

# ESTUDIO FUNCIONAL DE LA ESTACIÓN DE AUTOBÚS SUBTERRÁNEA DE LA PLAZA DE LA MARINA (MÁLAGA).

*DOCUMENTO: ESTUDIO FUNCIONAL.*



Ayuntamiento  
de Málaga



PROMÁLAGA



**JUNIO 2021**

## ESTUDIO FUNCIONAL DE LA ESTACIÓN DE AUTOBÚS SUBTERRÁNEA DE LA PLAZA DE LA MARINA (MÁLAGA).

### FASE: ESTUDIO FUNCIONAL DE LA NUEVA TERMINAL DE AUTOBUSES.

### ÍNDICE.

<p><b>1.- ANTECEDENTES Y OBJETO DEL ESTUDIO..... 2</b></p> <p>1.1.-INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES..... 2</p> <p>1.2.-ADMINISTRACIONES Y EMPRESAS PARTICIPANTES..... 2</p> <p>1.3.-LA PLAZA DE LA MARINA COMO NODO DE TRANSPORTE EN LA CIUDAD DE MÁLAGA..... 3</p> <p><b>2.- ESTUDIO PRELIMINAR DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO FUNCIONAL..... 4</b></p> <p>2.1.-INTRODUCCIÓN..... 4</p> <p>2.2.-ALTERNATIVA-1..... 5</p> <p>2.3.-ALTERNATIVA-2..... 7</p> <p>2.4.-ANÁLISIS MULTICRITERIO Y SELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN MÁS VENTAJOSA..... 9</p> <p><b>3.- ENTREVISTAS CUALITATIVAS CON LAS ADMINISTRACIONES Y EMPRESAS PARTICIPANTES..... 11</b></p> <p><b>4.- DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA..... 13</b></p> <p>4.1.-AJUSTE DEL PERÍMETRO A LOS CONDICIONANTES..... 13</p> <p>4.2.-DESCRIPCIÓN GENERAL..... 14</p> <p>    4.2.1 <i>Características Generales</i>..... 14</p> <p>        4.2.1.1 <i>Introducción</i>..... 14</p> <p>        4.2.1.2 <i>Descripción del Funcionamiento Previsto para el Intercambiador</i>..... 16</p> <p>        4.2.1.3 <i>Utilización del Intercambiador por Servicios de Transporte Discrecional</i>..... 18</p> <p>    4.2.2 <i>Ordenación en Superficie</i>..... 19</p> <p>    4.2.3 <i>Planta -1</i>..... 19</p> <p>    4.2.4 <i>Planta -2</i>..... 21</p> <p>    4.2.5 <i>Cuadro de Superficies por Uso en cada planta de la Estación</i>..... 22</p>	<p>4.3.-VALORACIÓN ECONÓMICA..... 22</p> <p>    4.3.1 <i>Valoración a partir de costes medios del Sector de la Construcción en España</i>..... 22</p> <p>    4.3.2 <i>Valoración a partir de proyectos similares de Estaciones de Autobús Subterráneas</i>..... 23</p> <p>4.4.-COMPROBACIÓN DE LA MANIOBRABILIDAD DE LOS AUTOBUSES..... 25</p> <p>4.5.-SECCIONES DEL INTERCAMBIADOR..... 28</p> <p>4.6.-ACCESIBILIDAD PEATONAL. NIVELES DE SERVICIO..... 29</p> <p>    4.6.1 <i>Introducción y Metodología propuesta para el Análisis de Movilidad Peatonal</i>..... 29</p> <p>    4.6.2 <i>Estimación de Demanda de Tránsito Peatonal en el Acceso Peatonal a la Estación</i>..... 30</p> <p>        4.6.2.1 <i>Escenario I: Punta de Demanda prevista en Estudios realizados</i>..... 30</p> <p>        4.6.2.2 <i>Escenario II: Intensidad Máxima Admisible en Andenes Estación</i>..... 30</p> <p>        4.6.2.3 <i>Capacidad máxima de las escaleras mecánicas a instalar en la conexión desde la planta calle al vestíbulo del nivel -1</i>..... 32</p> <p>        4.6.2.4 <i>Cálculo de Nivel de Servicio Peatonal en Acceso desde Plaza de la Marina</i>..... 32</p> <p>    4.6.3 <i>Necesidad de Planificación para la Evacuación en Situaciones de Emergencia</i>..... 34</p> <p>4.7.-COMPROBACIÓN DE LA VIABILIDAD GENERAL DEL TRÁFICO..... 36</p> <p>    4.7.1 <i>Datos de Partida</i>..... 36</p> <p>    4.7.2 <i>Análisis Macro</i>..... 39</p> <p>    4.7.3 <i>Valoración Global</i>..... 40</p> <p><b>5.- PRÓXIMOS ESTUDIOS DE DETALLE..... 41</b></p> <p><b>6.- PLANOS..... 43</b></p>
--	--

## 1.- ANTECEDENTES Y OBJETO DEL ESTUDIO.

### 1.1.- INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES.

En septiembre de 2020, el Ayuntamiento de Málaga, a través de la Empresa Municipal de Iniciativas y Actividades Empresariales de Málaga, S.A. (PROMÁLAGA) indica la necesidad de contratar los servicios de asistencia técnica para la realización de un Estudio Funcional de las Estaciones de Autobús Subterráneas de la Explanada de la Estación y La Marina.

Estos trabajos son adjudicados a la UTE INESTRA - ESTUDIO 7 en octubre de 2020, teniendo lugar la firma del contrato en noviembre de 2020.

Para una mejor comprensión de los trabajos realizados, y conforme a lo previsto en los Pliegos del Contrato, se opta por realizar 2 documentos independientes, uno para cada Estación de Autobús Subterránea prevista (Explanada de la Estación y La Marina). **El presente Documento, por tanto, hace referencia al ESTUDIO FUNCIONAL DE LA ESTACIÓN DE AUTOBÚS SUBTERRÁNEA DE LA PLAZA DE LA MARINA (MÁLAGA).**

El Alcance de este Documento es la definición del ESTUDIO FUNCIONAL DE LA NUEVA TERMINAL DE AUTOBUSES, como continuación del Documento de ESTUDIOS PREVIOS Y PROGRAMA DE NECESIDADES DE LA FUTURA ESTACIÓN que fue realizado en la primera fase del contrato.

Para ello, inicialmente se realiza un estudio preliminar de alternativas para, posteriormente, proceder a la definición en detalle de la solución más ventajosa, incluyendo una descripción de la operativa funcional, una valoración económica, una comprobación de la viabilidad tanto de la maniobrabilidad de los autobuses como de la accesibilidad peatonal, y un análisis de las afecciones exteriores del tráfico. Y todo ello teniendo en consideración todas las aportaciones técnicas realizadas por las diferentes Administraciones y Empresas participantes.

### 1.2.- ADMINISTRACIONES Y EMPRESAS PARTICIPANTES.

Durante la elaboración de este Estudio Funcional de la Estación de Autobús Subterránea de la Plaza de La Marina (Málaga) se han llevado a cabo una serie de reuniones con los siguientes agentes con competencias sobre la movilidad en el área metropolitana de Málaga, quienes han participado proactivamente en la entrega de documentación e información de relevancia, así como en sus análisis técnicos:

- Empresa Malagueña de Transportes - EMTSAM -Francisco Ramírez (responsable de sistemas de EMTSAM, y Director de la Estación de Autobuses de Málaga (Los Tilos).
- Área de Movilidad del Ayuntamiento de Málaga: Trinidad Hernández (Directora del Área), Luis López (Jefe de Servicio), Isabel Gámez, y Juan Antonio Guerra (Técnicos).
- Oficina Municipal del Taxi del Ayuntamiento de Málaga: Alfonso Calvacho (Responsable Taxi Ayto Málaga) y Rafael Sánchez (Técnico).
- Gerencia Municipal de Urbanismo (GMU) del Ayuntamiento de Málaga: Javier Pérez de la Fuente (Director Dpto. Arquitectura e Infraestructuras), Elena Rubio Priego (Directora Dpto. Planeamiento y Gestión Urbanística), Silvana Molina Rico (Servicio de Urbanización e Infraestructuras del Dpto. Planeamiento y Gestión Urbanística) y M<sup>a</sup> Dolores Jiménez Ruiz (Sección de Ordenación Urbanística del Dpto. Planeamiento y Gestión Urbanística).
- Operador de Transporte Avanza: Rafael Durbán (Gerente División Sur) y José María Sanabria (Jefe Operaciones División Sur).
- Operador de Transporte Nex-Alsa: Valeriano Díaz (Director Zona Mediterráneo) y Enrique Osuna (Coordinador Zona Mediterráneo).

- Asociación Provincial de Empresarios Transportistas y Agencias de Málaga (APETAM): Antonio Vázquez Olmedo (Autobuses Vázquez-Olmedo), Juan Antonio Jiménez (Grupo Paco Pepe / Autobuses Sierra de las Nieves) y Rafael Martín Criado (Autocares Valle-Niza).
- Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA) – Metro de Málaga: Miguel Ángel García Cañizares (Gerente de Proyectos y Obras) y José María Rivera (Director de Infraestructuras).
- Dirección General de Movilidad (DGM) de la Junta de Andalucía - Consorcio de Transporte Metropolitano del Área de Málaga (CTMAM): Manuel Márquez (DGM, Planificación), Javier Berlanga (Gerente CTMAM), Javier Perea (Director Técnico CTMAM).
- Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF) del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana: Francisco Campaña (ADIF, Subdirector de Estaciones Sur), Marien Redondo (ADIF, Jefa de Edificación), Miguel Jiménez (ADIF, Jefe Ámbito Málaga).

### 1.3.- LA PLAZA DE LA MARINA COMO NODO DE TRANSPORTE EN LA CIUDAD DE MÁLAGA.

En el entorno de la Plaza de La Marina se concentra actualmente la mayor parte de la oferta del transporte público metropolitano en autobús del Área de Málaga, concretamente en la subestación de Muelle Heredia, la cual se ubica en zona portuaria, donde está previsto a corto-medio plazo desarrollar urbanísticamente el Muelle-4. Ello conllevará, por tanto, la necesidad de reubicar esta Estación de Autobuses Metropolitanos.

Esta localización actual de las cabeceras de estas líneas metropolitanas en el corazón de la ciudad es una de las características mejor valoradas por sus usuarios, ya que en este punto se tiene la posibilidad de realizar la primer/última etapa urbana del viaje con un sólo trasbordo, en tanto que la gran mayoría de las líneas urbanas de la EMTSAM tiene paso en esta zona, y por tanto, posibilidad de intermodalidad directa.

A ello se le une, además, la ventaja competitiva de la cercanía con la Red de Metro, pudiendo también trasbordar cómodamente a sus líneas (Teatinos, Carretera de Cádiz-Martín Carpena, y previsión hacia el Norte/Hospital Civil).

El desarrollo de un Intercambiador de Transportes en la Plaza de La Marina atiende, en definitiva, a la apuesta de la Administración Pública de potenciar y favorecer el transporte colectivo, dotándole de las mayores ventajas competitivas para tomar esta selección modal en sus desplazamientos.

Y todo ello, además, en beneficio de futuras líneas de trabajo relacionadas con las prolongaciones del Ferrocarril de Cercanías y el Metro hacia el Este.

## 2.- ESTUDIO PRELIMINAR DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO

### FUNCIONAL.

#### 2.1.- INTRODUCCIÓN.

En este capítulo se presenta el estudio preliminar de alternativas de diseño funcional. Para ello, se han analizado diferentes propuestas que cumplimentan el programa de necesidades establecido en la primera parte del estudio, las cuales se han ido enriqueciendo con diferentes reuniones con los Agentes de la Administración Pública, así como con los Operadores de Transporte, con el objetivo de potenciar las fortalezas y subsanar las debilidades de los primeros borradores.

Tras ello, se han planteado 2 alternativas preliminares, con las siguientes **características comunes**, y donde las particularidades operativas de cada una de ellas son tratadas en posteriores apartados.

- **Planta 0 (calle):**

- Ocupación superficial: 120 m x 90 m (lados de 110 m y 70 m) = 11.000 m<sup>2</sup> (2 plantas + urbanización en superficie).
- Ordenación superficial: Plaza Peatonal de La Marina, prolongando su lateral este hasta el inicio del Parque de Málaga.

- **Planta -1:**

- Península peatonal con los siguientes espacios:
  - Usos recreativos: Bar-cafetería, locales comerciales, máquinas vending,...
  - Usos de operativa de autobuses: Taquillas, máquinas automáticas de venta de billetes, oficinas de operadores de transporte, punto de información, zona de consignas, zona de facturación de envíos/paquetería,...
  - Zonas de Control: Centro de control de tráfico/seguridad, oficinas de gestión, Policía,...

- Otros: Aseos, ascensores, zona de instalaciones/almacén,...
- Conexión con el Aparcamiento Central resultante tras el Intercambiador y previsión de futura conexión con Ferrocarril de Cercanías y Metro.
- Dársenas de autobuses, con puntos de recarga eléctrica, y con separación física de la península anterior.
- Rampas:
  - Entrada y salida con el nivel -1 del Eje Litoral Soterrado.
  - Bajada desde planta -1 hacia planta -2.
  - Subida desde planta -2 hacia planta -1.
- **Plantas -2:**
  - Isla/s (el que haya 1 o 2 es una de las principales diferencias de las alternativas que a continuación se presentan) de embarque/desembarque de viajeros, con accesos entre plantas (escaleras y ascensor), aseos, máquinas vending, bancos,...
  - Dársenas de autobuses, con puntos de recarga eléctrica, y con separación física de la/s isla/s anterior/es.
  - Vestuarios, aseos y salas de estancia de conductores.
  - Otros usos: Instalaciones, almacén,...
  - Rampas:
    - Entrada y salida con el nivel -2 del Eje Litoral Soterrado.
    - Bajada desde planta -1 hacia planta -2.
    - Subida desde planta -2 hacia planta -1.

## 2.2.- ALTERNATIVA-1.

La capacidad de esta propuesta es de 9 dársenas (1 de ellas para autobuses de 18 m) en la planta -1, y de 18 dársenas (3 de ellas para autobuses de 18 m) en la planta -2, para un total de 27 dársenas (4 de ellas para autobuses de 18 m).

Además de las características comunes comentadas anteriormente, se presentan las siguientes características específicas:

- Acceso peatonal en superficie en el entorno noroeste de la Plaza de La Marina, continuando la alineación de las fachadas del margen sur de la Alameda Principal.
- Acceso Vertical desde la cota de calle (nivel 0) hasta el nivel -1, y otras 2 conexiones independientes (ninguna continua de la anterior) entre los niveles -1 y -2.
- 2 islas en la Planta -2.

Se presenta a continuación la información gráfica de esta Alternativa-1 para el Intercambiador de la Plaza de La Marina.

*Ilustración 1: Alternativa-1. Planta 0 (superficie).*



Ilustración 2: Alternativa-1. Planta -1.

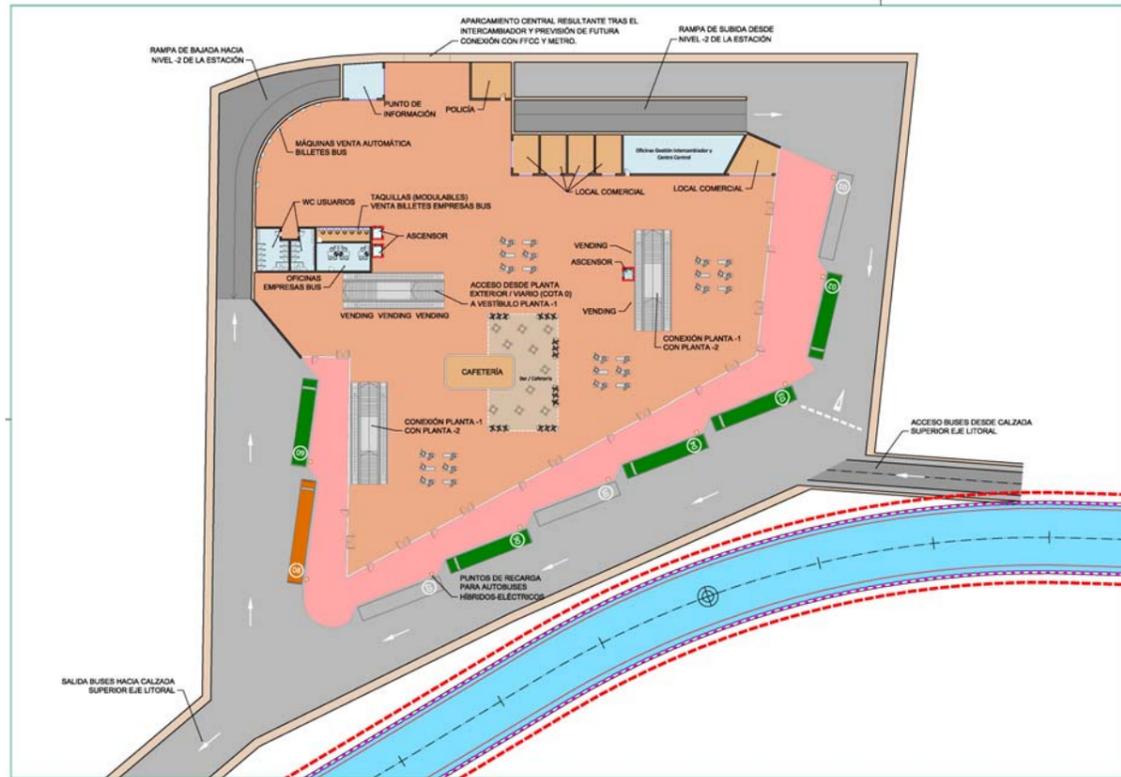
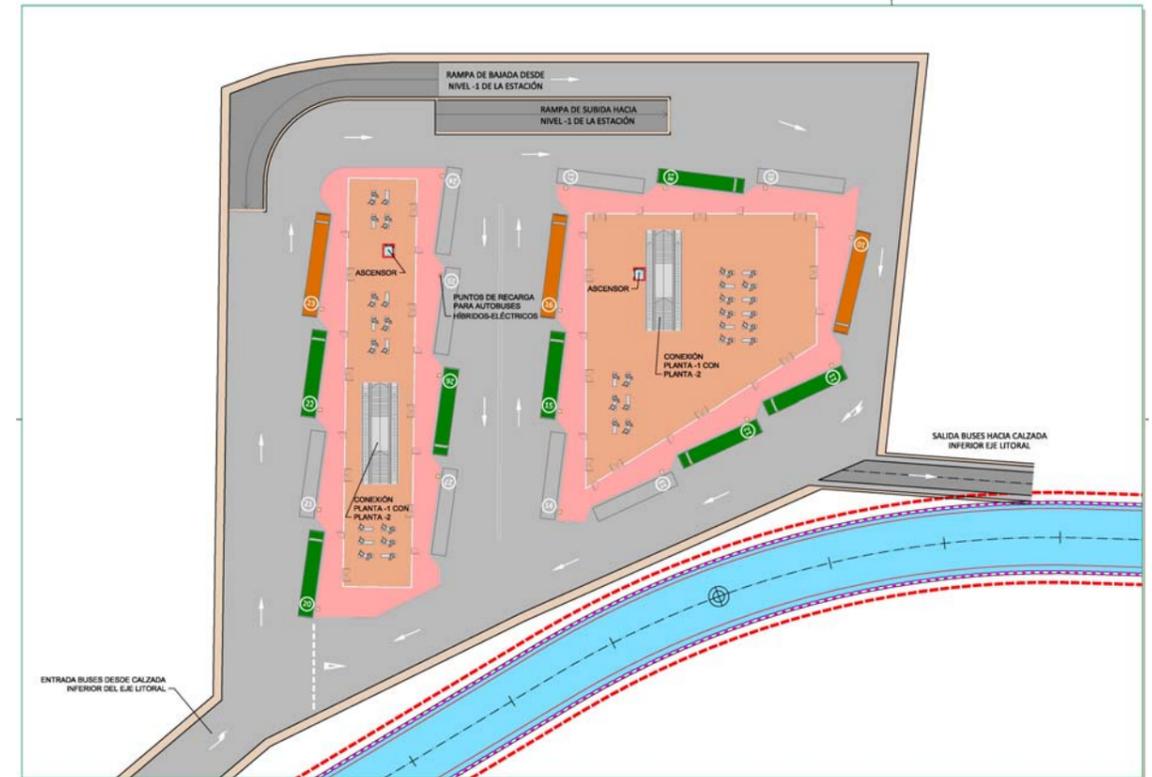


Ilustración 3: Alternativa-1. Planta -2.



### 2.3.- ALTERNATIVA-2.

La capacidad de esta propuesta es de 9 dársenas en la planta -1, y de 15 dársenas (2 de ellas para autobuses de 18 m) en la planta -2, para un total de 24 dársenas (2 de ellas para autobuses de 18 m).

Además de las características comunes comentadas anteriormente, se presentan las siguientes características específicas:

- Acceso peatonal en superficie en el entorno suroeste de la Plaza de La Marina, habilitando un eje libre entre la Calle Larios y el Puerto de Málaga.
- Acceso Vertical único y continuo desde la cota de calle (nivel 0) a los niveles -1 y -2.
- Única isla en la Planta -2.

Se presenta a continuación la información gráfica de esta Alternativa-2 para el Intercambiador de la Plaza de La Marina

Ilustración 4: Alternativa-2. Planta 0 (superficie).



Ilustración 5: Alternativa-2. Planta -1.



Ilustración 6: Alternativa-2. Planta -2.



## 2.4.- ANÁLISIS MULTICRITERIO Y SELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN MÁS VENTAJOSA.

Para la selección de la mejor o más ventajosa propuesta de ordenación funcional, de entre las alternativas anteriormente expuestas, se procede a continuación a la aplicación de un **análisis multicriterio**.

El proceso empleado está basado en apreciaciones subjetivas respecto a la importancia relativa de cada criterio y la especificación de la valoración con respecto a cada alternativa.

La selección de este análisis viene motivada por sus ventajas, entre las que destacan:

- El método tiene un sustento matemático.
- Posibilidad de desglosar y analizar un problema por partes.
- Posibilidad de medir criterios cuantitativos y cualitativos con una escala común.
- Participación de diferentes atributos de interés entre los que hay que alcanzar un consenso.

Los criterios o atributos que se han empleado en este estudio preliminar de alternativas funcionales, así como la ponderación de cada uno de ellos, son los siguientes, los cuales son el resultado de un debate técnico entre equipo director y consultor de los trabajos, y las aportaciones de las diferentes reuniones con los Agentes de la Administración Pública y los Operadores de Transporte (Administraciones y Empresas Participantes):

- Capacidad de Dársenas: 20%.
- Maniobrabilidad de los Autobuses: 20%.
- Intersecciones de Circulación: 20%.
- Afecciones Urbanísticas del Acceso Peatonal en Superficie: 15%.

