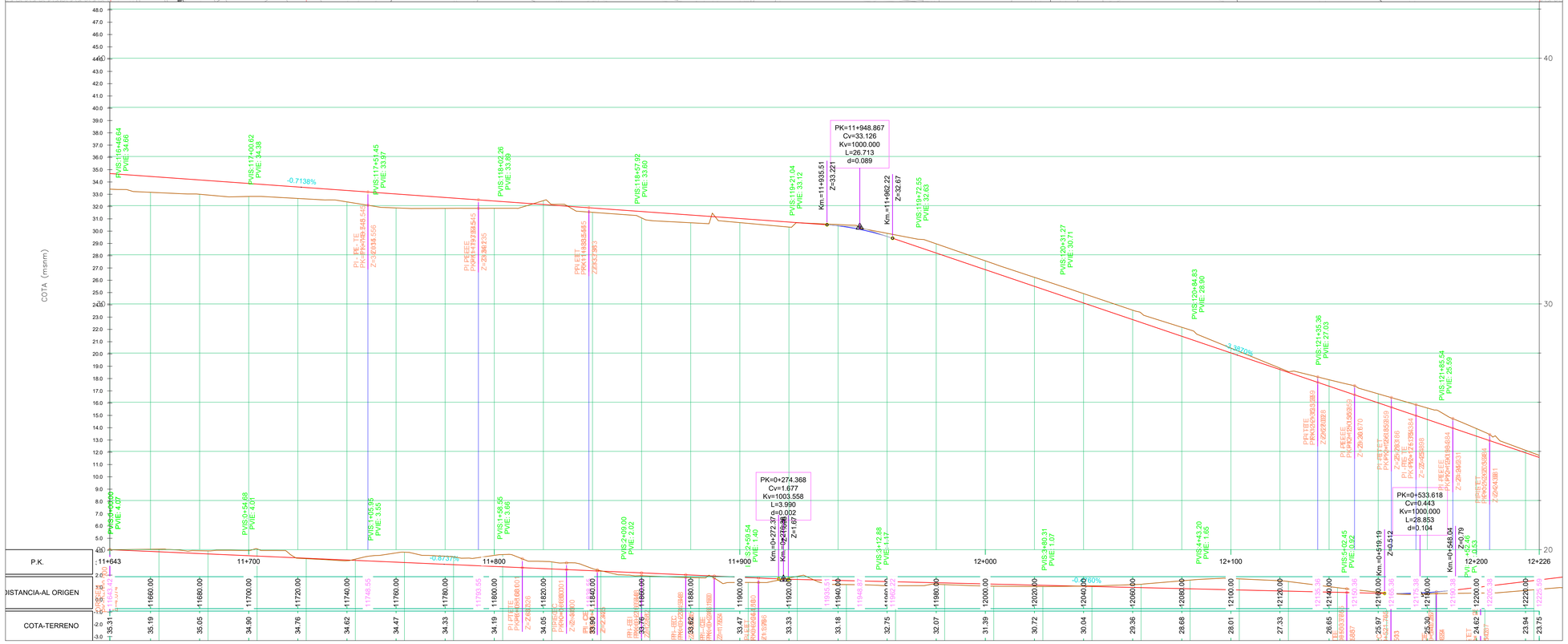
Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project	#####
Date	03.07.2023
Scale	1:1000
Sheet	20

19.03.2007 PCTCAN 1 90.dwg





PCTCAN 1 91.dwg

19.03.2007

General Notes

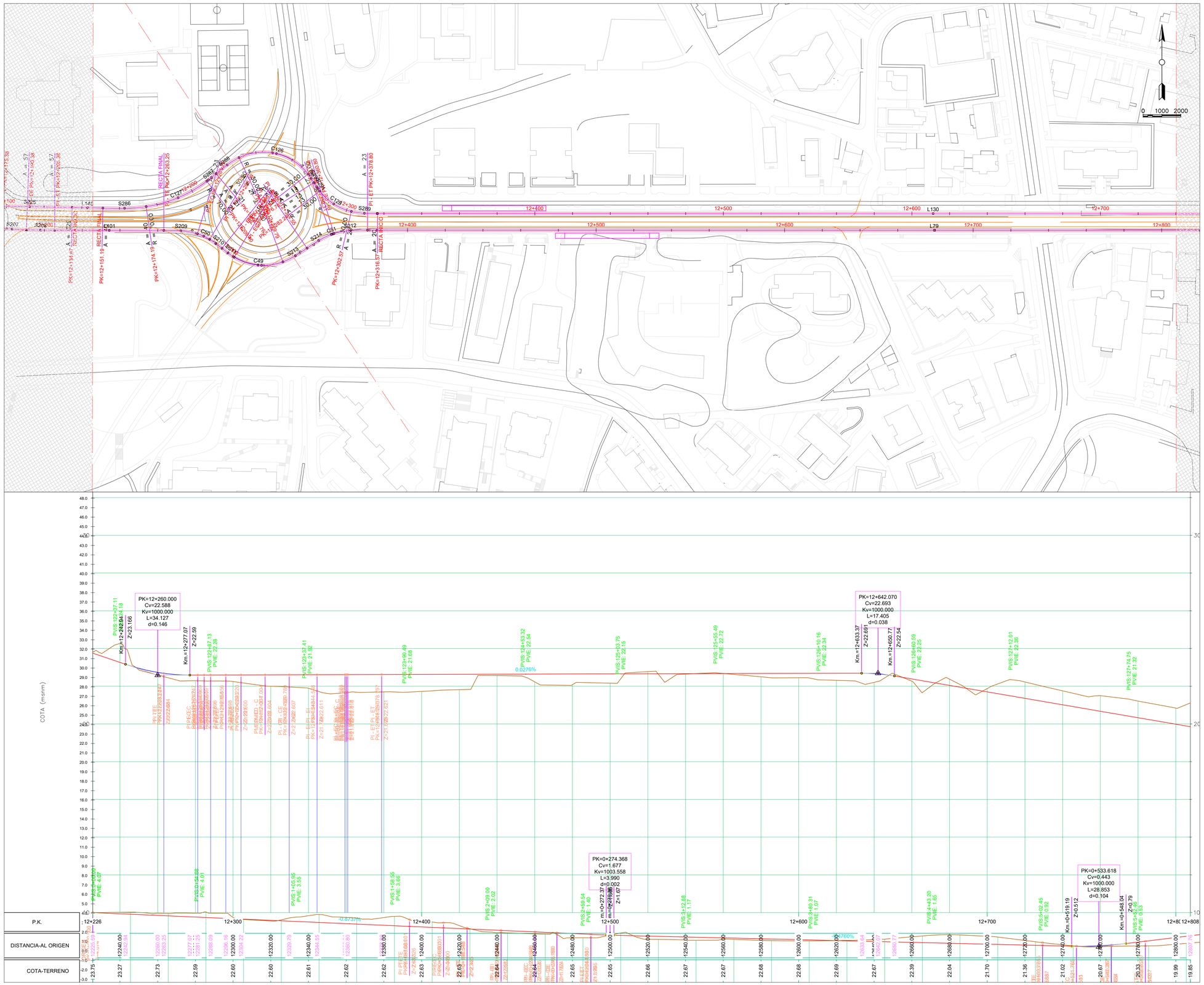
No.	Revision/Issue	Date

Firm Name and Address

Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project	Sheet
#####	21
Date: 03.07.2023	
Scale: 1:1000	



General Notes

No.	Revision/Issue	Date

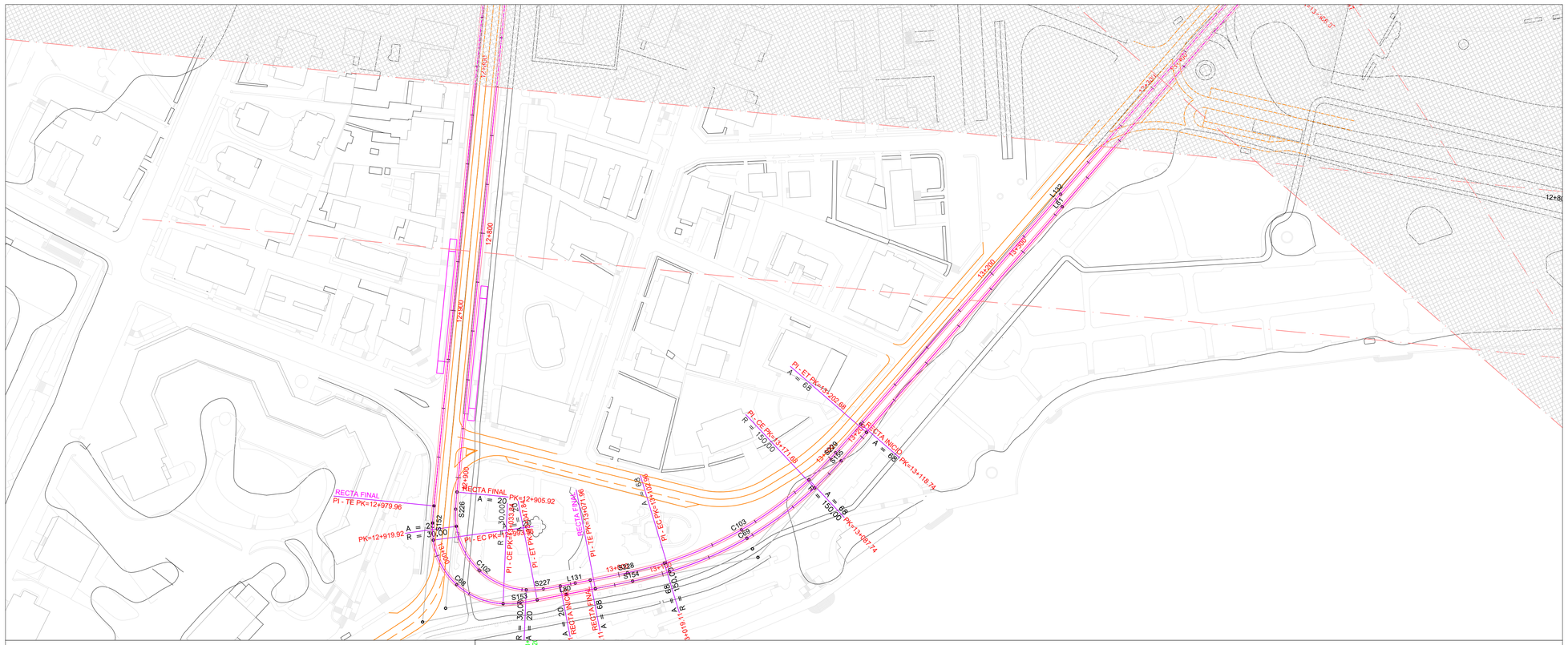
Firm Name and Address

Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project	#####
Date	03.07.2023
Scale	1:1000
Sheet	22

19.03.2007 PCTCAN 1 92.dwg



General Notes

No.	Revision/Issue	Date

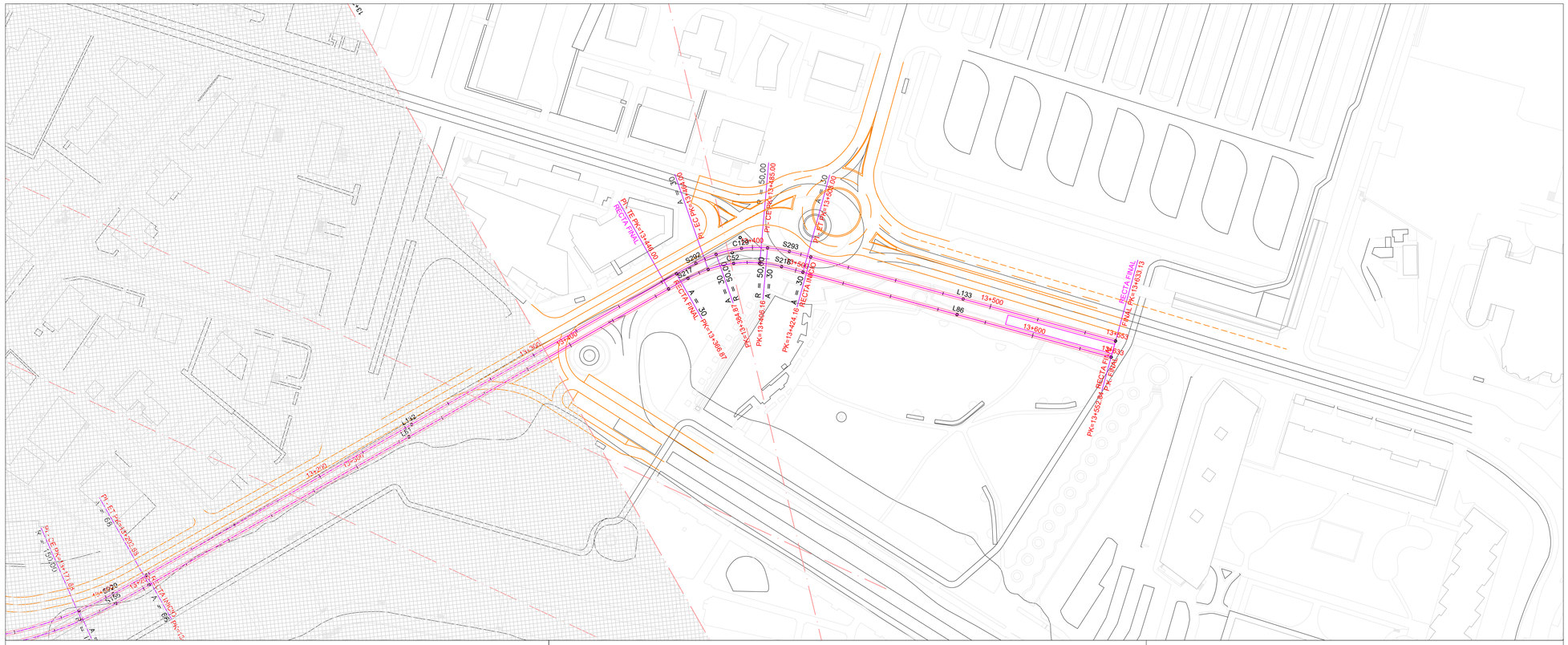
Firm Name and Address

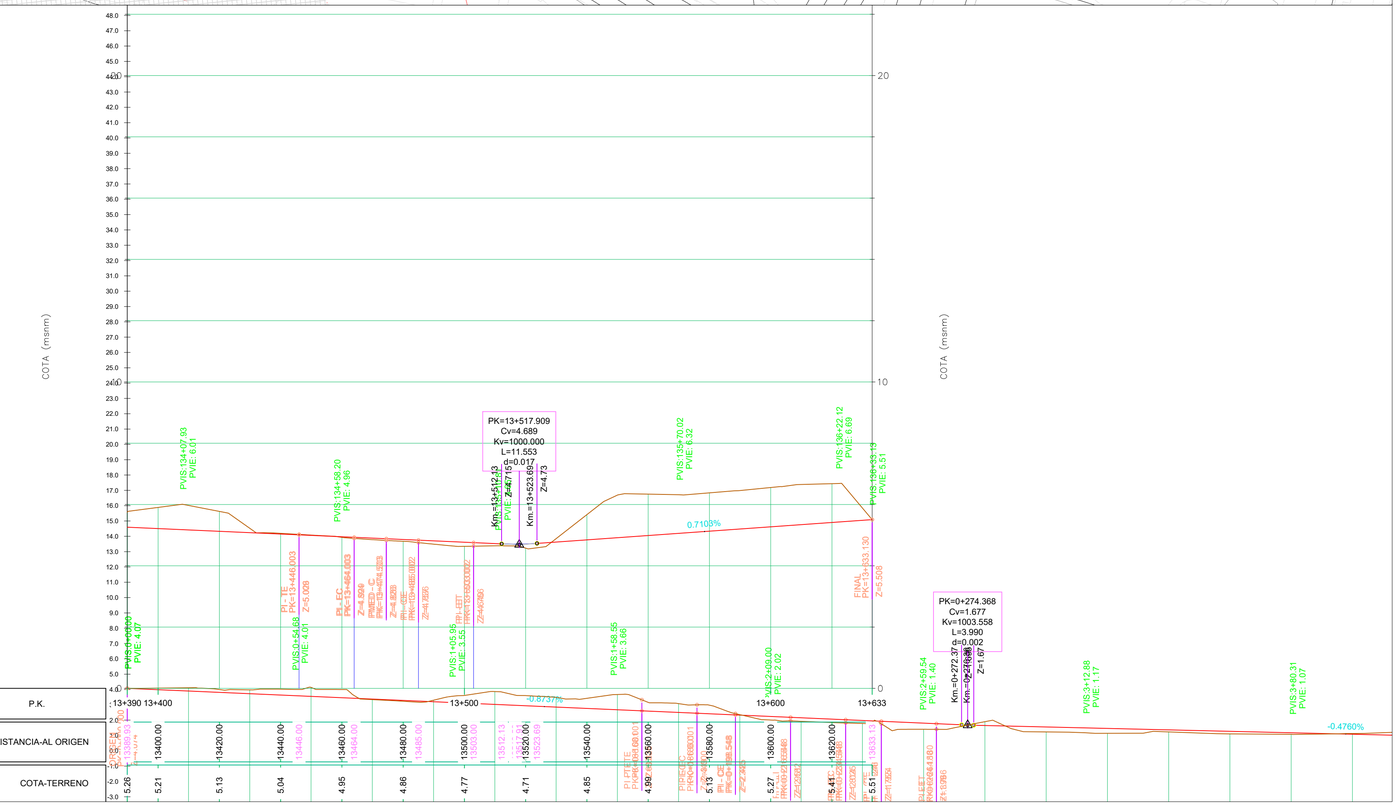
Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project: #####	Sheet: 23
Date: 03.07.2023	
Scale: 1:1000	

19.03.2007 PCTCAN 1 93.dwg





PCTCAN 1 94.dwg

19.03.2007

General Notes

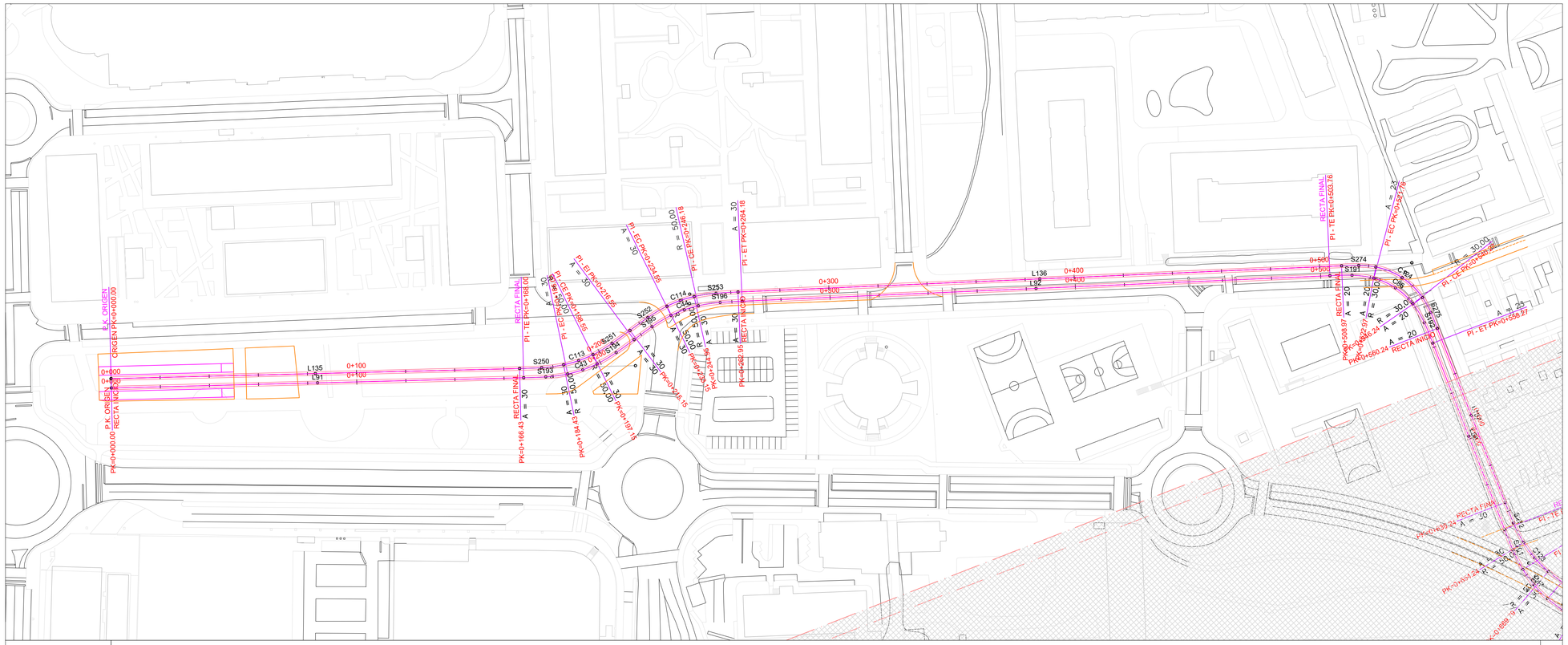
No.	Revision/Issue	Date

Firm Name and Address

Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project	Sheet
#####	24
Date: 03.07.2023	
Scale: 1:1000	



