



Universidad
Politécnica
de Cartagena

Estudio Informativo

Implantación de un tranvía en Cartagena

Proyecto fin de grado: Sara Rodríguez López

Dirigido por: Pilar Jiménez Gómez

Escuela de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

AGRADECIMIENTOS

- A mis padres por ayudarme a llegar hasta aquí, sin ellos no podría haber sido posible.
- A Pilar, mi profesora y directora del proyecto, por tener tanta paciencia con mi escritura y con este proyecto en general.
- A mi novio Javier García, por haberme ayudado en este año de pasarela y ser mi compañero de estudios.
- Y a todos mis amigos, Mar Sánchez Vidal, mis compañeros de clase María Calatrava, Mari Ángeles García, Verónica Fernández e Ismael Albaladejo.

Documento N° 1

Memoria y Anejos

1. MEMORIA

INDICE

| | |
|---|----|
| 1.1 ANTECEDENTES..... | 3 |
| 1.2 INTRODUCCION Y OBJETO DEL PROYECTO..... | 3 |
| 1.3 CARTOGRAFIA UTILIZADA | 5 |
| 1.4 ESTUDIOS TÉCNICOS PRECEDENTES..... | 5 |
| 1.4.1 Análisis de soluciones análogas | 5 |
| 1.4.2 Climatología, hidrología y drenaje..... | 11 |
| 1.4.3 Geología y Geotecnia | 13 |
| 1.4.4 Análisis Histórico..... | 14 |
| 1.4.5 Análisis Urbanístico y Poblacional | 17 |
| 1.4.6 Estudio de la Movilidad | 20 |
| 1.4.7 Impacto Ambiental | 22 |
| 1.5 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS..... | 25 |
| 1.5.1 Criterios de Diseño..... | 25 |
| 1.5.2 Planteamiento de Alternativas | 26 |
| 1.6 COMPARACIÓN Y ELECCION DE ALTERNATIVA FINAL | 31 |
| 1.7 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN..... | 33 |
| 1.7.1 Trazado y Planeamiento Urbanístico..... | 33 |
| 1.7.2 Reportaje Fotográfico..... | 35 |
| 1.7.3 Plataforma y superestructura | 35 |
| 1.7.4 Diseño de las paradas | 37 |
| 1.7.5 Análisis Funcional | 43 |
| 1.8 PRESUPUESTO..... | 45 |
| 1.9 DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO..... | 45 |
| 1.10 CONCLUSIONES | 46 |

1.1 ANTECEDENTES

La propuesta de proyecto consistirá en sentar las bases para la futura construcción de un tranvía en la ciudad de Cartagena, con los objetivos de fomentar el uso del transporte público, disminuir el número de vehículos privados en circulación y con ello las congestiones de los principales viales de la ciudad.

Este *Estudio informativo sobre la implantación de un tranvía en Cartagena* es definido como Proyecto Fin de Grado de Ingeniería Civil por la Universidad Politécnica de Cartagena. La persona encargada de elaborar la redacción y definición del proyecto es la alumna Sara Rodríguez López, con DNI 53308423N. La tutora encargada de la supervisión del proyecto es la profesora de Ferrocarriles, Dña. Pilar Jiménez Gómez.

1.2 INTRODUCCION Y OBJETO DEL PROYECTO

Cartagena es una ciudad y municipio español de 218.244 habitantes en 2013, se sitúa junto al Mar Mediterráneo en la comunidad autónoma de la Región de Murcia.



Imagen 1.Ámbito del Estudio informativo. (Fuente: via Michelin)

Cartagena tiene una movilidad marcada por un uso excesivamente alto del vehículo privado, por la ineficacia del transporte público y una muy mala concepción del mismo por parte de la población. Esta situación provoca que en horas punta del día (mañana, medio día y tarde) se produzcan congestiones de tráfico en las principales vías del centro de la ciudad y de algunos barrios de importancia, y que la oferta de aparcamiento nunca sea suficiente para abastecer una demanda que en los últimos 10 años ha sufrido un gran aumento de la población.

Además, la contaminación generada por el tráfico rodado afecta a la calidad de vida de la población y al patrimonio arqueológico de la ciudad.

Diversas iniciativas han sido tomadas por parte del Ayuntamiento para paliar esta situación:

- Implantación de una red de carriles bici que vertebran la ciudad, junto con el sistema de préstamo y aparcamiento de bicicletas públicas.
- Reordenación y ampliación de la red de autobuses.
- Ampliación del número de aparcamientos

Sin embargo estas intervenciones sólo han tenido un efecto mínimo en la movilidad, por lo que desde mi punto de vista, es necesario un nuevo concepto integral de movilidad.

Es en este punto es donde aparece la idea de un tranvía para la ciudad. Las razones por las que es éste el medio que debería implantarse frente a otras alternativas son:

1. El tranvía como solución integral a los problemas de saturación y congestión del vehículo privado en hora punta

Los problemas de saturación y congestión del tráfico en horas punta dificultan y ocasionan demoras en los movimientos del transporte público. Este problema se ha tratado de resolver mediante la creación de carriles de circulación exclusiva, carriles de autobuses, pero esto solo solventa la situación en determinados tramos, como por ejemplo la Alameda de San Antón, y cuando el carril bus finaliza la demora vuelve a producirse.

La concepción de un tranvía moderno, con la finalidad de dar solución al problema de la movilidad en el conjunto de la ciudad sería una posible solución más eficaz que las soluciones parciales de carriles exclusivos de bus o tramos aislados de carriles bici.

2. El tranvía supone una apuesta por un transporte más limpio y menos contaminante.

Reduce las emisiones contaminantes que perjudican a la población y al patrimonio y reduce las emisiones de ruido.

3. El tranvía como imagen de referencia

El transporte público en Cartagena no está bien valorado por la población. La imagen del servicio es de demora, lentitud e incomodidad, y “coger el autobús” es una actividad que ha quedado relegada en muchos casos a ciertos estratos de la sociedad. A igualdad de condiciones o incluso en condiciones favorables respecto al transporte en vehículo privado, gran parte de la población elige este último para realizar sus viajes. Esta es una razón clave para elegir el tranvía, ya que cambia radicalmente la concepción e imagen del transporte público y le aporta aires de modernidad.

Por tanto el tranvía se consolida como una solución viable que mejorará la movilidad de Cartagena, fomentando el uso del transporte público.

1.3 CARTOGRAFIA UTILIZADA

Se ha utilizado el plano de AutoCad de la ciudad de Cartagena facilitado por la Gerencia Municipal de Urbanismo para fines pedagógicos.

1.4 ESTUDIOS TÉCNICOS PRECEDENTES

1.4.1 Análisis de soluciones análogas

En este Anejo se desarrollarán las características técnicas de los tranvías de diferentes zonas de España, basando su elección en diferentes aspectos que tengan similitud con la ciudad de Cartagena. Estas características serán referencias a tener en cuenta a la hora de plantear las posibles alternativas de trazado tranviario en Cartagena.

Tranvía de Alicante

Alicante es una ciudad española con una población de 334.329 habitantes. El tranvía de Alicante está formado por 6 líneas, aunque actualmente 5 están en funcionamiento, siendo urbanas e interurbanas. En la imagen 2 podemos ver la disposición de las mismas, obteniendo un estudio más detallado en el Anejo 2 de Estudio de Soluciones Análogas

Al tener condición de urbano y sub-urbano, en las líneas coexisten tramos tranviarios con ferroviarios siendo sus características técnicas más relevantes las siguientes; longitud del trazado : 141,160 km , paradas con andenes laterales de 30 m de longitud, velocidad comercial de 42km/h y 16.6 km/h, ancho de vía utilizado es de 1000 mm,

Estudio Informativo de la implantación de un tranvía en Cartagena

operador FGV, carril Phoenix (tranviarios) y Vignole(ferroviarios) , vía en placa y vía convencional en balasto, y electrificado a 750 V con corriente continua.

El sistema tarifario es muy variable ya que existen muchos tipos de billetes, siendo a destacar el billete sencillo por valor de 1,35 €.

Respecto al material móvil se usan diferentes modelos como serie 4100(de Vossloh) ,4200(*Bombardier*) y 2500 (modificación del 2300 realizada por Sunsundegui), cuyas características están desarrolladas en el anejo 2.