- Continuidad de Accesos Verticales: 10%.
- Seguridad Peatonal en Zona de Autobuses: 10%.
- Servicios Auxiliares: 5%.

La evaluación de los criterios se hace comparando las distintas opciones en función de la escala de importancia (ponderación) y de valoración, como se aprecia en la siguiente tabla.

**Tabla 7:** Análisis multicriterio y selección de la solución más ventajosa.

INTERCAMBIADOR DE LA PLAZA DE LA MARINA					
ANÁLISIS MULTICRITERIO	PONDERACIÓN	ALTERNATIVA-1		ALTERNATIVA-2	
		VALORACIÓN 1-5	VALORACIÓN PONDERADA	VALORACIÓN 1-5	VALORACIÓN PONDERADA
Capacidad de Dársenas	20%	5	1,00	4	0,80
Maniobrabilidad de los Autobuses	20%	4	0,80	5	1,00
Intersecciones de Circulación	20%	4	0,80	5	1,00
Afecciones Urbanísticas del Acceso Peatonal en Superficie	15%	4	0,60	5	0,75
Continuidad de Accesos Verticales	10%	3	0,30	5	0,50
Seguridad Peatonal en Zona de Autobuses	10%	3	0,30	5	0,50
Servicios Auxiliares	5%	4	0,20	4	0,20
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>		<b>4,00</b>		<b>4,75</b>

Tabla 8: Justificación Cualitativa de las valoraciones del Análisis Multicriterio.

INTERCAMBIADOR DE LA PLAZA DE LA MARINA		
ANÁLISIS MULTICRITERIO	ALTERNATIVA-1	ALTERNATIVA-2
ATRIBUTOS	JUSTIFICACIÓN	JUSTIFICACIÓN
Capacidad de Dársenas	27 dársenas	24 dársenas
Maniobrabilidad de los Autobuses	Circuitos entre islas	Circuito único
Intersecciones de Circulación	Intersecciones entre islas	Sin intersecciones
Afecciones Urbanísticas del Acceso Peatonal en Superficie	Afección a Eje Visual Calle Larios con Puerto de Málaga	Sin Afección a Eje Visual Calle Larios con Puerto de Málaga
Continuidad de Accesos Verticales	No existe conexión vertical continua 0, -1, -2	Conexión vertical continua 0, -1, -2
Seguridad Peatonal en Zona de Autobuses	Posibles invasiones peatonales entre islas	Sin incidencias
Servicios Auxiliares	Sin espacios disponibles	Sin espacios disponibles

En definitiva, se concluye que la **solución más ventajosa** se corresponde con la **Alternativa-2**, la cual es necesario **desarrollar con detalle e incluir diferentes ajustes y mejoras**, de cara a presentarse como propuesta de diseño funcional que deba desarrollarse en los futuros Proyectos de Construcción.

### **3.- ENTREVISTAS CUALITATIVAS CON LAS ADMINISTRACIONES Y EMPRESAS PARTICIPANTES.**

Durante la elaboración de este **Estudio Funcional de la Estación de Autobús Subterránea de la Plaza de La Marina (Málaga)** se han llevado a cabo una serie de reuniones con los principales agentes con competencias sobre la movilidad en Málaga, quienes han participado proactivamente en la entrega de documentación e información de relevancia, así como en sus análisis técnicos:

A continuación, se presentan de forma sintética las principales conclusiones de estas reuniones mantenidas con las Administraciones y Empresas participantes, cuyas aportaciones han resultado fundamentales para el diseño final del Intercambiador:

- Reuniones con la Empresa Malagueña de Transportes - EMTSAM (Gestión Actual de las Estaciones de Málaga):
  - Prever un espacio para instalar unas dependencias que pueda usar la Policía cuando vigile el Intercambiador.
  - Prever taquillas, aunque la tendencia es al aumento de venta automática de billetes.
  - Habilitar zona de consignas de forma accesible y visible.
  - Prever la operación de autobuses con motores de tecnología híbrida, será necesaria la instalación de puntos de recarga de electricidad.
  - Necesidad de conexión de circulación entre plantas mediante rampas, aunque ello suponga una mayor ocupación de espacios en planta.
  - Se considera que no es viable instalar un punto de suministro de combustible para autobuses con motor de combustión en la estación subterránea.

- Prever espacios para máquinas de venta automática de productos complementarios (bebidas, snacks, etc.), lo que se conoce como máquinas vending.
- Prever dársenas para vehículos articulados (18 m).
- Reuniones con Área de Movilidad del Ayuntamiento de Málaga:
  - Tener en cuenta los carriles bici existentes y previstos.
  - Prever oferta para la demanda de autobuses discrecionales.
  - Necesidad de asegurar que las pendientes de las rampas de las estaciones sean perfectamente asumibles por las tipologías tendentes de los autobuses (autobuses eléctricos).
- Reuniones con Oficina Municipal del Taxi del Ayuntamiento de Málaga:
  - Para la operación de taxis con motores de tecnología híbrida, será necesario prever la instalación de puntos de recarga de electricidad.
- Reuniones con la Gerencia Municipal de Urbanismo (GMU) del Ayuntamiento de Málaga:
  - Necesidad de dotar de valor urbanístico y arquitectónico a la Nueva Estación, tanto en las plantas subterráneas como en la ordenación en superficie, con especial relevancia a la ventilación o luz natural en las plantas inferiores.
  - Se valora positivamente que las actuaciones subterráneas prevean liberar espacio en superficie para el tráfico de autobuses.
  - Necesidad de actuación a corto plazo, en tanto que los espacios actuales ocupados por las Estaciones de Muelle Heredia y Los Tilos tienen previstos desarrollos urbanísticos con otras calificaciones.

- Necesidad de que la ordenación en superficie libere la conexión Centro Histórico-Puerto (Calle Marqués de Larios - Palmeral de Las Sorpresas).
- Necesidad de coordinar el desarrollo de la Estación con la vigencia de la concesión del Parking Central La Marina.
- Ventajas e inconvenientes de plantear 2 Estaciones (mayores costes, mayores tráfico de autobuses, mayor capacidad, sectorización de servicios,...) frente a la idea de hacer 1 gran Estación (menores costes, con requerimientos de tener que realizar más trasbordos,...).
- Reuniones con los Operadores de Transporte Avanza, Nex-Alsa, Asociación Provincial de Empresarios Transportistas y Agencias de Málaga (APETAM):
  - Necesidad de dotar a la estación de servicios auxiliares para la flota de autobuses y sus conductores, que incluyan, por ejemplo, abastecimiento energético, puente de lavado, taller de mantenimiento básico, cuartos/salas para conductores,...
  - No proyectar varias islas en la misma planta, evitando así los cruces peatonales por seguridad vial.
  - Prever oferta para la demanda de autobuses discretionales.
  - Aunque es una cuestión externa al Intercambiador, se debe habilitar alguna zona, accesible desde la terminal, donde los autobuses de transporte discrecional puedan realizar las esperas que necesiten.
  - Prever andenes con longitud suficiente para asegurar que todos los tipos de elevadores de PMR de los autobuses quedan dentro del espacio peatonal habilitado.
- Reuniones con Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA) – Metro de Málaga:
  - Hasta la fecha, y en un escenario a corto-medio plazo, no hay ninguna previsión de continuar con la Red de Metro desde Atarazanas (Alameda Principal) hacia el este. En cualquier caso, parece lógico mantener las "líneas rojas" que marca el Proyecto de Prolongación hasta General Torrijos, que en su día se realizó cuando sí que se tenía entonces esta línea de expansión.
- Reuniones con la Dirección General de Movilidad (DGM) de la Junta de Andalucía - Consorcio de Transporte Metropolitano del Área de Málaga (CTMAM):
  - Necesidad de coordinar las medidas de control de accesos de los pasajeros con la propia tarjeta del CTMAM.
  - Necesidad de coordinar la estación objeto de estudio con el Plan de Transporte Metropolitano del Área de Málaga (PTMAM).
  - Maximizar la capacidad de la estación, habida cuenta que es lo más atractivo para el Transporte Metropolitano, y que durante la vida útil del proyecto es probable que algunos grandes municipios de la provincia, actualmente sin relación de movilidad recurrente, pasen a formar parte de la funcionalidad metropolitana.
- Reuniones con Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF):
  - Hasta la fecha, y en un escenario a corto-medio plazo, no hay ninguna previsión de continuar con la Red de Cercanías desde Málaga-Centro-Alameda hacia el este.

#### 4.- DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.

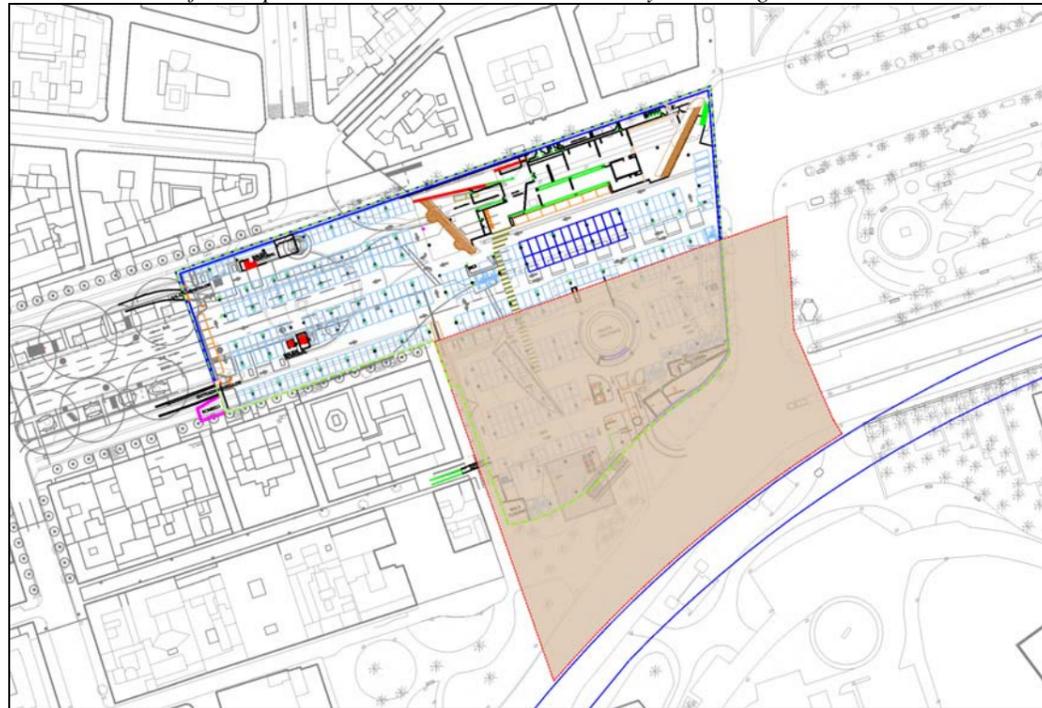
##### 4.1.- AJUSTE DEL PERÍMETRO A LOS CONDICIONANTES.

Una vez seleccionada la solución más ventajosa de entre las alternativas preliminares evaluadas se procede a continuación a definir con detalle esta solución.

Para ello, en primer lugar, se realiza un ajuste de sus límites perimetrales para hacerlo compatible con las previsiones de desarrollo general del entorno propuesto por la Dirección del Estudio:

- **Límite Norte:** Se requiere ajustar el perímetro con el objeto de **mantener parcialmente el Parking Central**, para lo cual hay que retranquear/disminuir los límites para mantener algunas plazas, y su maniobrabilidad. Con ello se consigue mantener operativas aproximadamente 250 plazas de este Parking Central (unas 150 bajo Alameda Principal, y otras 100 bajo la zona norte de la Plaza de La Marina).

*Ilustración 9: Límites finales para el Intercambiador de La Marina y el Parking Central.*



- **Límite Sur:** Se requiere ajustar el perímetro con el objeto de **coordinar los límites del soterramiento del Eje Litoral**, para lo cual se adapta el borde Sur de la parcela de la Estación a la alternativa de trazado para el futuro vial soterrado que incluye en este punto una curva de R=400 m y una anchura entre pantallas de 12,80 m con calzadas superpuestas de 3 carriles cada una, dejando 1 m de margen entre la pantalla Norte del Eje Litoral y la pantalla del límite Sur de la Estación. En esta coordinación del Estudio Funcional de la futura estación subterránea con el soterramiento, conviene destacar también que los sentidos de circulación de las calzadas superpuestas del Eje Litoral que se han considerado para el diseño de la Estación son los siguientes:

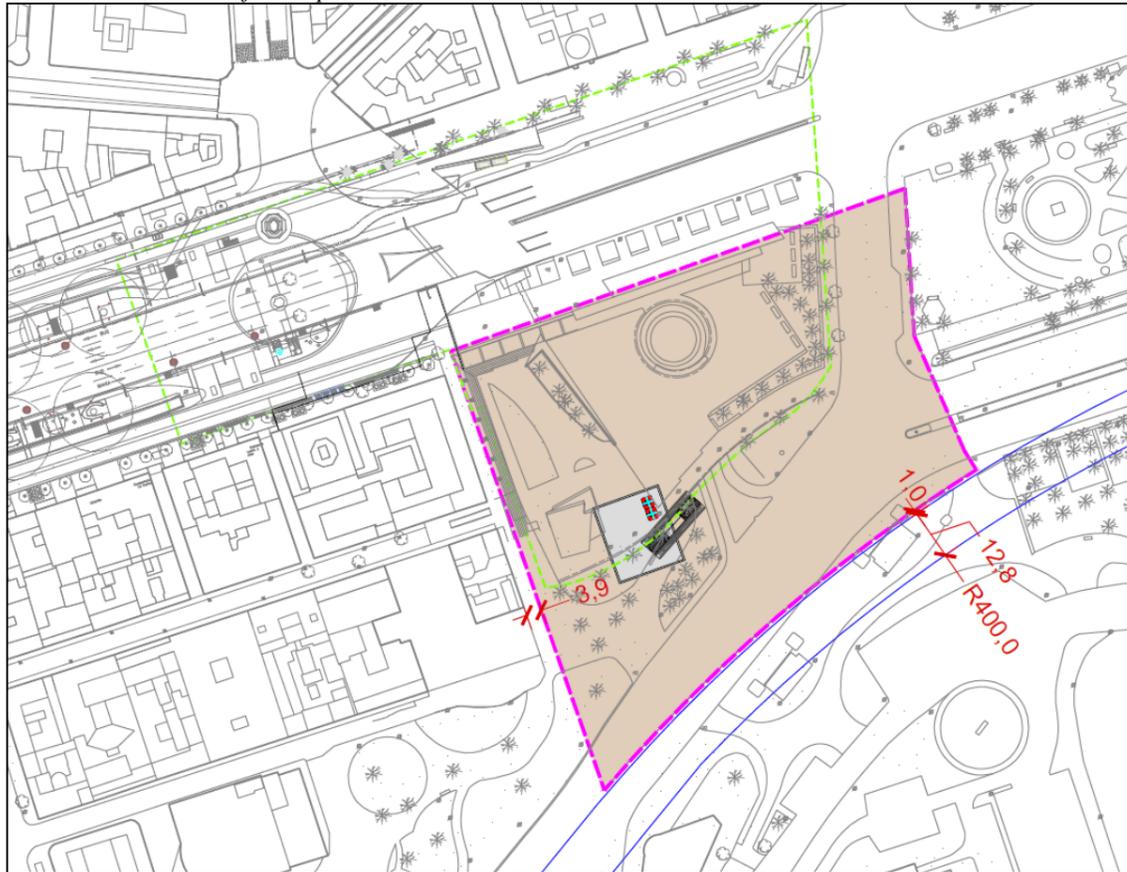
- Nivel -1 (calzada superior): Sentido Este.
- Nivel -2 (calzada inferior): Sentido Oeste

- **Límite Este:** Se requiere ajustar el perímetro con el objeto **respetar los límites del Parque de Málaga**, para lo cual hay que reducir en este punto la superficie inicialmente prevista para evitar cualquier interferencia con una Zona Verde del PGOU.

- **Límite Oeste:** En esta ocasión, los **límites previstos se mantienen**, coincidiendo en el tramo norte, junto a la Alameda, el límite del propio Parking Central, el cual se continua hacia el sur, no siguiendo por tanto el tacón que toma el Parking, quedando por tanto a una distancia de las edificaciones del Soho de 3,9 m.

Con dichos ajustes, quedan los siguientes límites para el Intercambiador de La Marina.

**Ilustración 10:** Límites finales para el Intercambiador de La Marina.



## 4.2.- DESCRIPCIÓN GENERAL.

### 4.2.1 Características Generales.

#### 4.2.1.1 Introducción.

El desarrollo de un Intercambiador de Transportes en la Plaza de La Marina atiende a la necesidad de mejorar la intermodalidad de la zona de estudio, principal foco de transporte público metropolitano de viajeros de la ciudad de Málaga.

Existen estudios académicos (Tesis Doctoral de D. Andrés García Martínez, Transyt/UPM, 2018) que han analizado el coste percibido por los usuarios del transporte público por la necesidad de realizar transbordos en sus desplazamientos de tipo urbano y metropolitano, llegando a la conclusión que estos transbordos son comparables a aumentos de tiempo de viaje de entre 9 y 15 minutos, lo cual puede constituir un elemento disuasorio para la elección de un medio de transporte público frente a la alternativa del vehículo privado. Estas evidencias hacen que se considere necesario dotar al sistema de transporte metropolitano de Málaga de una terminal anexa al casco histórico de la ciudad, donde se concentran los principales puntos de origen/destino de los viajes metropolitanos por razones de trabajo, ocio, y gestiones administrativas.

Y por encima de esto, además, está el hecho de que en el entorno de la Plaza de La Marina, entre la Alameda y el Paseo del Parque, se concentran la mayoría de líneas urbanas de la EMTSAM, hecho esto que posibilita alcanzar cualquier origen o destino de la ciudad con un sólo trasbordo. De no ubicarse la Estación Metropolitana en este punto, habría que tomar, probablemente, 2 trasbordos para los desplazamientos a cualquier origen o destino de la ciudad.

El Intercambiador se desarrolla bajo la Plaza de La Marina con una planta trapezoidal de **dimensiones aproximadas de 120 m x 90 m = 10.800 m<sup>2</sup>, en cada una de las 2 plantas subterráneas.**

Tiene una capacidad de 8 dársenas (1 de ellas para autobuses de 18 m) en la planta -1, y de 14 dársenas (2 de ellas para autobuses de 18 m) en la planta -2, para un total de **22 dársenas (3 de ellas para autobuses de 18 m).**

Se tiene por tanto una capacidad superior a la obtenida en los estudios previos de demanda, que requerían un mínimo de 21 dársena operativas.

El **acceso** de los autobuses se realiza mediante 2 conexiones soterradas con el Eje Litoral, con sentidos superpuestos, es decir:

- **Acceso Este (Paseo Los Curas):**

- Nivel -1 (calzada superior): Sentido Este, es decir, para las salidas hacia la Costa del Sol Oriental-Axarquía (Rincón de la Victoria, Vélez-Málaga, Nerja,...).
- Nivel -2 (calzada inferior): Sentido Oeste, es decir, para las llegadas desde la Costa del Sol Oriental-Axarquía (Rincón de la Victoria, Vélez-Málaga, Nerja,...).

- **Acceso Oeste (Muelle Heredia):**

- Nivel -1 (calzada superior): Sentido Este, es decir, para las llegadas desde la Costa del Sol Occidental (desde Torremolinos, Benalmádena, Fuengirola,...).
- Nivel -2 (calzada inferior): Sentido Oeste, es decir, para las salidas hacia la Costa del Sol Occidental (desde Torremolinos, Benalmádena, Fuengirola,...).

Se proyecta un **Acceso Peatonal Vertical único y continuo** desde la cota de calle (nivel 0) a los niveles -1 y -2, en el entorno suroeste de la Plaza de La Marina, habilitando un Eje libre entre la Calle Larios y el Puerto de Málaga.

En siguientes fases de diseño (anteproyectos y proyectos de construcción) se deberán tener en cuenta los siguientes condicionantes:

- Accesos soterrados desde el Eje Litoral.
- Coordinación con otros posibles accesos al margen opuesto del Eje Litoral, si los hubiera, referentes al Desarrollo Urbanístico de Muelle 4.

- A priori, no se prevé una planta de aparcamientos para turismos en el Intercambiador, habida cuenta de la oferta que queda disponible en el Parking Central (250 plazas bajo Alameda Principal y bajo la zona norte de la Plaza de La Marina), y la previsión de nuevas plazas en el interior del Puerto.