PCTCAN 2 95.dwg

19.03.2007

General Notes

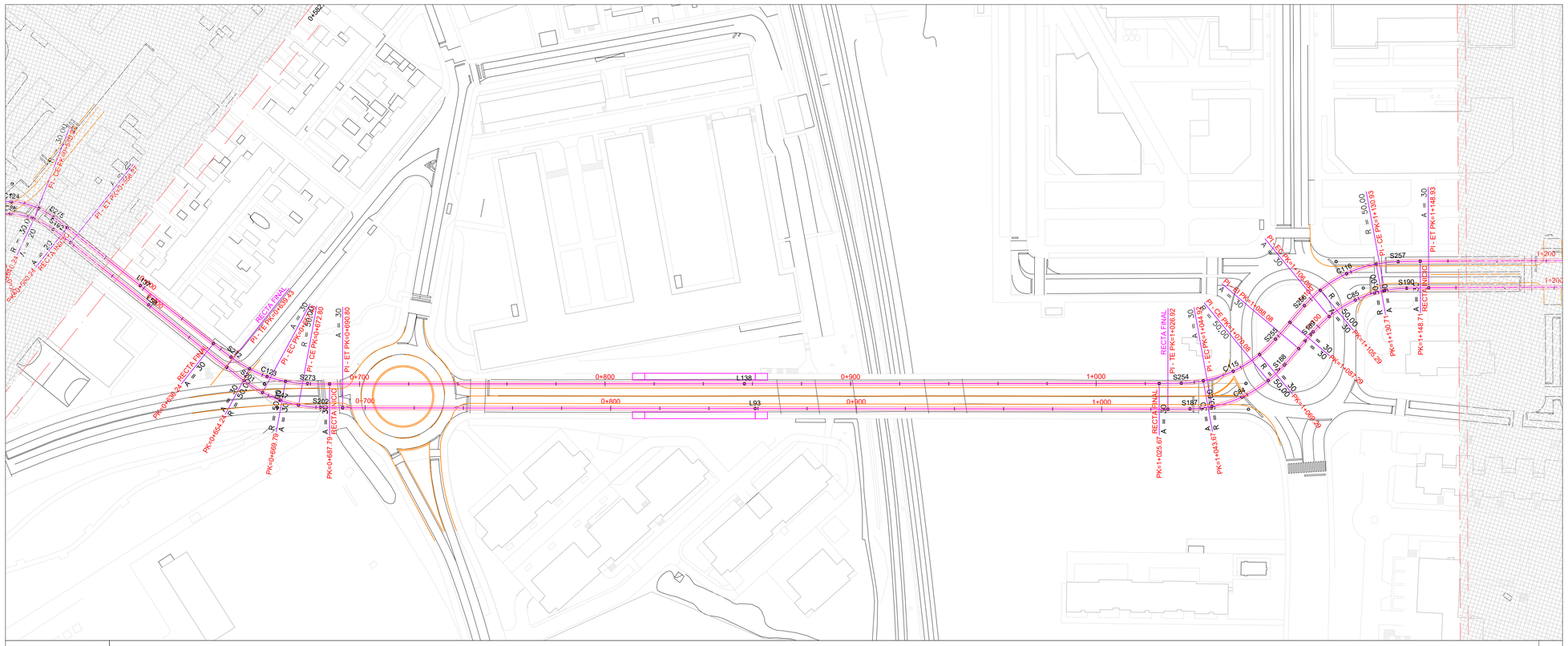
No.	Revision/Issue	Date

Firm Name and Address

Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project	Sheet
#####	1
Date: 03.07.2023	
Scale: 1:1000	



General Notes

No.	Revision/Issue	Date

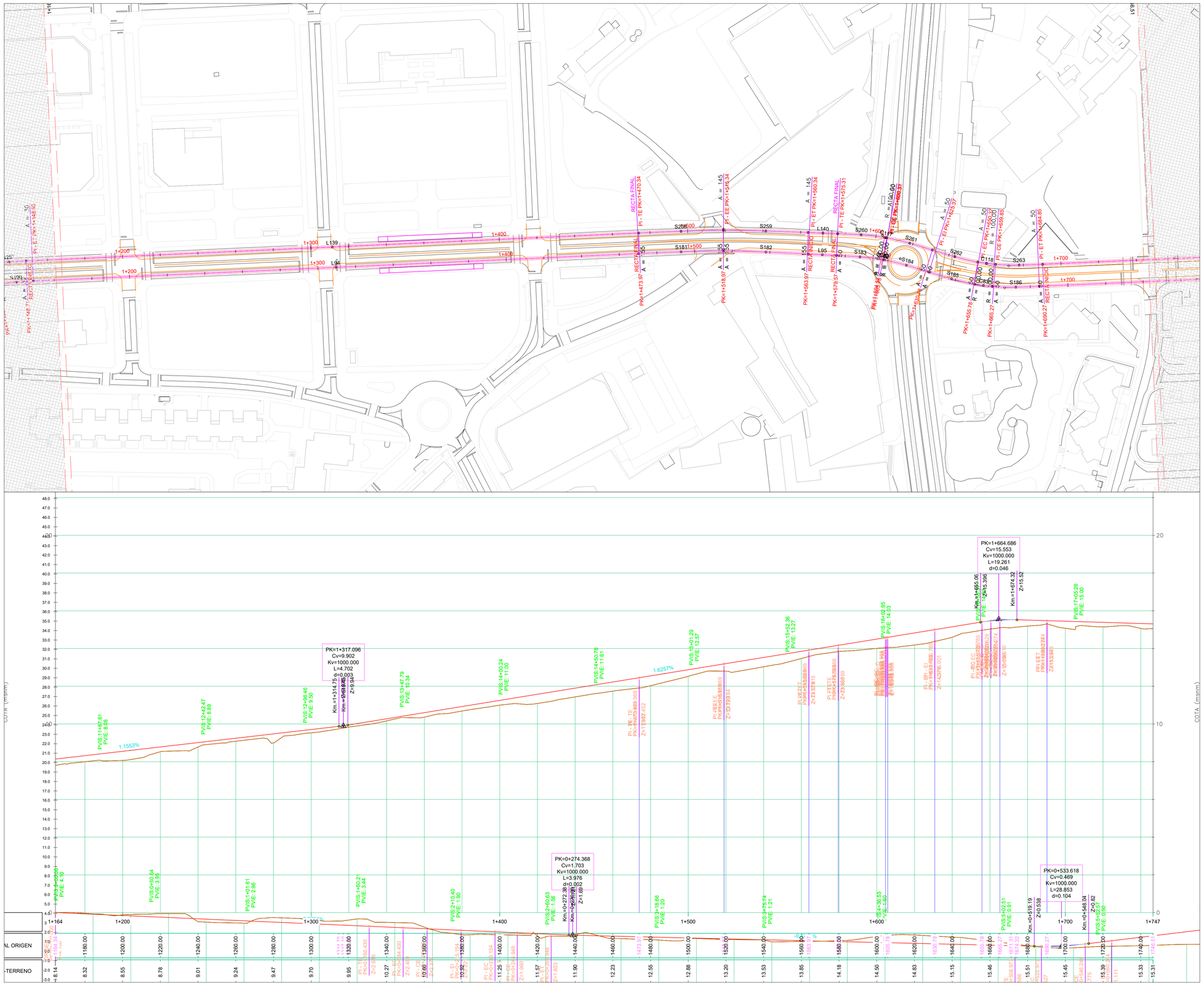
Firm Name and Address

Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project	Sheet
#####	2
Date: 03.07.2023	
Scale: 1:1000	

19.03.2007 PCTCAN 2 96.dwg



General Notes

No.	Revision/Issue	Date

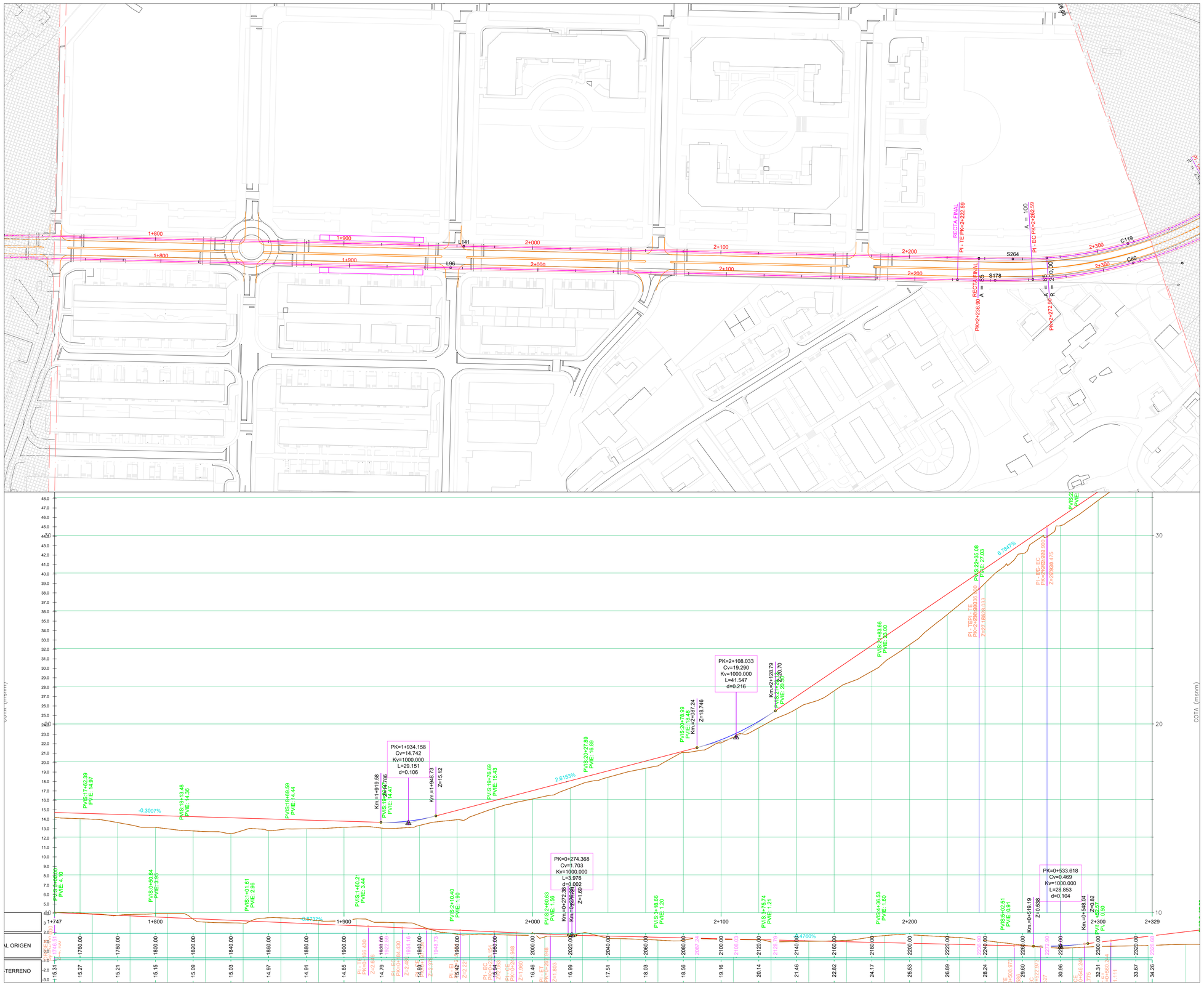
Firm Name and Address

Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project	Sheet
#####	3
Date: 03.07.2023	
Scale: 1:1000	

19.03.2007 PCTCAN 2 97.dwg



General Notes

No.	Revision/Issue	Date

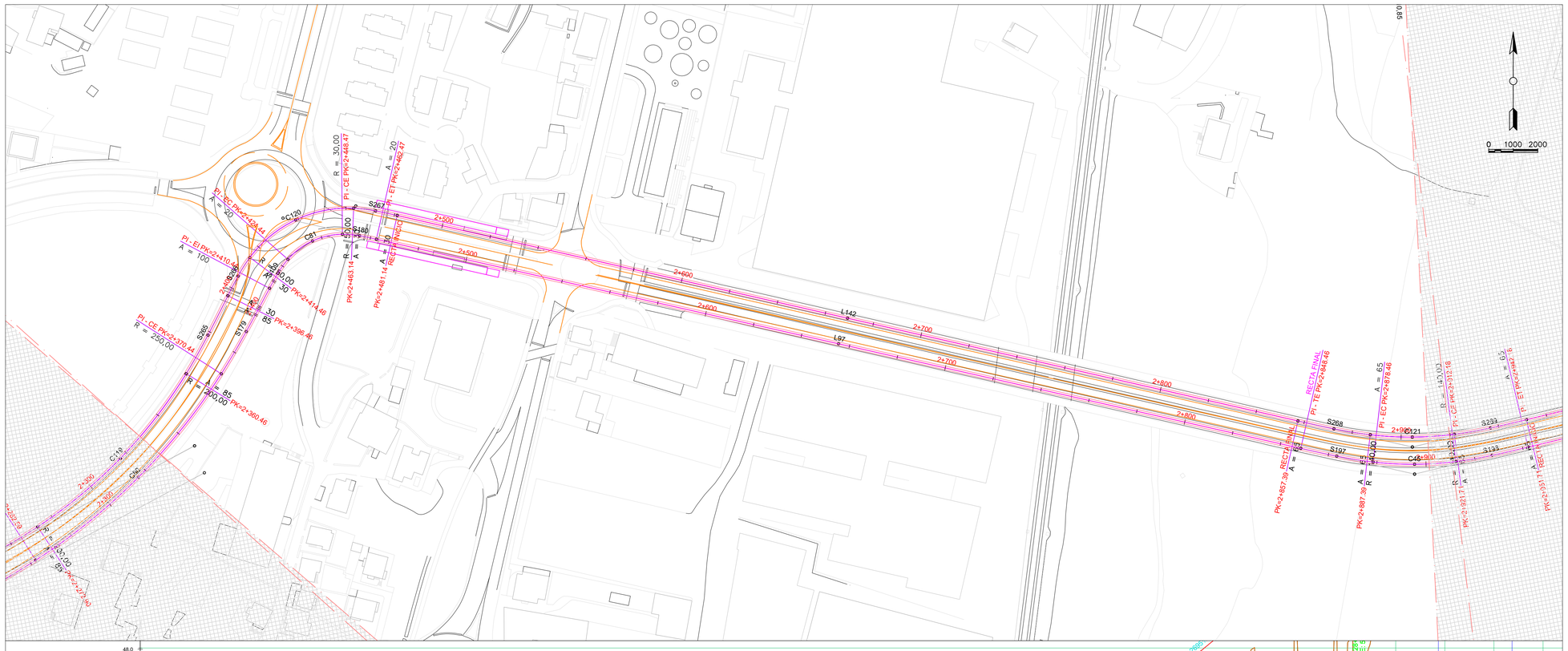
Firm Name and Address

Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project: #####	Sheet: 4
Date: 03.07.2023	
Scale: 1:1000	

19.03.2007 PCTCAN 2 98.dwg



General Notes

No.	Revision/Issue	Date

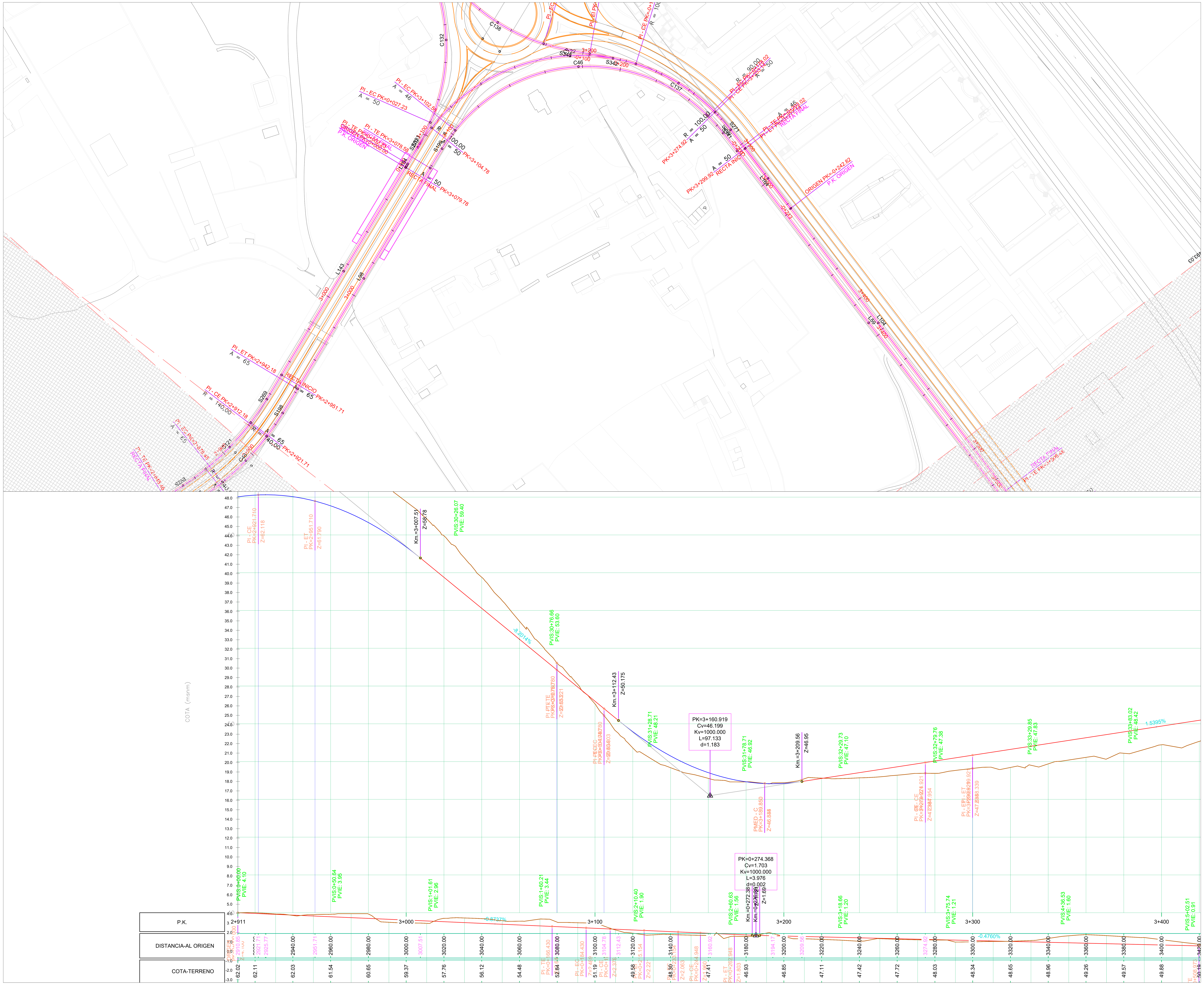
Firm Name and Address

Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project	Sheet
#####	5
Date: 03.07.2023	
Scale: 1:1000	