Imagen 2. Emplazamiento tranvía Alicante. (Fuente: Elaboración propia)

Tranvía de Bilbao

Bilbao capital y única localidad del municipio cuenta con 352.700 habitantes. Este tranvía construido en dos fases de ámbito urbano, ha tenido en 2007 un total de 2.906.625 viajes.

El trazado de este tranvía operado por Euskotren Tranbia, fue realizado en base a las diferentes zonas culturales o de ocio de la ciudad, contando con 12 paradas.

Las características técnicas más relevantes son; longitud del trazado 5.57 km, paradas con andenes laterales de 30 m de longitud, velocidad comercial de 16.6 km/h, ancho de vía 1000 mm, vía en placa, carriles de tipo Vignole y Phoenix, y electrificado a 750 V con corriente continua.

Estudio Informativo de la implantación de un tranvía en Cartagena

El servicio se realiza con 5 tranvías, con una frecuencia de paso de 10 minutos.

Sólo existen 3 tarifas, costando el billete sencillo 1.25 Euros.

El material móvil usado es el Urbos 1 de piso bajo, diseñado y fabricado por CAF.

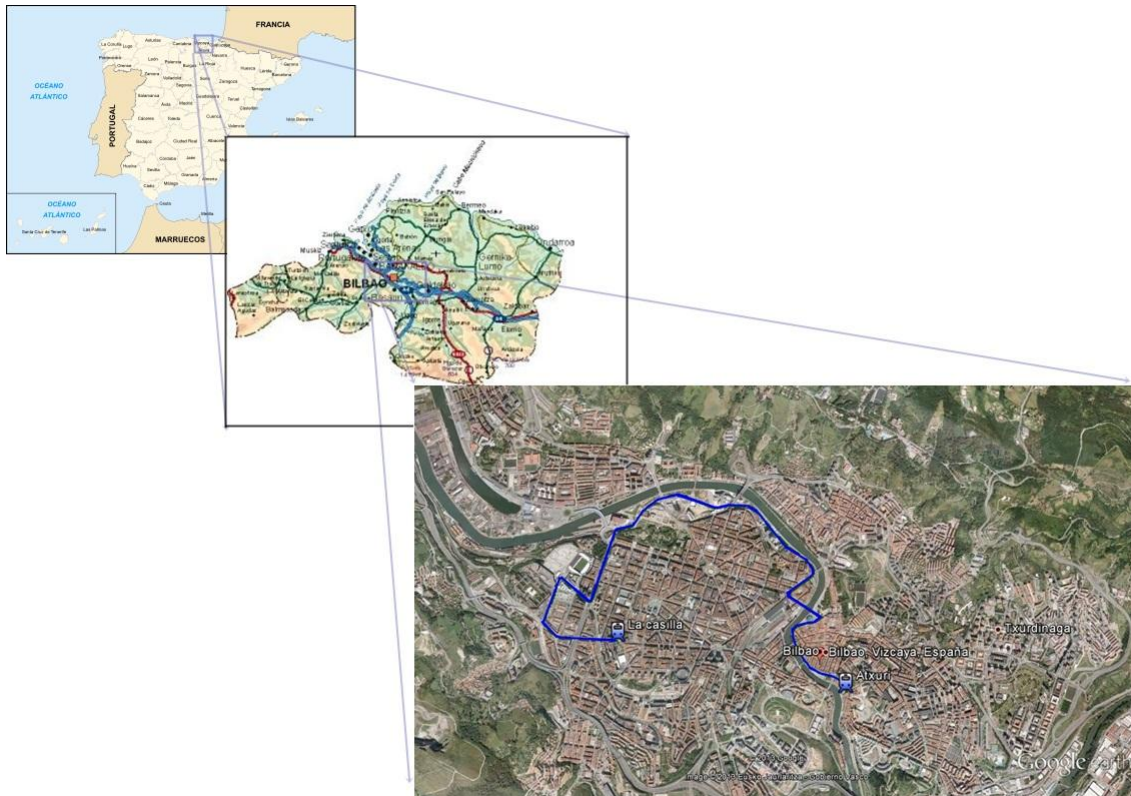


Imagen 3. Emplazamiento tranvía Bilbao.(Fuente: Elaboración propia)

Tranvía de Murcia

Murcia, capital de provincia, cuenta con 441.354 habitantes. El tranvía se hizo en dos tramos, debido a los buenos resultados se hizo una segunda ampliación de 2 km. El número de pasajeros en 2012 fue de 4.000.000.

El operador de la línea es UTE (FCC 60% y COMSA 40%) aunque el propietario es el Ayuntamiento de Murcia.

La longitud del tranvía es de 18 km, con 28 estaciones, a una distancia media de 450 m, como en el caso de Bilbao.

Estudio Informativo de la implantación de un tranvía en Cartagena

La frecuencia de paso es de unos 10 minutos, con una velocidad media de 21km/h. El sistema tarifario es muy amplio como en el caso de Alicante, existiendo dos billetes sencillos 1.05 euros y 1.40 euros según destino. El servicio se realiza con 11 tranvías de piso bajo con una electrificación a 750 V.



Imagen 4. Emplazamiento tranvía Murcia. (Fuente: Elaboración propia)

Tranvía de Parla

Parla es una ciudad española situada en la Comunidad de Madrid. Cuenta con 124.208 habitantes y una densidad de 5.084,24 hab/km².

La línea tranviaria se realizó también en dos fases, creándose una línea única, similar a la de Murcia. Este tranvía une el centro de la ciudad con puntos de desarrollo urbanísticos y puntos de interés. Se estima que en 2008 hubo 4.000.000 de pasajeros.

Estudio Informativo de la implantación de un tranvía en Cartagena

La longitud del recorrido es de 8.3 km, con 15 paradas, con una distancia media entre ellas de 500 m, como en los casos anteriores. Siendo su velocidad media de 19 km/h. El ancho de vía es 1435 mm, dando lugar a la unión con el Cercanías.

La frecuencia en hora punta es de 7 minutos. El sistema tarifario es más sencillo que los anteriores, siendo el billete sencillo de 1.30 Euros.

El material móvil utilizado es CITADIS con corriente continua de 750 V



Imagen 5. Emplazamiento tranvía Parla.(Fuente: Elaboración propia)

En conclusión, obtenemos varios patrones similares en cada una de las ciudades que se adaptan a la ciudad de Cartagena.

En lo referente al número de habitantes, Cartagena tiene una población muy similar a los tres primeros casos, aunque sí sólo tenemos en cuenta la población del casco urbano esta se acerca más a la de Parla.

Estudio Informativo de la implantación de un tranvía en Cartagena

Las longitudes de los tranvías urbanos nos dan una idea de la longitud aproximada que puede tener nuestro tranvía, siendo directamente proporcional al número de paradas, ya que se sitúan a una media de 500 metros en entorno urbano.

Las velocidades medias y frecuencias son similares en todos los casos de tranvías urbanos.

El ancho de vía difiere en los distintos casos debido a la antigüedad del tranvía de Alicante, a la conexión del tranvía de Parla con el cercanías C-4, y el tranvía de Murcia por su conexión con la estación Intermodal del Carmen.

Existen dos tipos de carril, Phoenix, usado en vía en placa y Vignole, usado en los tramos con vía con balasto.