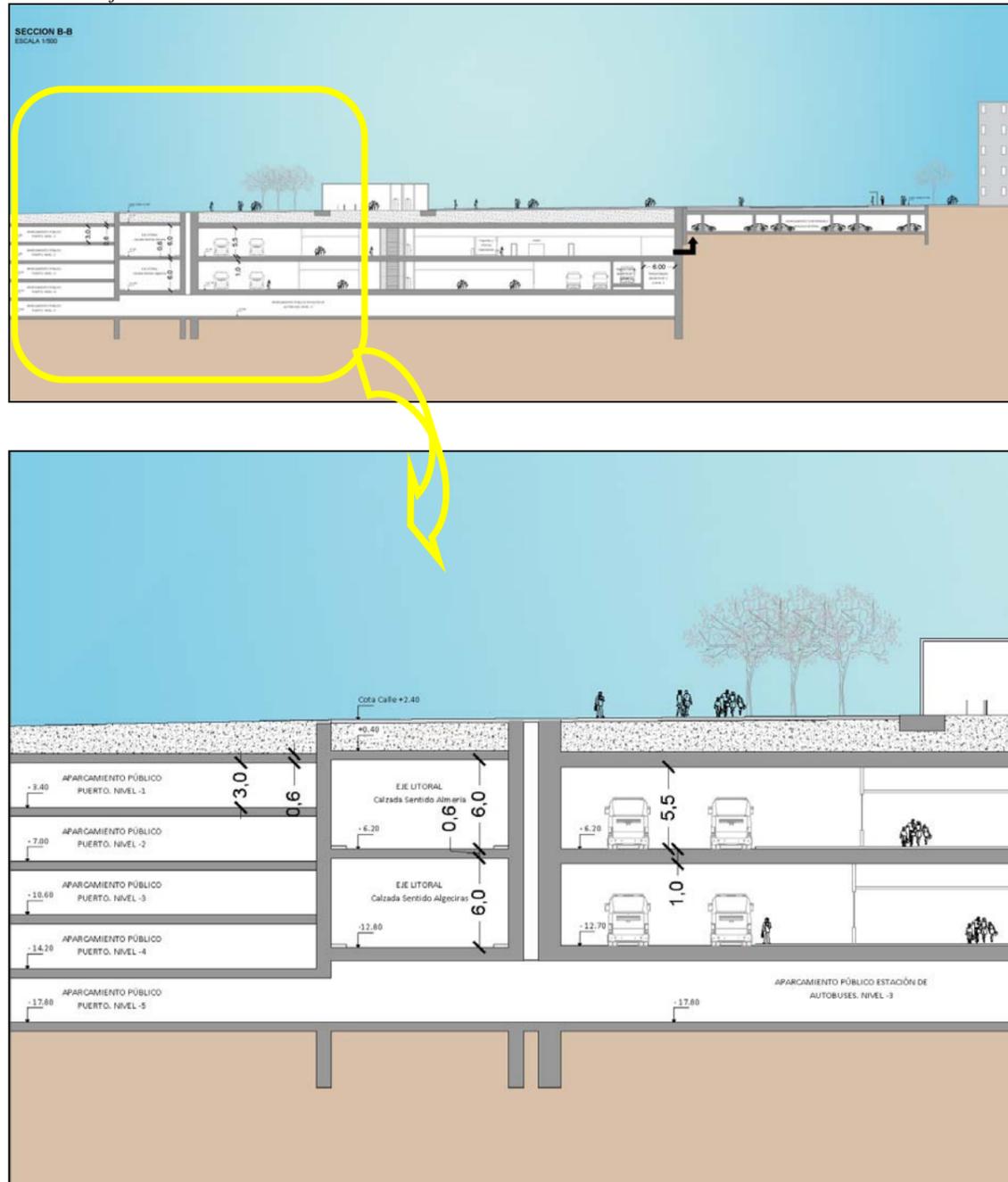
La dotación de un aparcamiento de turismos situado por debajo de las dos plantas de operación de autobuses de la estación conllevaría unas enormes complicaciones técnicas, derivadas de la profundidad en que se debería situar este aparcamiento, y fundamentalmente, de la necesidad de habilitar unos accesos que partirían del Eje Litoral soterrado (con calzadas superpuestas) y que deberían ser independientes de los previstos para autobuses. La posición de las diferentes infraestructuras haría necesarios carriles subterráneos de entrada y salida del aparcamiento de una gran longitud y pendiente longitudinal significativa. El cumplimiento de la normativa vigente de túneles de carretera (ventilación y vías de evacuación) en estos accesos al aparcamiento, en caso de ejecutarse, requerirá de inversiones y costes de explotación no comparables a los de un parking urbano “estándar”.

La única opción para habilitar un aparcamiento de turismos bajo las plantas de autobuses que, desde el punto de vista de este Estudio Funcional de la Estación de Autobuses, puede considerarse viable técnicamente es mediante una actuación coordinada con un aparcamiento situado dentro del recinto del Puerto de Málaga, al otro lado del Eje Litoral.

En este caso, una planta de aparcamiento en el nivel -3 de la Estación de Autobuses podría unirse con una hipotética planta -5 de ese parking pasando por debajo de la calzada inferior del Eje Litoral soterrado, utilizando todos los vehículos unos accesos por el lado Sur del Eje independientes de los de autobuses que van por el lado Norte.

En la siguiente ilustración se muestra en una sección transversal por un Eje Norte-Sur la posible compatibilidad de cotas para esta actuación.

**Ilustración 11:** Compatibilidad entre un Parking de Turismos del Intercambiador con un Parking en el Puerto al sur del Eje Litoral.



#### 4.2.1.2 Descripción del Funcionamiento Previsto para el Intercambiador.

Como ya se ha indicado, el uso principal que se ha previsto para el nuevo Intercambiador es servir de terminal en la ciudad de Málaga para las líneas de transporte regular de viajeros por carretera de alcance metropolitano.

Los vehículos asignados a estos servicios accederán al Intercambiador a través de alguno de los 2 accesos subterráneos disponibles del Eje Litoral (como cada sentido de este Eje circula en viales superpuesto se tienen un total de 2 entradas + 2 salidas), estableciéndose siempre una barrera de control de acceso en el que el autobús sea identificado (lector de matrículas, panel táctil para el conductor, lector de dispositivos embarcados, etc.) y vinculado a una operación de las previstas en la programación de salidas y llegadas que las empresas operadoras faciliten a la empresa gestora del Intercambiador. Estos controles deben situarse en la parte final de los túneles, junto a las conexiones con la zona de operación interior, evitando que se formen colas de autobuses que puedan afectar a las vías de circulación general.

En estos puntos de control, una vez vinculado el vehículo a la operación que va a realizar, se le informa al conductor de la dársena que le ha sido asignada y donde debe situarse para la subida y/o bajada de viajeros. Esta asignación de dársenas se realizará de manera automática a través de un software de gestión de tráfico, que estará vinculado a los paneles de información dinámica al viajero para que en estos dispositivos se reflejen en tiempo real todos los datos de utilidad para los usuarios (salidas y llegadas previstas, dársena en la que se realizará la operación, confirmación de llegada o salida del autobús, etc...).

Para que el sistema de gestión de tráfico e información pueda ofrecer todas las funcionalidades necesarias para una gestión óptima, la infraestructura del Intercambiador deberá incorporar instalaciones específicas que garanticen la conectividad entre sistemas y la obtención de información fidedigna que alimente el software. Estas instalaciones son las siguientes:

- Cableado estructurado que permita disponer de conexiones para transmisión de datos en todos los puntos necesarios.

- Sistema de cámaras de circuito cerrado de televisión (CCTV) que permitan a los operadores de tráfico visualizar en tiempo real los accesos de autobuses y usuarios, y las zonas de operación.
- Sistemas de Interfonía entre el Centro de Control del Intercambiador y los puntos de acceso de autobuses.
- Sistemas de Identificación y Control de Accesos de Autobuses, con barreras tanto en entradas como en salidas en los dos niveles de la Estación. Las barreras de salida se ubicarán en los carriles exclusivos para buses de incorporación al Eje Litoral, evitando que los autobuses paren dentro de la zona de operación de la propia Estación. Las barreras de entrada, por su parte, estarán en el entronque de estos carriles con la Estación, dejando el propio carril como zona de espera de autobuses que evite colas que afecten a la circulación general.
- Cobertura radioeléctrica compatible con tecnología 4G/5G en las plantas de autobuses que permitan mantener la conexión de los sistemas embarcados.
- Sistemas de control de ocupación de dársenas, que pueden ser lazos electromagnéticos embebidos en el pavimento o sistemas de detección por radar.
- Equipos de conteo de usuarios en puertas de paso desde las islas de espera a las dársenas de autobuses.

Las señales de todos estos equipos se integrarán en los servidores informáticos con que la empresa que explote el Intercambiador debe dotarse para atender las necesidades de gestión y poder optimizar la capacidad de la terminal.

En el nivel -1 se ubicarán todos los servicios auxiliares necesarios para los viajeros. No se considera conveniente instalar sistemas de control de paso de viajeros que segreguen zonas diferenciadas de embarque en la estación, ya que al estar ésta destinada a servicios metropolitanos de alta frecuencia, la mayor parte de los usuarios no dispondrán al llegar a la estación de un billete que les asigne plaza en un servicio concreto, sino que dispondrán de tarjetas magnéticas con títulos multi-viaje

válidos para todas las líneas metropolitanas, y que cancelan al subir al propio autobús. Por tanto, no es posible conocer qué servicio va a tomar cada viajero y hacerle esperar hasta que el autobús que va a realizarlo entre en la estación, como se ha propuesto en el diseño funcional del Intercambiador de la Explanada de la Estación.

#### 4.2.1.3 Utilización del Intercambiador por Servicios de Transporte Discrecional.

Como ocurre con una gran cantidad de tipos de infraestructura de transporte, el dimensionamiento del Intercambiador se ha realizado para atender la demanda punta prevista durante la vida útil estimada de los servicios de transporte metropolitano que operarán desde esta terminal. Esto hace que, durante parte del tiempo, la estación disponga de capacidad para que operen autobuses de otro tipo de servicios, principalmente de transporte discrecional con origen o destino fuera de la zona metropolitana de Málaga.

La utilización del Intercambiador para este tipo de viajes de carácter discrecional conlleva gran número de ventajas frente a la operación en vías públicas abiertas al tráfico general, tanto para los propios usuarios como para la movilidad de la ciudad. Entre las ventajas más destacadas se pueden citar las siguientes:

- Seguridad, tanto para la integridad física de los viajeros al bajar o subir del vehículo como para los equipajes que transporten.
- Calidad de servicio, al poder contar con todos los servicios auxiliares con que se dotará al Intercambiador: aseos, sistemas de información, cafetería, etc.
- Eliminación de situaciones de ocupación de carriles de circulación en vías abiertas al tráfico general durante largos períodos de tiempo.

La utilización de un software de gestión de tráfico en el Intercambiador permitirá implantar una operativa sencilla de gestión para que los promotores de servicios discretos (agencias de viajes, tour operadores, asociaciones, etc...) comuniquen a la estación los datos de las expediciones que desean realizar (fecha y hora, número de autobuses, origen/destino, etc...) y el gestor de la terminal planifique estos servicios en las dársenas libres en los momentos solicitados. Una vez confirmada la disponibilidad de espacio, estos servicios operan en las mismas condiciones que los regulares y la estación facilita al promotor los correspondientes códigos QR para el acceso de los viajeros.

La comunicación de los servicios discretos al gestor de la estación puede realizarse a través de múltiples canales (correo electrónico, teléfono, etc...) e incluso los promotores con mayor actividad pueden disponer de una aplicación móvil integrada con el programa de gestión.

Como soluciones ya validadas por la experiencia para la gestión de zonas de operación de transporte discrecional en autobús, que demuestran la viabilidad de este tipo de sistemas, se pueden citar la operación de Bilbao Intermodal, estación que dispone de un correo electrónico habilitado exclusivamente para que todas las empresas interesadas comuniquen sus operaciones, y el sistema "Zona Bus" del Ayuntamiento de Barcelona ([www.zonabus.cat](http://www.zonabus.cat)). Este sistema funciona a través de una página web en la que los autobuses discretos deben reservar su plaza para poder utilizar las únicas zonas autorizadas para estos servicios en las proximidades de los principales puntos de atracción de turistas de la ciudad.

Además de la disponibilidad de espacios en el Intercambiador, y de las ventajas de calidad para usuarios y transportistas, un funcionamiento correcto de los servicios de transporte discrecional en el Intercambiador requiere una Ordenanza de Movilidad que establezca claramente qué autobuses estarán obligados a utilizar los servicios de la terminal, una política activa de comunicación y promoción de la operativa propuesta, y una intensa vigilancia del cumplimiento de las normas aplicables.

#### 4.2.2 Ordenación en Superficie.

La ordenación en superficie proyectada pretende dar continuidad al funcionamiento actual del entorno de la actuación, manteniendo la **Plaza de La Marina peatonal**.

Dado que los accesos al Intercambiador de La Marina son soterrados desde el propio Eje Litoral, **la ordenación en superficie de sus alrededores dependerá exclusivamente de la disposición final de este Eje**, destacando entre otras cuestiones sus rampas de accesos a superficie, su capacidad de absorber en este soterramiento la mayor carga del tráfico que minimice la sección en superficie para el tráfico local o de agitación, etc...

**Ilustración 12:** Ordenación en Superficie del Intercambiador de la Plaza La Marina.



#### 4.2.3 Planta -1.

En este Nivel -1 se plantea una península peatonal con los siguientes espacios:

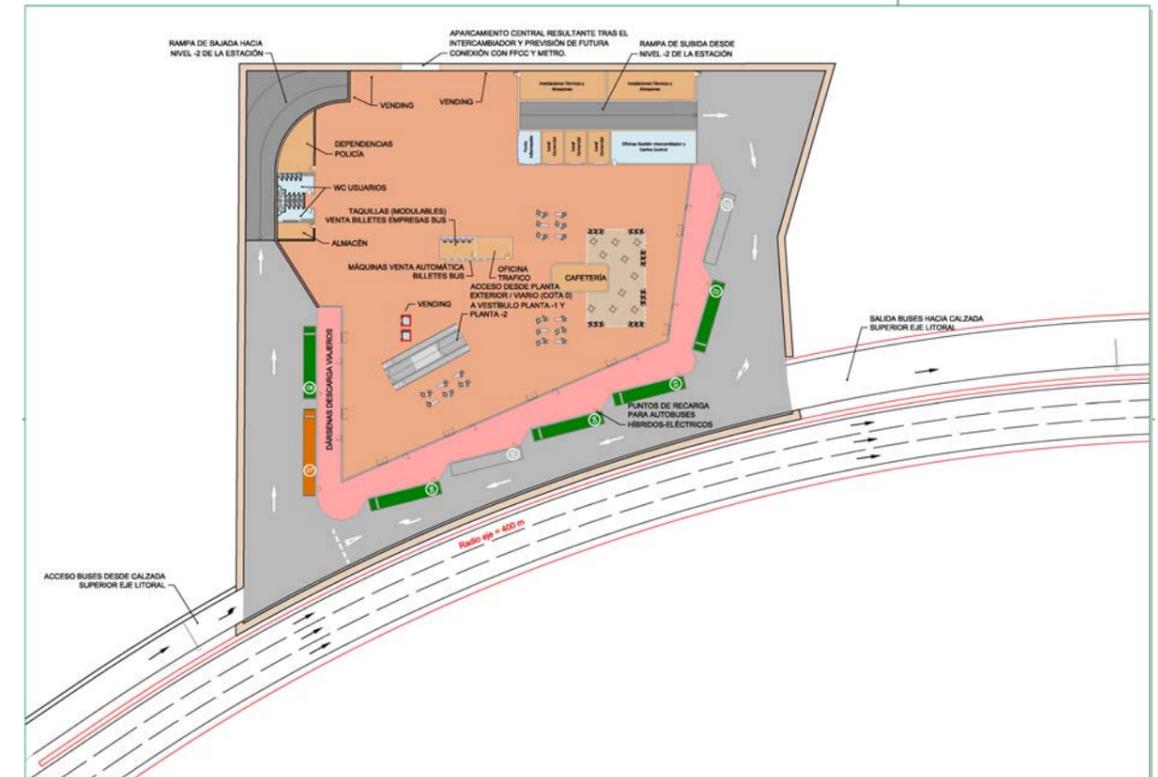
- Usos recreativos:
  - Bar-cafetería.
  - Locales comerciales.
  - Máquinas vending.
- Usos de operativa de autobuses:
  - Taquillas.
  - Máquinas automáticas de venta de billetes.
  - Oficinas de operadores de transporte.
  - Punto de información.
  - Zona de consignas.
  - Zona de facturación de envíos/paquetería.
- Zonas de Control:
  - Centro de control de tráfico/seguridad.
  - Oficinas de gestión.
  - Policía.
- Otros: Aseos, ascensores, zona de instalaciones/almacén,...

- Conexión con el Aparcamiento Central resultante tras el Intercambiador y previsión de futura conexión con Ferrocarril de Cercanías y Metro. Respecto a la conexión con el Parking, se deberá en futuros proyectos analizar la comunicación vertical necesaria para tal fin.

Y respecto a la zona del lado de autobuses se presentan:

- 8 dársenas de autobuses "tipo bahía o diente de sierra" (1 de ellas para autobuses de 18 m), con puntos de recarga eléctrica, y con separación física de la península anterior.
- Rampas:
  - Entrada y salida con desde el nivel -1 del Eje Litoral Soterrado.
  - Bajada desde planta -1 hacia planta -2.
  - Subida desde planta -2 hacia planta -1.

Ilustración 13: Planta -1 del Intercambiador de la Plaza La Marina.



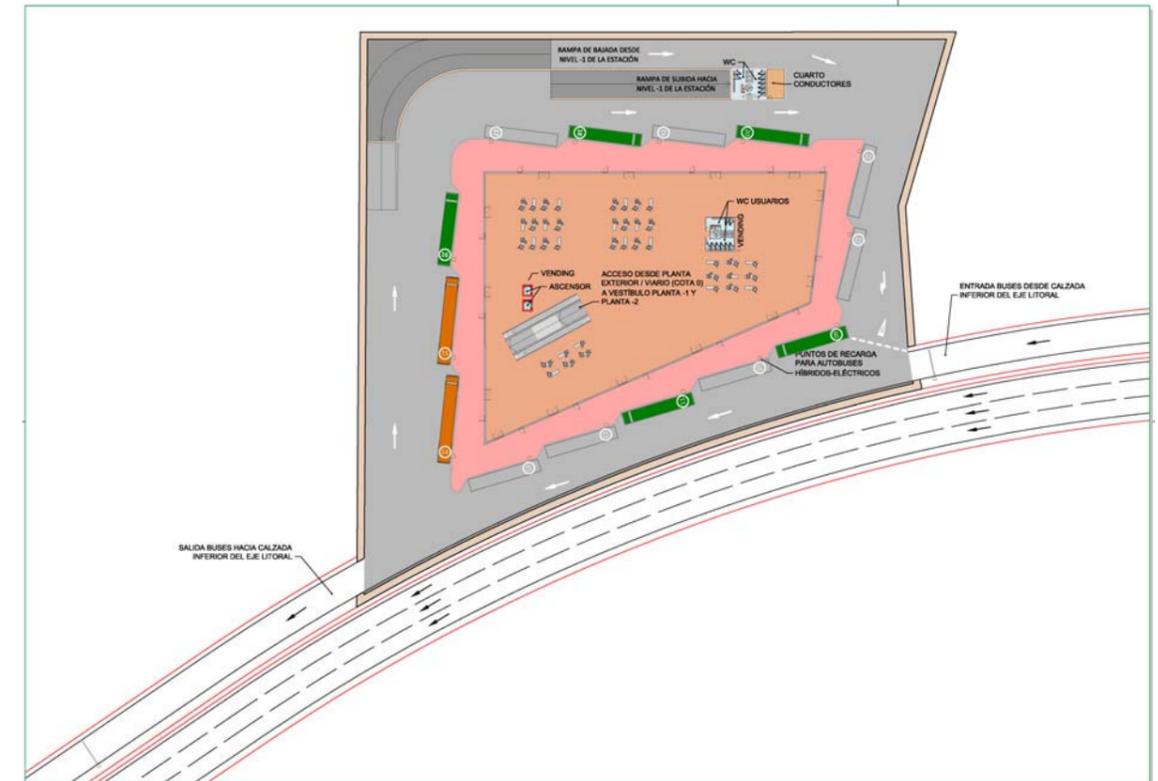
#### 4.2.4 Planta -2.

En este Nivel -2 se plantea una isla peatonal con los accesos entre plantas (escaleras y ascensor), aseos, máquinas vending, bancos,...

Y respecto a la zona del lado de autobuses se presentan:

- 12 dársenas de autobuses "tipo bahía o diente de sierra" (2 de ellas para autobuses de 18 m), con puntos de recarga eléctrica, y con separación física de la isla anterior.
- Vestuarios, aseos y salas de estancia de conductores.
- Otros usos: Instalaciones, almacén,...
- Rampas:
  - Entrada y salida con el nivel -2 del Eje Litoral Soterrado.
  - Bajada desde planta -1 hacia planta -2.
  - Subida desde planta -2 hacia planta -1.

Ilustración 14: Planta -2 del Intercambiador de la Plaza La Marina.



#### 4.2.5 Cuadro de Superficies por Uso en cada planta de la Estación.

Con el diseño funcional propuesto, el cuadro de superficies por uso en cada planta del Intercambiador que se obtiene es el que se presenta a continuación.

**Tabla 15:** Cuadro de Superficies por Uso en cada planta del Intercambiador, con el diseño funcional propuesto.

Usos de la Estación	Superficie (m <sup>2</sup> )
<b>Nivel 0</b>	<b>260</b>
Edificio Acceso Peatonal	260
<b>Nivel -1</b>	<b>10.080</b>
Vestíbulo Espera Viajeros	4.040
Andenes y Dársenas	1.440
Zona Rodadura Autobuses	3.150
Rampas Movimiento Buses	600
Aseos Usuarios	80
Punto de Información Usuarios	30
Taquillas Venta Billetes	30
Oficinas Operadores	30
Almacenes e Instalaciones Técnicas	250
Oficinas Gestión Intercambiador	120
Dependencias Policía	70
Locales Comerciales	100
Cafetería	140
<b>Nivel -2</b>	<b>10.080</b>
Isla Espera Viajeros	2.790
Aseos Usuarios	50
Andenes y Dársenas	2.360
Zona Rodadura Buses	4.260
Rampas Movimiento Buses	620

#### 4.3.- VALORACIÓN ECONÓMICA.

La cuantificación de la **inversión económica** necesaria para ejecutar una infraestructura del tamaño, y la complejidad, que presenta el futuro **Intercambiador de la Plaza de La Marina** depende de un gran número de factores cuya evaluación técnica queda fuera del alcance del presente Estudio Funcional (condiciones geotécnicas, cálculo detallado de estructuras e instalaciones, reposición de servicios, etc.).

No obstante lo anterior, para realizar una **aproximación inicial**, a partir de los datos disponibles en este estudio, se ha realizado una estimación de esta inversión a partir de costes medios correspondientes a obras similares.

A partir de dos fuentes distintas de datos para estos costes medios de construcción, se han realizado dos estimaciones de la inversión necesaria para ejecutar el Intercambiador que se presentan en los epígrafes siguientes.

##### 4.3.1 Valoración a partir de costes medios del Sector de la Construcción en España

En primer lugar, se hace una valoración considerando las superficies del proyecto que se corresponden con diferentes tipologías de obra civil, y que deben ejecutarse para desarrollar el diseño funcional previsto.

Estas tipologías de obra civil que se utilizan como referencia para las diferentes zonas del Intercambiador son las siguientes:

- **Urbanización.** Se corresponde con las actuaciones a ejecutar sobre la edificación subterránea, con la reordenación de superficie en la zona de la Plaza de la Marina. El precio medio de construcción para zonas céntricas de ciudades considerado, a partir de publicaciones de diferentes Comunidades Autónomas sobre planificación presupuestaria para Entidades Locales, es de 180,00 €/m<sup>2</sup>
- **Construcción Subterránea Usos Comerciales.** Se corresponde con las zonas de tránsito y espera de usuarios previstas en los niveles -1 y -2 de la estación subterránea,

en el que existirán locales destinados a servicios vinculados al transporte de viajeros y a otras actividades comerciales, zonas de tránsito con alta calidad ambiental, y sistemas de comunicación vertical peatonal entre plantas. Por tanto, esta zona puede asimilarse a una planta bajo rasante de un centro comercial. Consultados diferentes estudios de viabilidad de este tipo de construcciones, que especifican costes de construcción para plantas comerciales subterráneas, el coste medio considerado para esta tipología de construcción es de 1.600,00 €/m<sup>2</sup>.