19.03.2007 PCTCAN 2 99.dwg



General Notes

No.	Revision/Issue	Date

Firm Name and Address

Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project #####

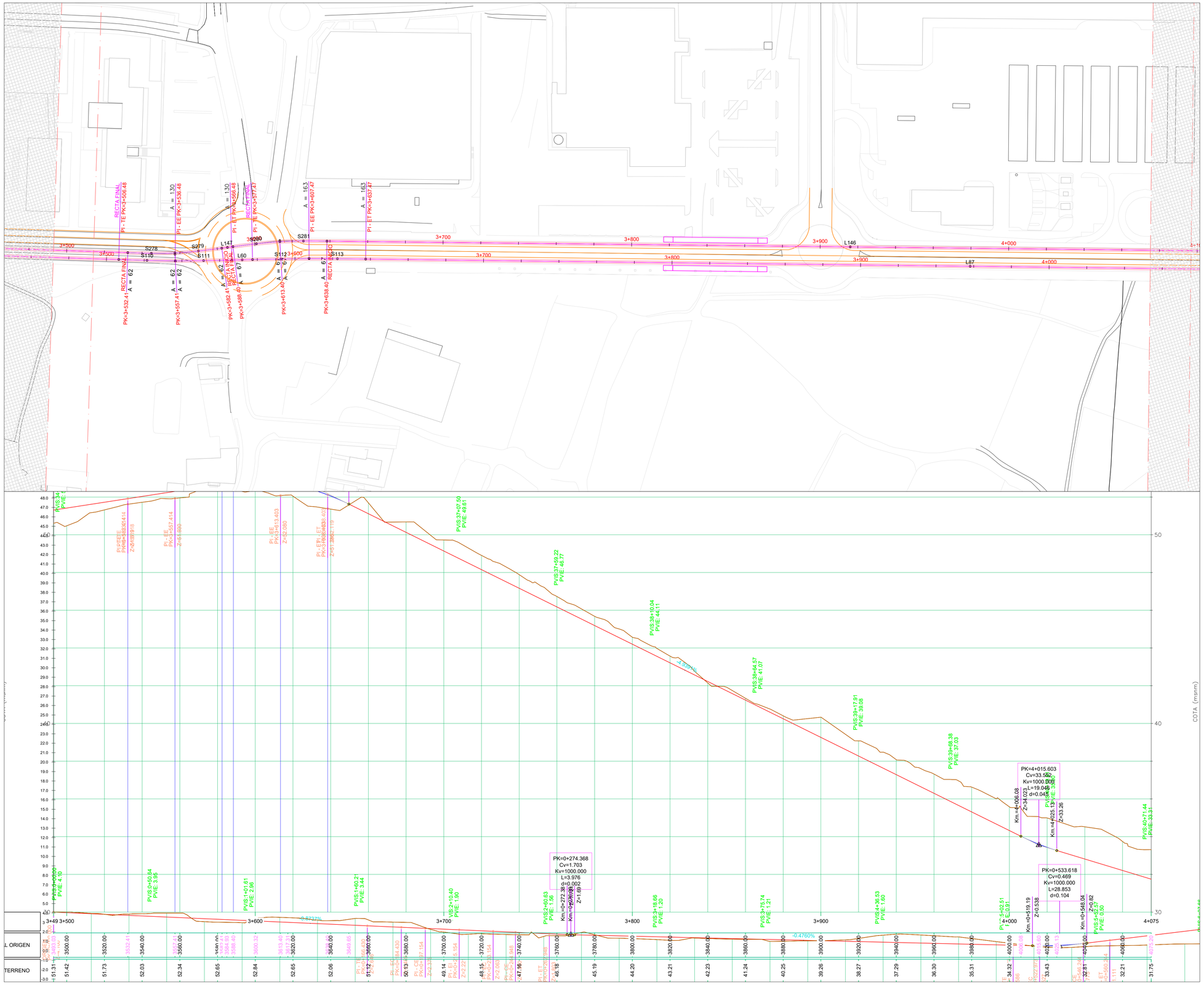
Sheet 6

Date 03.07.2023

Scale 1:1000

19.03.2007

PCTCAN 2 100.dwg



General Notes

No.	Revision/Issue	Date

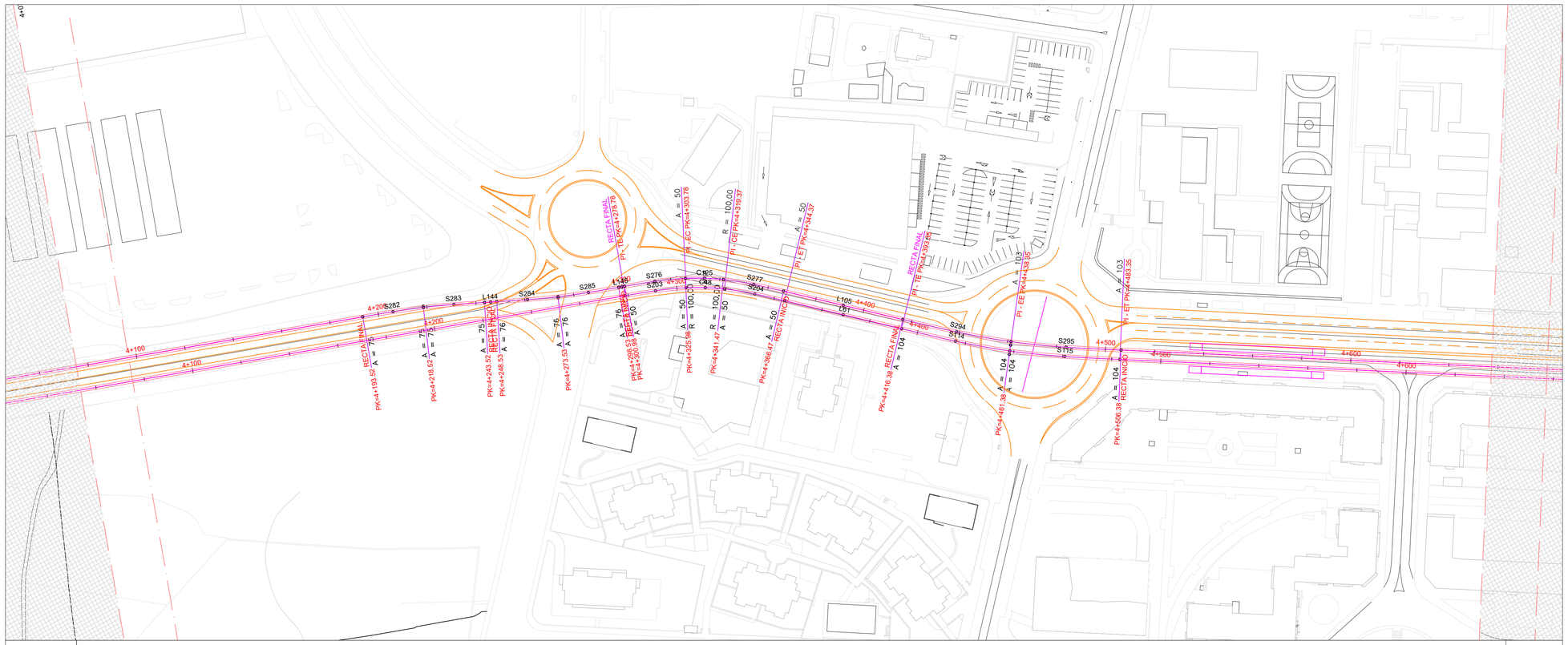
Firm Name and Address

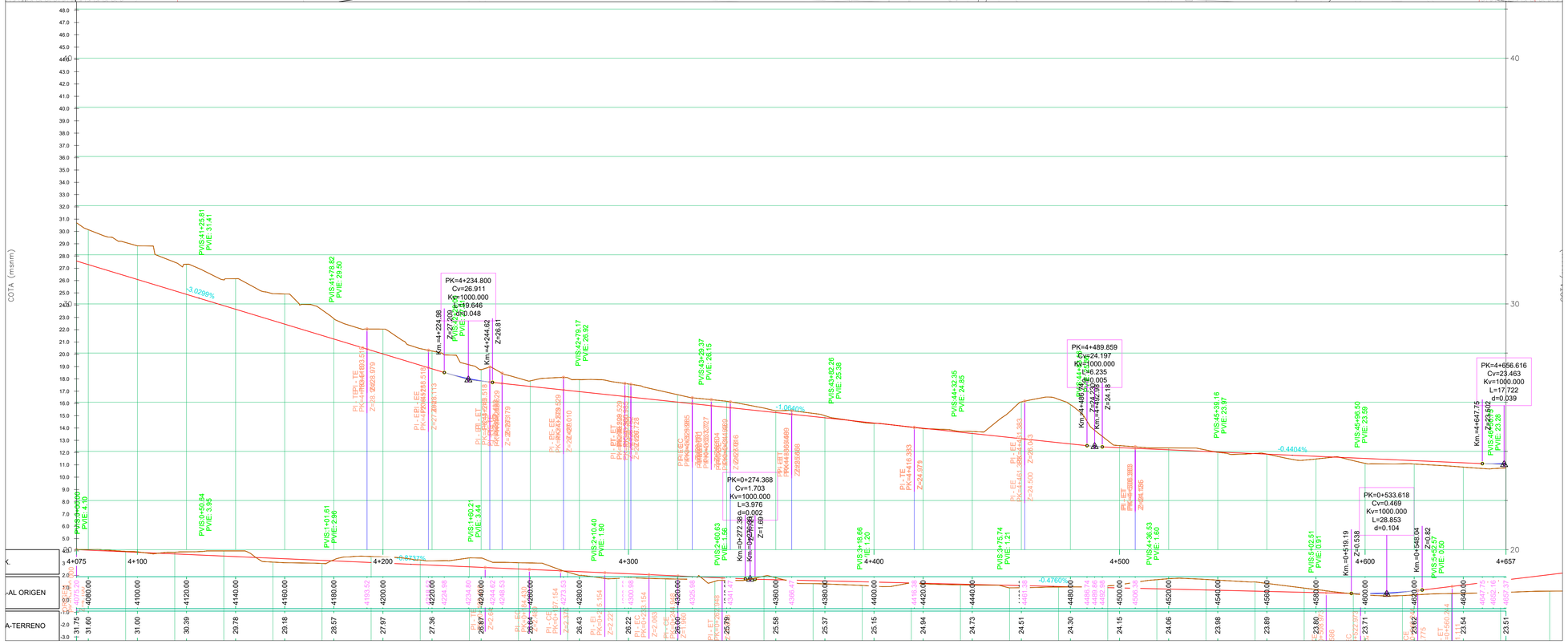
Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project: #####	Sheet: 7
Date: 03.07.2023	
Scale: 1:1000	

19.03.2007 PCTCAN_2_101.dwg





General Notes

No.	Revision/Issue	Date

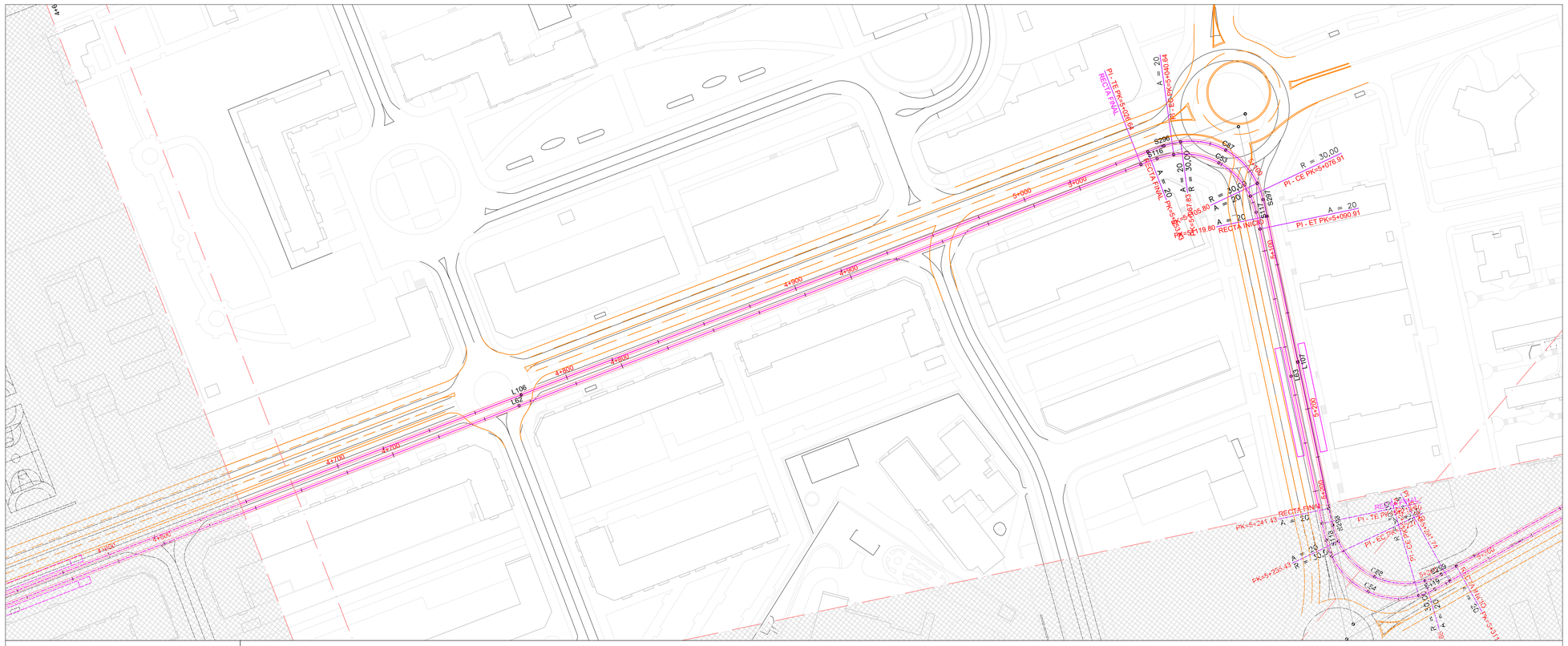
Firm Name and Address

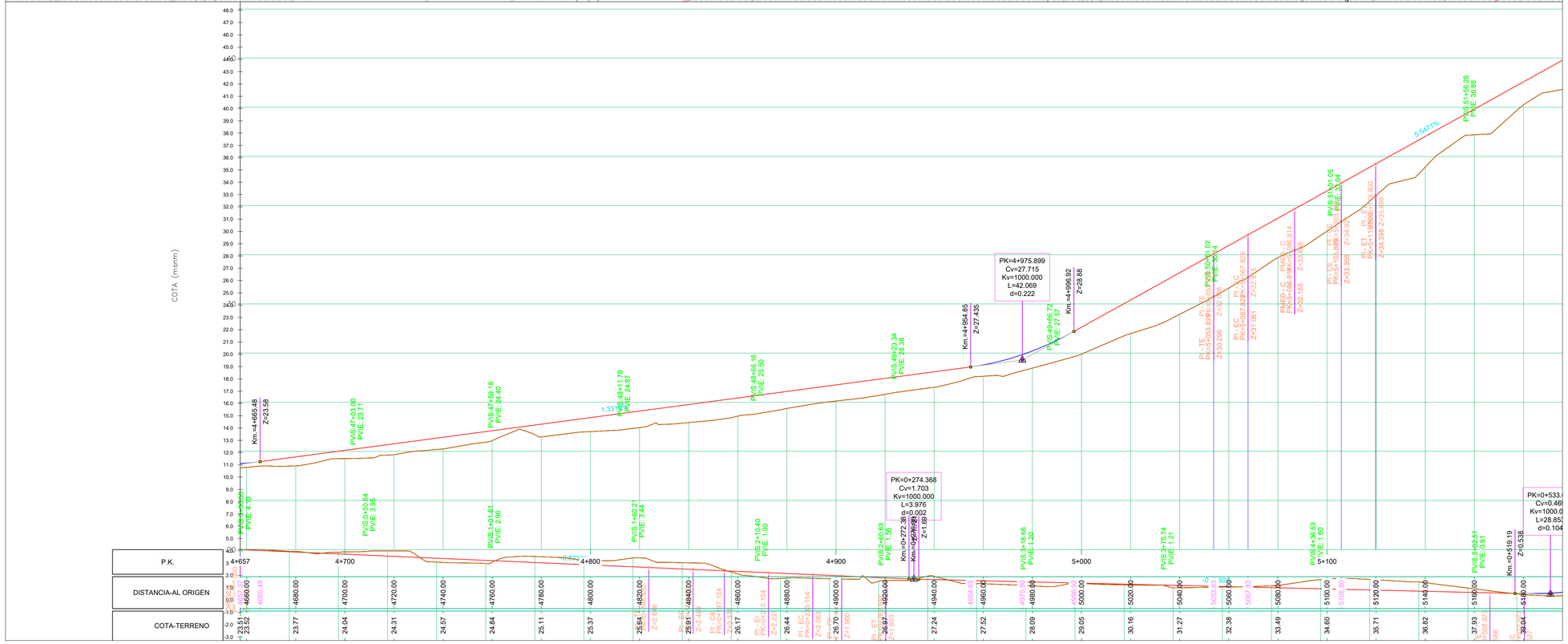
Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project	Sheet
#####	8
Date: 03.07.2023	
Scale: 1:1000	

19.03.2007 PCTCAN 2 102.dwg





General Notes

No.	Revision/Issue	Date

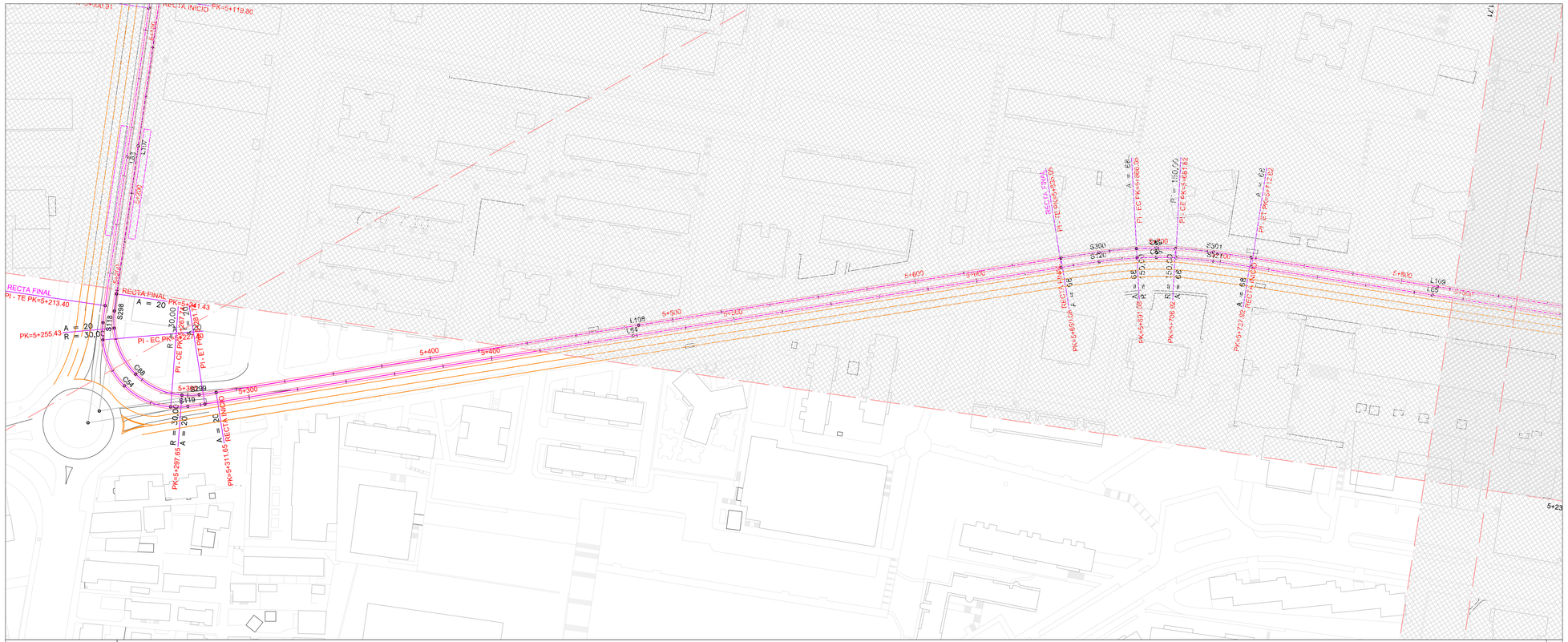
Firm Name and Address

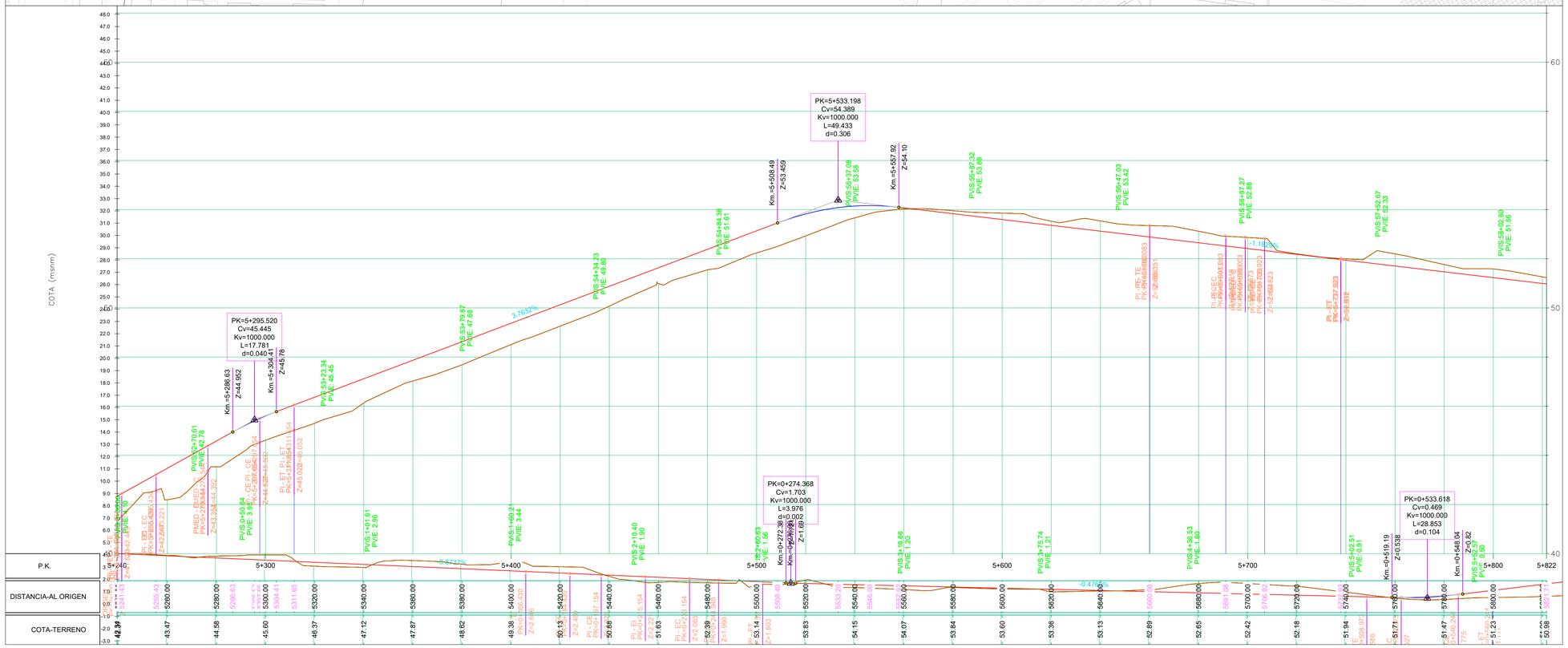
Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project: #####	Sheet: 9
Date: 03.07.2023	
Scale: 1:1000	

19.03.2007 PCTCAN 2 103.dwg





General Notes

No.	Revision/Issue	Date

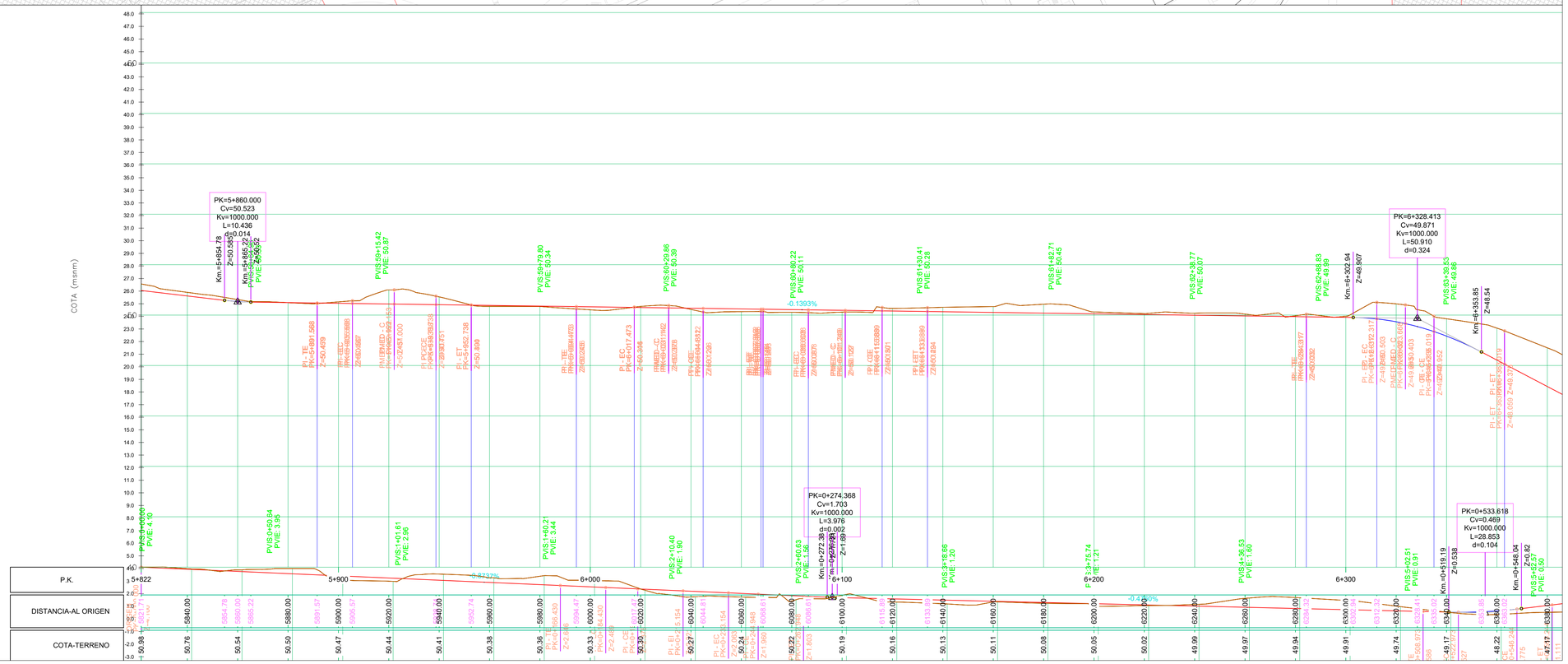
Firm Name and Address

Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project	Sheet
#####	10
Date: 03.07.2023	
Scale: 1:1000	