Todas las características mencionadas y las desarrolladas en el Anejo 2, se muestran en la siguiente tabla:

| | Bilbao | Alicante | Murcia | Parla | |
|---------------------------------------|-------------------|-------------------|---------------|--------------|------|
| Habitantes | 352.700 | 334.329 | 441.354 | 124.208 | |
| Densidad (hab./km²) | 8.650,16 | 1.662,83 | 515 | 5.084,24 | |
| Nº líneas | 1 | 5 | 1 | 1 | |
| Nº Tranvías | 8 | 26 | 11 | 9 | |
| Longitud (km) | 5,57 | 141* | 18 | 8,3 | |
| Paradas | 14 | 59 | 28 | 15 | |
| Distancia media paradas(m) | 445 | Urb 600 | Int 2500 | 625 | 500 |
| Pendiente máxima (%) | 7 | 6 | 6,7 | | |
| Número de Viajeros (año) | 2.906.352 | 6.045.742 | 3.000.000 | 4.000.000 | |
| Velocidad media (km/h) | 16,6 | 20/48 | 21 | 19 | |
| Frecuencia (min) | 10 | 5-30 | 10 | 7 | |
| Tiempo de viaje (min) | 21 | 27-77 | 34,7 | 27 | |
| Ancho de vía (mm) | 1000 | 1000 | 1435 | 1435 | |
| Carriles | Phoenix y Vignole | Phoenix y Vignole | Phoenix | Phoenix | |
| Ancho de Plataforma | Vía simple | - | 4 | - | 4 |
| | Vía doble | 6 | 7,30 | 6,20 | 6,90 |
| Longitud andenes (m) | 80 | 40-80 | 65-80 | 40-80 | |

Tabla 1. Características soluciones análogas. (Fuente: Elaboración propia)

1.4.2 Climatología, hidrología y drenaje

El municipio de Cartagena se encuentra en zona de clima mediterráneo, cálido y semiárido, con una gran extensión del piso termo mediterráneo, una variada geología y una diversificada geomorfología. El clima de la zona se define como subtropical mediterráneo árido o subárido, de abrigo topográfico o subtropical estepario. La posición marítima suaviza las temperaturas, si bien las precipitaciones difícilmente superan los 300 mm anuales, encontrándonos ante una de las zonas más áridas del país.

En el Anejo 3 se desarrollan los factores térmicos, pluviométricos, influencia climática sobre hormigones, influencia climática sobre firmes de carretera. A continuación se resumen los datos más relevantes:

La temperatura media anual ronda los 20 °C. El mes más frío es enero con una media de 12 °C. En agosto, el mes más caluroso, la temperatura media es de 28 °C.

El viento constituye uno de los factores climáticos más importantes de la comarca. Son los flujos del tercer y primer cuadrante los que predominan a lo largo del año, debido al efecto de barrera que suponen las sierras litorales de las cordilleras Béticas, que favorecen un cambio de rumbo a suroeste, y a la canalización de los flujos en el portillo tectónico que constituye Cartagena y el Mar Menor

En cuanto a los factores pluviométricos, observamos máximo en el período de Octubre- Noviembre- Diciembre- Enero, durante el cual las precipitaciones mensuales son superiores a 30 mm, y un mínimo en el período estival que se corresponde con los meses de Julio y Agosto y en el que las precipitaciones no suelen alcanzar los 10 mm mensuales.

Intermedio entre estos dos períodos de máxima y mínima existen dos etapas de transición, una de pluviosidad decreciente - (Abril, Mayo, Junio) y, otra en que existe una tendencia pluviométrica creciente (septiembre y octubre).

Cabe destacar que las estaciones del entorno al municipio se encuentran en la zona seca menor de 400 mm en el mapa de isoyetas.

En relación a la influencia climática sobre hormigones se indica que la media anual de la precipitación no supera los 600 mm, no existe agresión de heladas, y para fenómenos reológicos, existe una humedad relativa media del aire del 71%.

Estudio Informativo de la implantación de un tranvía en Cartagena

En el apartado de influencia climática sobre firmes, en base a la norma 6.1 y 2 IC, se califica la zona de emplazamiento como zona térmica estival cálida y poco lluviosa.

Por último se tiene en cuenta la influencia climática sobre ejecución de las obras, con las siguientes características:

– Número medio de días de lluvia:

– Anual: 33

– Máximo mensual (Enero, Marzo, Octubre, Noviembre, Diciembre) : 4

– Mínimo mensual (Julio, Agosto) 1

– Número medio de días de helada:

– Anual: 4

– Mes extremo (Enero): 2

En la caracterización hidrológica y drenaje, se desarrollaran los puntos siguientes: Red de drenaje, descripción morfológica de las cuencas, drenaje longitudinal de la plataforma, drenaje transversal de la plataforma.

La red de drenaje del campo de Cartagena posee una red elemental y escasamente desarrollada. La longitud, forma y relieve afectan a la producción de corriente y sedimentos de cada sistema fluvial; y la extensión, geometría y pendiente de los cauces intervienen particularmente en el diseño de modelos sedimentológicos y de dinámica fluvial. El trazado de los cauces que atraviesan el centro del Campo hasta llegar al Mar Menor se muestra divagante y poco definido, a pasar de que ha servido para establecer en gran parte la red de conducción de aguas residuales del Trasvase.

El campo de Cartagena tiene una morfología suave y puede sugerir una idea simple, a la vez que vaga, de la dinámica fluvial. La importante cuantía de las pérdidas producidas por desbordamientos ocasionales de ramblas poco activas en las tierras llanas del Campo ponen de manifiesto, además de la indigencia pluviométrica de la zona, el relevante peso de las variables físicas de cada cuenca y en especial de las estrictamente morfológicas de las áreas de cabecera. El Campo de Cartagena se compone de un total de 24 unidades de drenaje, cuya superficie, estimada en 1418 km². De ellas, la más amplia es la perteneciente a la Rambla del Albuñón que, extendida a lo largo de 441,3km², representa el 31.1 por ciento de la superficie global de las cuencas. Las cuencas vertientes en el área urbana y periurbana de Cartagena tiene una configuración radial teniendo el centro de gravedad de sus redes de drenaje en torno al núcleo urbano, mereciendo un tratamiento común, nos encontramos con: Rambla de Benipila, Los Dolores, El Hondón y Santa Lucía.

En relación al drenaje de la plataforma tranviaria, el drenaje longitudinal, con doble funcionalidad, desagua la escorrentía superficial y protege la explanada natural contra la infiltración de agua mediante carriles embutidos en solera de hormigón. El drenaje transversal son las canalizaciones de PVC de 110 mm de diámetro que permiten el drenaje del agua que se acumula en las acanaladuras de los carriles, se dispondrán unas arquetas de 40x40 siliadas cada 40 metros.

1.4.3 Geología y Geotecnia

En el Anejo 4 se desarrolla la Geología y Geotecnia de la región de Murcia, realizando un análisis más exhaustivo de la zona que nos ocupa.

La Región de Murcia se sitúa en la zona oriental de la Cordilleras Bética, que se generó durante la Orogenia Alpina y que se extiende por el sur y este peninsular. A su vez, la Cordillera Bética, pertenece al denominado Orógeno Alpino Perimediterráneo que bordea todo el Mediterráneo. En ella están representados materiales pertenecientes a las tres zonas que se dividen en: Prebética y Subbética (zonas externas) y Bética (zonas internas). En cuanto a materiales, cabe decir que, además de los materiales propios de las Cordilleras Béticas ligados a la tectónica principal, existen otros que están bien desarrollados en las depresiones interiores y en los valles aluviales. Entre las primeras destacan, en la Región de Murcia, las *cuencas terciarias del Campo de Cartagena*, En la **Zona Prebética** los materiales predominantes son los carbonatados del Cretácico superior, En la **Zona Subbética** abundan las calizas y dolomías del Jurásico y las arcillas con yesos del Trías; también están muy presentes las margas del Cretácico. Sólo en **la Zona Bética** afloran terrenos metamórficos, constituidos por esquistos, cuarcitas y mármoles del Permo-Triásico; además de éstos existen dolomías del Trías.

Este complejo donde se sitúa Cartagena, llamado Complejo **Nevado-Filábride** es el complejo tectónico más inferior. Está compuesto por rocas únicamente metamórficas (micaesquistos grafitosos, cuarcitas, gneises, anfibolitas, metabasitas, etc.) y de edades comprendidas entre el Precámbrico y el Triásico inferior. Entre ellas destacan dos aspectos: Una potente sucesión paleozoica de micaesquistos ricos en grafito con cuarcitas que les confieren a los relieves de Cabo de Palos, Calblanque y Lomo de Bas y una serie carbonatada metamorfozada (mármoles dolomíticos y calcíticos).

La geotecnia de la zona se detalla en base al mapa Geotécnico general del Ministerio de Industria.

La zona de Cartagena no presenta problemas constructivos, en general, las condiciones constructivas son favorables. Aunque cabe destacar la influencia del Nivel freático presente en muchas zonas del casco urbano de Cartagena, por ejemplo, en zonas ganadas al mar, como la calle Real, el nivel freático está a una cota de 2.00 metros bajo rasante, en cambio, las cinco colinas de Cartagena y sus faldones presentan una gran firmeza y capacidad portante.