- **Construcción Estación Subterránea Autobuses.** Para este tipo de obras no existe una bibliografía específica, ya que el número de proyectos es limitado. Por las características funcionales y geométricas que tendrán estas zonas, se ha considerado para el cálculo un coste de construcción por m<sup>2</sup> del 150% del coste medio de un aparcamiento público subterráneo (1.350,00 €/m<sup>2</sup>).

Con estos valores medios de construcción y las superficies correspondientes a cada zona de la Estación asimilable a las tipologías indicadas, se calcula en la tabla siguiente la estimación de coste de construcción de la Estación Subterránea de Autobuses de la Plaza de la Marina.

**Tabla 16:** Estimación del Coste de Construcción del Intercambiador de la Plaza de La Marina.

Zona del Proyecto	Tipo de Actuación	Superficie (m <sup>2</sup> )	Coste medio (€/m <sup>2</sup> )	Coste
Nivel 0. Planta Calle	Urbanización Centro Ciudad	11.100	180,00 €	1.998.000,00 €
Nivel -1. Vestíbulo Viajeros	Construcción Subterránea Usos Comerciales	6.490	1.600,00 €	10.384.000,00 €
Nivel -1. Zona Dársenas y Operaci	Construcción Subterránea Genérica	3.860	1.350,00 €	5.211.000,00 €
Nivel -2. Vestíbulo Viajeros	Construcción Subterránea Usos Comerciales	6.490	1.600,00 €	10.384.000,00 €
Nivel -2. Zona Dársenas y Operaci	Estación Autobuses Subterránea	3.860	1.350,00 €	5.211.000,00 €
<b>TOTAL COSTE CONSTRUCCIÓN ESTIMADO</b>				<b>33.188.000,00 €</b>

Para estimar la inversión total necesaria, a este coste de construcción se le deben añadir los importes correspondientes a la elaboración de proyectos de construcción y dirección de las obras. Estos trabajos técnicos se valoran como un 8% del coste de las construcciones, de forma **que la inversión total estimada, a partir de costes medios del sector de la construcción, para desarrollar la Estación asciende a la cantidad de 35.843.000 € (IVA no incluido).**

#### 4.3.2 Valoración a partir de proyectos similares de Estaciones de Autobús Subterráneas

Este segundo método de valoración se basa en los datos reales publicados de la inversión realizada para construir estaciones intermodales de autobuses de carácter subterráneo en España en los últimos años, obteniendo a partir de esos datos unos indicadores medios de costes y aplicándolos a las variables del proyecto del Intercambiador de la Explanada de la Estación que ya están definidas.

Los indicadores considerados son:

- **El coste medio de construcción por unidad de superficie construida bajo tierra.**
- **El coste medio por dársena de autobús.**

Se han calculado estos valores para varias terminales de transporte público por carretera con características comparables a las de este proyecto, considerando los costes de inversión publicados en la licitación de los respectivos contratos.

Los valores de coste de construcción obtenidos en cada caso han sido actualizados desde la fecha de final de cada proyecto hasta el año 2021 utilizando el índice de costes de edificación que publica el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.

Los ratios obtenidos con este método tienen una gran dispersión ya que, como se ha indicado anteriormente, las condiciones particulares de cada proyecto tienen una enorme influencia sobre el coste de construcción, y además la configuración de cada terminal es diferente en cuanto a la proporción de zonas de operación y de viajeros, existencia o no de aparcamiento de turismos y superficie de éste, complejidad de las conexiones intermodales, condicionantes locales para la planificación de las obras, etc...

A pesar de ello, **se considera que utilizar datos reales de proyectos de la misma tipología (estaciones de autobús subterráneas) constituye una aproximación que puede aportar información valiosa en esta fase del proyecto.**

Las estaciones consideradas como proyectos comparables con el futuro Intercambiador de la Plaza de La Marina han sido las siguientes:

- Intercambiador de Transportes de Pza. Elíptica de Madrid, inaugurado en abril de 2007.
- Intercambiador de Transportes de Príncipe Pío de Madrid, inaugurado en mayo de 2007.
- Intercambiador de Transportes de Palma de Mallorca, inaugurado en marzo de 2009.
- Estación de Autobuses de Pamplona, inaugurada en octubre de 2007.
- Estación de Autobuses de Donosti, inaugurada en febrero de 2016.
- Estación de Autobuses Bilbao Intermodal, inaugurada en noviembre de 2019.

Los datos obtenidos para cada una de estas terminales se recogen en la tabla siguiente.

**Tabla 17:** Costes de Construcción, por superficie construida bajo tierra y por dársena de autobús, de las estaciones de autobús de referencia.

	Int. Pza. Elíptica Madrid	Int. Transportes Ppe. Pío Madrid	Int. Transportes Palma de Mallorca	Est. Autobuses Bilbao Intermodal	Est. Autobuses Pamplona	Est. Autobuses Donosti
Superficie Estación Subterránea (m2)	28.500	26.000	17.000	41.000	43.000	19.000
Número de Dársenas Autobuses Planta Subt.	20	30	29	30	28	21
Coste Construcción publicado (€)	42.000.000 €	58.000.000 €	52.000.000 €	45.000.000 €	34.000.000 €	32.000.000 €
Fecha Finalización Proyecto Construcción	abril-07	mayo-07	marzo-09	noviembre-19	octubre-07	feb-16
Índice Precios Edificación Fecha Fin Proyecto	90,40	90,67	96,20	103,31	91,49	97,47
Índice Precios Edificación Feb-2021	107,42	107,42	107,42	107,42	107,42	107,42
Coefficiente Actualización precio	17,02%	16,75%	11,22%	4,11%	15,93%	9,95%
Coste Construcción actualizado 2021 €	49.148.400	67.715.000	57.834.400	46.849.500	39.416.200	35.184.000
Ratio Coste unitario por udad. Superficie (€/m2)	1.725	2.604	3.402	1.143	917	1.852
Ratio Coste unitario por dársena (€/dársena)	2.457.420	2.257.167	1.994.290	1.561.650	1.407.721	1.675.429

Para determinar los ratios medios de coste de construcción por unidad de superficie y por dársena de autobús que se utilizan para la estimación económica, se ha calculado el valor medio de cada concepto, pero eliminando los valores calculados que se desvían más de un 20% (por encima o por debajo) de la media de cada concepto.

Con esta metodología, los ratios considerados más adecuados para hacer la estimación de coste del Intercambiador son los siguientes:

- **Coste medio por unidad de superficie: 1.788,00 €/m2**
- **Coste medio por dársena de autobús: 1.872.134,00 €/dársena**

Para el diseño funcional propuesto para el Intercambiador de la Plaza de La Marina, la superficie construida en cada uno de los 2 niveles subterráneos es de 10.100 m2, por lo que la **superficie total subterránea sería de 20.200 m2.**

En cuanto al número de dársenas de operación, el número de plazas propuesto es de **22 dársenas**, 8 en el nivel -1 y 14 en el nivel -3.

Con estos valores, y con los ratios de coste calculados previamente, se obtienen dos aproximaciones al coste de construcción del Intercambiador de la Plaza de La Marina, según se indica a continuación.

**Tabla 18:** Estimación-aproximación de la cuantificación económica de los costes de construcción del Intercambiador de la Plaza de La Marina.

<b>Superficie Construida Subterránea</b>		<b>Dársenas de Operación Buses</b>	
Nivel -1	10.100	Dársenas nivel -2	8
Nivel -2	10.100	Dársenas nivel -3	14
<b>Total</b>	<b>20.200</b>	<b>Total Dársenas</b>	<b>22</b>
<b>Ratio de Coste Calculado</b>	<b>1.788</b>	<b>Ratio de Coste Calculado</b>	<b>1.872.134</b>
<b>INVERSIÓN ESTIMADA</b>	<b>36.117.600,00</b>	<b>INVERSIÓN ESTIMADA</b>	<b>41.186.948,00</b>

Como conclusión, se puede estimar que el coste de construcción del futuro Intercambiador estará en una horquilla de **36 – 41 millones de euros**, debiendo concretar estos valores los estudios constructivos que desarrollen técnicamente todos los trabajos a acometer.

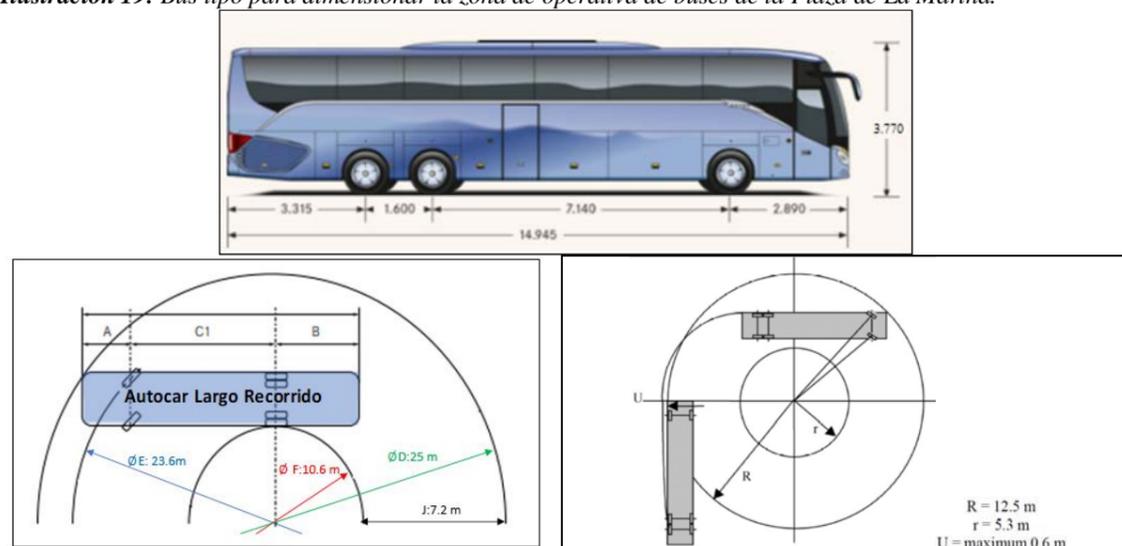
#### 4.4.- COMPROBACIÓN DE LA MANIOBRABILIDAD DE LOS AUTOBUSES.

Con el fin de comprobar la adecuada viabilidad del diseño funcional del Intercambiador de la Plaza de La Marina, se incluye en el presente apartado un **análisis de la maniobrabilidad de los giros de los autobuses en el interior** del mismo.

Para ello, mediante la herramienta **Autoturn**, se comprueban los itinerarios interiores de los movimientos críticos, observando que el área de barrido del autobús se sitúa siempre en zona destinada para su maniobra

Esta simulación se realiza para el caso del autobús más desfavorable, es decir, aquel que requiere de mayores espacios para sus giros. Tal y como se comprobó en el Documento Inicial de Estudios Previos y Programa de Necesidades, este tipo de autobús se corresponde con el "autobús rígido de 15 metros" (Autocar de Elevada Capacidad), de 3 ejes, que requiere incluso mayores espacios que el autobús de mayor longitud (18 m, que al ser articulado, tiene mayor facilidad para el giro).

**Ilustración 19:** Bus tipo para dimensionar la zona de operativa de buses de la Plaza de La Marina.



Las características técnicas del vehículo-tipo utilizado en la simulación informática (autobús rígido de 3 ejes de 15 m de longitud) son las recogidas para esta tipología en la "Orden Circular 32-2012. Guía de Nudos Viarios" de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

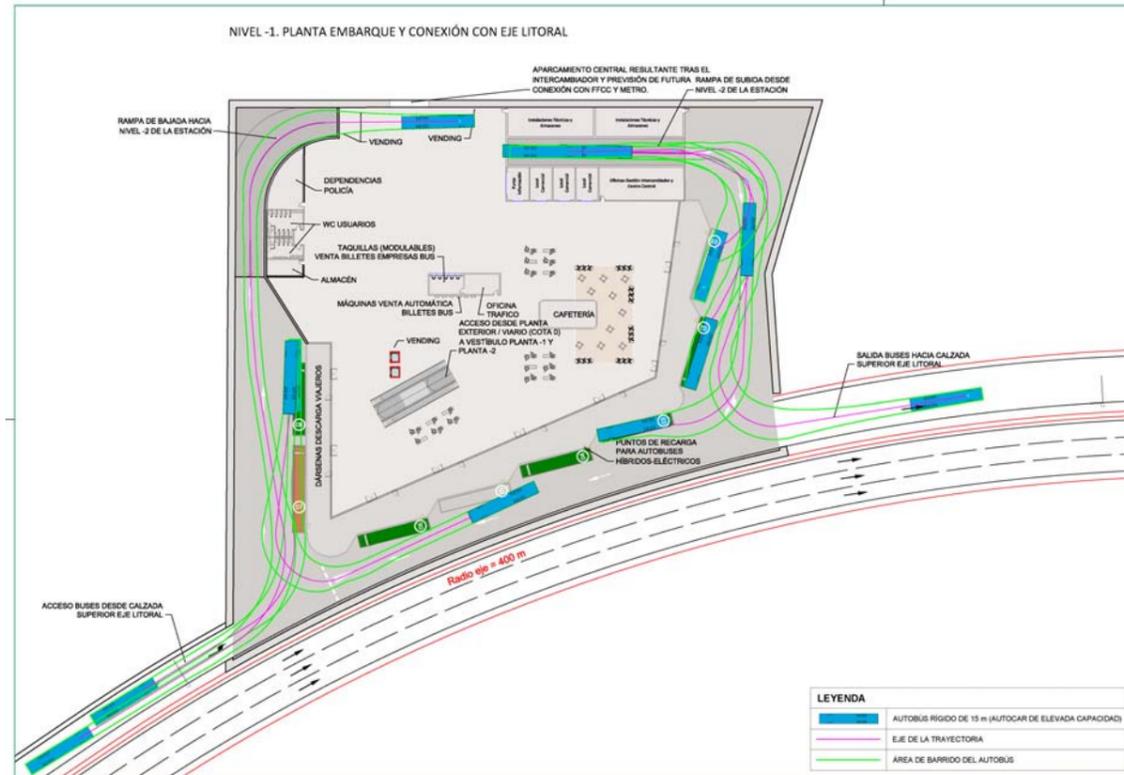
Sobre los planos de diseño funcional de cada una de las plantas del intercambiador destinadas a la operación de autobuses (plantas -1 y -2) se han simulado los movimientos de estos vehículos en los puntos que pueden resultar más conflictivos por la geometría de cada planta. En las dos plantas, la circulación de autobuses es un único sentido circular alrededor de las islas de viajeros.

El Reglamento de Explotación que deberá implantarse para la operación del Intercambiador definirá, entre otras cuestiones, la velocidad máxima admisible de circulación y las condiciones particulares de preferencia de paso aplicables al interior del recinto. Para estaciones subterráneas similares a la que es objeto de este Estudio Funcional, la velocidad máxima establecida es de 20 Km/h.

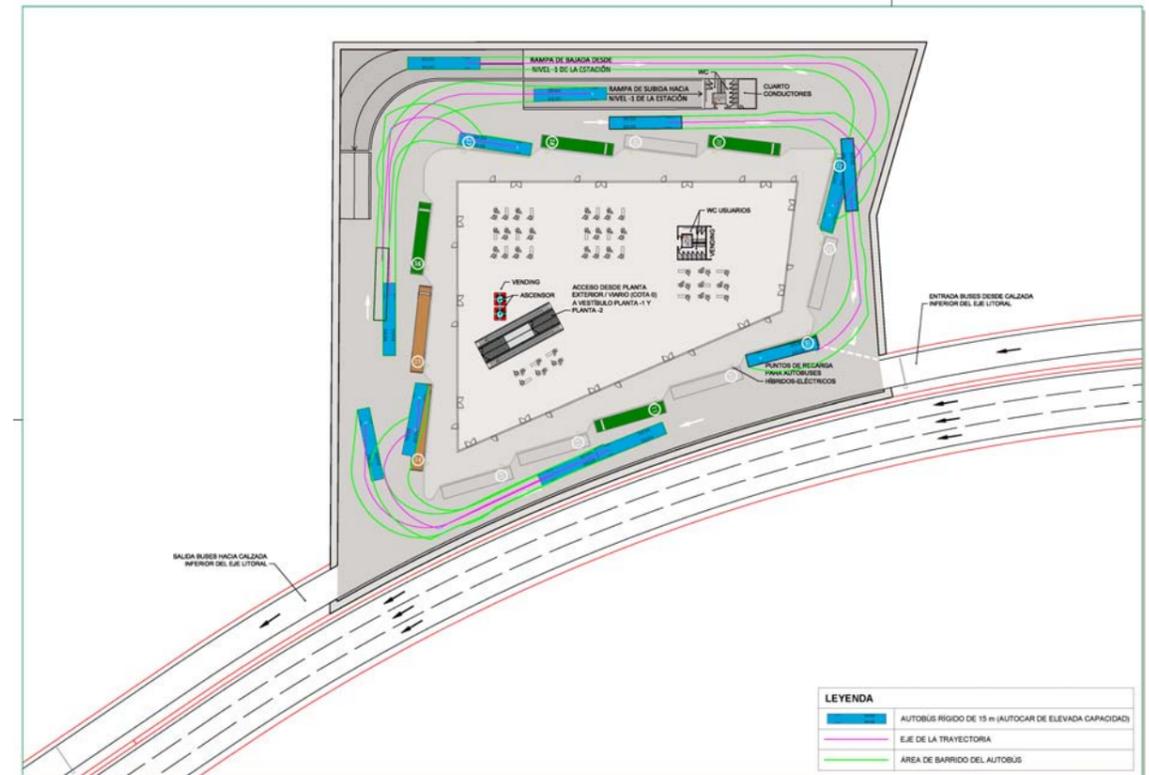
En el apartado de Planos del Estudio Funcional se incluyen las dos plantas de operación de autobuses con las imágenes de las áreas de movimiento del autobús, comprobándose que son compatibles con el espacio disponible para la circulación y aparcamiento de los vehículos.

Con estas bases, se incluyen las siguientes ilustraciones que evidencian la **viabilidad de la maniobrabilidad de los autobuses, tanto en la planta -1 como en la -2.**

**Ilustración 20:** Comprobación de la Maniobrabilidad de los Autobuses en la Planta -1 del Intercambiador de la Plaza de La Marina (áreas de barrido del autobús en el interior de las zonas de maniobra).

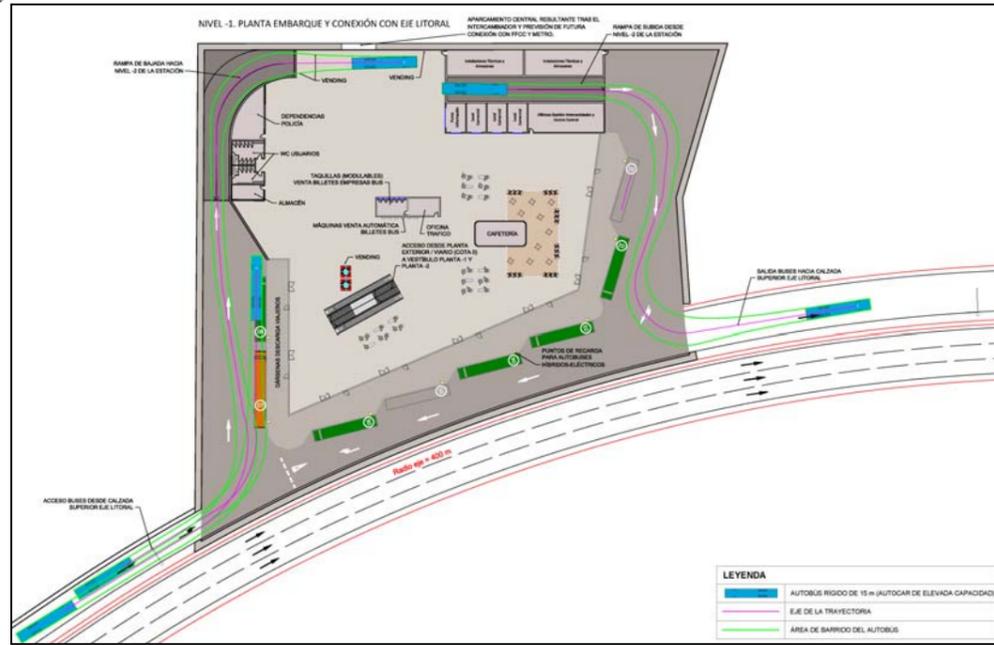


**Ilustración 21:** Comprobación de la Maniobrabilidad de los Autobuses en la Planta -2 del Intercambiador de la Plaza de La Marina (áreas de barrido del autobús en el interior de las zonas de maniobra).

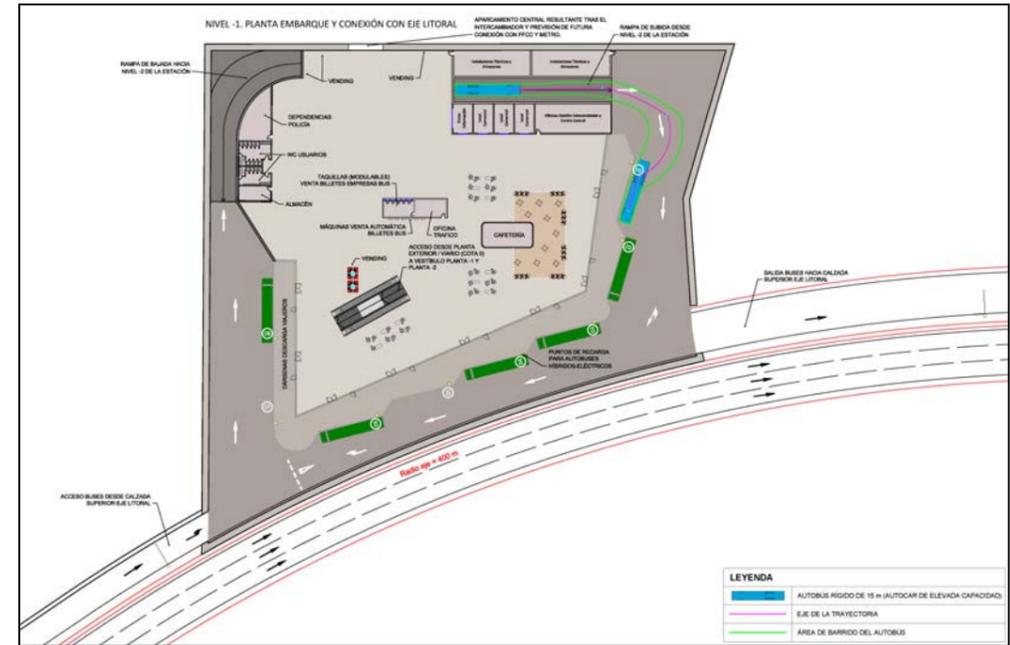


Además de esos planos generales de cada planta, en este apartado se van a ilustrar de forma detallada las maniobras en las zonas de mayor dificultad.