19.03.2007 PCTCAN_2_104.dwg



General Notes

No.	Revision/Issue	Date

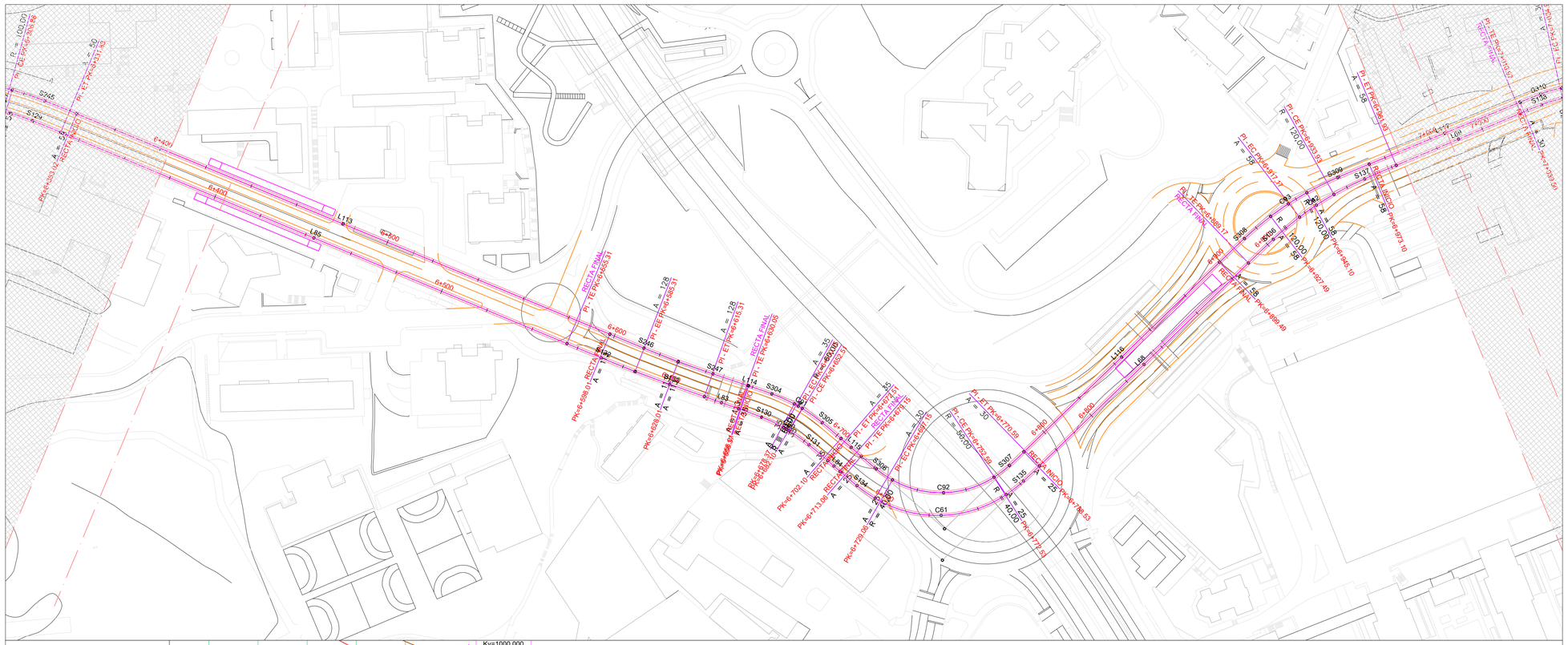
Firm Name and Address

Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project	Sheet
#####	11
Date: 03.07.2023	
Scale: 1:1000	

19.03.2007 PCTCAN 2 105.dwg



General Notes

No.	Revision/Issue	Date

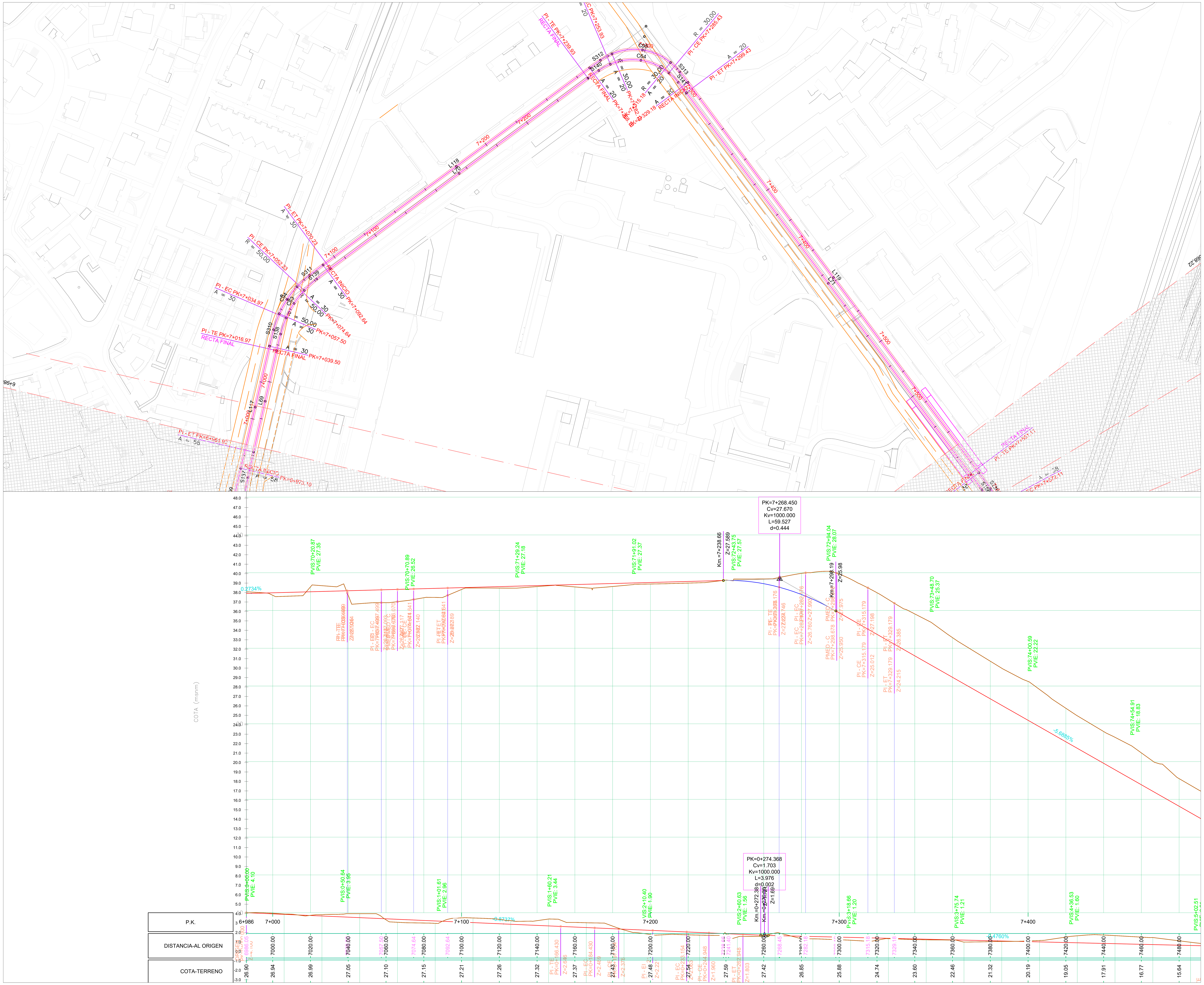
Firm Name and Address

Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project	#####
Date	03.07.2023
Scale	1:1000
Sheet	12

19.03.2007 PCTCAN 2 106.dwg



General Notes

No.	Revision/Issue	Date

Firm Name and Address

Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project #####

Sheet 13

Date 03.07.2023

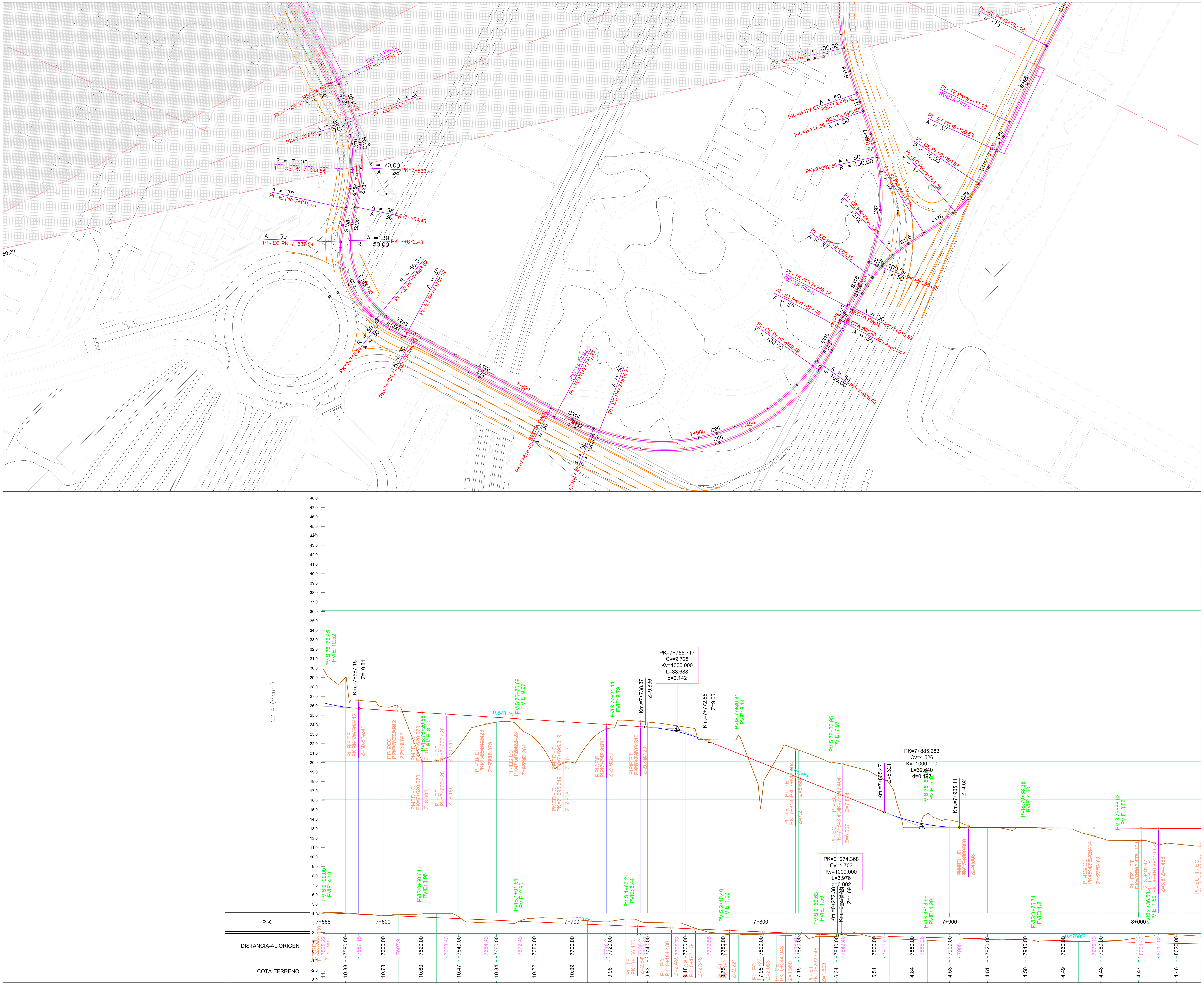
Scale 1:1000

PCTCAN 2 107.dwg

19.03.2007

PCTCAN 2 108.dwg

19.03.2007



General Notes

No.	Revision/Issue	Date

Firm Name and Address

Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project #####

Sheet 14

Date 03.07.2023

Scale 1:1000

General Notes

No.	Revision/Issue	Date

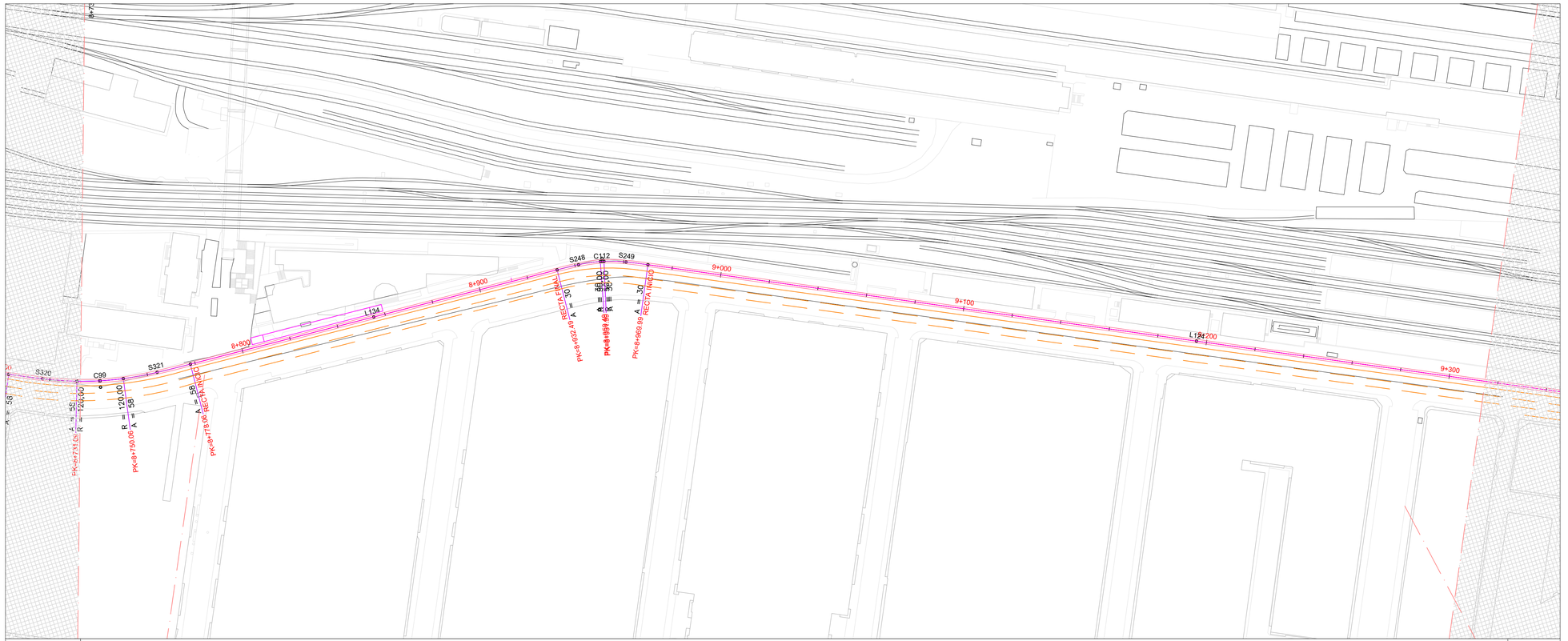
Firm Name and Address

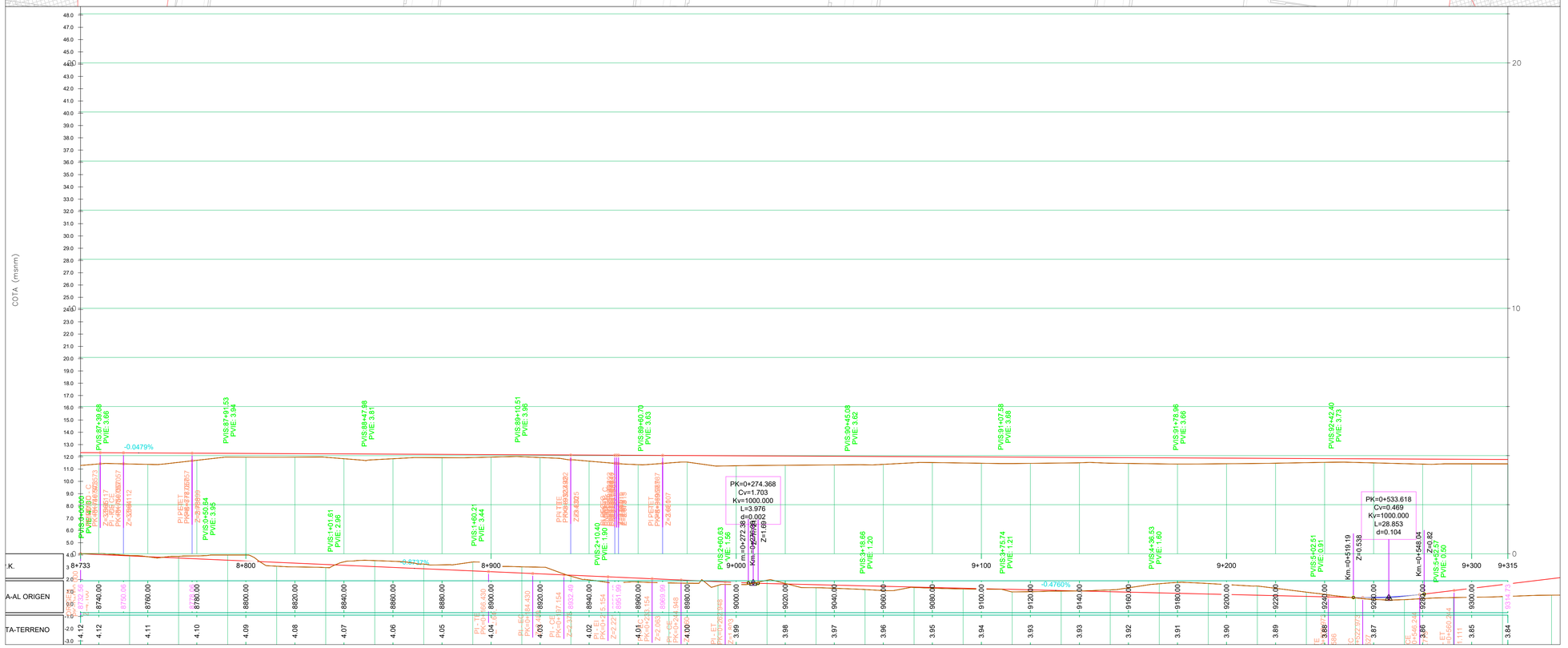
Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project	#####
Date	03.07.2023
Scale	1:1000
Sheet	15

19.03.2007 PCTCAN 2 109.dwg





General Notes

No.	Revision/Issue	Date

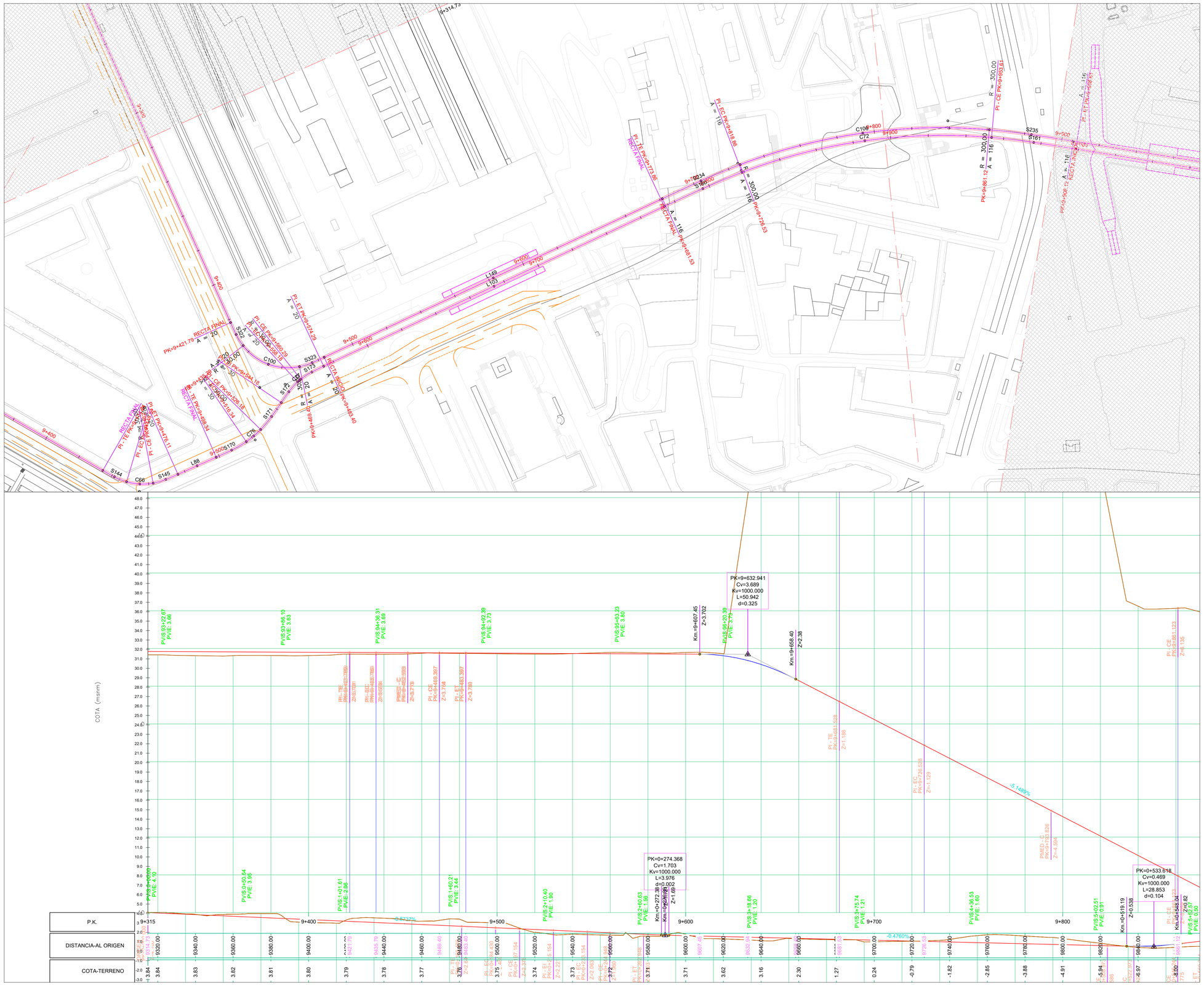
Firm Name and Address

Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project	Sheet
#####	16
Date: 03.07.2023	
Scale: 1:1000	