1.4.4 Análisis Histórico

En el anejo 5 se realiza un análisis histórico de la ciudad de Cartagena. En el primer apartado se elaboró un análisis del crecimiento de la ciudad, centrado en el último siglo, aunque también se comenta el periodo comprendido desde finales del siglo XVIII hasta la actualidad para tener una idea general de la evolución que ha experimentado la ciudad. En el segundo apartado se comenta la existencia del antiguo Tranvía de Cartagena y algunas de sus características. Por último, se describe brevemente la historia del Ferrocarril de Vía Estrecha; que aún sigue en funcionamiento.

En el apartado del análisis del crecimiento de Cartagena se analiza brevemente la evolución histórica de Cartagena a partir de 1799 hasta ahora. En el siglo XVIII la extensión es solamente dentro de la muralla y el barrio de Santa Lucía, y pequeñas poblaciones alrededor. En el siglo XIX, tuvo mucha importancia la Revolución Cantonal. La ciudad resultó totalmente devastada por el bombardeo de las tropas centralistas. Por otro lado, aunque Cartagena estaba sufriendo cambios en su política y ciudad, a finales del s.XIX, se produce el resurgimiento de las minas de La Unión y comienza un proceso imparable de crecimiento y desarrollo económico basado en la explotación minera, especialmente del plomo. Será ésta la época en que Cartagena, tras las destrucciones, adquiere su fisonomía actual. En el siglo XX, la gran crisis económica internacional de la segunda década del siglo XX, sumergió a Cartagena en medio de la recesión económica, provocando fuertes tensiones sociales, agravadas por la crisis de la minería.

Cartagena afrontó la Segunda República y padeció las dramáticas consecuencias de la Guerra Civil. Las dificultades económicas, iniciadas con la crisis del petróleo en los años setenta y agravadas en los ochenta, acompañan al establecimiento de la democracia, cuyos primeros pasos se verán dificultados no poco por la situación económica y las tensiones sociales. Pero la crisis toca fondo en los noventa y, desde

Estudio Informativo de la implantación de un tranvía en Cartagena

mediados de esa década, junto con la creciente importancia del turismo y la puesta en marcha del trasvase Tajo-Segura, entre otras infraestructuras, vienen a complementar la actividad industrial. Así, con el auge económico llega el aumento de la población y el crecimiento de la ciudad, formando su configuración actual, tal y como se muestra en la Imagen 7.



Imagen 7. Plano Cartagena Actual. (Fuente: <http://www.digiatlas.com>)

Con lo referente al tranvía de Cartagena, se remonta al año 1876, donde Carlos Anglada solicitó al Ayuntamiento la autorización para instalar una línea de tranvía en el casco urbano de la ciudad.

En la tabla siguiente se detallan por orden cronológico los hitos del tranvía de Cartagena, los cuales se desarrollan con más detalle en el Anejo 5.

Estudio Informativo de la implantación de un tranvía en Cartagena

| Año | Tipo | Recorrido | |
|--|--------------------|---|---------------|
| 1892 | Tracción Sangre | Puertas de Murcia | Calle Duque |
| | | | Diego Cánovas |
| | | Circunvalación | |
| | | Santa Catalina | Calle Real |
| Puertas del Muelle | | | |
| 1893 | Tracción Sangre | San Antón | A los Dolores |
| 1898 | Tracción Sangre | Ramal al Muelle | |
| | | Puertas de Madrid | Barrio Peral |
| 1894 | Tracción Sangre | Los Molinos | |
| 1905 Sustitución Tracción Eléctrica | | | |
| 1905 | Tracción Eléctrica | Santa Lucía | |
| 1924 | Tracción Eléctrica | Los Barreros | |
| 1926 | Tracción Eléctrica | Modificación Casco Antiguo , Calle Maestranza | |

Tabla 2 Resumen trazado Antiguo Tranvía. (Fuente: Elaboración propia)

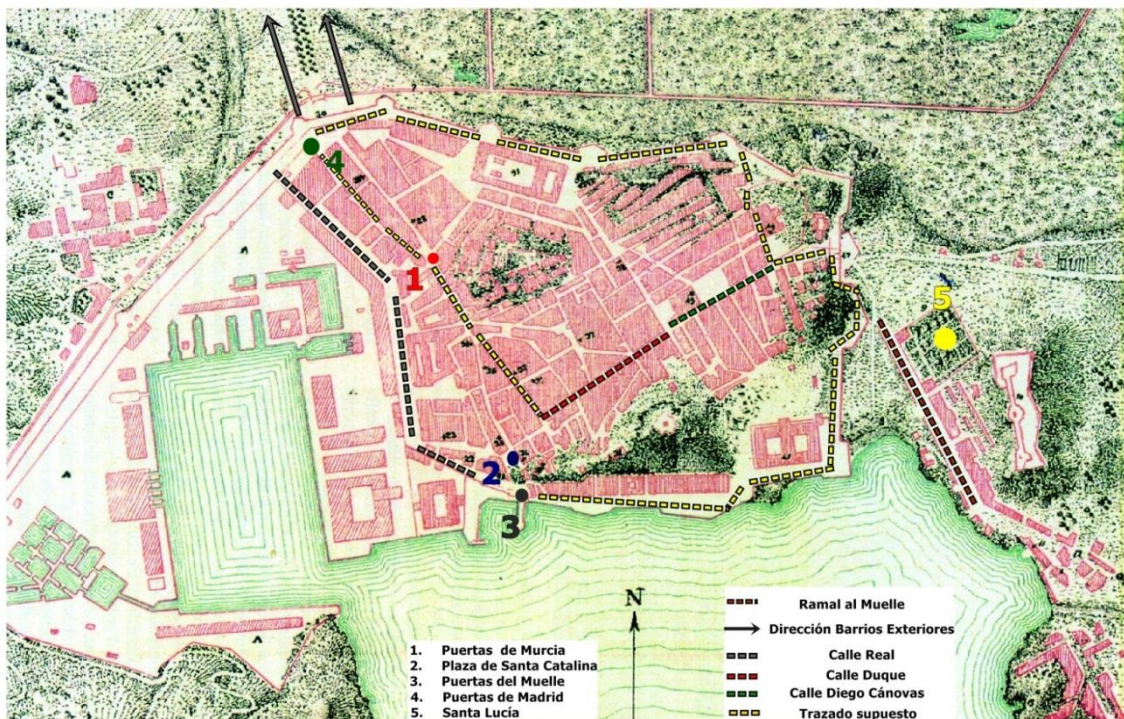


Imagen 8. Trazado Tranvía Eléctrico 1905. (Fuente: Elaboración propia)

Actualmente no queda nada del tranvía. Si quisiéramos realizar el mismo trazado ahora, el inconveniente mayor serían las calles, Duque y Diego Cánovas por la sección tan estrecha que presentan. En el resto de vías como calle Real y Alfonso XII (Puerto) si sería posible encajar el trazado de un nuevo tranvía debido a su gran anchura y presencia de medianas y aceras anchas.

El tranvía-ferrocarril **FEVE** se construyó por el gran auge minero en 1960, siendo ahora su uso principal el transporte de viajeros residentes o turistas. FEVE modernizó la línea de Cartagena a Los Blancos, estrechando su ancho de vía de **1,067 m.** a un metro (**ancho métrico**), a la vez que la prolongó desde El Estrecho a Los Nietos, prolongación inaugurada en noviembre de 1976. El trazado actual de esta línea (Imagen 9) pasa por el Nuevo Hospital de Santa Lucía, la Unión, el Estrecho y los Nietos. Es importante tener en cuenta que el Hospital puede ser una gran fuente de atracción de pasajeros de la ciudad de Cartagena, por lo que si uniéramos el nuevo trazado de tranvía urbano con FEVE tendríamos un foco atractor y generador de viajeros, consiguiendo usuarios del tranvía y aumentando los actuales pasajeros de FEVE. Además de ofrecer un itinerario de acceso directo a la playa.



Imagen 9. Recorrido Feve Actual Cartagena-Los nietos

1.4.5 Análisis Urbanístico y Poblacional

El municipio cuenta con **217.998 habitantes**, que alcanza los 385.341 habitantes si se tiene en cuenta su área metropolitana, según datos del ayuntamiento, a 1 de enero de 2012, repartidos en un término municipal de 558,08 km², con una densidad de 388,21 hab./km².