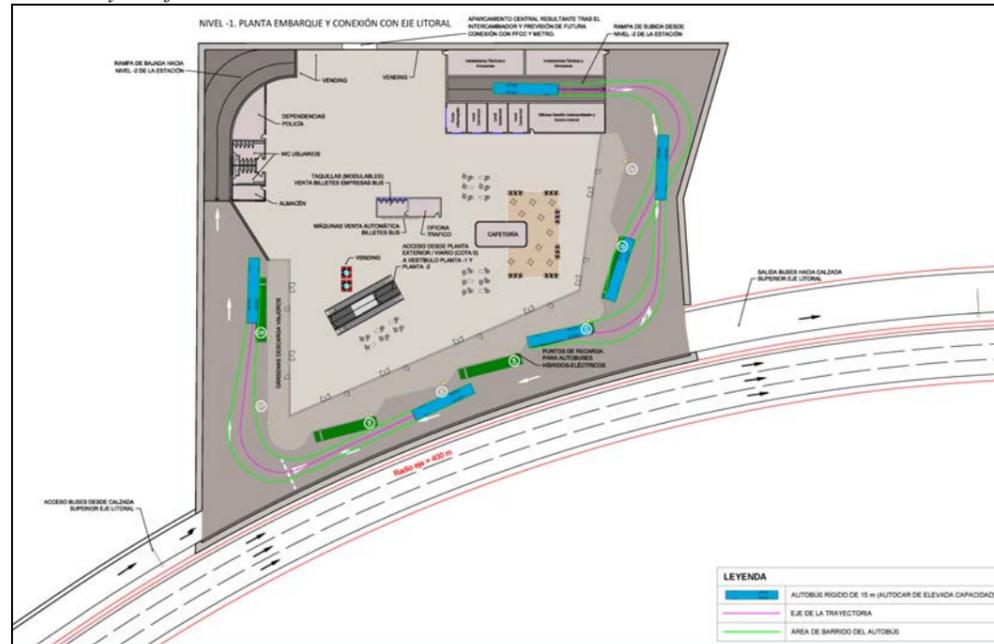
**Ilustración 22:** Comprobación de la Maniobrabilidad de los Autobuses en la Planta -1 del Intercambiador de la Plaza de La Marina (áreas de barrido del autobús en el interior de las zonas de maniobra). Entradas desde el oeste y salidas hacia el este.



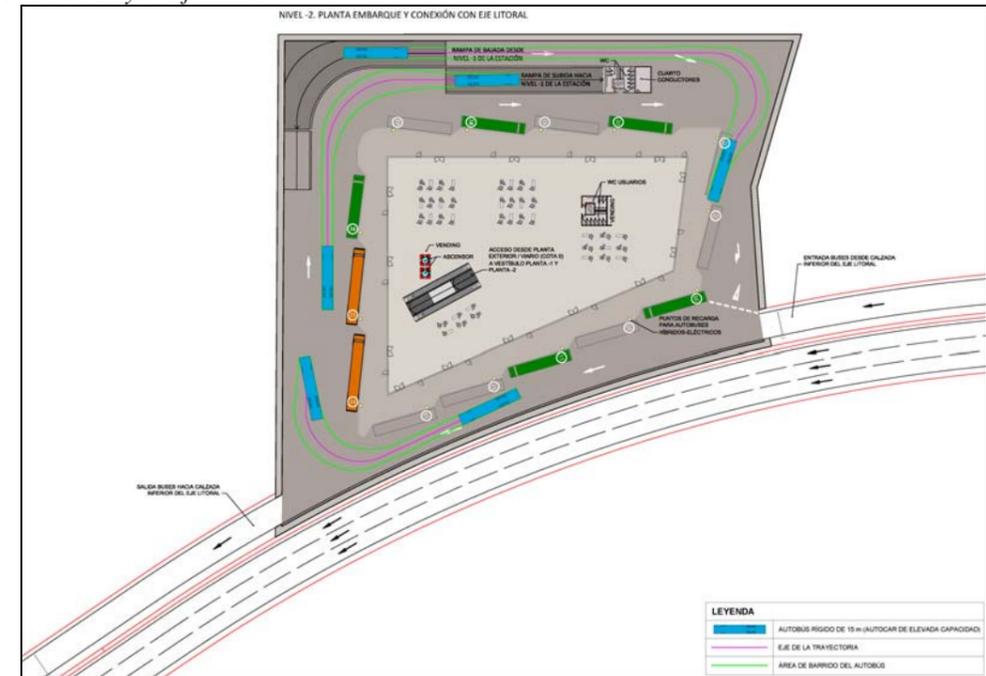
**Ilustración 24:** Comprobación de la Maniobrabilidad de los Autobuses en la Planta -1 del Intercambiador de la Plaza de La Marina (áreas de barrido del autobús en el interior de las zonas de maniobra). Primera dársena desde subida de -2 a -1.



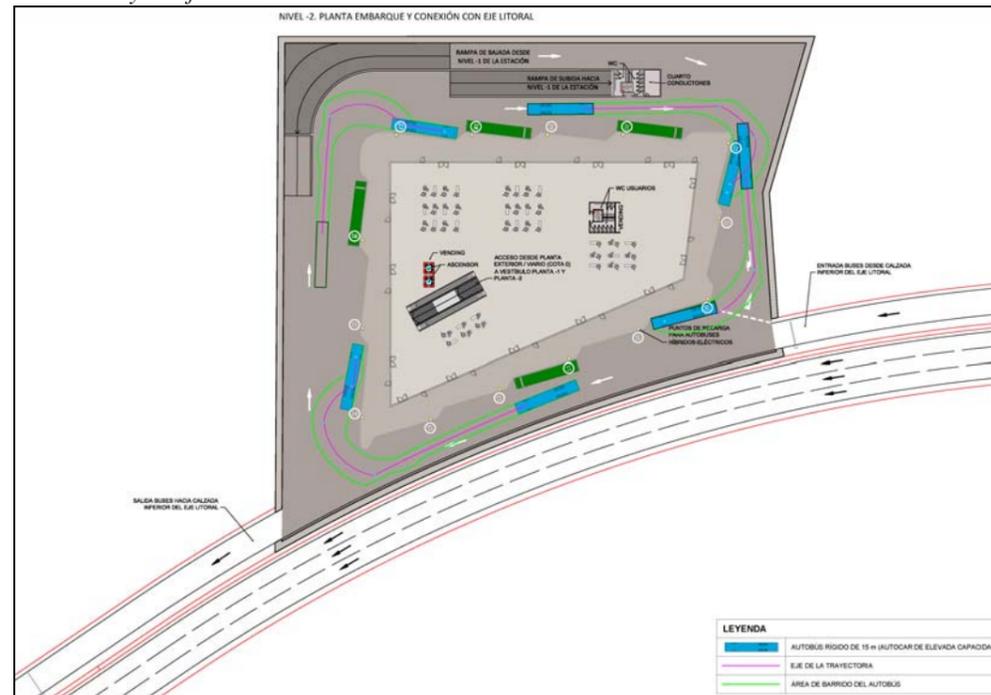
**Ilustración 23:** Comprobación de la Maniobrabilidad de los Autobuses en la Planta -1 del Intercambiador de la Plaza de La Marina (áreas de barrido del autobús en el interior de las zonas de maniobra). Dársenas de maniobras con mayor dificultad.



**Ilustración 25:** Comprobación de la Maniobrabilidad de los Autobuses en la Planta -2 del Intercambiador de la Plaza de La Marina (áreas de barrido del autobús en el interior de las zonas de maniobra). Dársenas de maniobras con mayor dificultad.



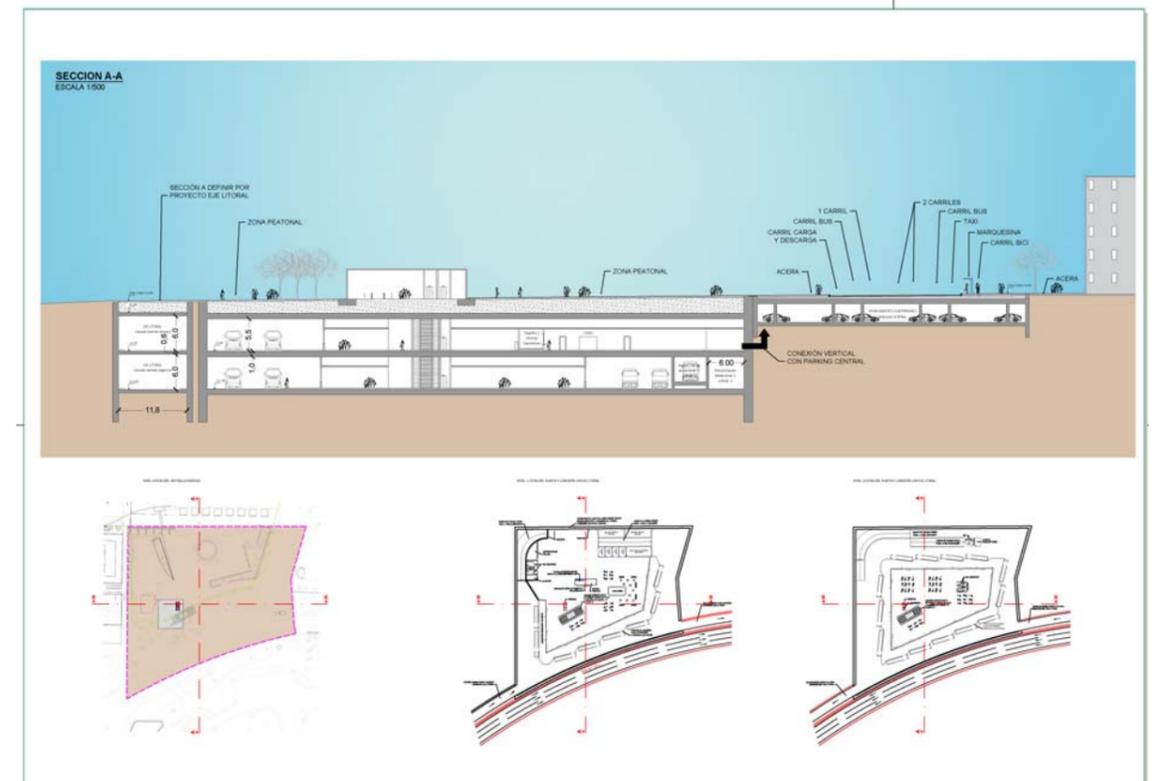
**Ilustración 26:** Comprobación de la Maniobrabilidad de los Autobuses en la Planta -2 del Intercambiador de la Plaza de La Marina (áreas de barrido del autobús en el interior de las zonas de maniobra). Dársenas de maniobras con mayor dificultad.



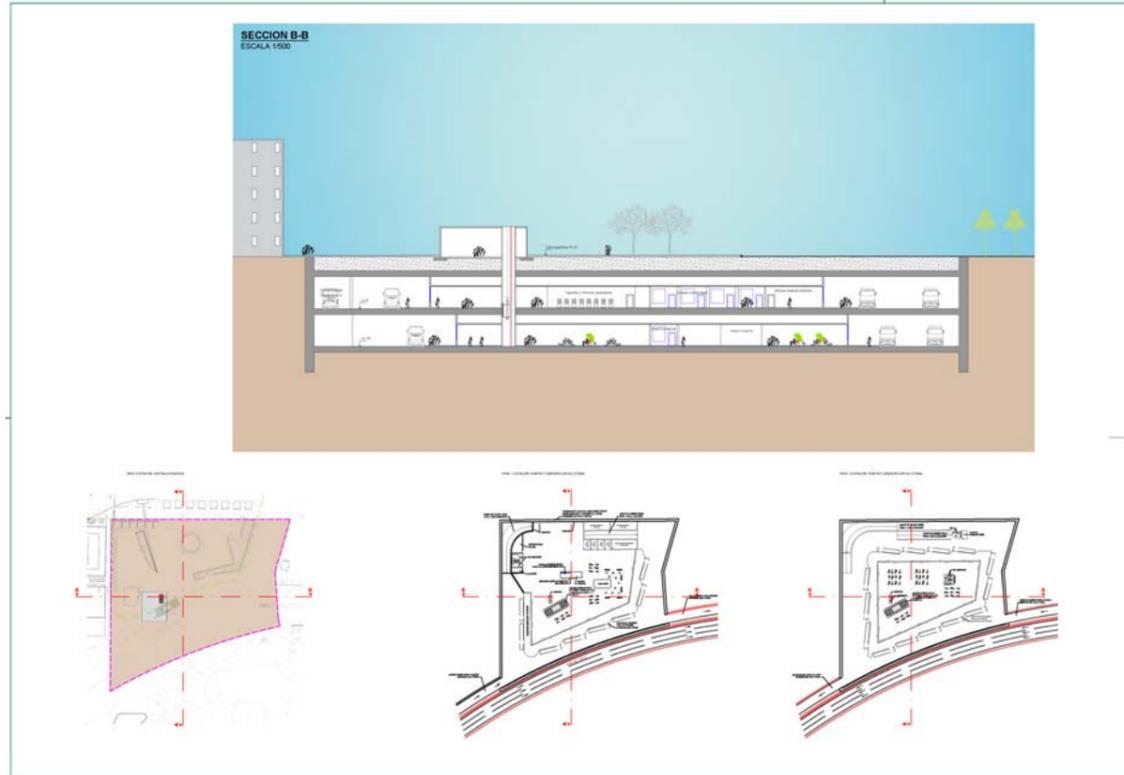
#### 4.5.- SECCIONES DEL INTERCAMBIADOR.

Se incluyen en este apartado las secciones resultantes del Intercambiador de la Plaza de La Marina, entendidas desde el punto de vista de la funcionalidad, las cuales se detallarán en función de las soluciones constructivas en los sucesivos anteproyectos y proyectos de obras.

**Ilustración 27:** Sección Norte-Sur del Intercambiador de la Plaza de La Marina.



**Ilustración 28:** Sección Este-Oeste del Intercambiador de la Plaza de La Marina.



#### 4.6.- ACCESIBILIDAD PEATONAL. NIVELES DE SERVICIO.

##### 4.6.1 Introducción y Metodología propuesta para el Análisis de Movilidad Peatonal.

El diseño funcional propuesto para la estación de autobuses metropolitanos de la Plaza de La Marina contempla un único acceso peatonal de entrada y salida de usuarios, que conecta con la superficie de esta plaza ubicada junto al Centro Histórico de la ciudad.

Por tanto, el punto crítico de concentración de usuarios, donde se va a analizar el tránsito peatonal, es el núcleo de escaleras que conecta la planta de calle con el nivel -1, y la superficie disponible en el edificio sobre rasante propuesto para la entrada y salida de viajeros.

El análisis se realizará, utilizando los criterios de cálculo recogidos en los capítulos dedicados a “**Movilidad Peatonal**” en el **Manual de Capacidad de Carreteras** (HCM en sus siglas en inglés), para DOS ESCENARIOS de demanda de viajeros que utilizarán el Intercambiador:

- ESCENARIO I: Demanda punta según las previsiones de usuarios realizadas.
- ESCENARIO II: Capacidad máxima teórica de autobuses de las dársenas previstas.

#### 4.6.2 Estimación de Demanda de Tránsito Peatonal en el Acceso Peatonal a la Estación.

##### 4.6.2.1 Escenario I: Punta de Demanda prevista en Estudios realizados.

En el Estudio de Demanda realizado con carácter previo a este Estudio Funcional se calculó que la demanda anual de viajeros en esta estación de la Plaza de la Marina se situará en el entorno de 3.600.000 usuarios/año, equivalente a una intensidad diaria de 12.100 viajeros en 597 expediciones en día laborable.

De estudios de demanda en estaciones similares, podemos estimar que en la hora punta anual, la demanda de viajeros alcanza el 15,50% de la intensidad media de un día laborable, por lo que en este caso se tendría una demanda máxima de 1.875 viajeros que llegan o salen en autobús en una hora.

Para utilizar la metodología de cálculo del Manual HCM hay que transformar esta intensidad horaria en una intensidad máxima en tramos de 15 minutos. La utilización del período punta de 15 minutos como unidad de tiempo en la estimación de la intensidad peatonal está recomendado en el “Manual de Ingeniería de Tráfico Vial” de los profesores Víctor Sánchez Blanco y Juan Gardeta Oliveros (Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Colección Escuelas. Año 1997).

Se considera que la intensidad máxima en un tramo de 15 minutos es el 35% de la máxima horaria calculada, con lo que se tendría un flujo de viajeros en el control de acceso de 656 peatones/15 minutos, equivalente a 44 peatones/minuto.

En la hora punta, es previsible que la demanda de usuarios no sea simétrica entre servicios de autobuses de llegadas y salidas, por lo que se estimará que esta intensidad máxima se distribuye 70%-30% entre los dos sentidos de paso.

De esta forma, en este escenario de máxima demanda de viajeros prevista en el Intercambiador se prevén unas intensidades de paso por los tornos del control de accesos que podrán ser las siguientes:

- **OPCIÓN A: 70% de la demanda en llegadas de autobuses:**
  - **Intensidad peatonal de 31 peatones/minuto en salida hacia la calle.**

- **Intensidad peatonal de 13 peatones/minuto en entradas hacia la estación.**

- **OPCIÓN B: 70% de la demanda en salidas de autobuses:**

- **Intensidad peatonal de 13 peatones/minuto en salida hacia la calle .**

- **Intensidad peatonal de 31 peatones/minuto en entrada hacia la estación.**

##### 4.6.2.2 Escenario II: Intensidad Máxima Admisible en Andenes Estación.

En este caso, que tiene carácter de máximo teórico, se calcula la capacidad máxima de operación de autobuses que tienen las dársenas de embarque y desembarque de la Estación Metropolitana, para determinar, a partir de ese dato, la demanda máxima de viajeros que necesitarían entrar y salir de la estación a través de los accesos peatonales.

El número de operaciones que pueden realizarse en cada andén de la Estación depende de dos factores fundamentales:

- **Tiempo de carga / descarga de viajeros de cada autobús.**
- **Tiempo de maniobras de posicionamiento y salida del autobús.**

Los análisis recogidos en el citado “Manual de Ingeniería de Tráfico Vial” para el movimiento de vehículos de transporte público colectivo, indican que el tiempo de carga y descarga de viajeros es variable según las condiciones de los propios vehículos y la cantidad de equipaje transportado por los usuarios. Los valores medios son los del siguiente cuadro.

Tabla 29: Tiempo de Acceso y Salida de Viajeros en función de las Condiciones del Servicio.

TABLA 6.3-9. TIEMPO DE ACCESO Y SALIDA DE VIAJEROS EN FUNCION DE LAS CONDICIONES DE SERVICIO	
CONDICIONES	TIEMPO POR VIAJERO EN SEGUNDOS
<b>DESCARGA (SALIDA)</b>	
Escaso equipaje o paquetes; pocos transbordos	1,5 a 2,5
Cantidad moderada de equipaje de mano o muchos transbordos	2,5 a 4,0
Equipaje considerable en estanterías a bordo (relaciones interurbanas)	4,0 a 6,0
<b>CARGA<sup>a</sup> (ACCESO)</b>	
Abono previo a la entrada, o a la salida del autobús	1,5 a 2,5
Tarifa de moneda única o ficha, con caja de caudales para su recogida	2,0 a 3,0
Tarifa para pago en metálico, de varias monedas y abonable a bordo	3,0 a 4,0
Tarifa por zonas abonada previamente y cancelada a bordo	4,0 a 6,0
Tarifa múltiple por zona; en metálico; con cancelación a bordo	6,0 a 8,0

<sup>a</sup> Añádase un segundo cuando exista recibo por el abono de la tarifa.  
 NOTA: Se supone un solo canal de acceso.  
 FUENTE: Adaptado de la Ref. 4, Ref. 42.

Para los servicios de **llegada a la Estación (descarga de viajeros)**, considerando que en la Estación operarán líneas de carácter metropolitano en su mayoría, con un porcentaje relevante de turistas en las épocas vacacionales, se considera un **tiempo medio de descarga de 3,5 segundos/viajero**. Con una ocupación media de los autobuses de 45 personas, **el tiempo medio para el descenso de los pasajeros será de 157,5 segundos**.

Para la **operación de carga**, el **tiempo medio** que se va a considerar a partir de los valores de la tabla anterior es **de 5,5 segundos/viajero**. Con la misma ocupación media indicada antes, **el tiempo medio por autobús será de 247,5 segundos**.

Como valor a efectos de determinar la capacidad máxima de la Estación, se considera como hipótesis de cálculo que se producen 2/3 de operaciones de descarga (llegadas a la Estación) y 1/3 de carga (salidas de la Estación). Así, **el tiempo medio de subida o bajada de viajeros será de 188 segundos**.

A estos tiempos hay que añadir el tiempo de despeje, correspondiente a las maniobras de entrada y salida del vehículo del andén, así como a las operaciones auxiliares que realiza el conductor

(apertura/cierre de maleteros, conexión de sistemas del vehículo, arranque/parada del motor, etc.). **El tiempo medio de despeje observado en las operaciones de una Estación se sitúa en 120 segundos por cada autobús**.

Por tanto, **el tiempo medio que un autobús necesita para operar en cada andén de la Estación con la subida y bajada de todos sus viajeros se establece en 308 segundos (188 + 120)**. Por ello, en cada andén podría realizarse una operación cada 5 minutos (12 operaciones/hora por andén). Considerando que el diseño funcional propuesto prevé 22 andenes, **la capacidad máxima de la Estación sería de 264 operaciones por hora**.

Por otra parte, **la capacidad máxima de la infraestructura estará limitada por la de las vías de circulación para entrada y salida de los autobuses**. Estos accesos son **dos carriles exclusivos para autobuses que operen en la Estación por cada planta que enlazan con los túneles de circulación general del futuro Eje Litoral soterrado**, con las entradas y salidas reguladas por barreras en las que se tiene que identificar al autobús que accede. El **ritmo máximo** de paso por cada barrera de entrada y salida es de **un autobús cada 10 segundos**. Por tanto, en una hora **pueden acceder como máximo a la Estación 360 autobuses por cada entrada, en total 720 buses/hora, cifra más alta que la calculada por el número de andenes disponibles, y por tanto no asumible por los andenes**.

En definitiva, **si se produce la intensidad máxima de autobuses asumible por número de andenes (264 buses/hora) con la ocupación media estimada de 45 pasajeros, la intensidad de usuarios será de 11.880 viajeros/hora**.