19.03.2007 PCTCAN_2_110.dwg



General Notes

No.	Revision/Issue	Date

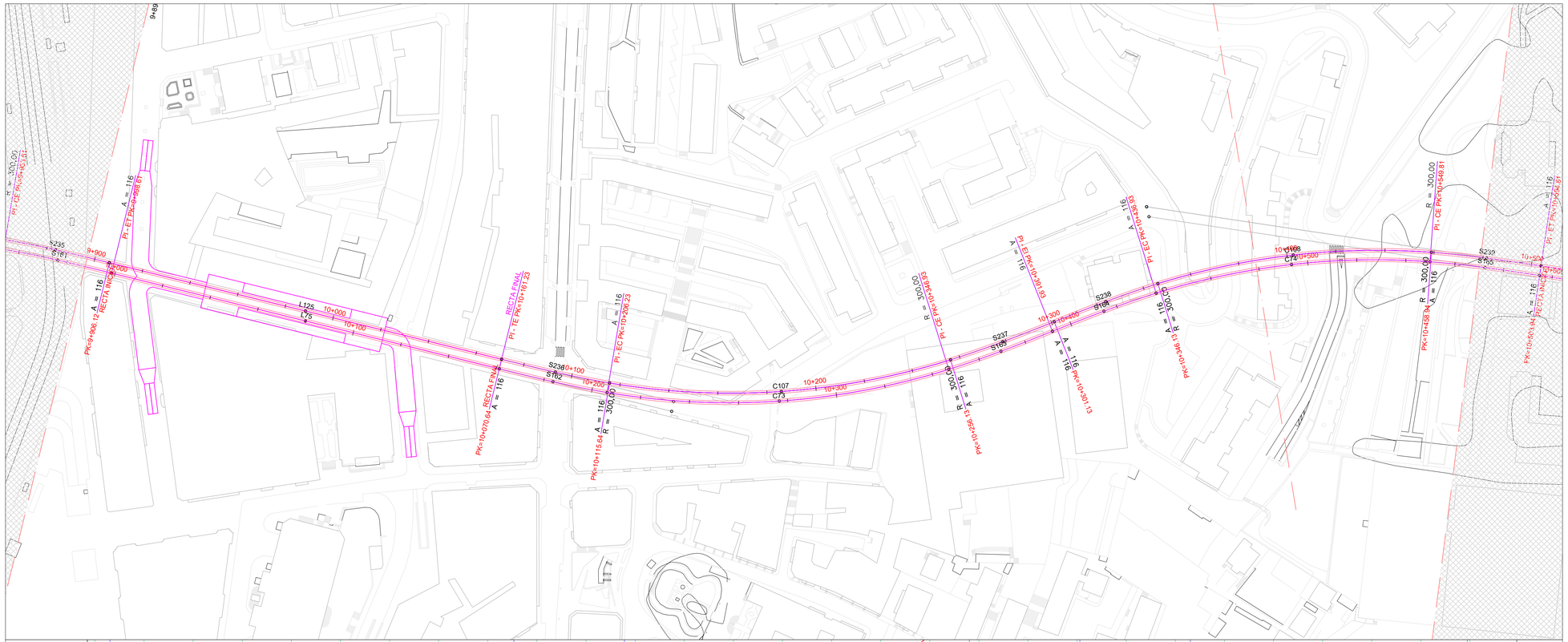
Firm Name and Address

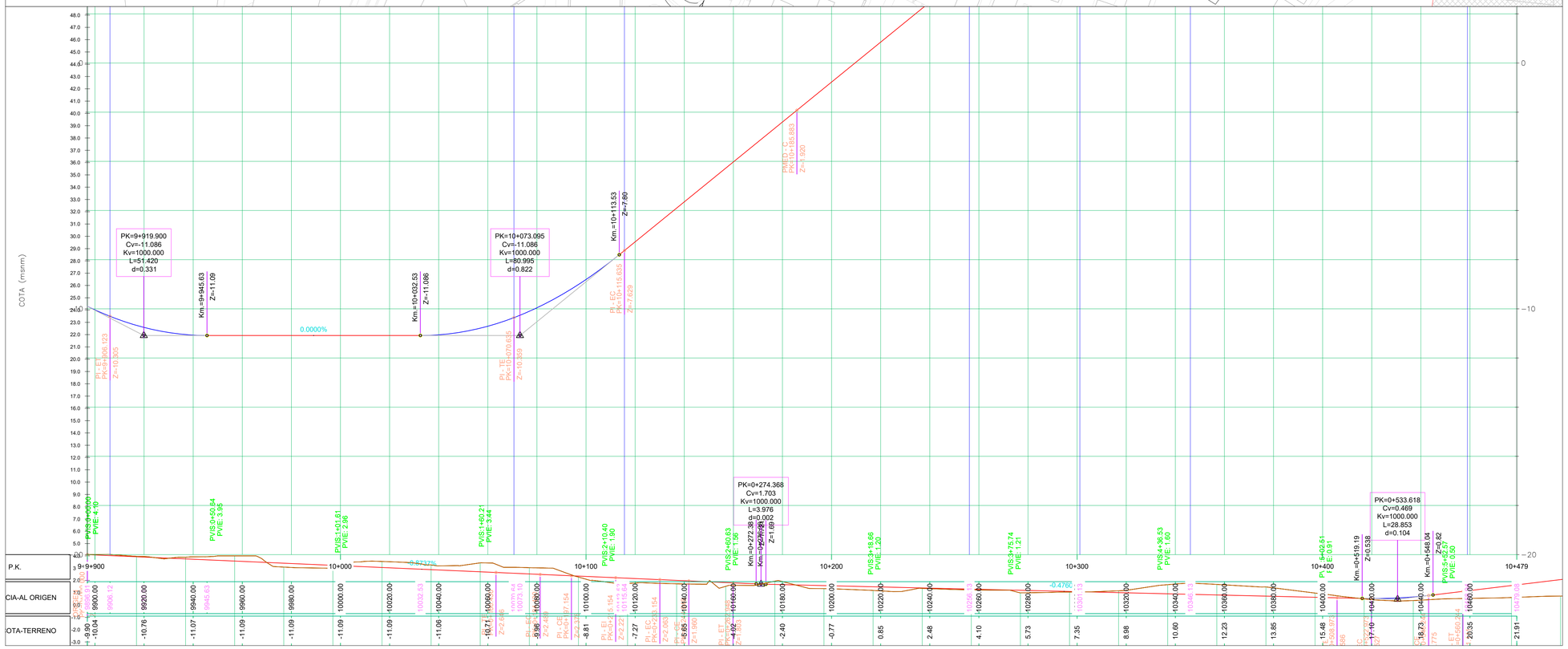
Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project	#####
Date	03.07.2023
Scale	1:1000
Sheet	17

19.03.2007 PCTCAN 2 111.dwg





General Notes

No.	Revision/Issue	Date

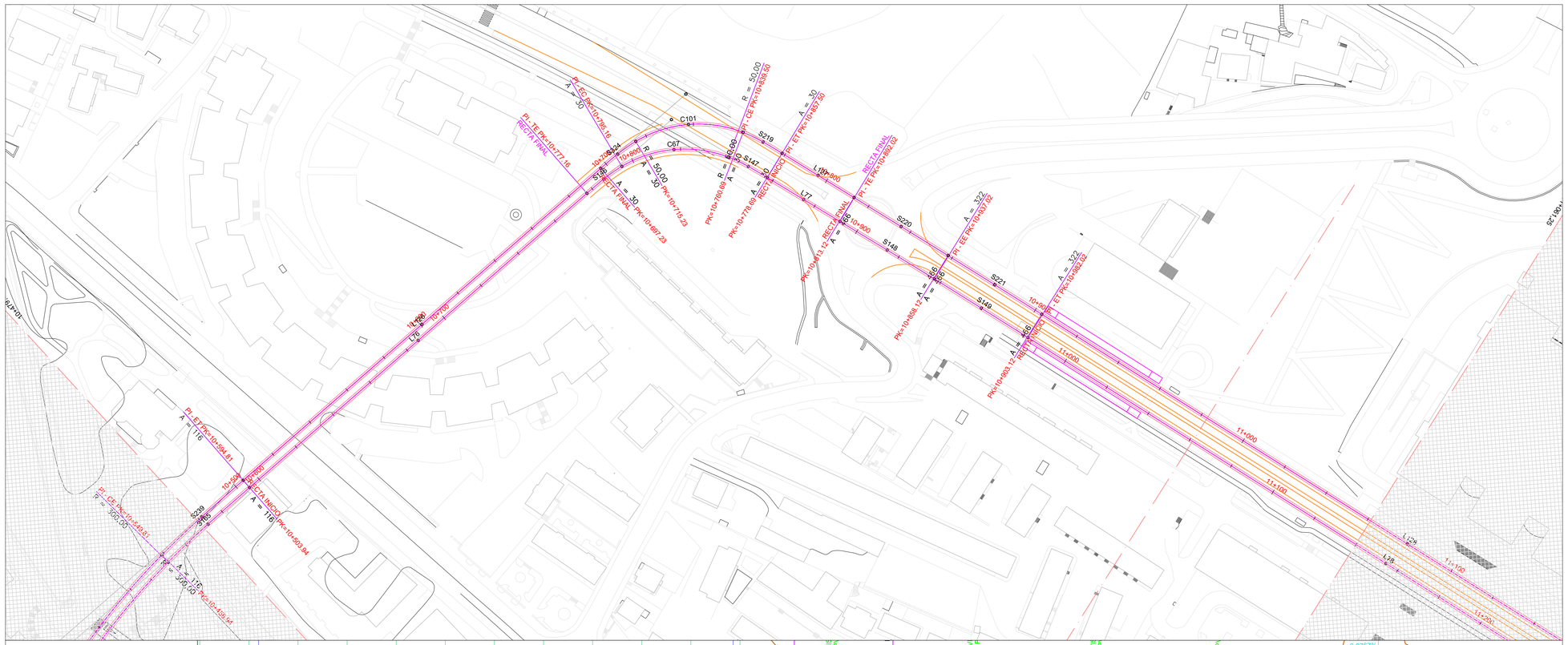
Firm Name and Address

Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project	Sheet
#####	18
Date: 03.07.2023	
Scale: 1:1000	

19.03.2007 PCTCAN_2_112.dwg



General Notes

No.	Revision/Issue	Date

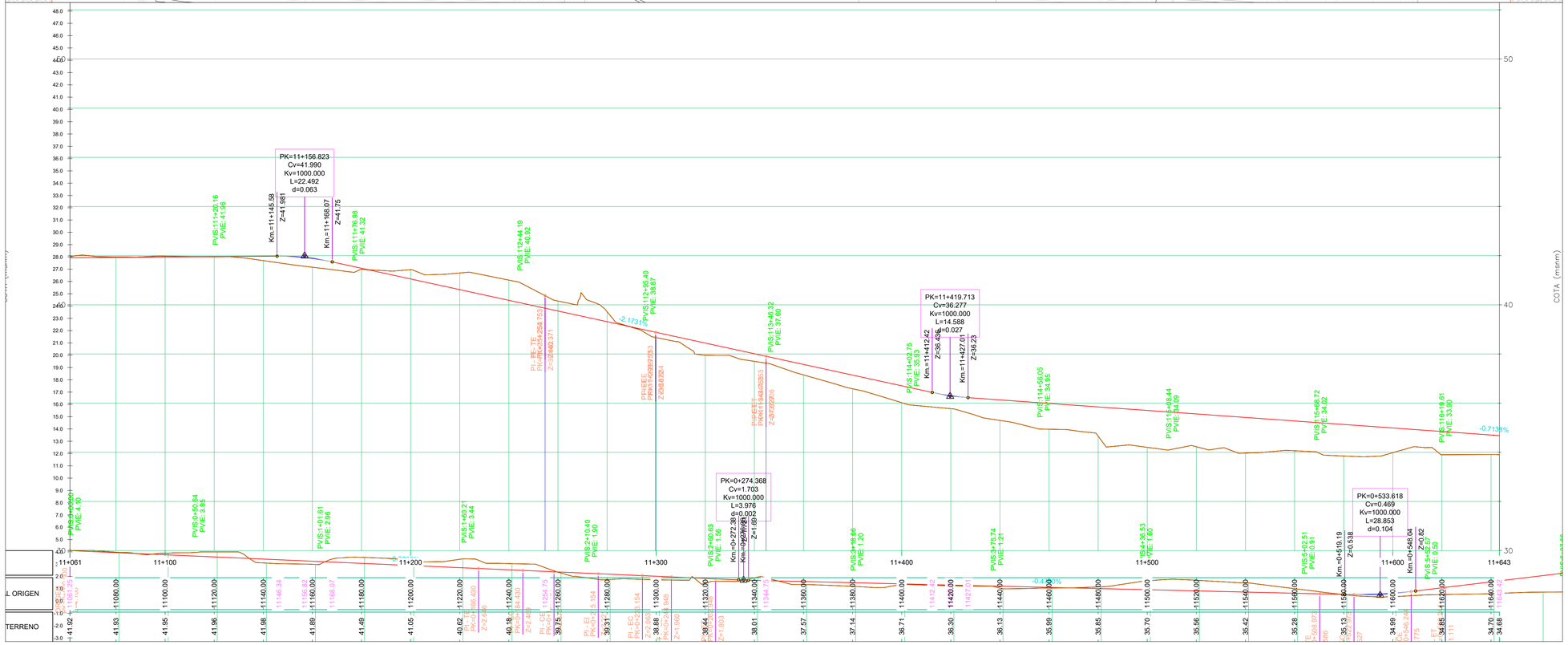
Firm Name and Address

Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project: #####	Sheet: 19
Date: 03.07.2023	
Scale: 1:1000	

19.03.2007 PCTCAN 2 113.dwg



General Notes

No.	Revision/Issue	Date

Firm Name and Address

Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project	#####
Date	03.07.2023
Scale	1:1000
Sheet	20