Se pueden distinguir varios tramos de la evolución de Cartagena. Hasta el año 1900 hay un crecimiento lineal de la población. A partir de ese año hasta 1960 la evolución

Estudio Informativo de la implantación de un tranvía en Cartagena

se mantiene debido a la crisis y las guerras. De aquí en adelante la población se ha doblado hasta el año 2010.

A continuación se muestra un mapa político con las diputaciones de Cartagena.



Figura 1. Diputaciones Cartagena (Fuente: Ayuntamiento de Cartagena)

Para nuestro estudio nos interesan las diputaciones y los barrios de cada una de ellas más cercanas a Cartagena, porque es el lugar dónde se pretende realizar el estudio. El aumento de población ha sido más significativo en lugares como; Canteras, El Plan, San Antonio de Abad y Santa Lucía. Y el descenso de Población (con diferencia) se ha experimentado en el Casco Antiguo de Cartagena, debido a su interés más comercial y turístico. Escombreras también ha notado el descenso de población debido a la existencia de las Refinerías como lugar únicamente de trabajo.

En el apartado de **barrios y diputaciones** se desarrolla la fisonomía, número de habitantes, y a rasgos generales la historia de cada diputación, menos la del casco urbano de Cartagena que se ha detallado en el Anejo 5 de Análisis Histórico.

En esta memoria solo se hará mención al barrio de Cartagena casco, porque tal y como se justifica en el anejo correspondiente, es donde más población hay y donde más lugares de interés puede dar cobertura el futuro trazado del tranvía.

Estudio Informativo de la implantación de un tranvía en Cartagena

Cartagena casco se divide en cuatro barrios; Ensanche- Almarjal, Barriada Virgen Caridad, Casco y Barriada de San Ginés, siendo la de más extensión y poblada la del casco de Cartagena con 47.308 habitantes. En la imagen 10 podemos ver como se distribuye la diputación.



Imagen 10. Casco Antiguo Cartagena. (Fuente: Elaboración propia google earth)

Para la ubicación del tranvía debemos tener en cuenta la **ubicación de los puntos de interés**, siendo objeto de nuestro estudio grupos como; Centros Educativos, Restos Arqueológicos, Museos, Centros de Salud, Hospitales y Centros Comerciales. En el Anejo 6 se desarrolla con más detalle y con los mapas correspondientes, llegando a la conclusión que todos los puntos de interés se encuentran en el Casco Urbano y San Antonio Abad.

1.4.6 Estudio de la Movilidad

En el Anejo 7, se desarrollan los siguientes puntos relacionados con la movilidad: Estudio de reordenación del transporte urbano, aspectos socioeconómicos, aparcamientos, transporte público, la bicicleta en la ciudad, y el ferrocarril de vía estrecha (FEVE).

En la ciudad de Cartagena, como en otras ciudades Españolas, el tráfico, transporte de mercancías, personas, y aparcamientos, se han convertido en uno de los principales problemas presentes en la vida cotidiana de los ciudadanos, y que además implican elevados consumos de energía, contaminación atmosférica, ruido, etc

En el año 2008, la Administración Municipal de Cartagena llevo a cabo una planificación de Movilidad Urbana Sostenible, que llevo a la elaboración de una Estrategia para la Movilización en Cartagena. Este documento ha sido base del anejo 7 de Movilidad para identificar los problemas de movilidad de la ciudad y sus posibles soluciones. La ciudad de Cartagena está sufriendo continuamente cambios rápidos y profundos que afectan sobre todo a la periferia (Cartagena Corona), debido sobre todo al aumento de población, cambio de hábitos y el uso del vehículo privado cada vez con más prioridad.

Cartagena cuenta con una población de 217998 habitantes a 1 Enero 2012, con un aumento de 22452 personas en 9 años. Este cambio de población hace que la ciudad compacta y tradicional se disuelve en una ciudad cada vez más dispersa y fragmentada, lo que exige buscar “compatibilidad” entre los usos y la mejor ubicación de las actividades económicas en las redes del nuevo urbanismo.

Encontramos diferentes problemas derivados de la estructura actual de la ciudad y que se presentan mayoritariamente en el casco antiguo:

- La oferta de la zona ORA es inferior a la demanda que se produce diariamente.
- Los problemas de aparcamiento se agravan con el traslado del Ayuntamiento al casco antiguo.
- Las calles del casco antiguo que no están peatonalizadas suelen sufrir muchos atascos diariamente, principalmente en horas punta.

Por otro lado, según **aspectos socioeconómicos**, la movilidad mecanizada de las personas se ve influenciada por varios factores (datos medios de Cartagena Corona y Urbana), como es la disponibilidad o no de medios propios de transporte, la edad y el nivel de estudios, actividad económica, etc.

Otros de los aspectos socioeconómicos, es el papel de los ciudadanos en la movilidad y su relación con los modos de transporte. Siendo el transporte privado la que domina de forma contundente y absoluta sobre el transporte público.

Los principales resultados del estudio de movilidad muestran que los viajes por motivos de Trabajo y Estudios son los más madrugadores, especialmente en el área de Cartagena Urbana. Cartagena urbana genera más viajes de los que atrae. En Cartagena Corona, las cifras son inversas, atrayéndose más viajes de los que se generan. El Área de Cartagena **Urbana** presenta una alta especialización por motivo Compras, y muy sub-espaciada por motivo trabajo. El Área Cartagena **Corona** no presenta ningún tipo de especializaciones de atracción.

En referencia a los **aparcamientos**, algunos sectores de la población de Cartagena manifiestan un déficit estructural causado por el hecho que la oferta de plazas de estacionamiento no ha crecido al mismo ritmo que el parque de vehículos. La prueba más clara de esta realidad es la presencia de aparcamiento en zonas no prevista para ello, como son algunos solares del casco antiguo y aparcamientos ilegales que se observan a diario en gran número de calles del municipio. Por cada 1000 aparcamientos tenemos que 714 se ubican en la calle en Cartagena urbana y 813 en Cartagena corona, siendo estos los predominantes con diferencia a aparcamiento público y privado. Por tanto la elección de los conductores es clara.

Para poder tener una buena “compatibilidad” entre los usos y la mejor ubicación de las actividades económicas en las redes que el nuevo urbanismo va dibujando, el uso del **transporte público** es claro, siendo la motivación para el uso del mismo la ausencia de transporte privado.

Los problemas más destacados en el uso del autobús son la falta de autobuses y el diseño de la red en Cartagena Corona, junto con la calidad del mismo en Cartagena Urbana.

En el anejo 7 se realiza un análisis **de las líneas de autobuses** para comprender con mayor profundidad el funcionamiento de la ciudad. Y poder realizar un estudio posterior de la reestructuración de las mismas una vez elegido el trazado del tranvía. Cabe destacar la frecuencia baja de paso, y una gran concentración de todas las líneas tanto periféricas como urbanas por las mismas zonas.

En cuanto al uso de la **bicicleta** como medio de transporte, aun teniendo a disposición de los residentes el servicio BiCity, su uso es muy bajo, siendo el problema más destacado es que no todas las calles tienen carril bici, suponiendo un gran problema para el desplazamiento ya que no hay conectividad.

Otros de los transportes usados es el ferrocarril de **vía estrecha (FEVE)** que une Cartagena y los Nietos. El punto de partida del mismo puede ser muy favorecedor para unir el tranvía urbano con el FEVE.

En resumen, la ciudad de Cartagena ha sufrido grandes cambios de población en la última década creando nuevas necesidades de movilidad en la ciudad, aunque la gran mayoría de la población elige la opción del automóvil. Debemos tener en cuenta en estos usuarios del automóvil que existen graves problemas para optar al aparcamiento. También existe una gran población que no dispone de carnet de conducir y podrían ser usuarios del tranvía. En referencia a otros modos de transporte como el autobús o la bicicleta, en el primero existen grandes quejas por parte de los usuarios por una frecuencia reducida, pudiendo dejar las líneas de autobús para la movilidad periférica y algunas líneas para la zona céntrica con la aparición del tranvía. El uso de la bicicleta es muy reducido por la falta de inversión en estructuras para la movilidad en este transporte. Para finalizar, es importante señalar que existe una gran movilidad en ambos sentidos, tanto de Cartagena Corona a Cartagena urbana como viceversa, por tanto las buenas conexiones entre ambas zonas son de gran importancia en esta ciudad.