Si se transforma esta cifra a las unidades de medida aplicables al cálculo del HCM, se tiene una intensidad de **198 peatones/minuto**, que para la modelización se puede dividir entre un 70% de llegadas de autobuses (**139 peatones/minuto hacia el exterior de la estación**) y un 30% de salidas (**59 peatones/minuto hacia el vestíbulo de viajeros desde la plaza exterior**).

#### 4.6.2.3 Capacidad máxima de las escaleras mecánicas a instalar en la conexión desde la planta calle al vestíbulo del nivel -1.

En el apartado anterior se ha obtenido como intensidad máxima de tránsito peatonal, en un sentido, para los dos escenarios planteados, las siguientes cifras:

- Escenario I (Intensidad Máx. Estudio de Demanda): 31 peatones/min.
- Escenario II (Capacidad Máxima Andenes Estación): 139 peatones/min.

Unas **escaleras mecánicas** con anchura de peldaño de 100 cm y velocidad de traslación de 0,50 m/s pueden transportar un máximo teórico de 9.000 personas/hora, si bien los fabricantes consideran que la capacidad efectiva en condiciones aceptables de confort para los usuarios, corresponde a una intensidad horaria de entre **4.500 y 6.000 personas/hora**.

*Tabla 30: Capacidad efectiva de transporte de las escaleras.*

Anchura de peldaños	Capacidad teórica de transporte v = 0,5 m/s	Capacidad efectiva de transporte a una velocidad nominal de v = 0,5 m/s		
		sin aglomeración	conveniente	con aglomeración
600 mm	4500 personas/h	1800 pers./h	2700 pers./h	3600 pers./h
800 mm	6750 personas/h	2400 pers./h	3600 pers./h	4800 pers./h
1000 mm	9000 personas/h	3000 pers./h	4500 pers./h	6000 pers./h

Estas intensidades, transformadas en capacidad de peatones por minuto, son equivalentes a un rango de entre **75 y 100 peatones/minuto como capacidad efectiva, con un máximo teórico de 150 peatones/minuto**.

**La conclusión es que, con una escalera mecánica por sentido, la intensidad máxima de tránsito peatonal previsible con el estudio de demanda realizado está perfectamente cubierta, y que en caso de que esta demanda se aproxime a la capacidad máxima de la estación podría ser necesario ampliar el número de escaleras mecánicas en el enlace desde el exterior a la planta -1.**

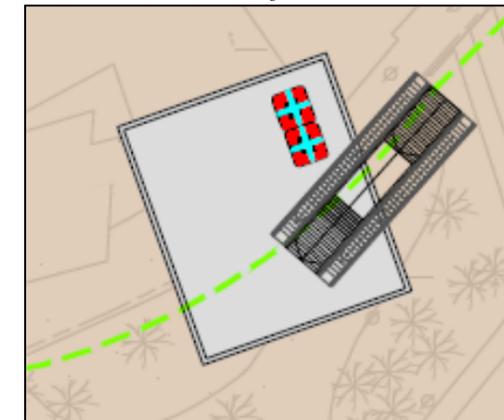
Esta ampliación se podría realizar instalando una tercera escalera mecánica, que se utilizaría con sentidos de marcha variable en las horas punta en función de si los picos son de autobuses de llegadas o de salidas.

#### 4.6.2.4 Cálculo de Nivel de Servicio Peatonal en Acceso desde Plaza de la Marina.

Con las intensidades en períodos punta de 15 minutos que se han calculado en los anteriores apartados, y teniendo en cuenta la superficie disponible en el edificio previsto en superficie para acoger el acceso de usuarios, es posible calcular el Nivel de Servicio para cada uno de los escenarios analizados.

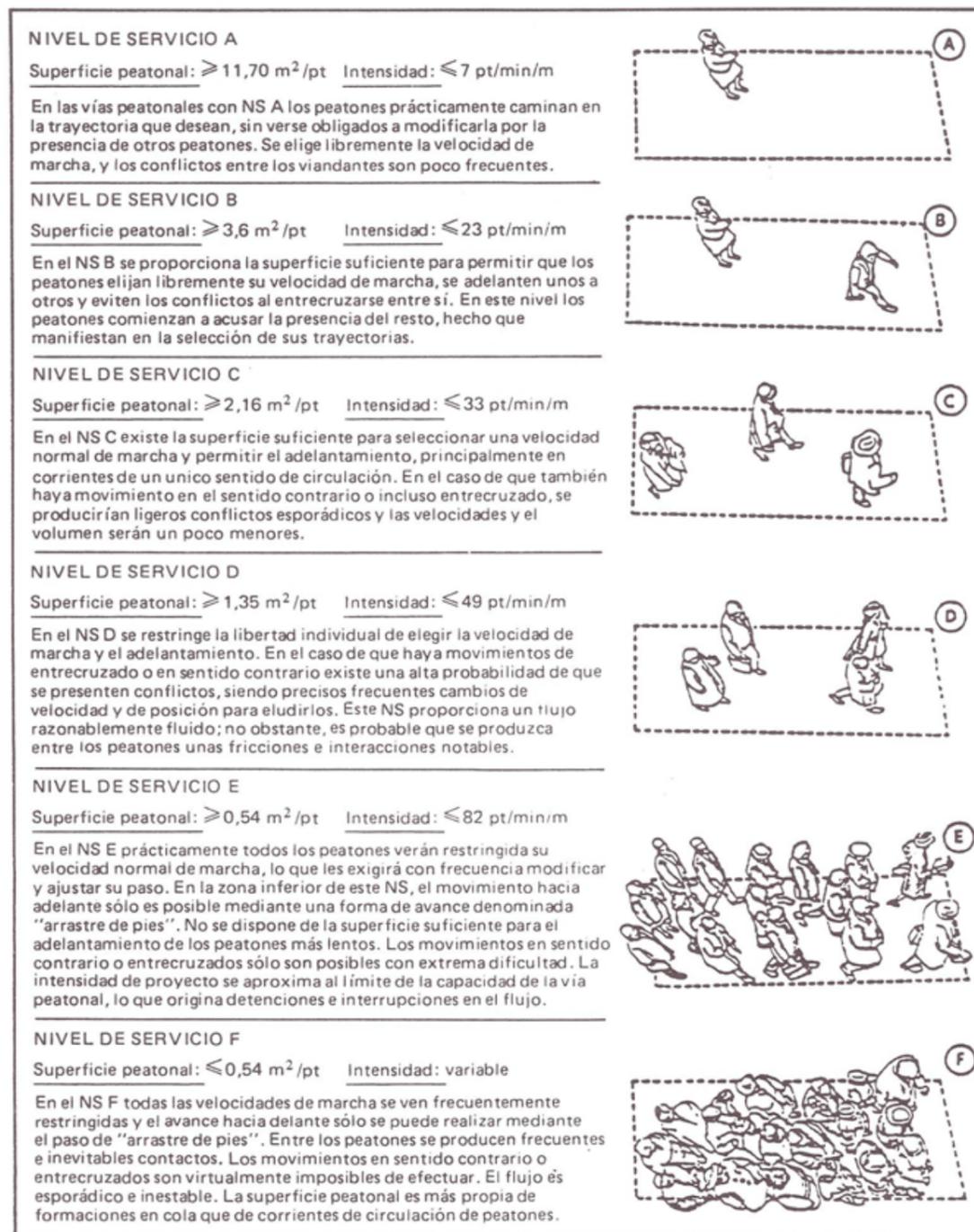
La propuesta de acceso exterior que se incluye en el diseño funcional consta de un pequeño edificio de forma rectangular del que parten el núcleo de escaleras (mecánicas y peatonales) y dos ascensores que conectan con las dos plantas subterráneas, como se recoge en la imagen siguiente, procedente de los planos de diseño.

*Ilustración 31: Edificio para acceso exterior desde Plaza de La Marina.*



**Los Niveles de Servicio están definidos en el HCM en función de la superficie media disponible para cada peatón, la comodidad personal y el grado de movilidad interna, según la siguiente figura, extraída del HCM 2000.**

Ilustración 32: Niveles de Servicio Peatonales, según HCM.



Considerando una velocidad media de avance de los peatones de 75 metros por minuto, y que la distancia a recorrer desde la parte superior de las escaleras mecánicas hasta las salidas al exterior es de 10 metros como media, el **tiempo necesario para realizar este recorrido será de 8 segundos**.

Para cada una de las intensidades punta calculadas, en estos 8 segundos que dura el tránsito de un peatón desde que entra en el edificio del acceso hasta que llegue al borde de las escaleras se encontrarán dentro de la superficie del acceso las personas siguientes en los dos escenarios de demanda de viajeros que se están considerando:

- Escenario I: Intensidad Máxima Estudio Demanda (44 peatones/minuto): 5,90 peatones.
- Escenario II: Capacidad Máxima Andenes (198 peatones/minuto): 26,40 peatones.

La superficie disponible para el tránsito de estos viajeros es la que existe entre la línea de tornos y el acceso a las escaleras, que es de 260 m<sup>2</sup> en el diseño propuesto. Por tanto, la superficie disponible por peatón en cada escenario será la siguiente:

- Escenario I: Intensidad Máxima Estudio Demanda: 44,07 m<sup>2</sup>/peatón.
- Escenario II: Capacidad Máxima Andenes: 9,85 m<sup>2</sup>/peatón.

Por tanto, en el primero de los escenarios considerados, que se ajusta a las **previsiones de demanda real estimadas con los servicios regulares que utilizarán el Intercambiador**, se obtendría un **Nivel de Servicio A**: "los peatones prácticamente caminan en la trayectoria que desean, sin verse obligados a modificarla por la presencia de otros peatones. Se elige libremente la velocidad de marcha, y los conflictos entre los viandantes son poco frecuentes".

En el **caso extremo de que el Intercambiador tenga todas las operaciones que pueden operar en los andenes previstos**, se obtendría Nivel de Servicio B: "Existe superficie suficiente para permitir que los peatones elijan libremente su velocidad de marcha, se adelanten unos a otros, y eviten los conflictos al cruzarse entre ellos".

Por tanto, **en la situación más desfavorable que podría producirse para el tránsito peatonal, que evidentemente ocurriría con una frecuencia mínima durante la vida útil del intercambiador, el Nivel de Servicio sería B, lo cual garantiza la comodidad de los usuarios en sus entradas y salidas de la terminal.**

#### 4.6.3 Necesidad de Planificación para la Evacuación en Situaciones de Emergencia.

Los apartados anteriores han justificado la viabilidad de la accesibilidad peatonal para la operativa funcional, tanto en el escenario de la demanda prevista, como en el supuesto de la máxima capacidad admisible de los andenes de la estación.

Por otra parte, las estaciones subterráneas en las grandes ciudades como la que nos ocupa son espacios donde la concentración de personas por metro cuadrado puede llegar a ser muy alta. Las características arquitectónicas singulares debidas a la actividad que se desarrolla en ellas, así como la particularidad de que las personas compartan espacios, les proporciona un carácter extraordinario ante una situación de emergencia.

La evacuación de las personas es un problema común a todas las actividades y radica en que la totalidad de sus ocupantes, en cualquier instante, deben tener la posibilidad de desplazarse hasta un lugar seguro, en el tiempo adecuado y con las suficientes garantías de seguridad.

Es por ello por lo que, en posteriores estudios, se debe analizar el proceso de evacuación de la infraestructura, comprobando que el dimensionamiento previsto (salidas de emergencia) de los medios de evacuación de acuerdo con la normativa de aplicación sea realmente adecuado desde el punto de vista de la seguridad.

En estas edificaciones es necesario extremar y mejorar las condiciones de protección contra incendio (más allá de lo que exige la normativa) para que, en caso de emergencia, se minimicen los daños personales o materiales. Especial relevancia tendrá, por tanto, en futuros proyectos, el plan de emergencia y evacuación que se desarrolle, el cual debe perseguir los siguientes objetivos:

- Evitar el origen de las emergencias, estableciendo las medidas de prevención adecuadas a los riesgos presentes.
- Conocer el establecimiento o el edificio y sus instalaciones, la peligrosidad de los distintos sectores, los medios de protección disponibles y las carencias existentes.

- Garantizar la fiabilidad de todos los medios de protección y de las instalaciones generales, mediante la implantación de un adecuado sistema de inspección y mantenimiento.
- Establecer una organización que permita actuar con rapidez y eficacia ante situaciones de emergencia.
- Disponer de personas formadas en las acciones a emprender para el control de las emergencias.
- Tener informado a todo el personal ocupante del edificio de las acciones que debe llevar a cabo en situación de emergencia.
- **Regular y organizar la evacuación ordenada del edificio en caso de necesidad.**
- Hacer cumplir la normativa vigente sobre seguridad.
- Preparar y facilitar la posible intervención de los recursos y medios exteriores en caso de emergencia (bomberos, ambulancias, policía, etc...).
- Permitir la integración del plan de autoprotección/emergencia en otros de ámbito superior.

Es importante dotar los recorridos de evacuación de sistemas de señalización de seguridad fotoluminiscente a baja altura, que facilite a los viajeros identificar fácilmente las vías de evacuación en caso de emergencia cuando el humo disminuya la eficacia de la señalización de evacuación en altura en los paramentos verticales.

En una estación como la que es objeto de estudio, se debe prestar especial atención a las escaleras de evacuación ascendentes, dado que en caso de emergencia y en la mayoría de ocasiones, dicha evacuación será vertical hasta llegar al exterior o a una zona segura. Así un eficaz y continuo balizamiento de todos los peldaños, rellanos y pasamanos de las escaleras de evacuación ascendentes asegurará una correcta evacuación.

Todos los elementos constructivos y todos los dispositivos que estén dentro del recorrido de evacuación que puedan generar algún tipo de impedimento o disminución de la progresión de los usuarios en caso de evacuación, deberán ser balizados de un modo continuo y preferentemente indicando el sentido de dicho recorrido. Están incluidos en este ámbito los controles de acceso (tornos), papeleras, sistemas de publicidad estática, tabicas de escaleras fijas, etc.

#### 4.7.- COMPROBACIÓN DE LA VIABILIDAD GENERAL DEL TRÁFICO.

##### 4.7.1 Datos de Partida.

Para la realización de la comprobación de la viabilidad general del tráfico junto a los accesos del Intercambiador, en primer lugar, se requiere conocer la demanda de autobuses que entrará-saldrá de la Estación. Para ello, se toman como base los siguientes estudios:

- Estudio de Demanda de los Intercambiadores de la Explanada de la Estación y de La Marina (Promálaga-Estudio 7, 2019-2020).
- Estudio de Accesos de los Intercambiadores de la Explanada de la Estación y de La Marina (Promálaga-Estudio 7, 2020).

Tomando como referencia ambos estudios, se presenta inicialmente la distribución y cuantificación de accesos al Intercambiador tanto en día laborable medio como en hora punta.

**Ilustración 33:** Identificación y cuantificación de accesos del Intercambiador de La Marina (estudios previos 2020).



Seguidamente, y tomando como base el Estudio de Tráfico del Eje Litoral (2020), donde se tienen asignaciones actuales y futura en la red viaria, en horas punta de mañana y de tarde, en el entorno de la Plaza de La Marina, la viabilidad del tráfico requiere comprobar si las demandas previstas futuras (actuales + prognosis), unidas a la previsión de accesos de los autobuses al Intermcambiador (extrapoladas a vehículos equivalentes), son asumibles para la red viaria resultante. Para ello, se exponen inicialmente los datos de partida (asignaciones actuales y futuras), sin incluir las demandas de los autobuses de la Estación.

**Ilustración 34:** Demandas actuales de Tráfico en Hora Punta de Mañana.



**Ilustración 35:** Demandas actuales de Tráfico en Hora Punta de Tarde.



Ilustración 36: Demandas futuras de Tráfico en Hora Punta de Mañana, sin incluir los tráficos previstos de entrada-salida de autobuses del Intercambiador.



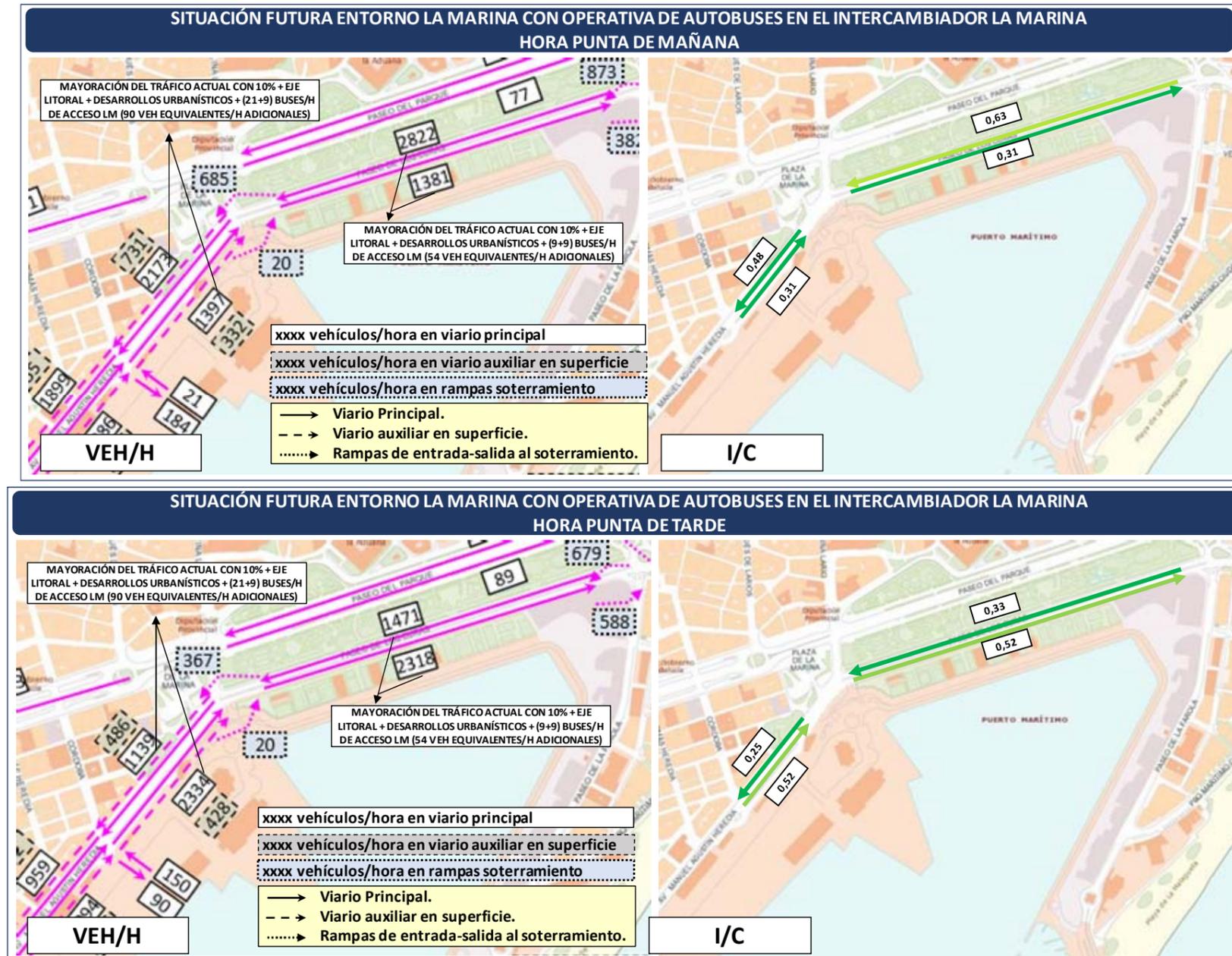
Ilustración 37: Demandas futuras de Tráfico en Hora Punta de Tarde, sin incluir los tráficos previstos de entrada-salida de autobuses del Intercambiador.



4.7.2 Análisis Macro.

En este apartado, tras añadir la cuantificación y cualificación del tráfico de autobuses hacia el Intercambiador sobre la situación futura (actual + prognosis), se comprueba, a nivel macro, que **el tráfico del entorno está perfectamente capacitado para asumir estas intensidades de tráfico equivalentes**, tal y como se desprende de las siguientes ilustraciones.

**Ilustración 38:** Comprobación de la viabilidad final del tráfico en el entorno de la actuación, observando cómo los tráficos finales previstos (actual + prognosis + demandas de autobuses en el Intercambiador) se canalizan correctamente por la oferta viaria existente.



#### 4.7.3 Valoración Global.

Tanto el Paseo de Los Curas (Acceso Este) como la Avda. Manuel Agustín Heredia (Acceso Oeste), o lo que es lo mismo, el Eje Litoral, forman parte de la Red Viaria Principal de la Ciudad de Málaga.

Se trata por tanto, por definición, de viario especializado en viajes de largo y medio recorrido a través de la ciudad con el objeto de canalizar los desplazamientos en el interior del núcleo urbano. Este viario, de mayor capacidad, está diseñado para mayores velocidades de circulación. Garantizará la conectividad y fluidez de la circulación de los vehículos privados y del transporte público sin mermar la capacidad de circular de los peatones.

Son, en consecuencia, vías mayoritariamente de pasar. Por ello, debe existir movilidad peatonal o en bicicleta, con espacios delimitados (segregados). Las líneas de transporte público de alta capacidad utilizarán estos itinerarios, siendo aconsejables, según el caso, la reserva de plataforma reservada para ello. Se evitará en la medida de lo posible la existencia de zonas de aparcamiento, ya que durante la maniobra de estacionamiento se pierde parcialmente capacidad de la vía, además de fomentar la atracción como destino, cuando no es la finalidad de estas vías.

Por tanto, los accesos previstos cumplen con la funcionalidad incluida en la Planificación Territorial y de Movilidad (PGOU y PEMUS), cumpliendo por tanto con las necesidades planteadas en este Estudio Funcional.

En cualquier caso, la viabilidad final del tráfico quedará supeditada a la proyección final del Eje Litoral, actualmente en proceso de realización.

Finalmente, conviene destacar que se está trabajando en la implantación de una Zona de Bajas Emisiones (ZBE) en el Área Central de la Ciudad, acorde a lo indicado en el Plan del Clima Málaga 2050 (Plan Alicia 2050), donde el ámbito de estudio estaría incluido. Esta ZBE tiene por objeto mejorar la calidad del aire y las condiciones de movilidad, fomentando la movilidad en transporte público y en modos motorizados menos contaminantes que los vehículos de combustión interna. Es por ello por lo que, llegado el momento, la operativa de los autobuses de transporte público estará autorizada en este entorno restringido.

## 5.- PRÓXIMOS ESTUDIOS DE DETALLE.

Como se ha comprobado, el presente Estudio Funcional ha analizado y resuelto las necesidades operativas del Intercambiador de la Plaza de La Marina, con la propuesta de soluciones en cuanto a la proyección de usos, en planta y en alzado, así como de sus accesos.