19.03.2007 PCTCAN 2 114.dwg

PCTCAN 2 115.dwg

19.03.2007

General Notes

No.	Revision/Issue	Date

Firm Name and Address

Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project: #####

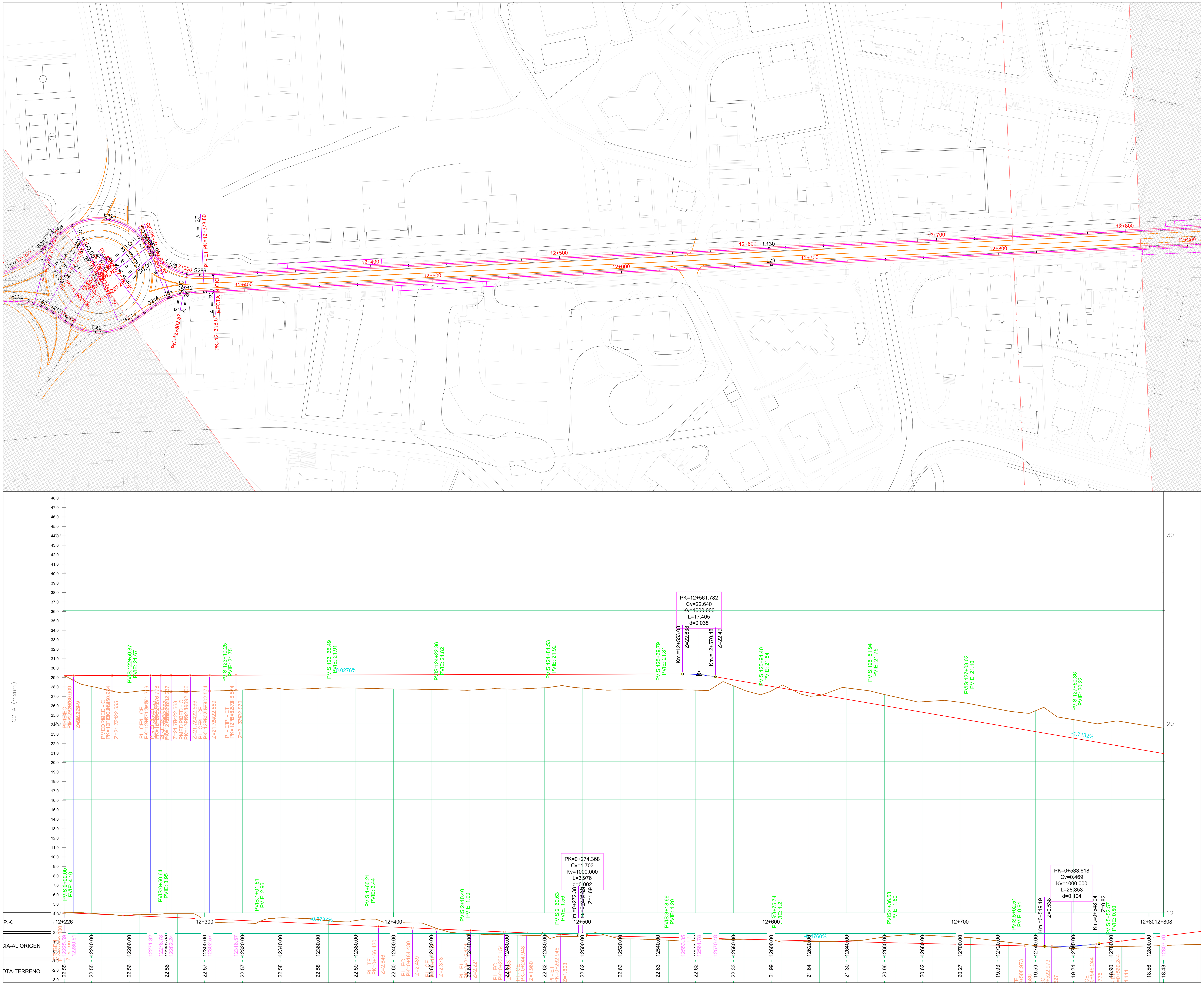
Sheet: 21

Date: 03.07.2023

Scale: 1:1000

PCTCAN 2 116.dwg

19.03.2007



General Notes

No.	Revision/Issue	Date

Firm Name and Address

Project Name and Address

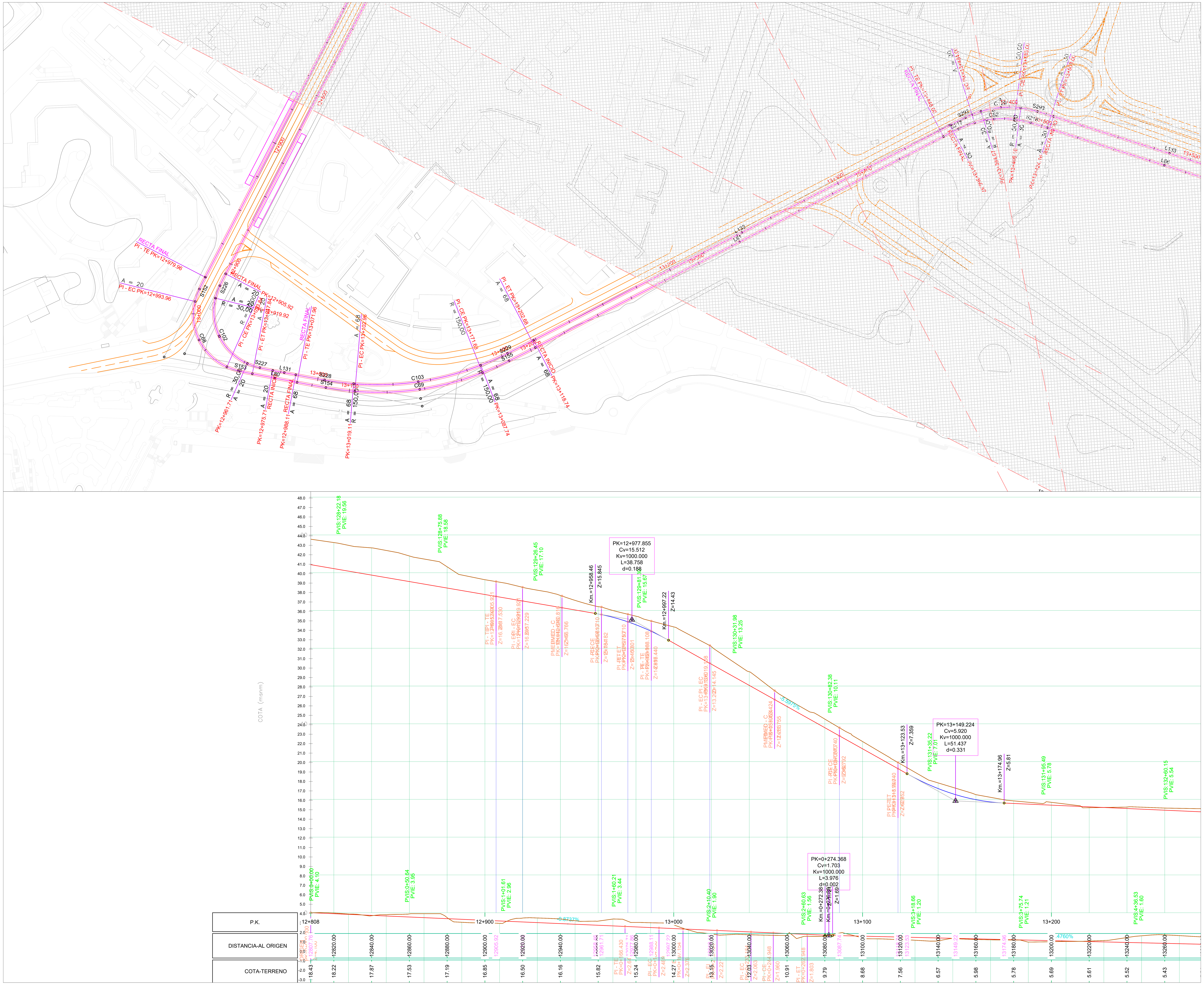
#####
#####
#####
#####

Project: #####

Sheet: 22

Date: 03.07.2023

Scale: 1:1000



General Notes

No.	Revision/Issue	Date

Firm Name and Address

Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project: #####

Sheet: 23

Date: 03.07.2023

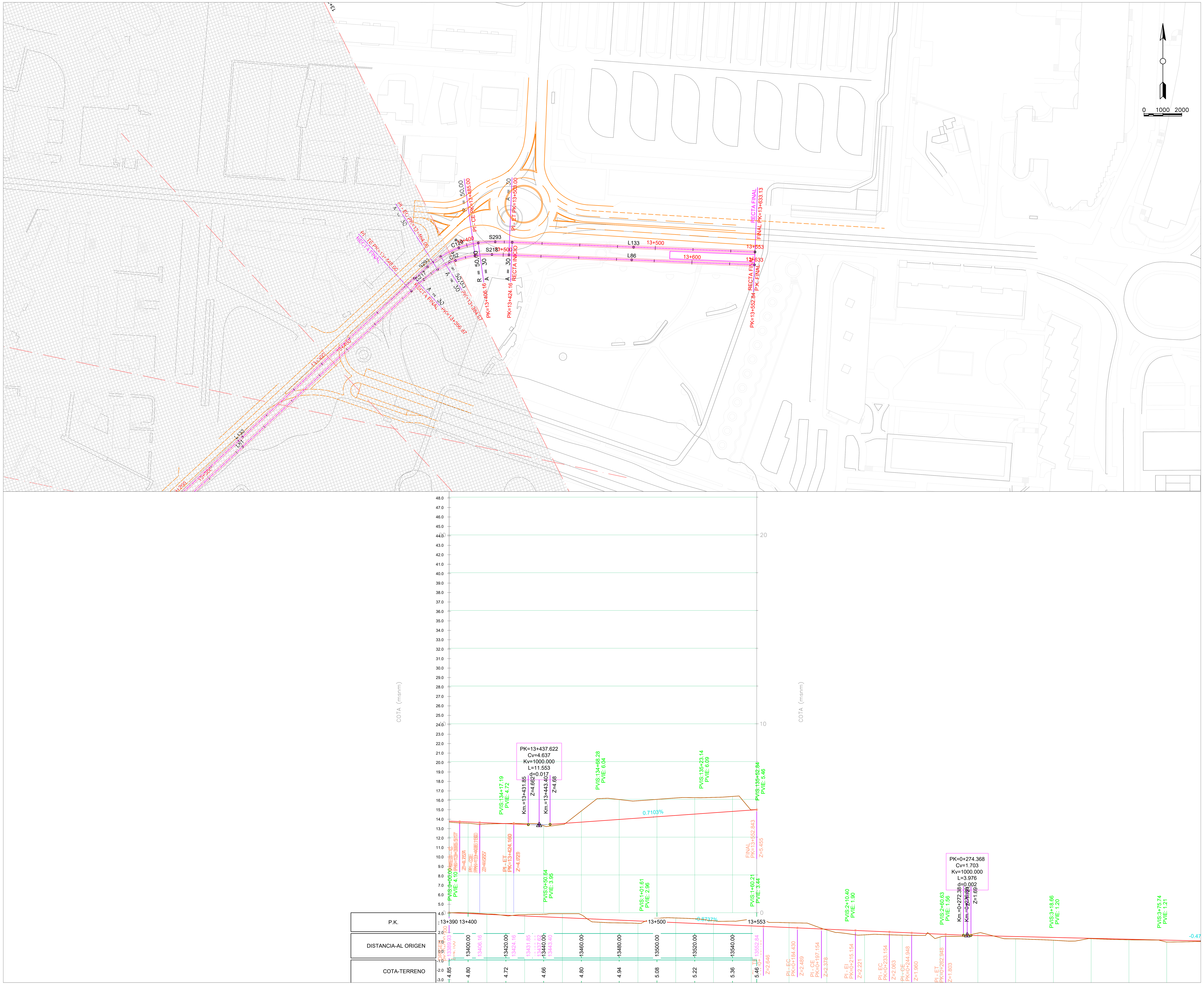
Scale: 1:1000

PCTCAN 2 117.dwg

19.03.2007

19.03.2007

PCTCAN 2 118.dwg



General Notes

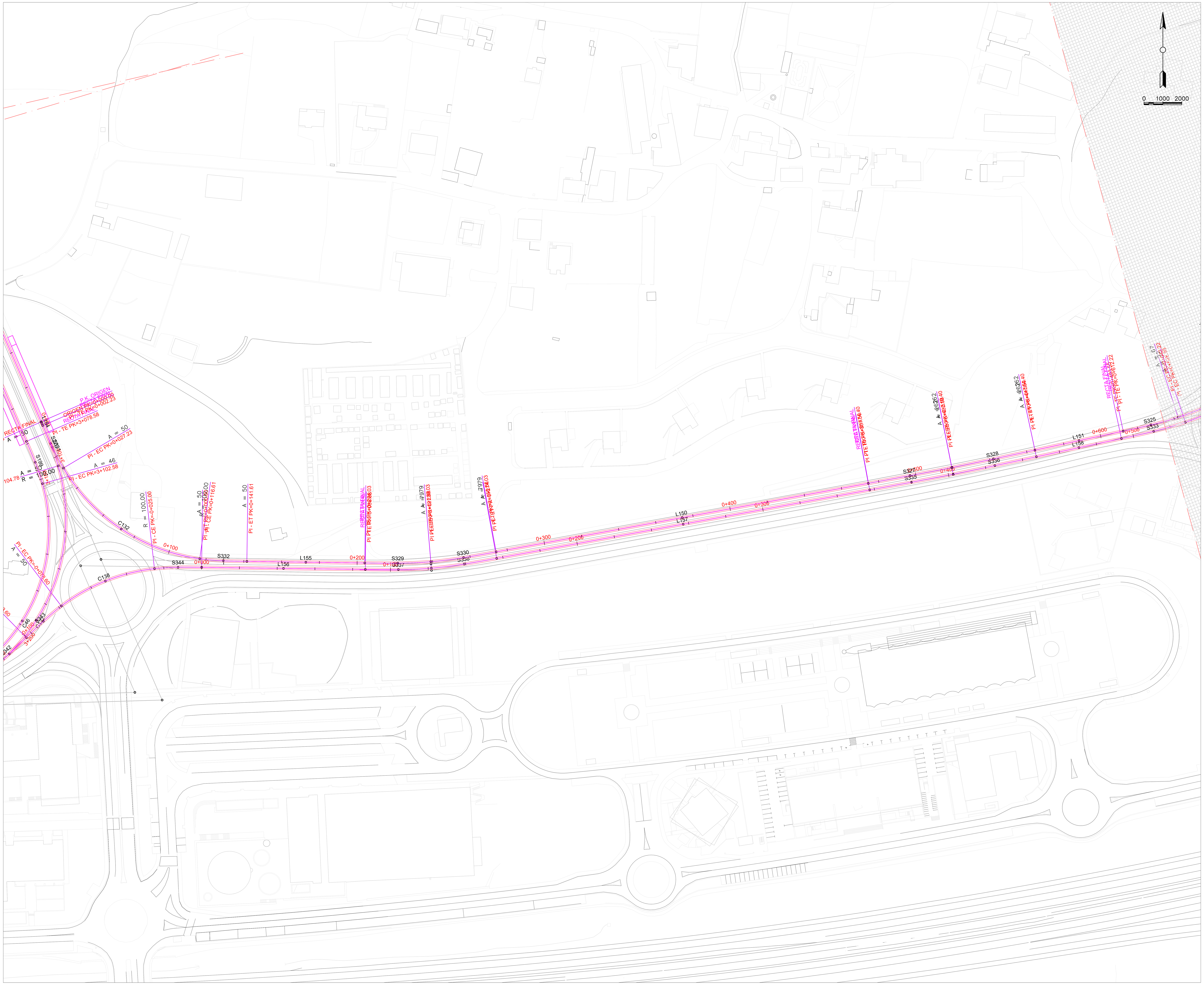
No.	Revision/Issue	Date

Firm Name and Address

Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project	Sheet
#####	24
Date 03.07.2023	
Scale 1:1000	



ACCESO COCHERAS 1 119.dwg

19.03.2007

General Notes

No.	Revision/Issue	Date

Firm Name and Address

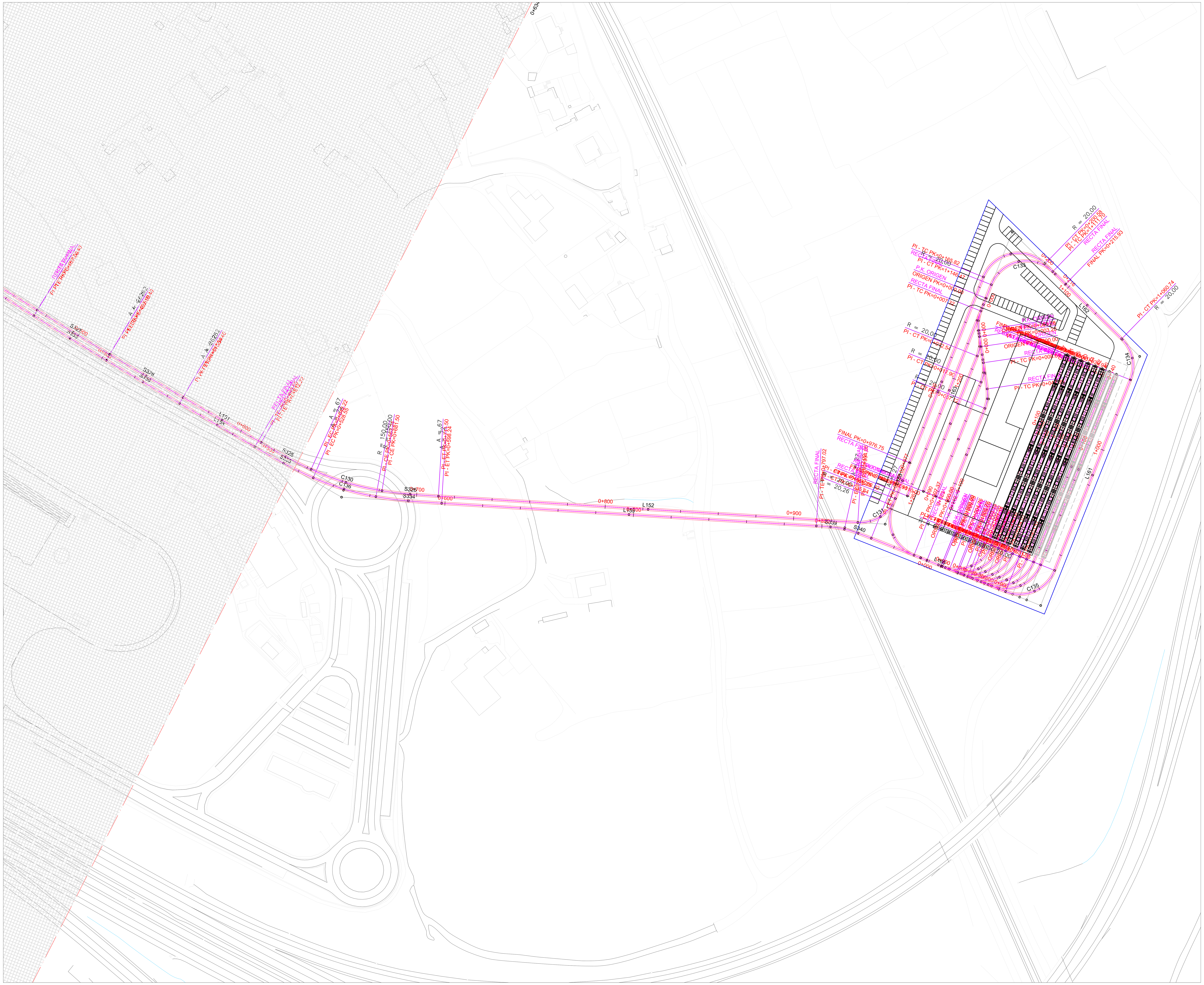
Project Name and Address

#####
#####
#####
#####

Project	#####	Sheet
Date	04.07.2023	1
Scale	1:1000	

ACCESO COCHERAS 1 120.dwg

19.03.2007



General Notes

No.	Revision/Issue	Date

Firm Name and Address

Project Name and Address

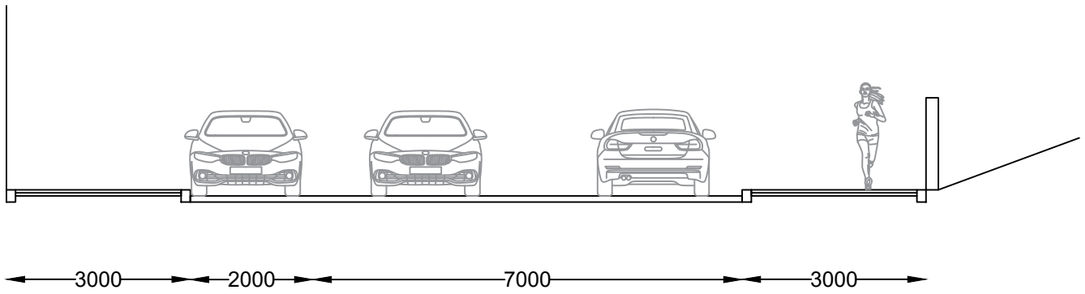
#####
#####
#####
#####

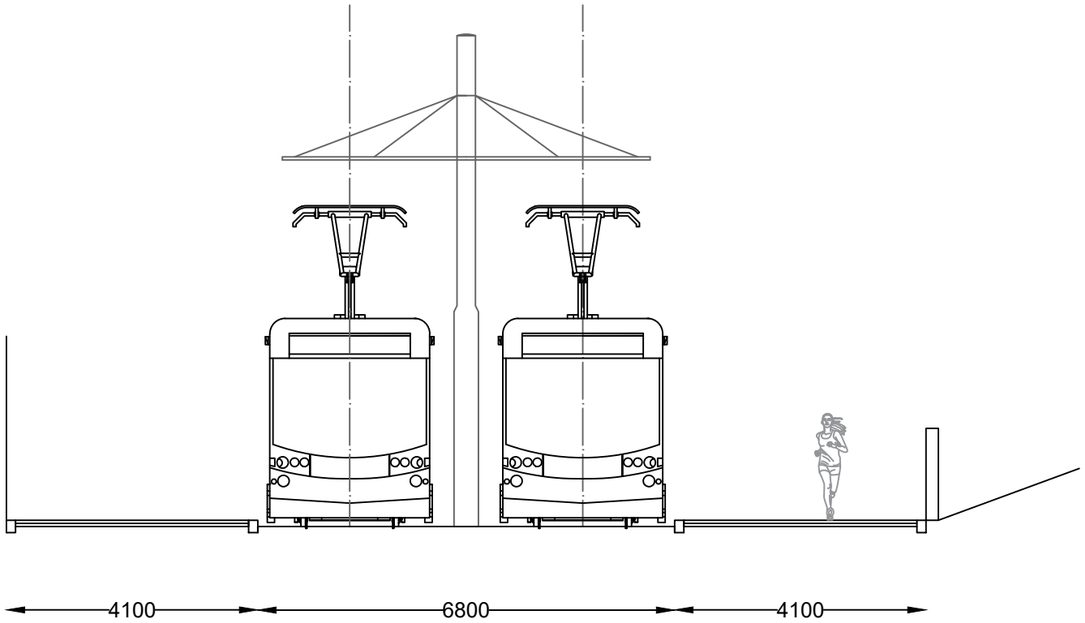
Project #####

Sheet 2

Date 04.07.2023

Scale 1:1000





LEYENDA / CAMBIOS

No.	Revisión/Descripción	Fecha

CLIENTE:

PROYECTO:
TRANVIA SANTANDER

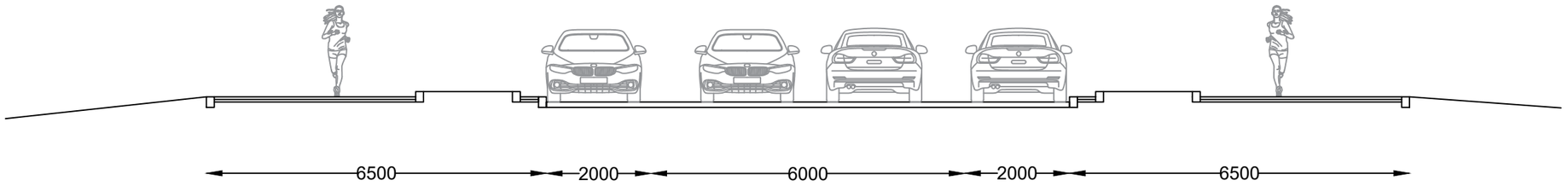
TITULO:
SECCIÓN 12m

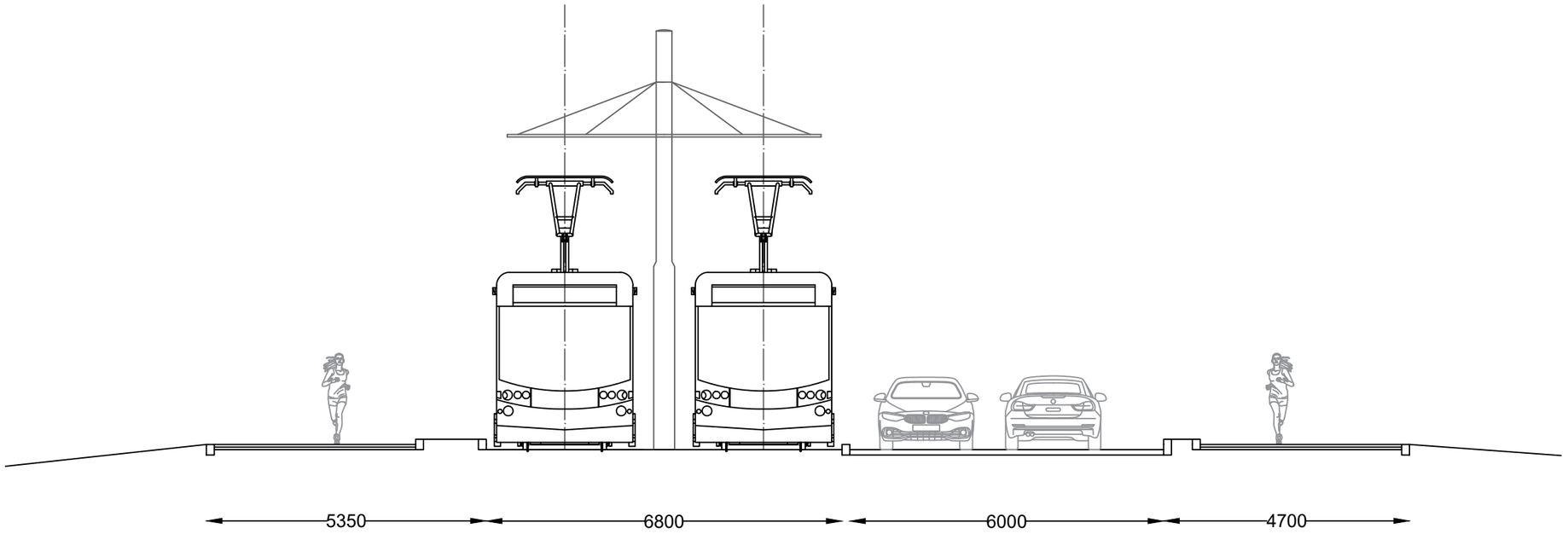
FECHA:
07.07.2023

ESCALA:
1:100

HOJA:
1

Seccion nueva.dwg
07.07.2023





LEYENDA / CAMBIOS

No.	Revisión/Descripción	Fecha

CLIENTE:

PROYECTO:
TRANVIA SANTANDER

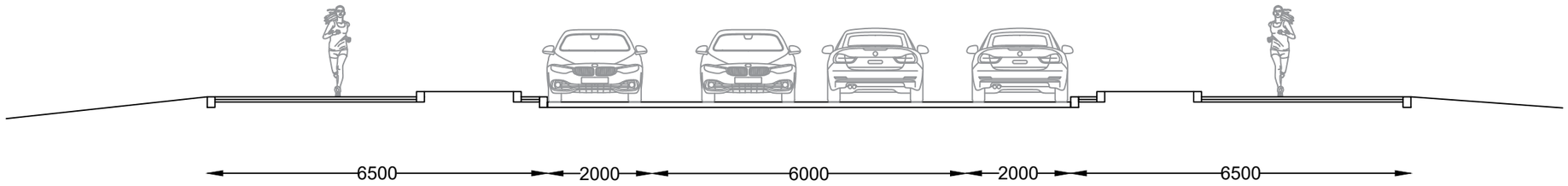
TITULO:
SECCIÓN 10m

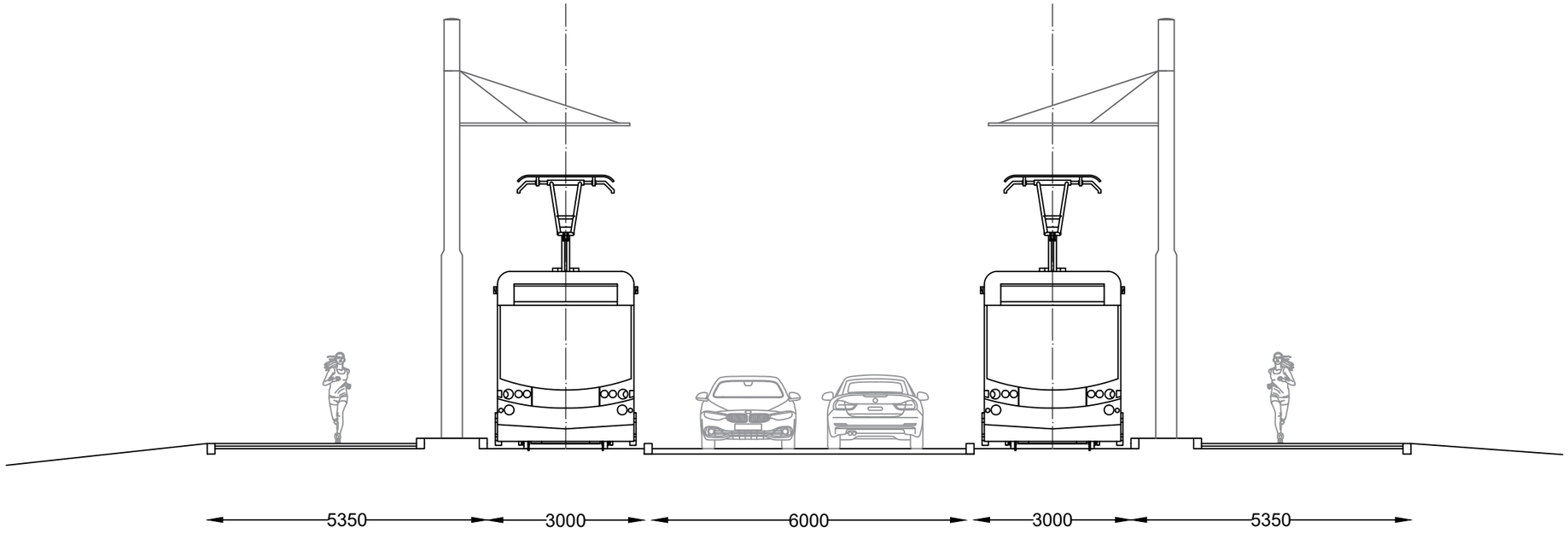
FECHA:
07.07.2023

ESCALA:
1:100

HOJA:
3

Seccion nueva.dwg
07.07.2023





LEYENDA / CAMBIOS

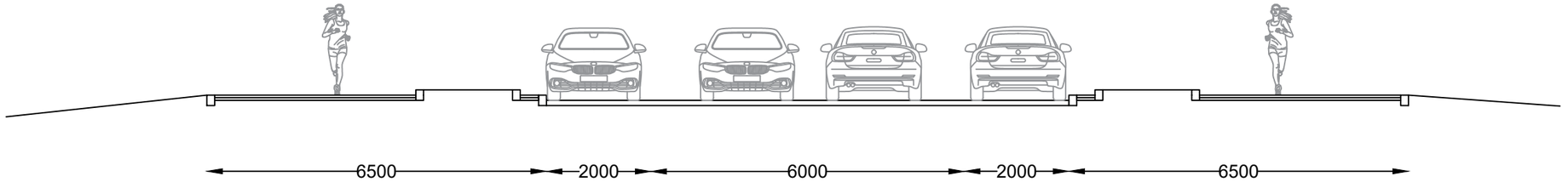
No.	Revisión/Descripción	Fecha

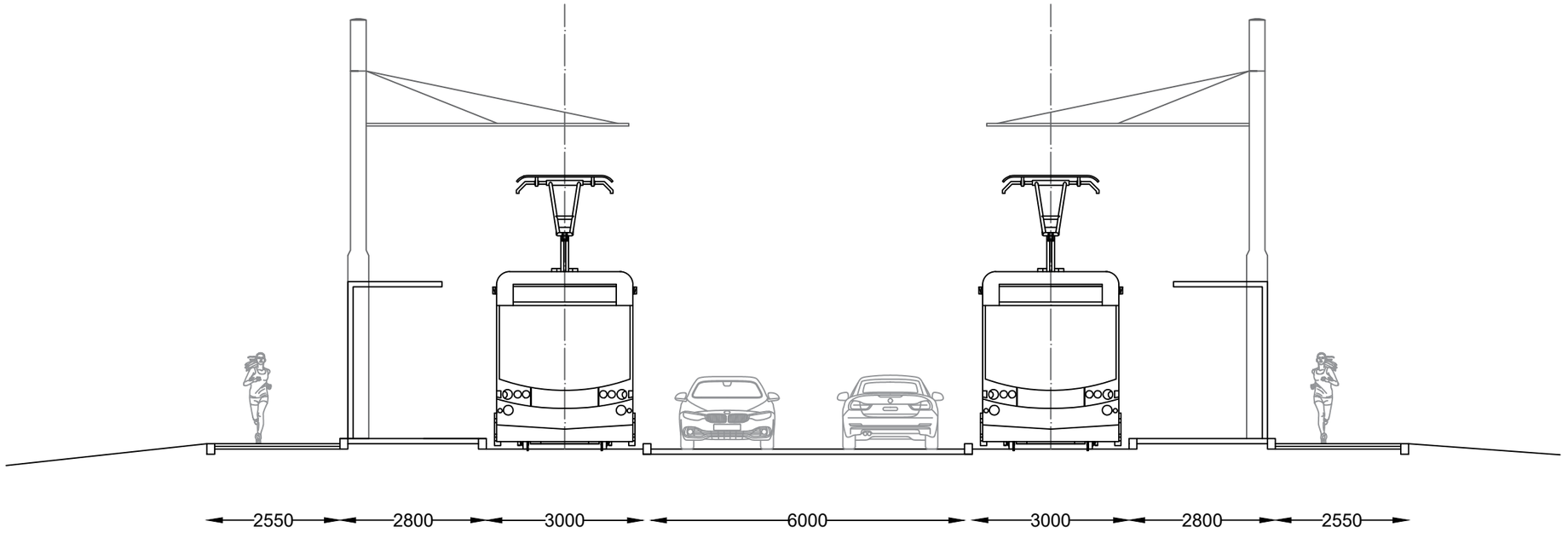
CLIENTE:

PROYECTO:
TRANVIA SANTANDER

TITULO:	HOJA:
SECCIÓN 10m	1
FECHA: 07.07.2023	
ESCALA: 1:100	

Seccion nueva.dwg
07.07.2023





LEYENDA / CAMBIOS

No.	Revisión/Descripción	Fecha

CLIENTE:

PROYECTO:
TRANVIA SANTANDER

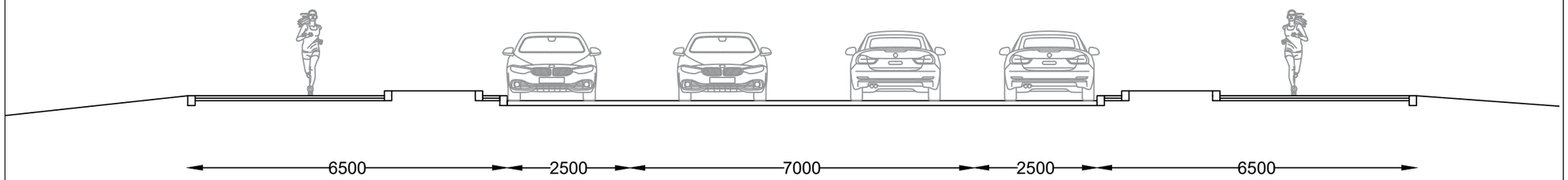
TITULO:
SECCIÓN 10m

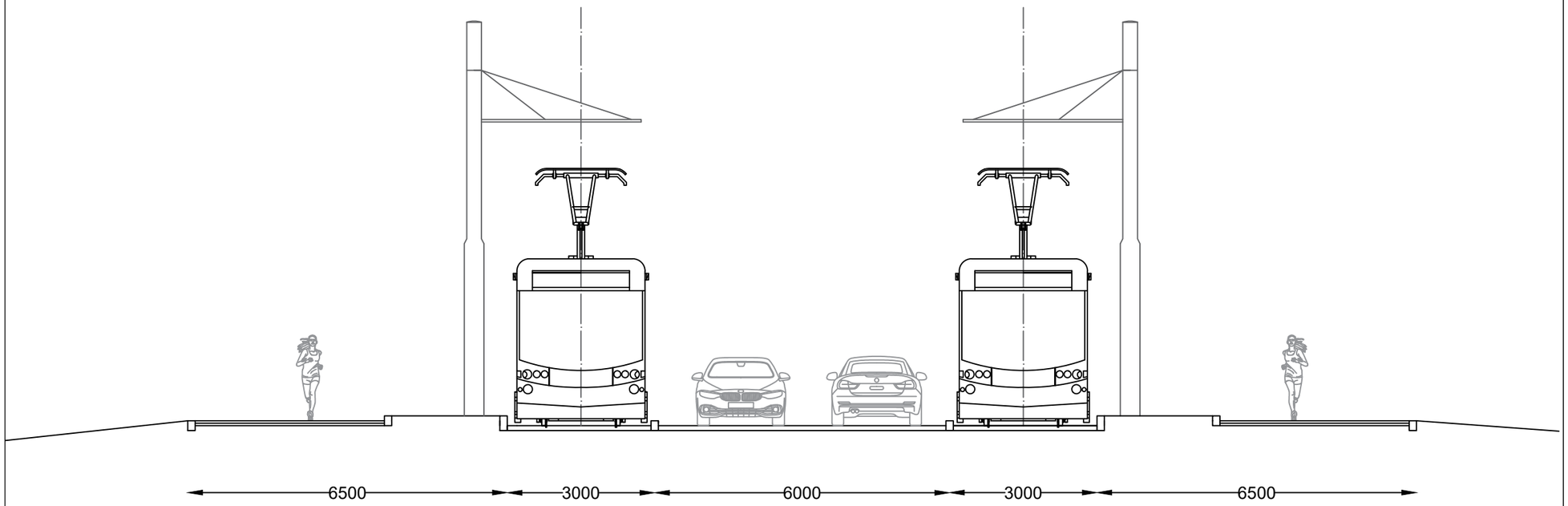
HOJA:
2

FECHA:
07.07.2023

ESCALA:
1:100

Seccion nueva.dwg
07.07.2023





LEYENDA / CAMBIOS

No.	Revisión/Descripción	Fecha

CLIENTE:

PROYECTO:
TRANVIA SANTANDER

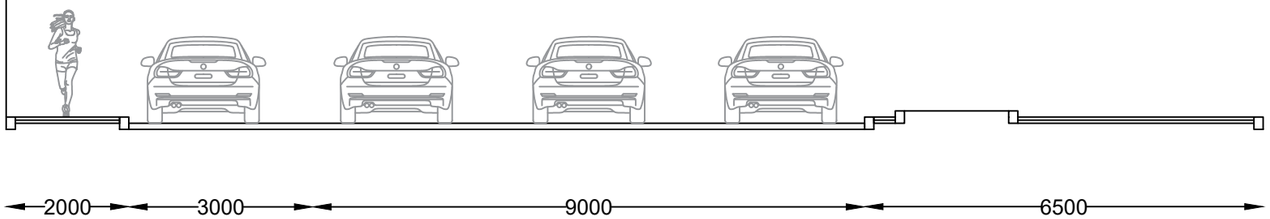
TITULO:
SECCIÓN 12m

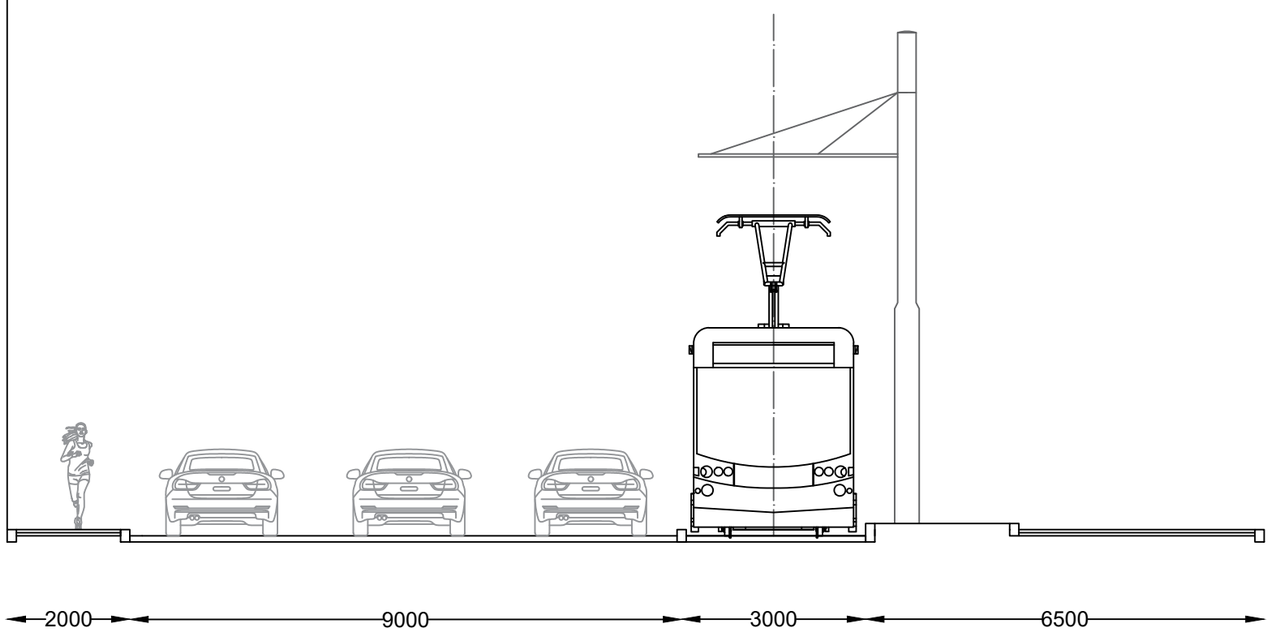
FECHA:
07.07.2023

ESCALA:
1:100

HOJA:
1

Seccion nueva.dwg
07.07.2023





LEYENDA / CAMBIOS

No.	Revisión/Descripción	Fecha

CLIENTE:

PROYECTO:
TRANVIA SANTANDER

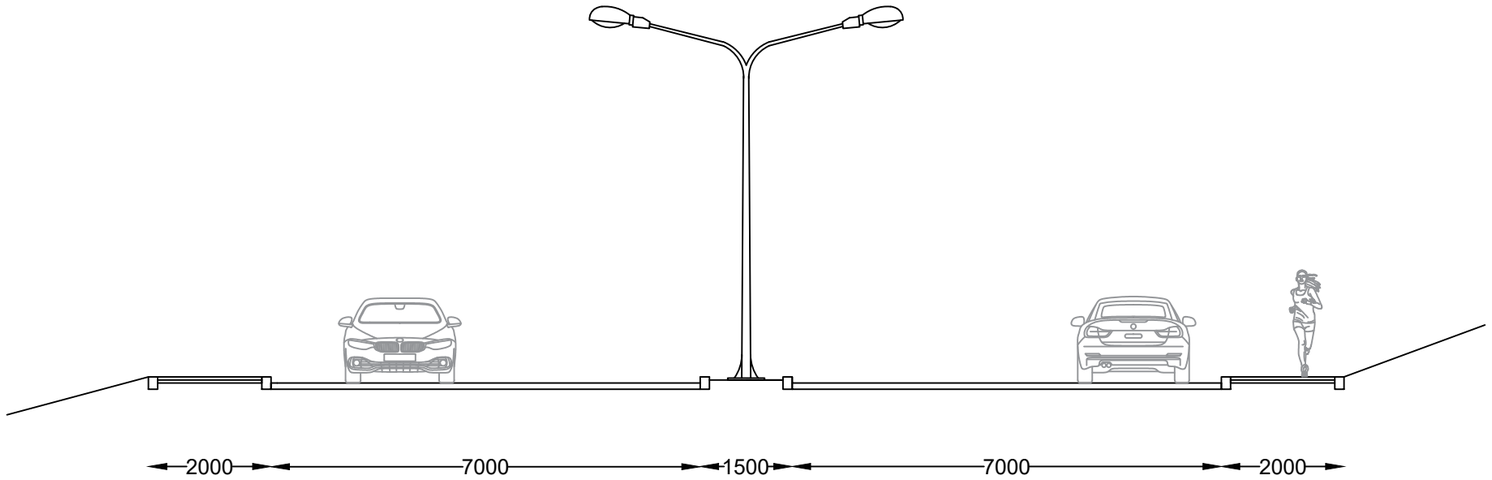
TÍTULO: SECCIÓN 3 CARRILES

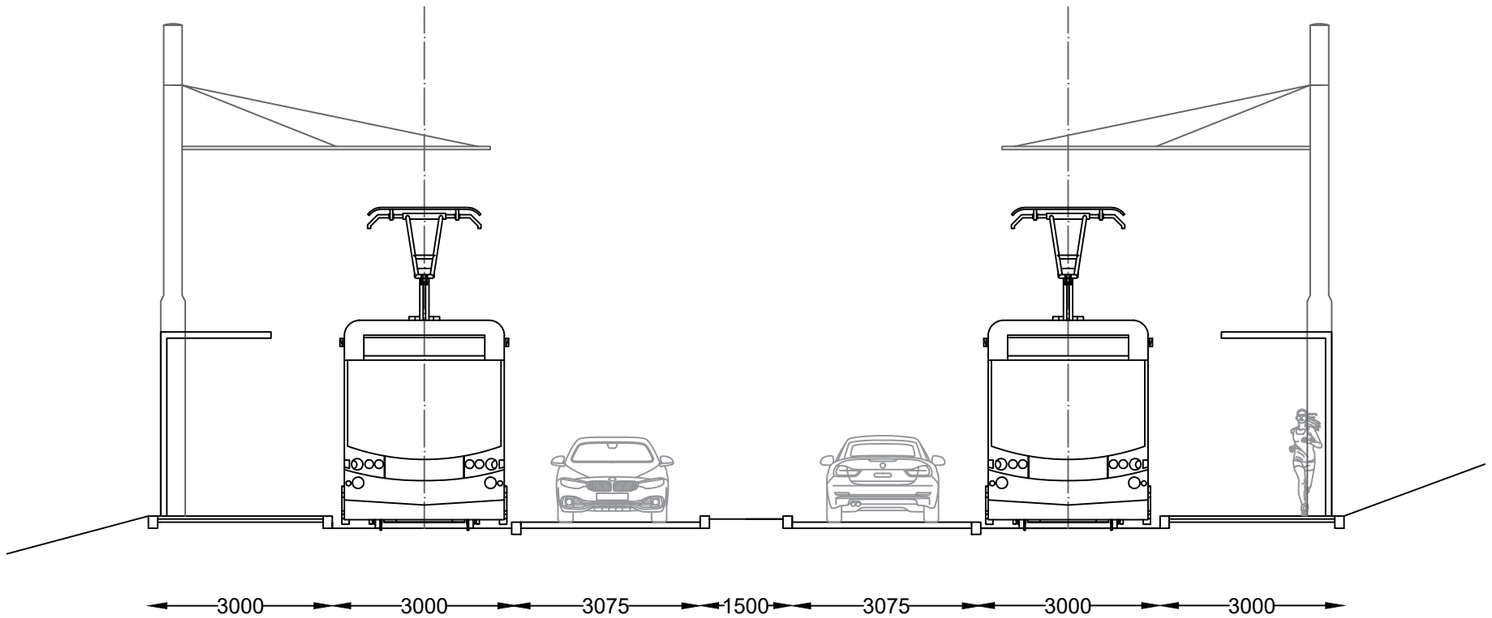
FECHA: 07.07.2023

ESCALA: 1:100

HOJA: 1

Seccion nueva.dwg
07.07.2023





LEYENDA / CAMBIOS

No.	Revisión/Descripción	Fecha

CLIENTE:

PROYECTO:
TRANVIA SANTANDER

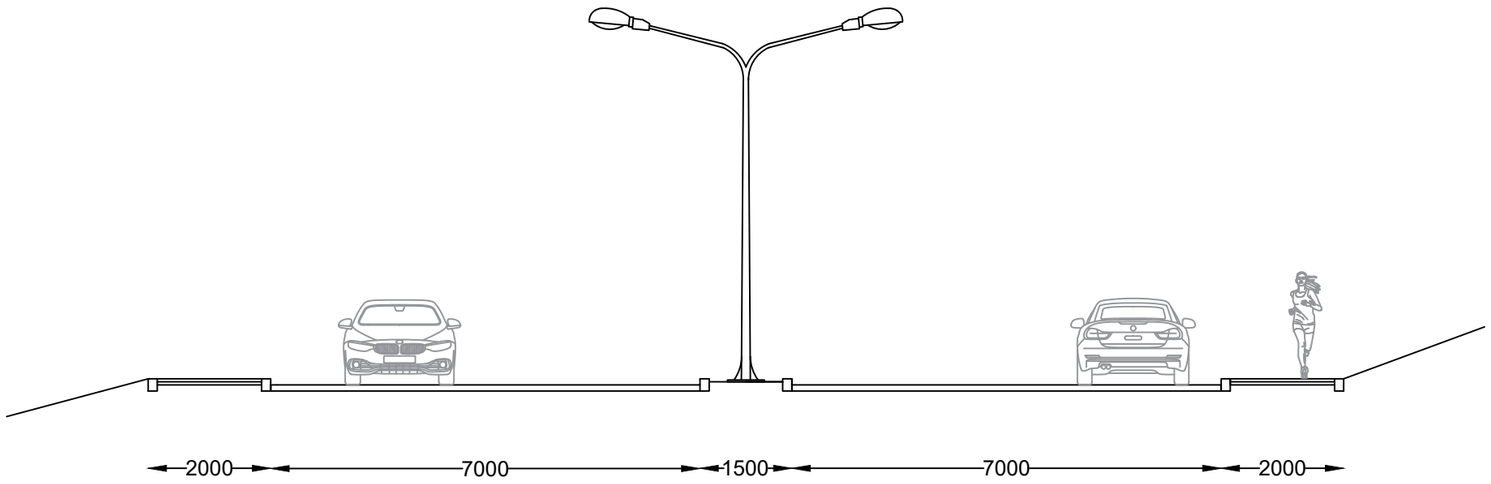
TITULO:
SECCIÓN 4 CARRILES

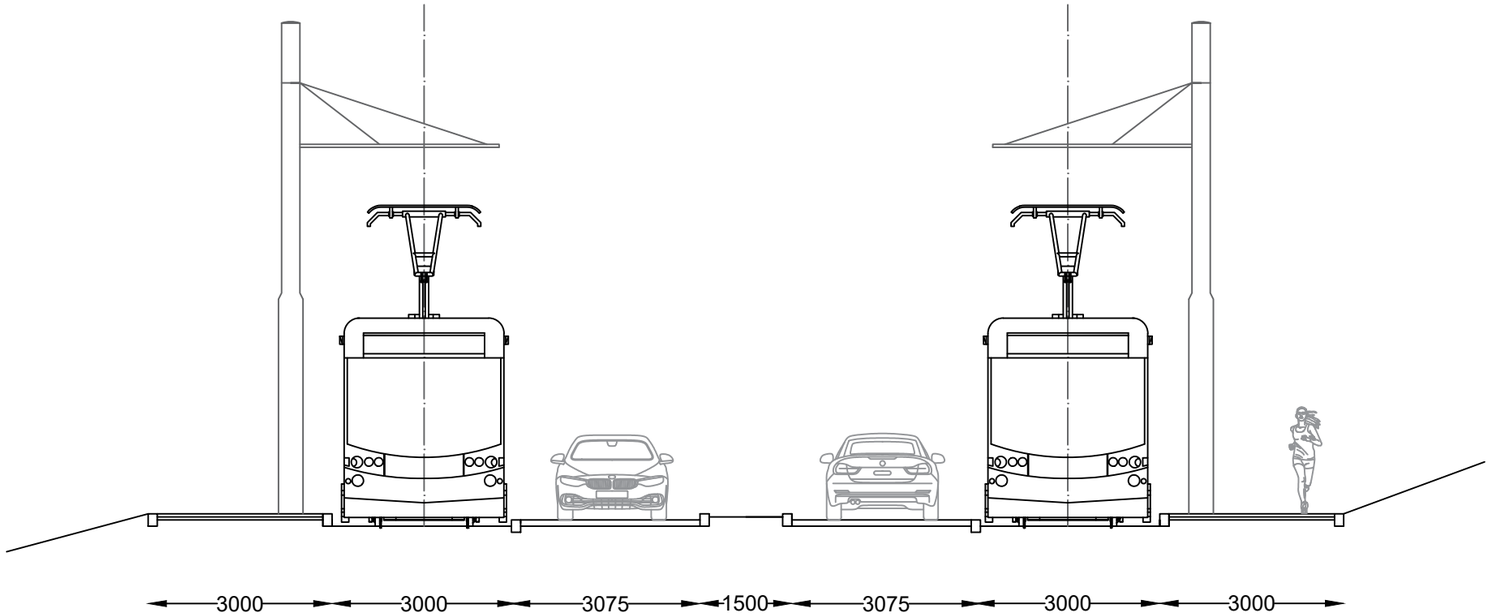
HOJA:
2

FECHA:
07.07.2023

ESCALA:
1:100

07.07.2023 Seccion nueva.dwg





LEYENDA / CAMBIOS

No.	Revisión/Descripción	Fecha

CLIENTE:

PROYECTO:
TRANVIA SANTANDER

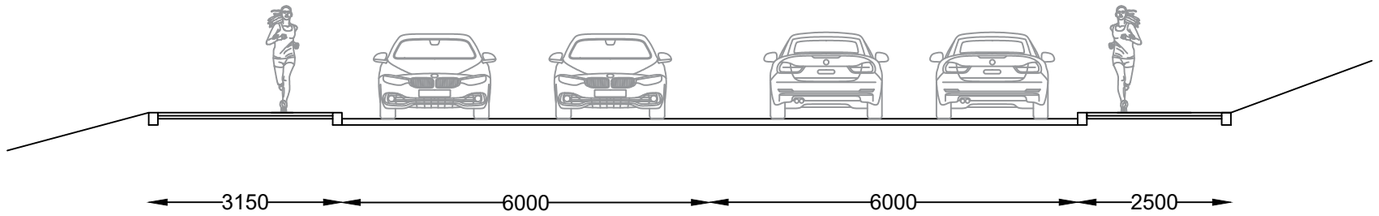
TITULO:
SECCIÓN 4 CARRILES

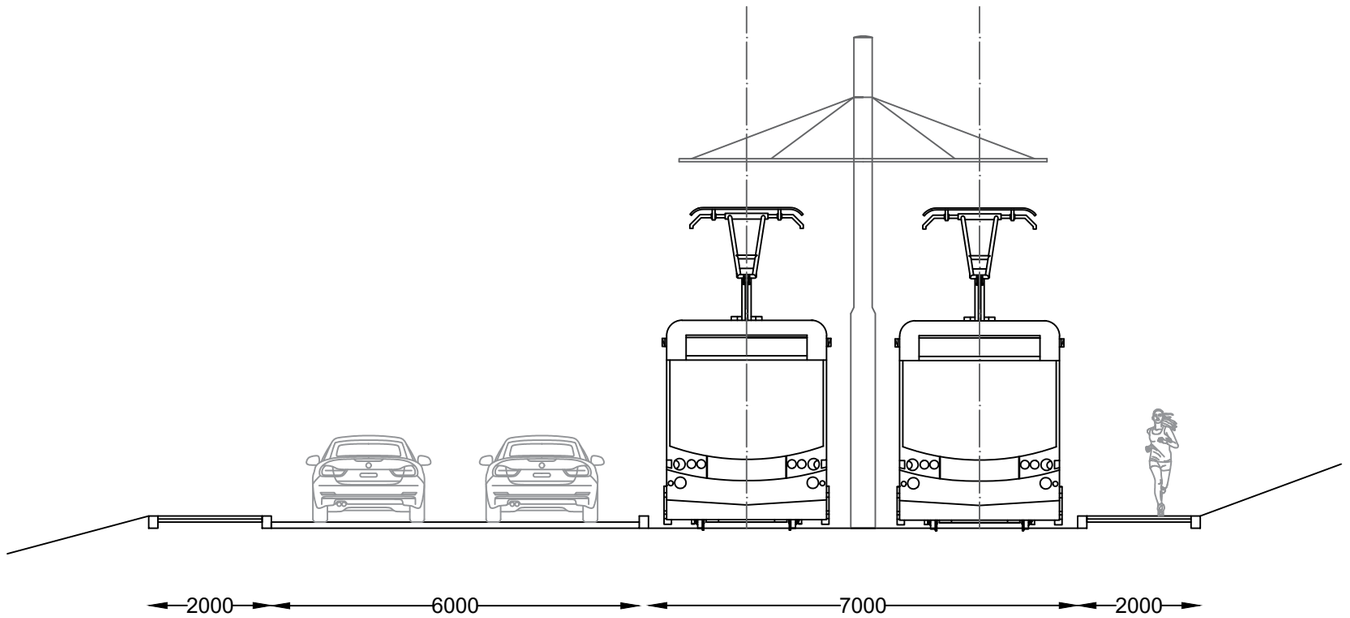
HOJA:
2

FECHA:
07.07.2023

ESCALA:
1:100

Seccion nueva.dwg
07.07.2023





LEYENDA / CAMBIOS

No.	Revisión/Descripción	Fecha

CLIENTE:

PROYECTO:
TRANVIA SANTANDER

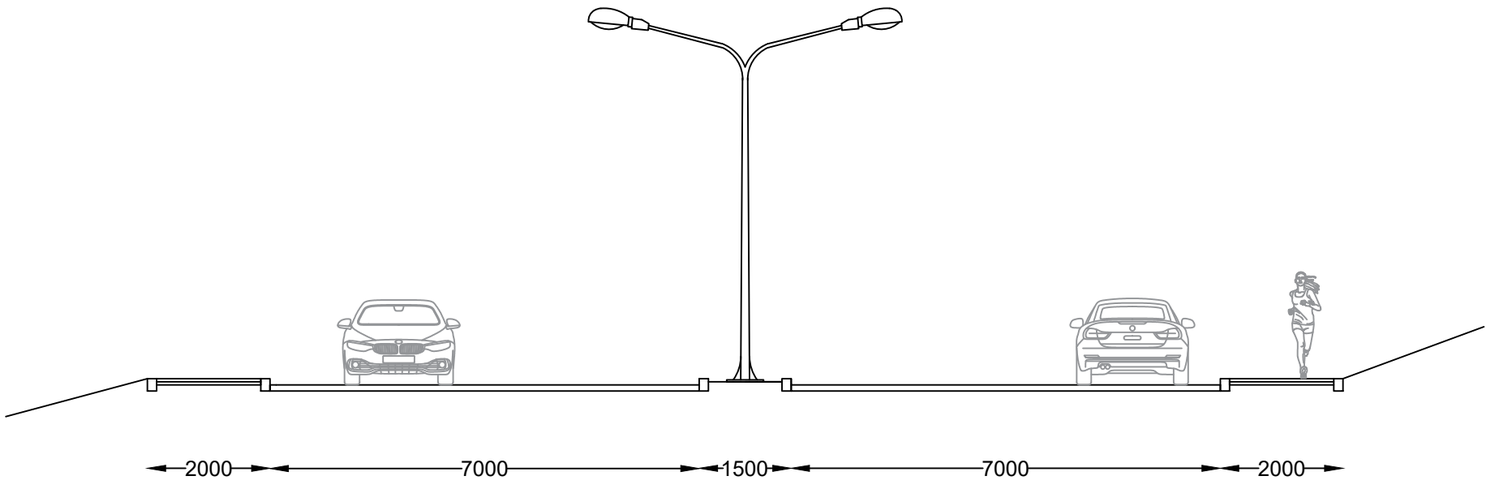
TITULO:
SECCIÓN 4 CARRILES

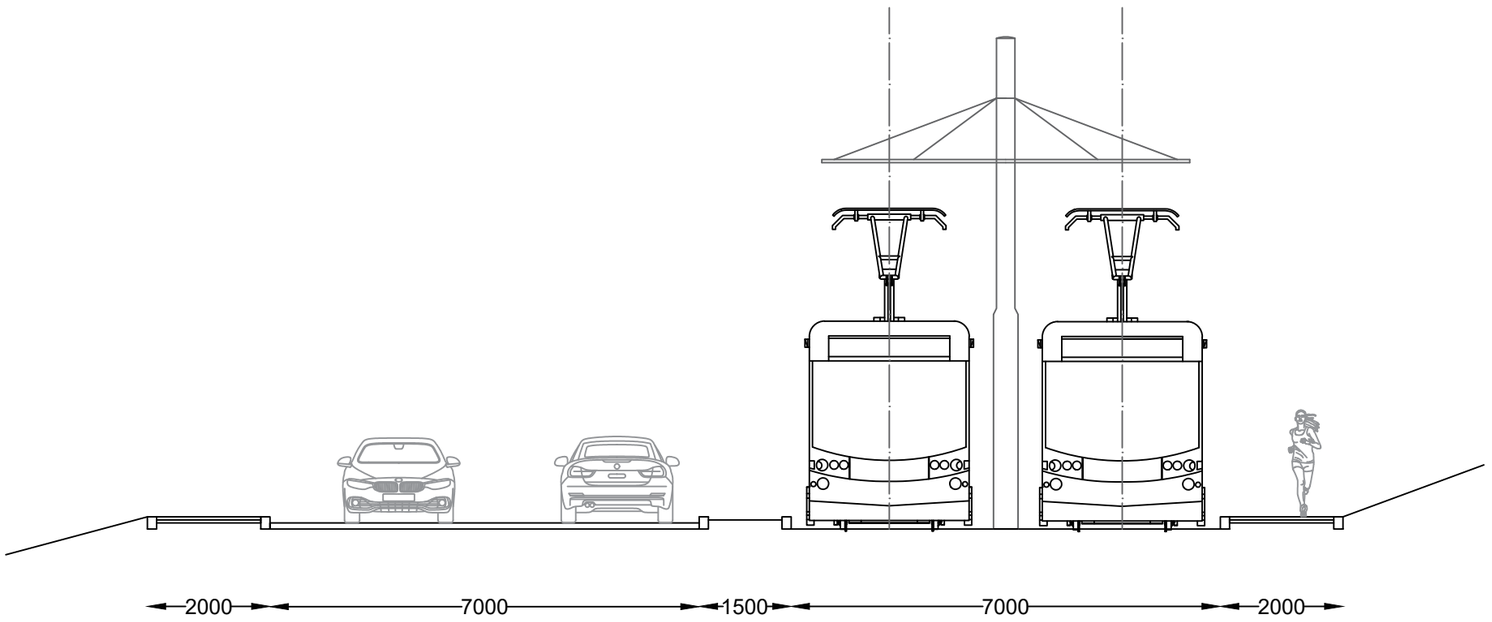
FECHA:
07.07.2023

ESCALA:
1:100

HOJA:
3

07.07.2023 Seccion nueva.dwg





LEYENDA / CAMBIOS

No.	Revisión/Descripción	Fecha

CLIENTE:

PROYECTO:
TRANVIA SANTANDER

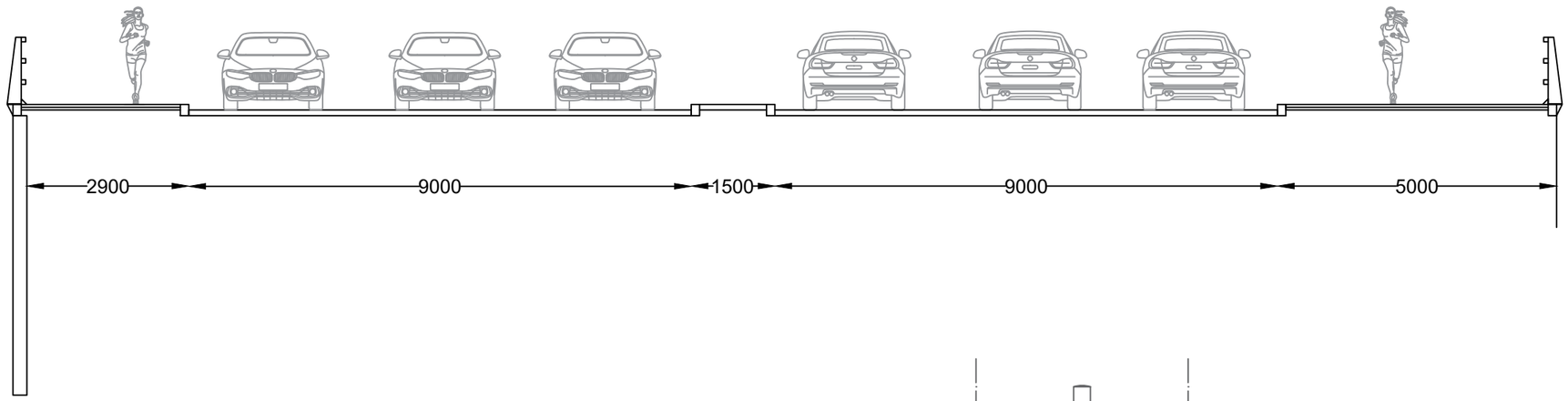
TÍTULO:
SECCIÓN 4 CARRILES

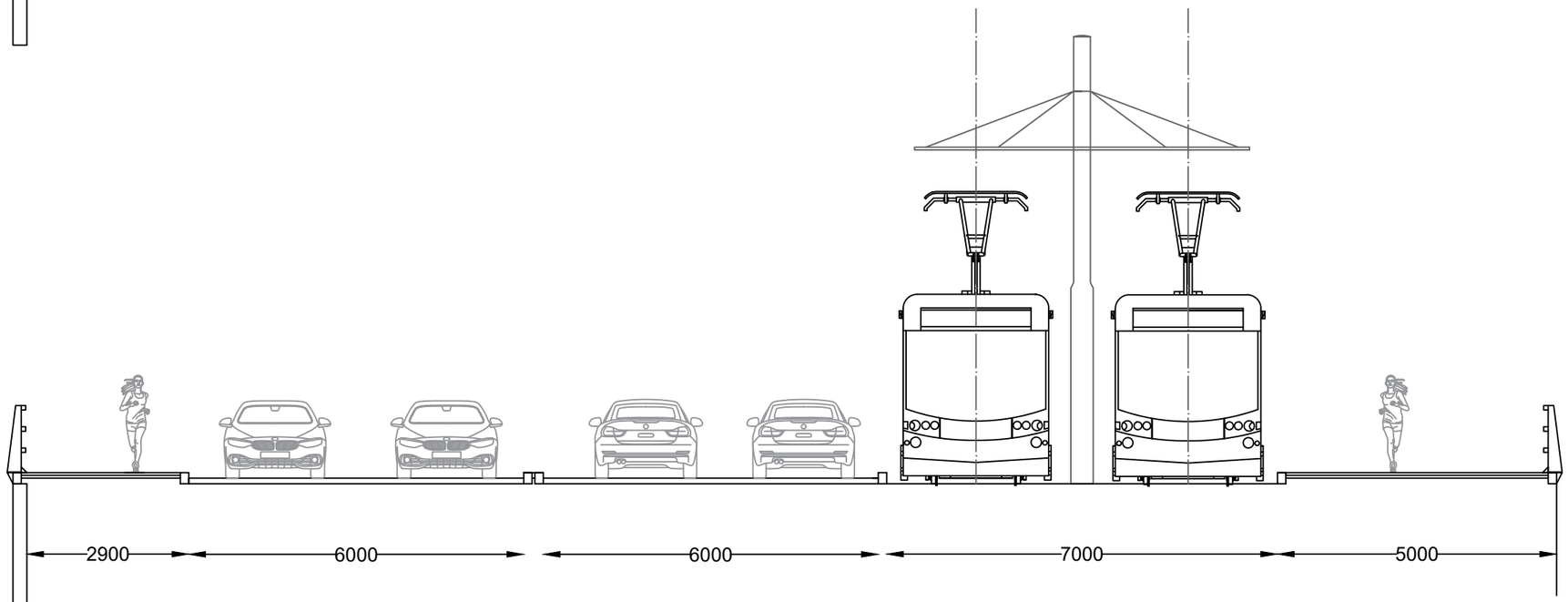
HOJA:
1

FECHA:
07.07.2023

ESCALA:
1:100

Seccion nueva.dwg
07.07.2023





LEYENDA / CAMBIOS

No.	Revisión/Descripción	Fecha

CLIENTE:

PROYECTO:
TRANVIA SANTANDER

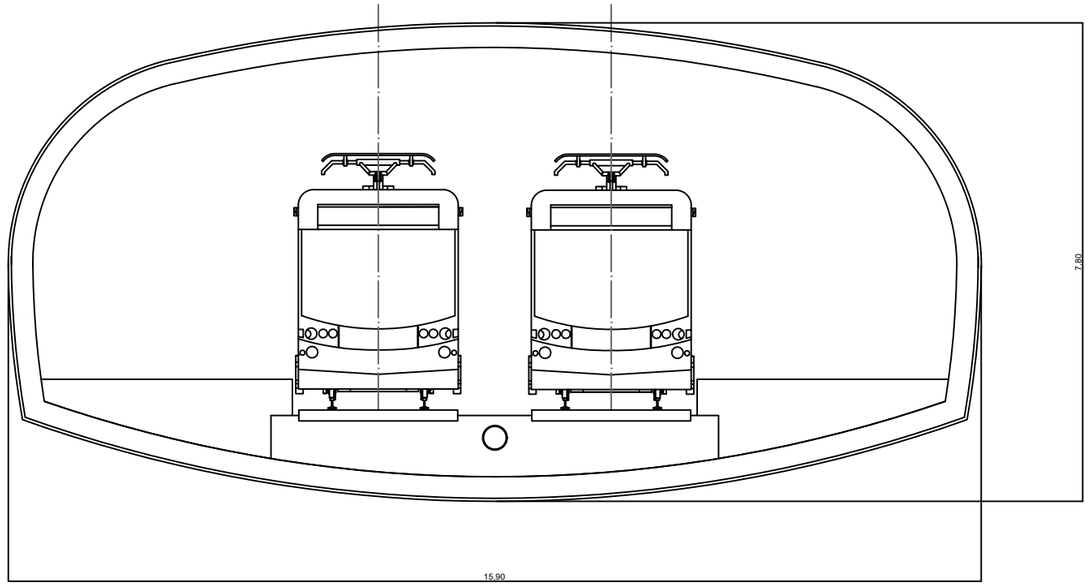
TÍTULO:
SECCIÓN 4 CARRILES

FECHA:
07.07.2023

ESCALA:
1:100

HOJA:
3

Seccion nueva.dwg
07.07.2023



LEYENDA / CAMBIOS

No.	Revisión/Descripción	Fecha

CLIENTE:

PROYECTO:
TRANVIA SANTANDER

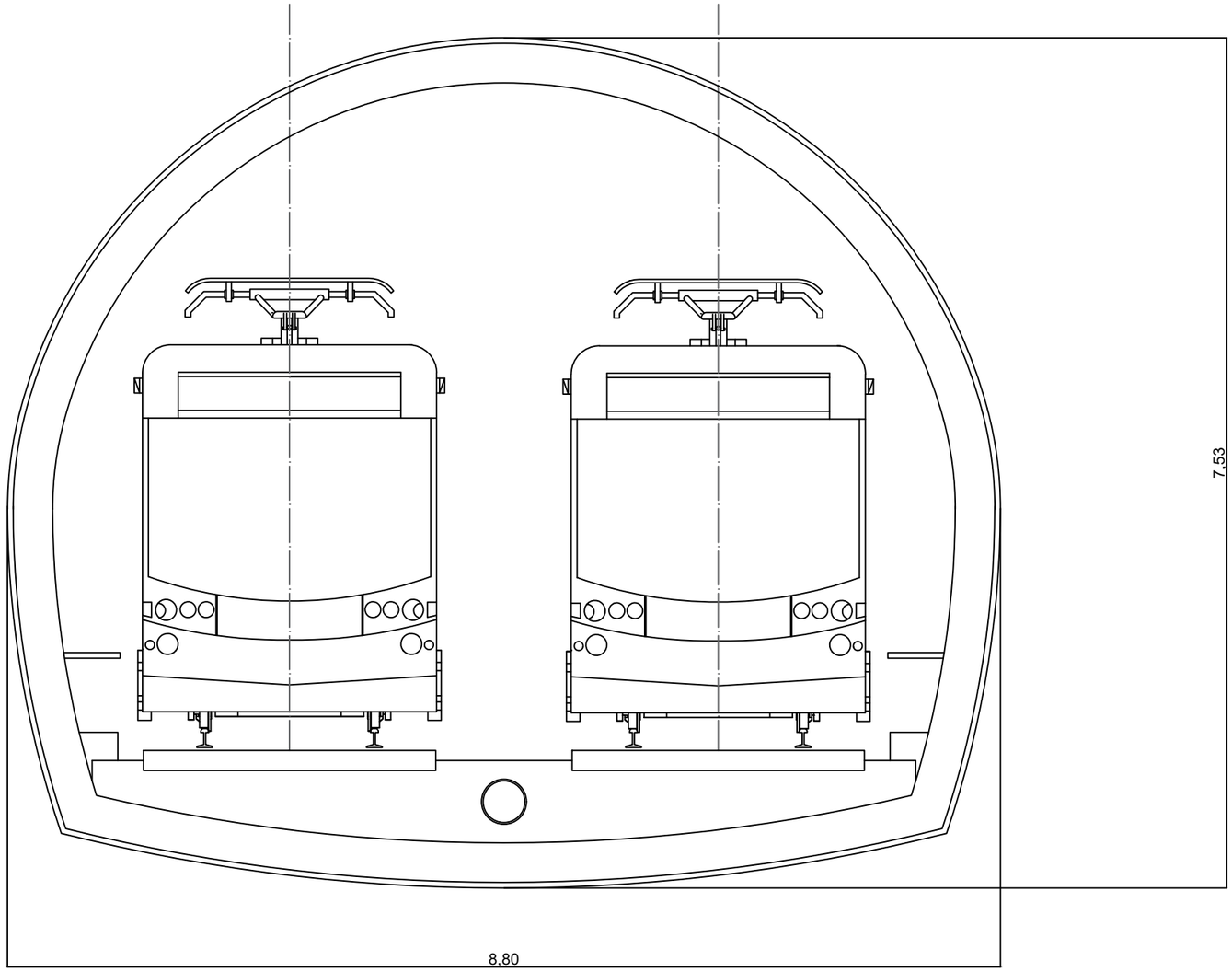
TITULO:
SECCIÓN 4 CARRILES

HOJA:
3

FECHA:
07.07.2023

ESCALA:
1:100

07.07.2023 Seccion nueva.dwg



LEYENDA / CAMBIOS

No.	Revisión/Descripción	Fecha

CLIENTE:

PROYECTO:
TRANVIA SANTANDER

TITULO:
SECCIÓN 4 CARRILES

FECHA:
07.07.2023

ESCALA:
1:100

HOJA:
3

07.07.2023 Seccion nueva.dwg