1.4.7 Impacto Ambiental

El anejo 8 tiene por objeto propiciar la incorporación de consideraciones medioambientales en la elaboración del “Estudio Informativo de la implantación de un tranvía en Cartagena”, así como definir las actuaciones específicas necesarias para posibilitar la correcta integración de la nueva línea de tranvías su entorno.

En primer lugar, se efectúa una breve descripción de las actuaciones integradas en el Proyecto, desde la perspectiva de sus implicaciones ambientales. Dado su carácter eminentemente urbano, se omite un apartado específico de “recorrido ambiental” del trazado.

Las **características técnicas** de la nueva línea deben recoger, una *sección tranviaria* dispuesta sobre base drenante y resistente, sobre la que se disponen los carriles. Esta sección se dispone de tal forma que discurra exactamente a nivel con la plataforma del vial sobre el que va dispuesto. El fundamento de la adopción de esta plataforma en zonas urbanas se encuentra en la necesaria integración y permeabilidad que debe ofrecer la nueva plataforma. El *sistema de carriles embutidos* mediante preparados de neopreno amortigua muy bien el ruido y las vibraciones. En cuanto a las *anchuras*, puede señalarse lo siguiente: El ancho de vía es de 1.000 mm. Este ancho, compatible con el material móvil del mercado y permite la máxima anchura del mismo, y por tanto, la máxima capacidad, permitiendo a su vez una compatibilidad con el FEVE. El *intereje de vía* viene condicionado por la anchura del material móvil y por los gálipos a los obstáculos laterales (postes de catenaria, principalmente). Los *bordes exteriores* de plataforma deberán estar retranqueados respecto de los carriles exteriores una cantidad que es función de la distancia de seguridad que debe existir entre la cara lateral externa del material móvil y las zonas netamente peatonales o de viario convencional. En este proyecto se ha adoptado que esta distancia de seguridad debe ser de 0,85m adoptando así el modelo en funcionamiento en otras ciudades y que tiene en cuenta el aumento de ocupación lateral de los vehículos en su movimiento en curva (gálipo dinámico). La *plataforma*, cuando existe andén, ha de ensancharse en función de si los andenes son laterales o centrales, y en función del ancho real del andén.

Como se entiende directamente, se trata de un entorno estrictamente urbano, por el que el tranvía discurrirá muy aproximadamente a la cota actual de los actuales jardines y calzadas, de manera que los movimientos de tierras resultarán muy reducidos.

Seguidamente, se realiza una descripción ambiental del entorno que deberá acoger la nueva línea.

Para **una integración ambiental de la nueva línea de tranvías** se tomarán las siguientes consideraciones:

Medidas preventivas: La circulación de la maquinaria de obra, así como el transporte de materiales, debe realizarse exclusivamente por el interior de los límites de ocupación de la zona de obras, o sobre los itinerarios de acceso establecidos a tal efecto. Deberán acondicionarse las pistas de obra necesarias para la circulación de maquinaria. Deberá mantenerse en todo momento un control efectivo de la generación de polvo en el entorno de las obras. El cruce o el entronque de las pistas de obra con

cualquier vía pública debe establecerse de acuerdo con la Administración responsable, y mantenerse limpios y en buen estado.

El contratista debe obtener las autorizaciones para circular por las carreteras, y proceder a reforzar las vías por las que circulará su maquinaria, o a reparar las vías deterioradas por la circulación de estas últimas. Al finalizar las obras, deberán restablecerse las calzadas y sus alrededores y las obras que las atraviesan, de acuerdo con las autoridades competentes. Con respecto al tratamiento y gestión de residuos; Los vertidos de aceites, combustibles, cementos y otros sólidos procedentes de las zonas de instalaciones no serán en ningún caso vertidos a los cursos de agua. La gestión de esos productos residuales deberá estar de acuerdo con la normativa aplicable en cada caso. Los parques de maquinaria incorporarán plataformas completamente impermeabilizadas -y con sistemas de recogida de residuos y específicamente de aceites usados- para las operaciones de repostaje, cambio de lubricantes y lavado. Y para evitar la contaminación de las aguas y del suelo por vertidos accidentales las superficies sobre las que se ubiquen las instalaciones auxiliares deberán tener un sistema de drenaje superficial. Además de todas las consideraciones expuestas para el tránsito de maquinaria, deberá prestarse especial atención a la prevención de molestias a la población durante la realización de las obras, evitando cualquier actividad generadora de ruidos entre las 23 y las 8 h.

A continuación, pasan a describirse las actuaciones de carácter ambiental que deberán desarrollarse de forma paralela e integrada en las meramente constructivas, para propiciar la máxima integración ambiental de la nueva línea. Dada la naturaleza de la actuación que nos ocupa, y el hecho de que esta se circunscriba a un entorno estrictamente urbano, las actuaciones finalmente definidas en el presente anejo se centran en la restauración de las áreas ajardinadas que se verán afectadas por las obras (lo que incluye intensos trabajos de trasplante de árboles y palmeras), y el ajardinamiento y acondicionamiento general del entorno.

1.5 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Una vez analizados todos los datos de los estudios precedentes, se ha decidido proyectar el tranvía en Cartagena Casco y Ensanche. A continuación se detallan los criterios de diseño seguidos y alternativas presentadas.

1.5.1 Criterios de Diseño

En esta parte se va a estudiar la fisonomía de las calles de Cartagena y el Ensanche, separándolas en diversos grupos para su clasificación según sus dimensiones: ancho de calzada, arcenes, aceras y medianas (cuando existan). Esta clasificación ayudará a la toma de decisiones sobre el trazado de la futura línea del tranvía.

El Estudio de las Calles se ha realizado en el Casco Antiguo de Cartagena, ya que son las zonas con mayor densidad de población a las que el tranvía daría servicio.

Se dividen las calles en 5 categorías según sus características.

1º categoría: Calles de un solo carril y por tanto un solo sentido de circulación, sin mediana, con aceras a ambos lados y/o aparcamientos. La longitud total que presentan estas calles es de alrededor de unos 17 metros. Calles como Jiménez de la Espada tienen esta fisonomía.

2º categoría: En esta categoría se encuentran las calles peatonales, donde la gran mayoría se encuentran en el centro histórico, principal eje entre plaza de España y el puerto, destacando por su anchura e importancia turística y de ocio; la calle Mayor con 9 metros de ancho, Puertas de Murcia con 20 metros, y calle del Carmen con 20 metros.

3º categoría: En esta categoría se incluyen las calles que tienen un carril por sentido de circulación y con o sin mediana. Ejemplo, Juan Fernández con 14 metros de sección transversal.

4º categoría: En esta categoría se muestran las calles que solo tienen un sentido de circulación con dos carriles, la distancia de sección trasversal total de estas calles es de 14 metros. Uno de los ejemplos de este tipo, es la Calle Wssell de Guimbarda.

5º categoría: En esta categoría se presentan las calles que tienen anchuras superiores a todas las anteriores y que prácticamente son ejes de mayor circulación de la ciudad. Calles como Alfonso XIII, Ángel Bruna, Alameda de San Antón, calle Real, Pintor Portela, Jacinto Benavente, Jorge Juan, Ronda ciudad de la Unión, Paseo Alfonso XII,

Capitanes Ripoll, y Trovero Marín. Estas calles están analizadas de forma individual en el Anejo 9.

Los **datos de partida** para el estudio de las alternativas de trazado de una línea de tranvía en Cartagena, son obtenidos del *Anejo 2 del Estudio de Soluciones Análogas*, siendo los siguientes:

- El ancho elegido del tranvía; **Vía estrecha de 1000 mm**, para poder unirlo con el Tren FEVE.
- Ancho de Plataforma para **vía única 4 m, vía doble 6.20**,
- **Pendiente máxima 7 %**
- Material móvil **Citadis 302** , elegimos este modelo por su Sistema de «APS», (de alimentación por suelo) consiste en alimentación integrada en la plataforma tranviaria, permite que el tranvía Citadis recorra largas distancias sin catenaria aérea. Esto nos permitiría el paso del tranvía por zonas complicadas de electrificación, y un aspecto más agradable por la ausencia del cableado. También dispone de batería en distancias cortas lo que permitiría el uso del tranvía en caso de fallo de la electrificación o transportar los pasajeros del Tranvía Feve. Capacidad de 188 pasajeros.