El objetivo final de este estudio es, por tanto, sentar las bases para poder desarrollar un anteproyecto, o proyecto constructivo, de la infraestructura, con el menor número posible de incógnitas. Se considera más adecuado ir despejando las incógnitas de funcionalidad y diseño del Intercambiador, previamente al encargo del proyecto, frente a la alternativa de encargar el proyecto con excesivas alternativas posibles.

De acuerdo con ese razonamiento, ahora, comenzaría una nueva fase para el desarrollo del Intercambiador que ya contemple todas las cuestiones necesarias para el desarrollo de la propuesta funcional realizada, teniendo en cuenta otros condicionantes, más allá de los operativos/funcionales, como son:

- **Soluciones estructurales:**

- Definición del sistema estructural del Intercambiador (cimentación, estructura portante y estructura horizontal) de forma que se conozca la situación y dimensiones de las cimentaciones y de los pilares en las plantas.
- Coordinación con la estructura del Soterramiento del Eje Litoral.

- **Instalaciones específicas**, tales como ventilación, climatización, protección contra incendios, electricidad (media y baja tensión) e iluminación, saneamiento y drenaje, abastecimiento de agua y red de riegos e hidrantes, aparatos elevadores y escaleras mecánicas, ...

- **Energía:** Con el objetivo de lograr un Intercambiador de consumo casi nulo, que permita obtener una óptima calificación en herramientas de evaluación ambiental, se requieren las diferentes instalaciones térmicas necesarias para lograr los siguientes objetivos.

- Reducción de las demandas energéticas del conjunto en base a soluciones pasivas orientadas y un diseño planteado para el uso y en la zona climática de referencia.
- Implementación de unos sistemas energéticos que, dando respuesta óptima al confort de los usuarios, sean altamente eficientes, tanto en diseño como en operación y consumo.
- Dimensionamiento de las instalaciones de producción de energías renovables, coherentes con el conjunto y que permitan compensar los requeridos para la infraestructura, siendo recomendable, en concreto, un sistema de aprovechamiento de la energía geotérmica.
- Diseño e implementación de un sistema de gestión energética inteligente que permita gestionar las instalaciones de forma óptima y proponer soluciones de mantenimiento preventivo.

- **Arquitectura de interiores:** Más allá de la zonificación de usos interiores proyectados en el presente estudio funcional, se requiere un mayor detalle de los espacios destinados al uso de los viajeros, así como de las empresas de transporte y del gestor del Intercambiador. En este sentido, resulta muy recomendable distribuir estos espacios interiores de tal forma que incorporen luz y ventilación natural en el interior del Intercambiador.

- **Plan de Evacuación y Diseño de Itinerarios-Salidas de Emergencia:** La totalidad de los ocupantes del Intercambiador, en cualquier instante, debe tener la posibilidad de desplazarse hasta un lugar seguro, en el tiempo adecuado y con las suficientes garantías de seguridad. Es por ello por lo que, en posteriores estudios, se debe analizar el proceso de evacuación de la infraestructura, comprobando que el dimensionamiento previsto (salidas de emergencia) de los medios de evacuación de acuerdo con la normativa de aplicación sea realmente adecuado desde el punto de vista de la seguridad.

- **Instalaciones específicas para un óptimo Sistema de gestión del Intercambiador**, que contemple, al menos, instalación común de telecomunicaciones (RTV, TB, TLCA y

RDSI), red de cableado estructurado (voz y datos), megafonía, sistema contra intrusión, circuito cerrado de televisión, gestión técnica centralizada, sistema de información al público, Sistema de telecomunicaciones y cobertura radioeléctrica, sistema de gestión de tráfico, OCR, Conteo, SGI,...

- **Diseño en superficie de la Plaza de La Marina:** a partir de la propuesta de ordenación que se tiene en el presente estudio funcional, se requiere un diseño urbanístico de la zona de estudio. Es conveniente otorgar a este aspecto especial relevancia, al objeto de contribuir a que este Nodo de Intercambio de Modal se erija como uno de los emblemas de la ciudad, hecho este acentuado por su excelente localización, como elemento de unión entre el Centro Histórico y el Puerto de Málaga.

## 6.- PLANOS.

### 1. PLANTA.

1.1. ORDENACIÓN EN SUPERFICIE. NIVEL 0.

1.2. PLANTA -1.

1.3. PLANTA -2.

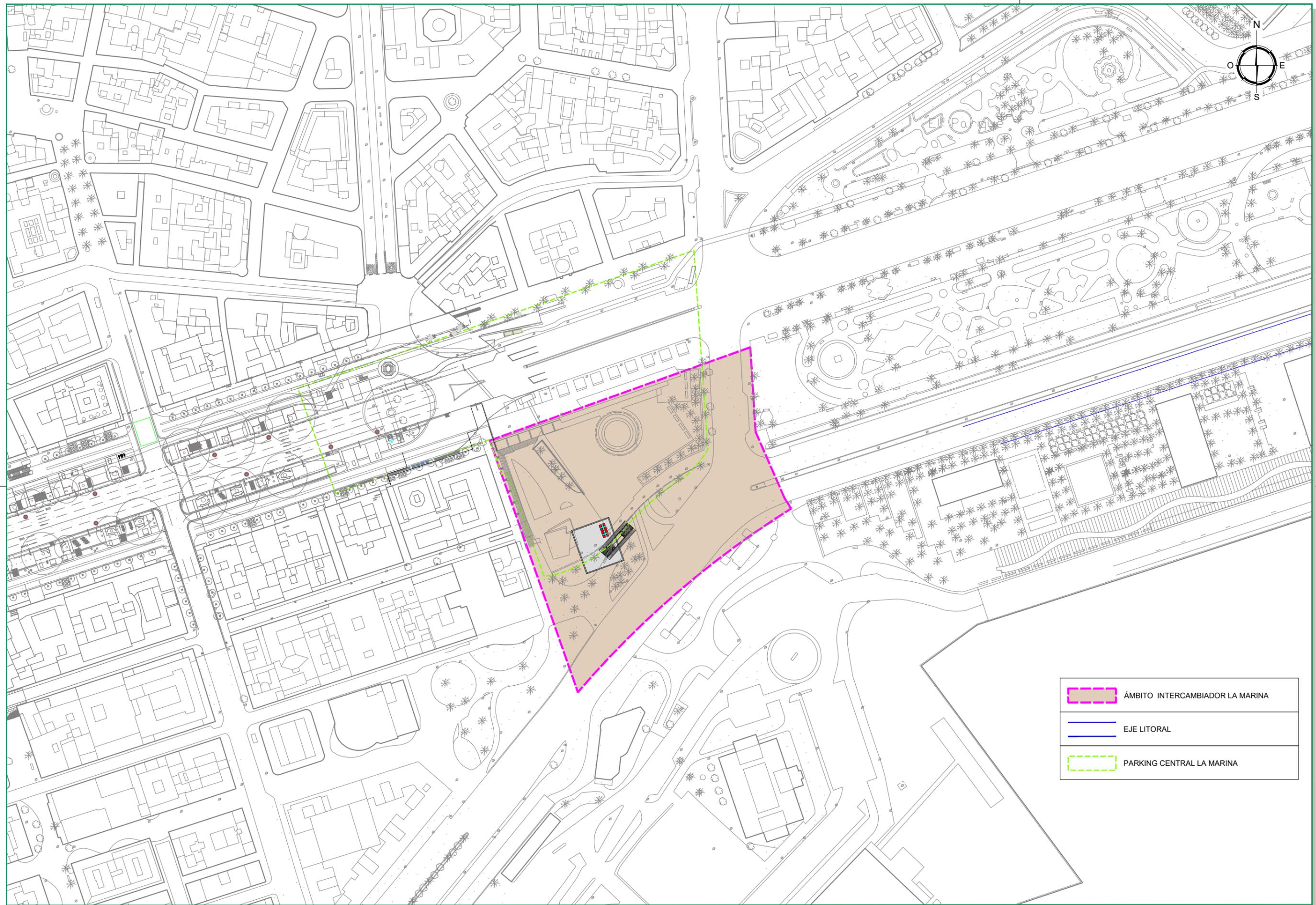
### 2. SECCIONES.

2.1. NORTE-SUR.

2.2. ESTE-OESTE.

### 3. COMPROBACIÓN DE LA MANIOBRABILIDAD DE LOS AUTOBUSES.

Málaga. Junio de 2021.



- ÁMBITO INTERCAMBIADOR LA MARINA
- EJE LITORAL
- PARKING CENTRAL LA MARINA

PETICIONARIO



CONSULTORA



ESCALA



UNE A-3 ORIGINALS

GRAFICAS

TITULO

**ESTUDIO FUNCIONAL DE LA ESTACIÓN DE AUTOBÚS SUBTERRÁNEA DE LA MARINA (MÁLAGA)**

FECHA

JUNIO 2021

DESIGNACIÓN

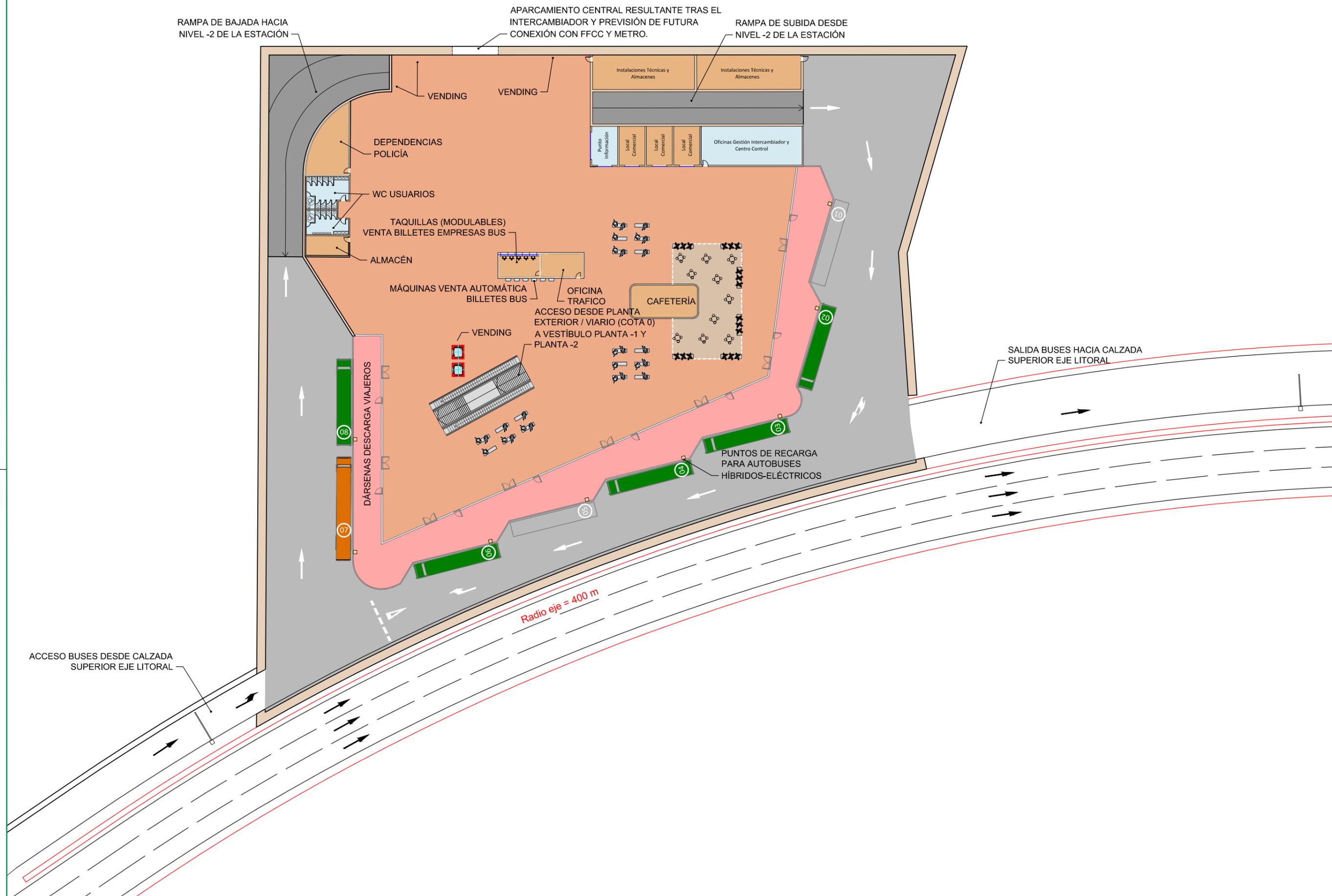
PLANTA. ORDENACIÓN EN SUPERFICIE. NIVEL 0

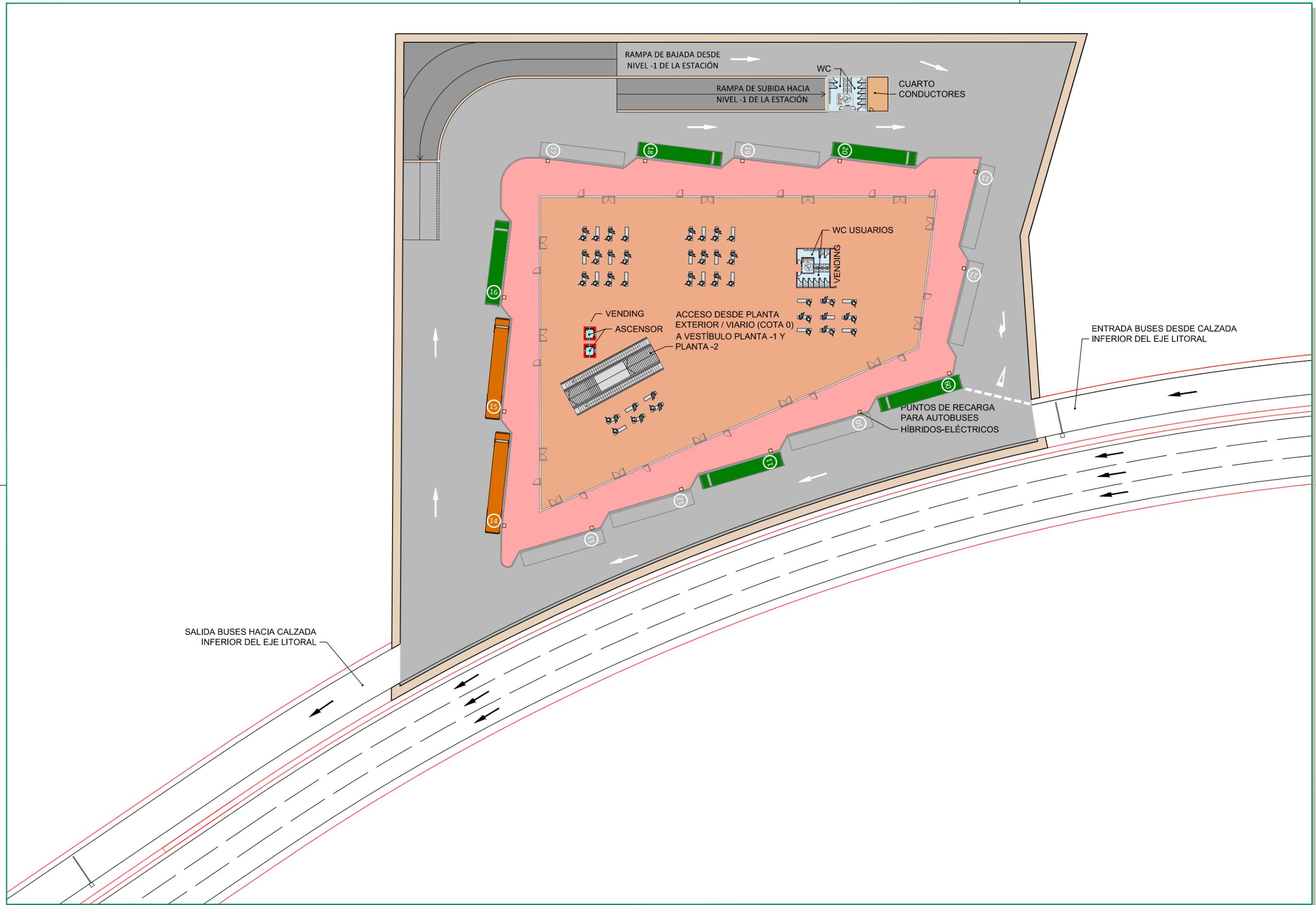
Nombre del fichero digital 1.1-1.3 Plantas.dwg

PLANO N°

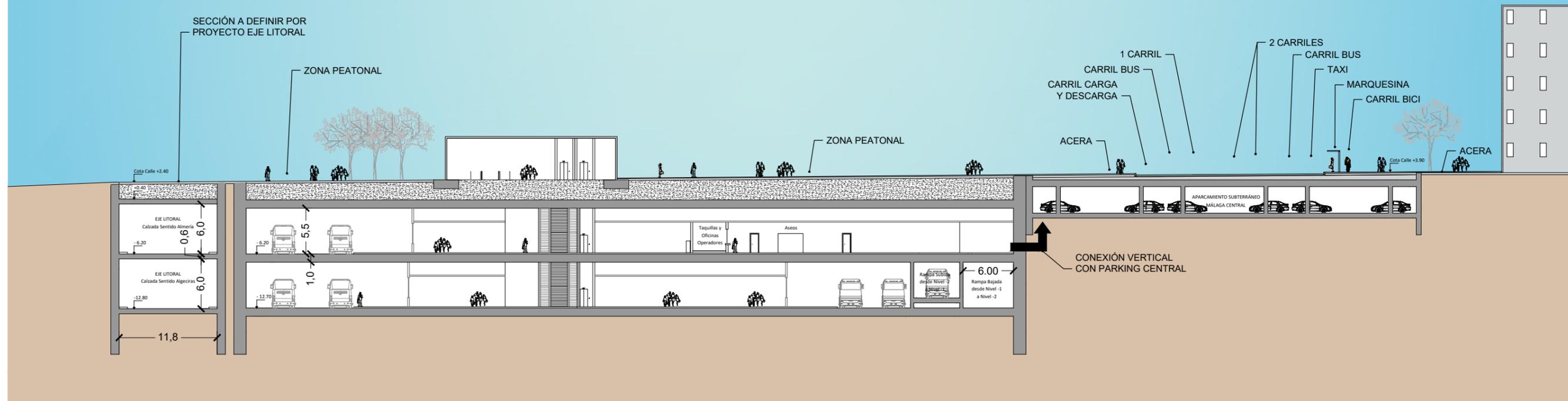
1.1

HOJA...1...DE...1...

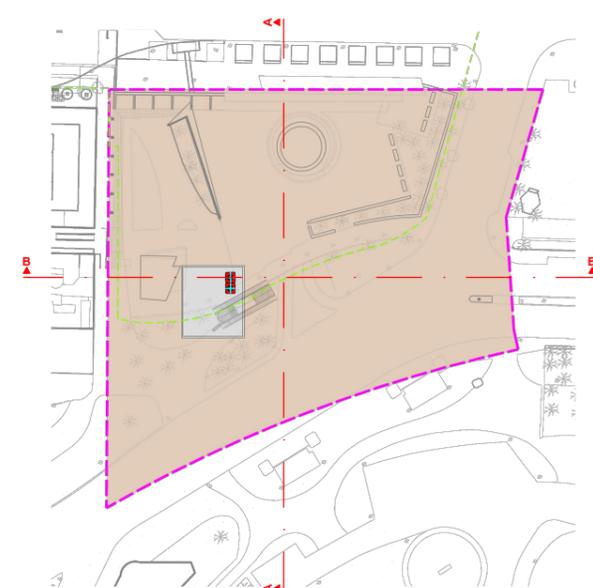




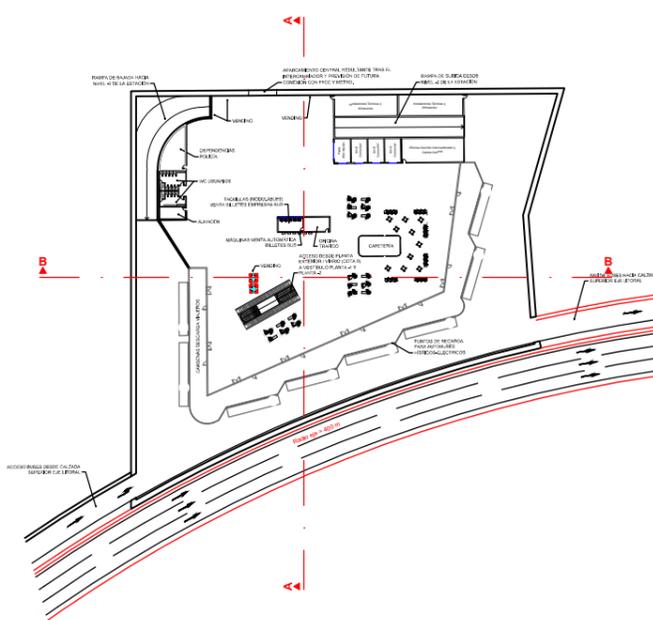
**SECCION A-A**  
ESCALA 1/500



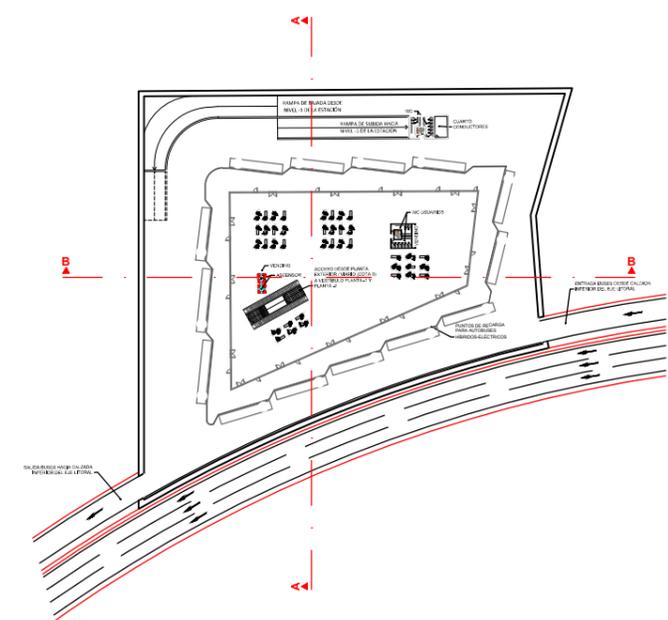
NIVEL 0 ESTACIÓN. VESTIBULO VIAJEROS



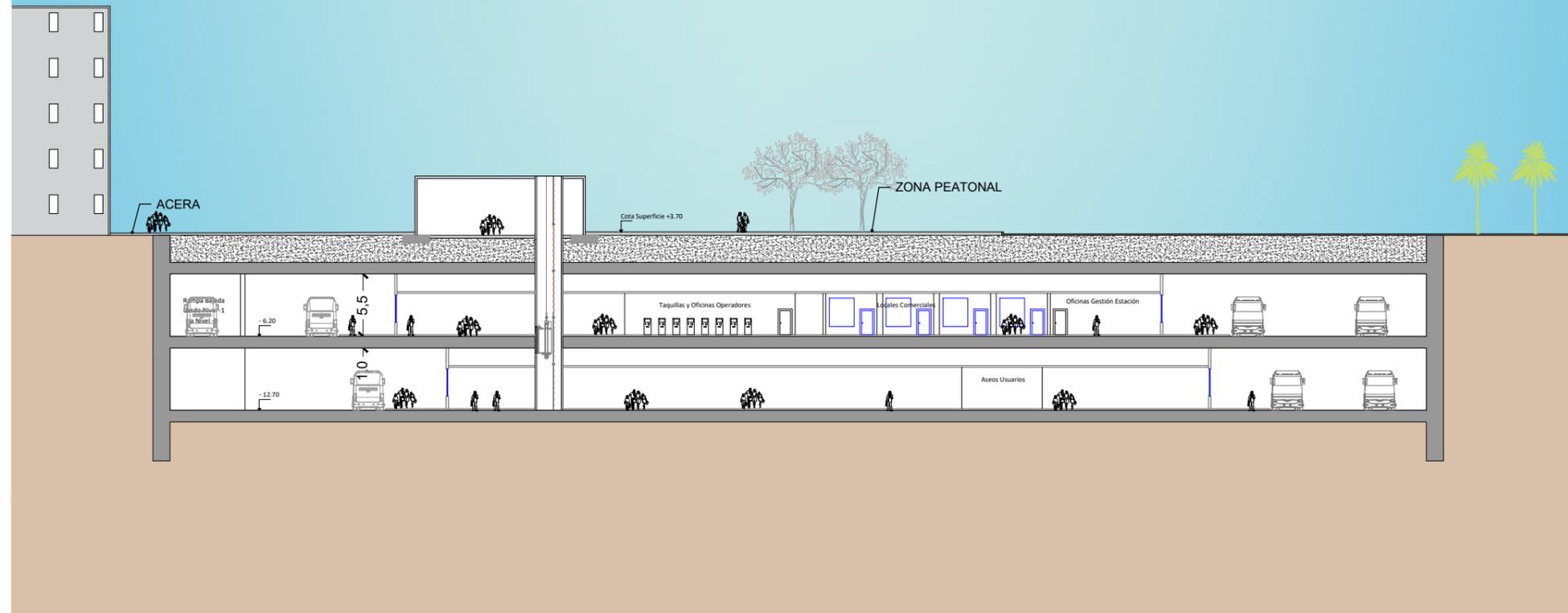
NIVEL -1 ESTACIÓN. PLANTA Y CONEXIÓN CON EJE LITORAL



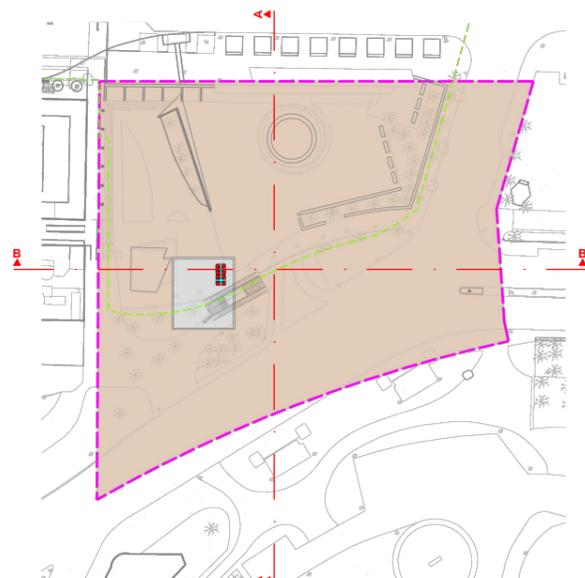
NIVEL -2 ESTACIÓN. PLANTA Y CONEXIÓN CON EJE LITORAL



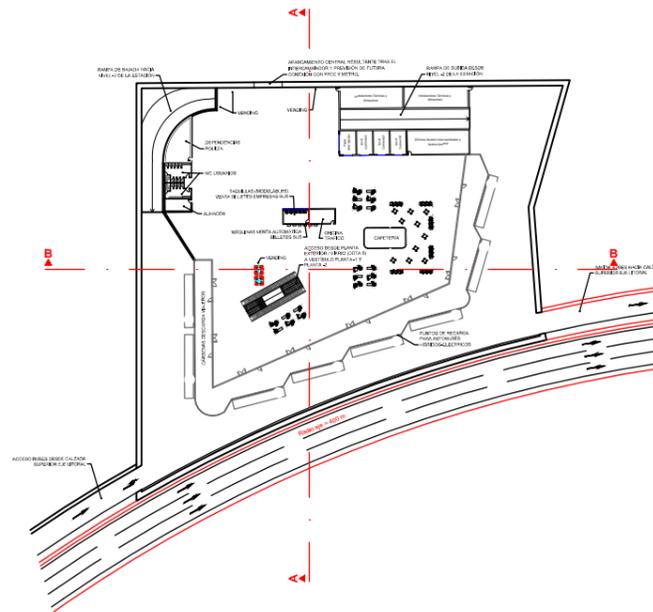
**SECCION B-B**  
ESCALA 1/500



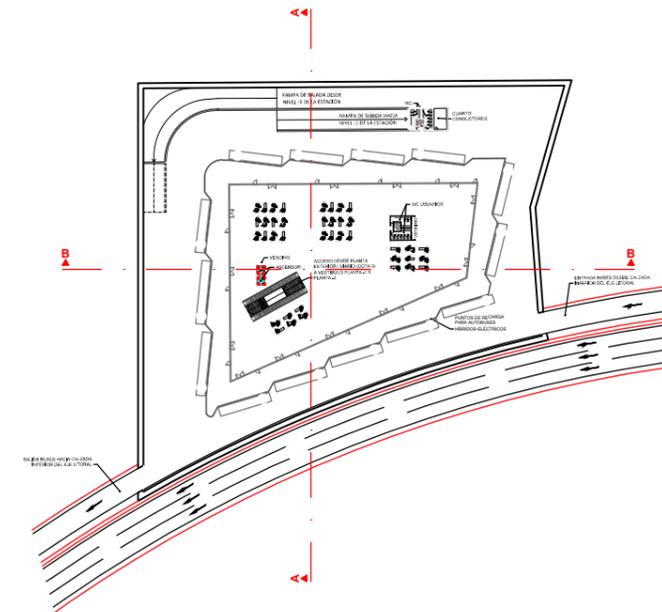
NIVEL 0 ESTACIÓN. VESTIBULO VIAJEROS



NIVEL -1 ESTACIÓN. PLANTA Y CONEXIÓN CON EJE LITORAL



NIVEL -2 ESTACIÓN. PLANTA Y CONEXIÓN CON EJE LITORAL



PETICIONARIO



CONSULTORA



ESCALA



UNE A-3 ORIGINALS

GRAFICAS

TITULO

**ESTUDIO FUNCIONAL DE LA ESTACIÓN DE AUTOBÚS SUBTERRÁNEA DE LA MARINA (MÁLAGA)**

FECHA

JUNIO 2021

DESIGNACIÓN

Nombre del fichero digital 2 SECCIONES.dwg

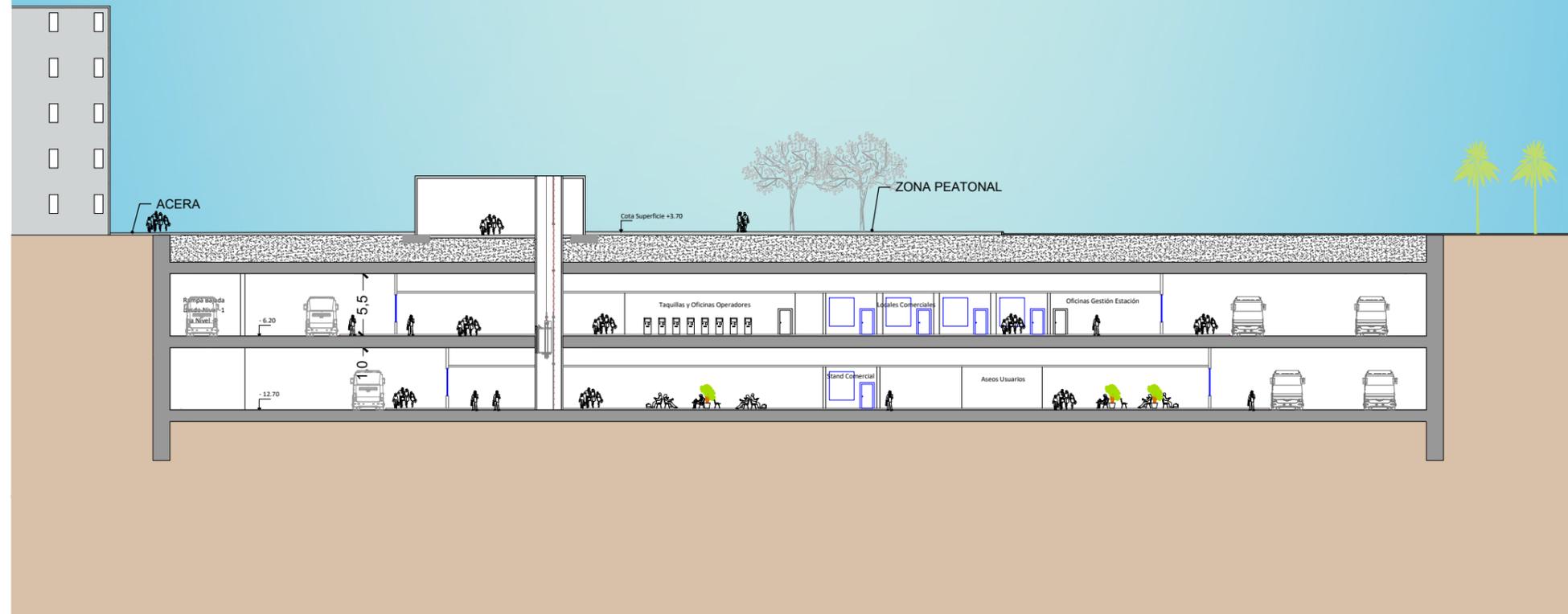
SECCIONES. ESTE-OESTE

PLANO N°

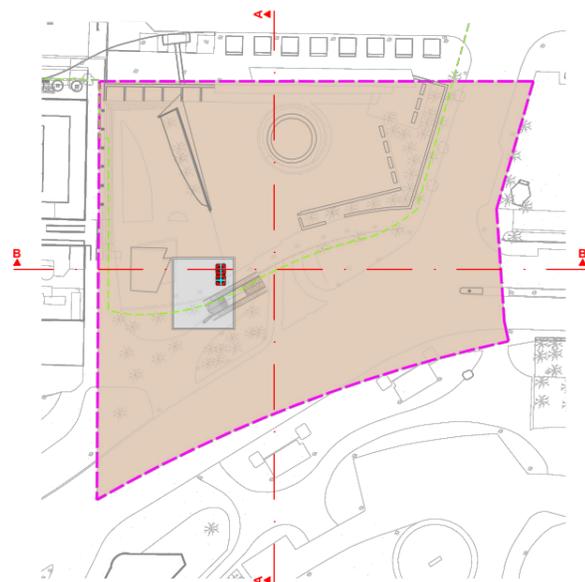
2.2

HOJA...1...DE...1...

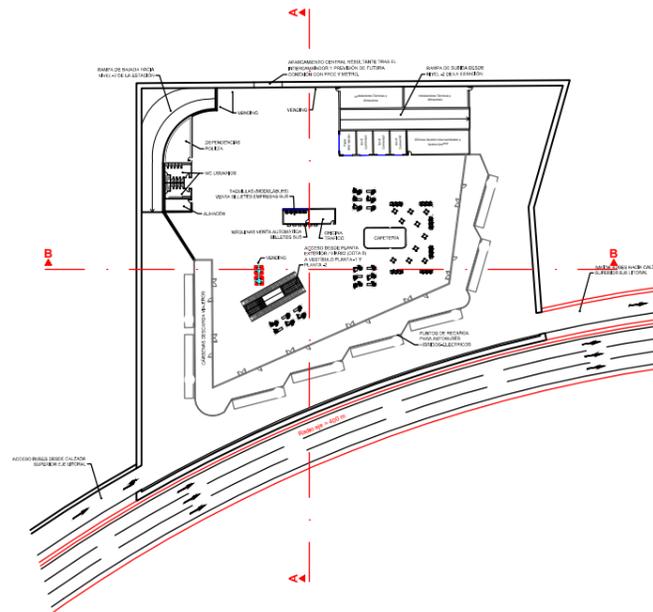
**SECCION B-B**  
 ESCALA 1/500



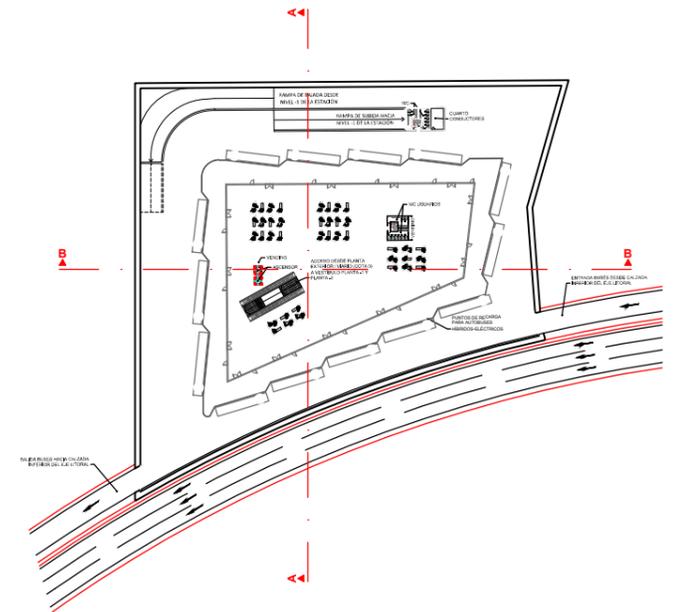
NIVEL 0 ESTACIÓN. VESTIBULO VIAJEROS



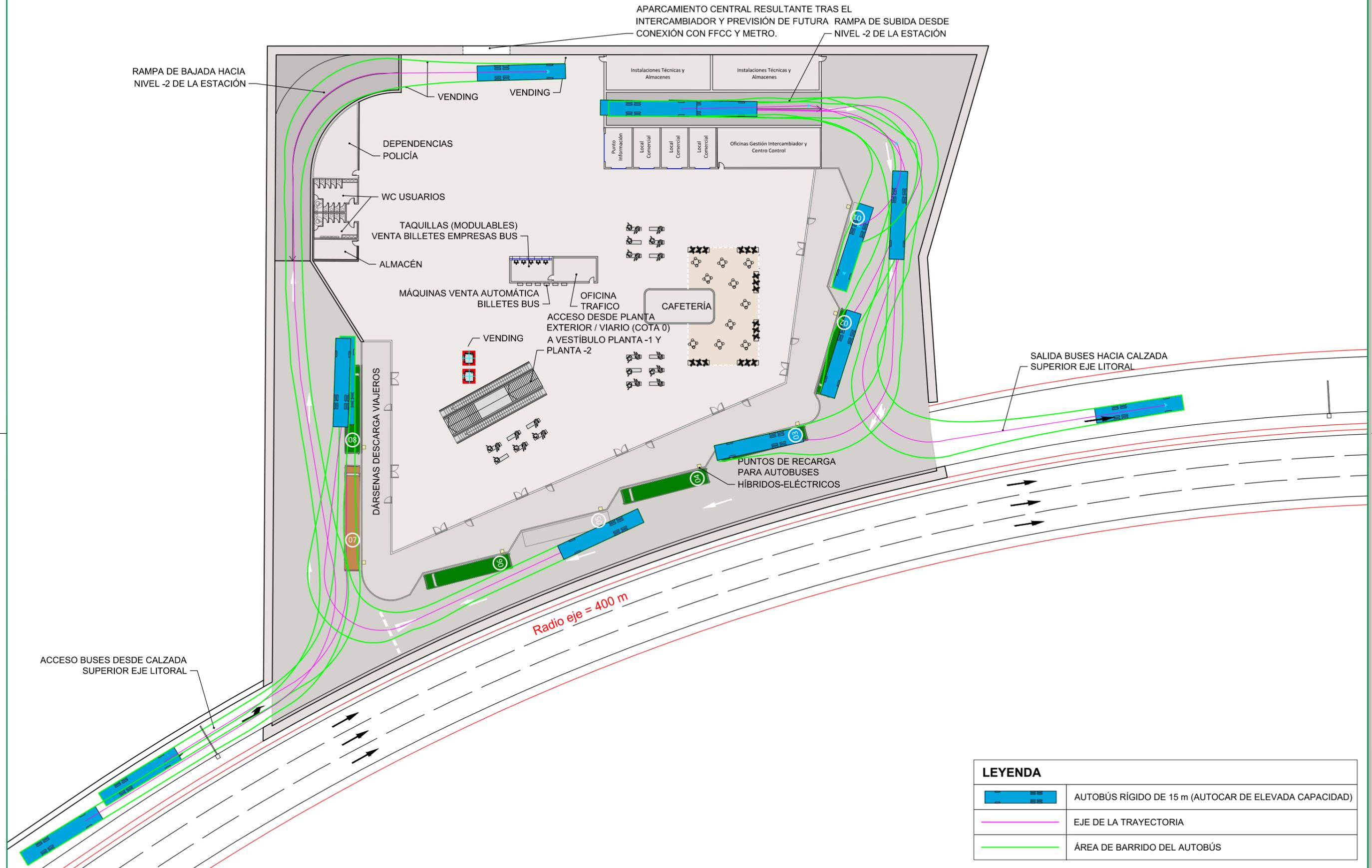
NIVEL -1 ESTACIÓN. PLANTA Y CONEXIÓN CON EJE LITORAL



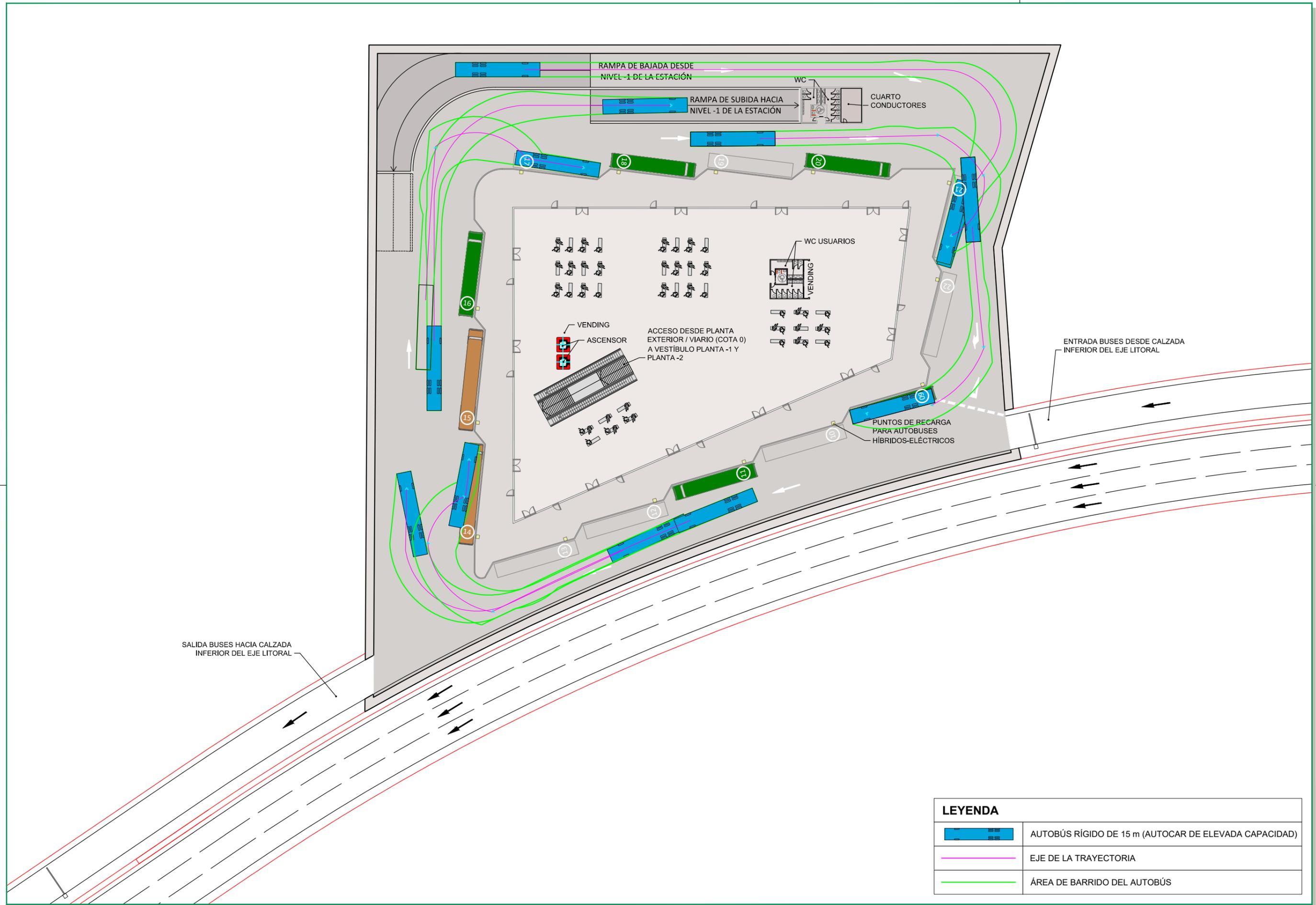
NIVEL -2 ESTACIÓN. PLANTA Y CONEXIÓN CON EJE LITORAL



# NIVEL -1. PLANTA EMBARQUE Y CONEXIÓN CON EJE LITORAL



LEYENDA	
	AUTOBÚS RÍGIDO DE 15 m (AUTOCAR DE ELEVADA CAPACIDAD)
	EJE DE LA TRAYECTORIA
	ÁREA DE BARRIDO DEL AUTOBÚS



LEYENDA	
	AUTOBÚS RÍGIDO DE 15 m (AUTOCAR DE ELEVADA CAPACIDAD)
	EJE DE LA TRAYECTORIA
	ÁREA DE BARRIDO DEL AUTOBÚS