1.5.2 Planteamiento de Alternativas

En este apartado comentaremos las distintas Alternativas que hemos elegido para nuestro tranvía, basándonos en los datos de partida anteriormente mencionados y en el estudio de las calles.

Las alternativas se encuentran únicamente en la Diputación del Casco Urbano de Cartagena, esto se debe a la existencia actual de la Red de Autobuses de Cartagena. Para evitar conflictos entre las compañías como ha ocurrido en otras ciudades españolas, la red de autobuses abastecerá a todos los barrios en torno al Casco Urbano como San Antonio de Abad, Barrio Peral, Nueva Cartagena, Urbanización Villalba, Barrio de la Concepción, Los Dolores, Polígono Santa Ana, Torre ciega etc. La red de tranvía complementará a las líneas del centro de la ciudad.

En cada una de las alternativas se ofrecen los siguientes datos, para la realización del posterior análisis multicriterio.

- Área abastecida: es obtenida a partir del radio de influencia del tranvía, teniendo en cuenta un desplazamiento máximo hasta la parada más próxima de 500 metros, unos 7 minutos andando.
- Densidad de Cartagena: No trabajaremos con el dato oficial de 388, 21hab/km², ya que no se corresponde con la densidad del casco antiguo de Cartagena, debido a las grandes extensiones sin habitar de las distintas diputaciones (Anejo 4). La densidad real del casco urbano es de 16.651 hab /km². Este dato de densidad real ha sido obtenido con la población del casco (Anejo 4) 61610 habitantes y el área de la misma 3,7 km² con el resultado indicado de 16.651 hab /km².
- Habitantes por kilómetro cuadrado de línea: Con el dato de densidad real y el área abastecida de cada alternativa obtenemos el número de habitantes que podrían usar la línea. Se aplica un coeficiente del 30 % a la capacidad de viajeros por la suposición de que no todos los habitantes atraídos en esos 500 m de radio de cobertura van a optar por el tranvía.
- Longitud de la línea: Son los kilómetros que tiene la línea.
- Pasajeros por kilómetro de línea: Es la relación entre los habitantes por kilómetro cuadrado de línea y la longitud total de la línea.

Una vez obtenidos estos datos para cada alternativa, calculamos en número de trenes necesarios y el intervalo de los mismos dimensionando para la hora punta. Una vez obtenidos los vehículos necesarios, se necesitan entre un 10%-15% más para la reserva en cocheras. Las fórmulas para obtener dichos datos se detallan en el Anejo 9.

A continuación se presentan las tres redes de tranvía propuestas para Cartagena.

- **Alternativa 1**

Como primera opción se plantea una red de tranvía con un recorrido en forma de ocho, cuyo eje común en ambos sentidos sería la calle Alfonso XIII. Las calles por las que discurre son: calle Capitanes Ripoll, Cuesta del Batel, Paseo Alfonso XII, Calle Pescadería, Calle Real, Paseo Alfonso XIII, calle Esparta, Ronda Ciudad de la Unión, Jorge Juan y Alameda de San Antón.

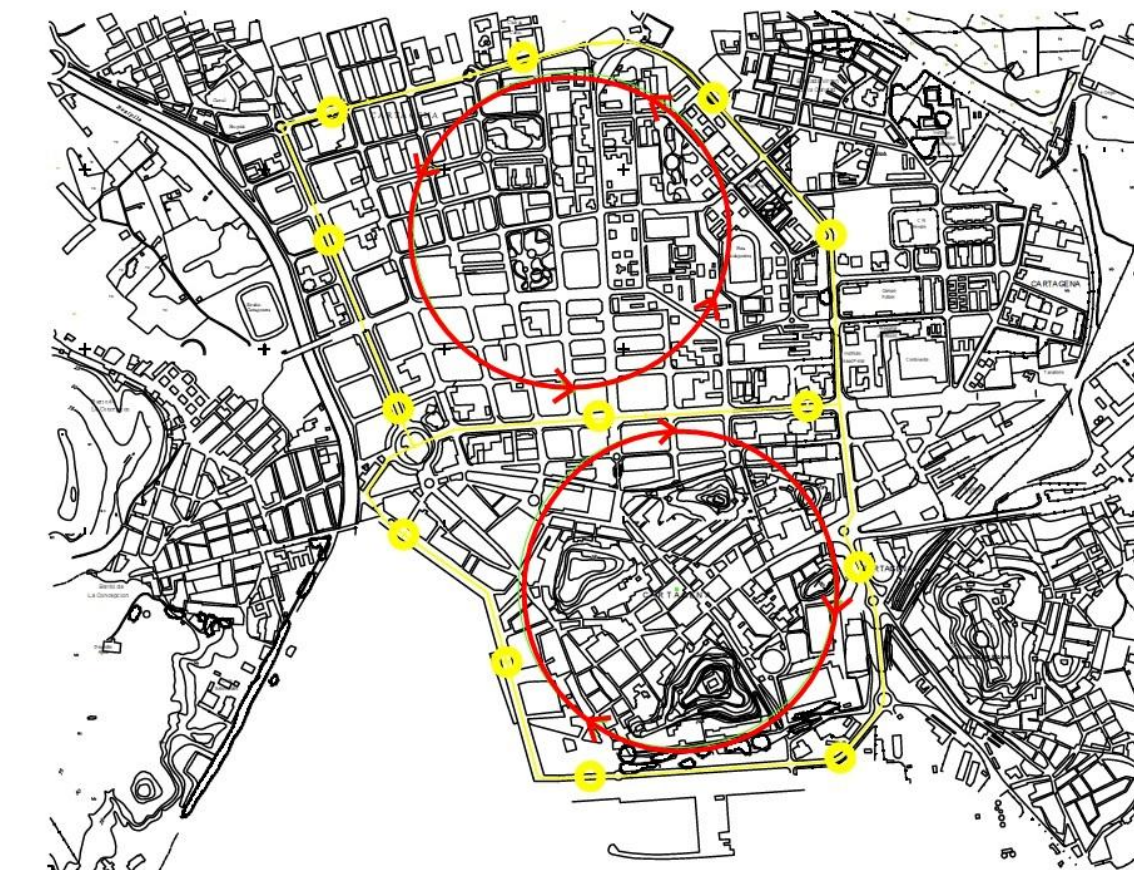


Imagen 16. Alternativa 1. (Fuente elaboración propia)

Las características obtenidas para esta línea son:

| | | | |
|-----------------------------|------------------|---------------------------|-----------|
| Longitud de la Línea | 7320 m | Capacidad del Veh. | 188 pasaj |
| Coste estimado | 48 millones de € | Nº Vehículos Hora | 4 |
| Tipo Vía | Única | Capacidad Línea | 1952 |
| Nº de paradas | 14 | Intervalo | 6 min |
| Vel. Comercial | 20 Km/h | TVR | 22 min |

Tabla 3. Características Alternativa 1. (Fuente: Elaboración propia)

- **Alternativa 2**

Como segunda opción se plantea una red formada por dos líneas circulares independientes entre sí, una indicada en amarillo y otra en azul. La línea azul tiene su recorrido por Calle Trovero Marín, Cuesta del Batel, Paseo Alfonso XII, Calle Pescadería, Calle Real, Alfonso XIII y Capitanes Ripoll. La línea amarilla tiene su recorrido por Ronda Ciudad de la Unión, calle Esparta, Alfonso XIII, Alameda de San Antón y calle Jorge Juan. Sus características técnicas se indican en la Tabla 4.

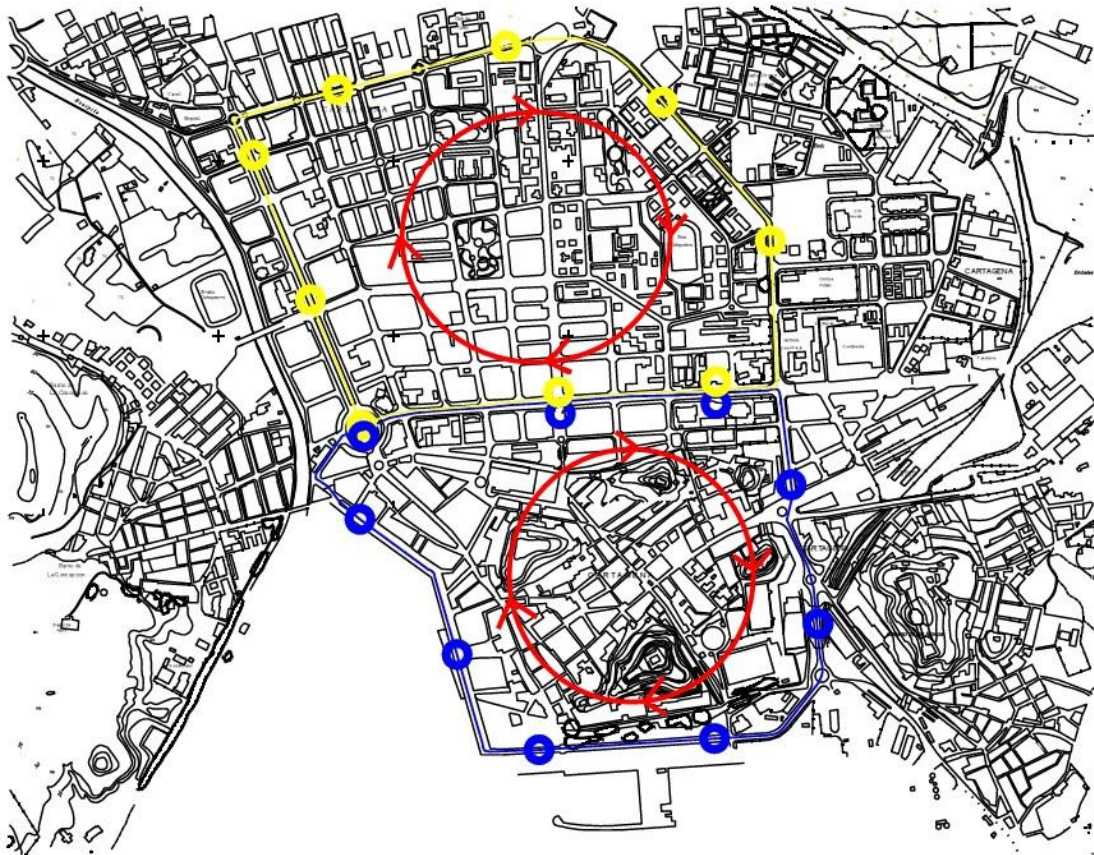


Imagen 17. Alternativa 2 (Fuente: Elaboración propia Autocad).

| | | | |
|-----------------------------|--------------------|---------------------------|----------------|
| Longitud de la Línea | 8450 m | Capacidad del Veh. | 188 pasaj |
| Coste estimado | 55.8 millones de € | Nº Vehículos Hora | 5 |
| Tipo Vía | Única | Capacidad Línea | 1690.8 |
| Nº de paradas | 18 | Intervalo | 6 min |
| Vel. Comercial | 20 Km/h | TVR | 25.4(12.7) min |

Tabla 4. Características Alternativa 2. (Fuente: Elaboración propia)

- **Alternativa 3**

Como tercera y última alternativa, se propone una línea circular con recorrido en forma de ocho siendo su recorrido por la calle Capitanes Ripoll, Cuesta del Batel, Paseo Alfonso XII, calle Gisbert, calle Caridad, calle Serreta, Ángel Bruna, Jorge Juan, Paseo Alameda de San Antón, Calle Real, Paseo Alfonso XII, Ronda Ciudad de la Unión y calle Esparta.

Sus características técnicas se indican en la Tabla 5.

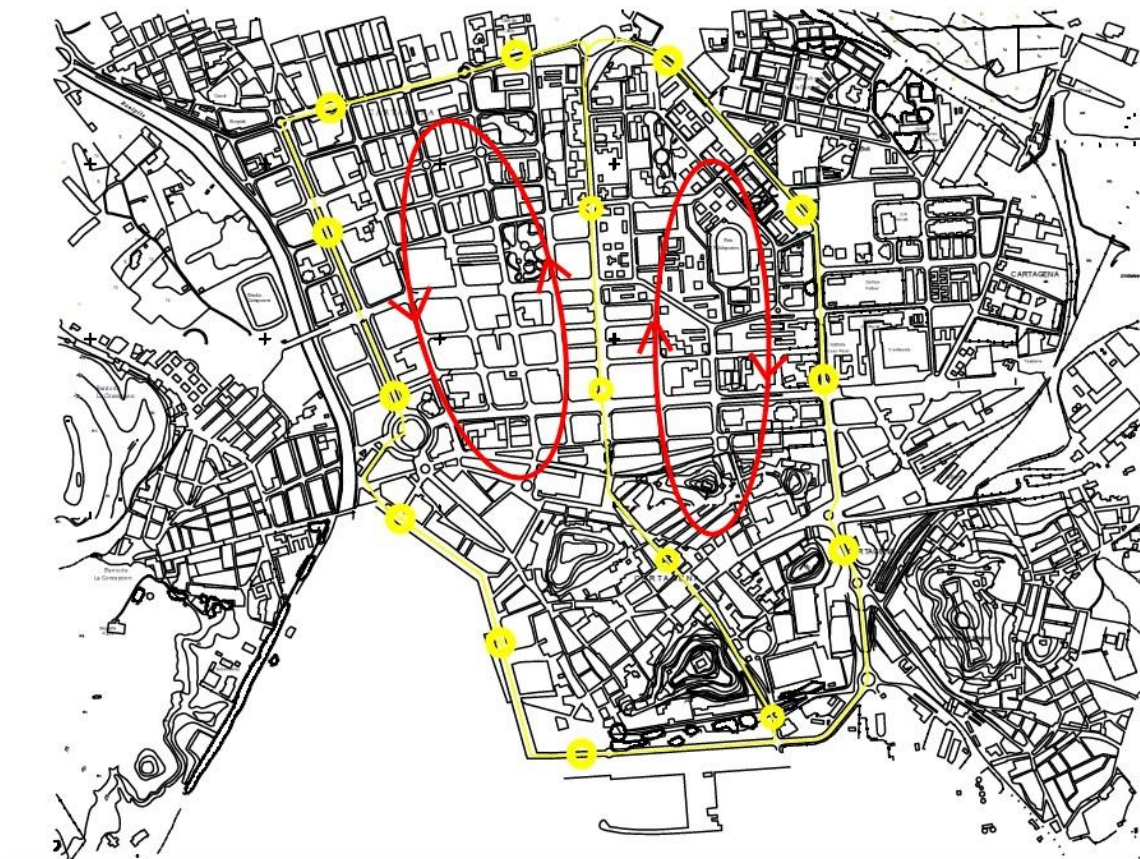


Imagen 18. Alternativa 3. (Fuente: Elaboración propia)

| | | | |
|-----------------------------|------------------|---------------------------|-----------|
| Longitud de la Línea | 8300 m | Capacidad del Veh. | 188 pasaj |
| Coste estimado | 55 millones de € | Nº Vehículos Hora | 5 |
| Tipo Vía | Única | Capacidad Línea | 2070 |
| Nº de paradas | 15 | Intervalo | 5.45 min |
| Vel. Comercial | 20 Km/h | TVR | 24.9 min |

Tabla 5. Características Alternativa 3. (Fuente: Elaboración propia)

1.6 COMPARACIÓN Y ELECCION DE ALTERNATIVA FINAL

Una vez caracterizadas las 3 alternativas se procede al análisis multicriterio para conocer cuál es la opción más adecuada a la ciudad.

Los objetivos a analizar por orden de importancia son:

1. Plataforma exclusiva.
2. Que la población servida sea lo mayor posible.
3. Paradas accesibles y próximas.
4. Cercanía de puntos de singular importancia, comercial o social.
5. Limitada ocupación de viario y de intersecciones.
6. Geometría de trazado lo más sencilla posible.
7. Menor coste posible.

Los objetivos enumerados anteriormente implican a su vez unos criterios e indicadores que nos permitirán comparar unas alternativas con otras y, otorgando un peso a cada criterio, elegir la alternativa óptima.

Estos indicadores serán valorados con una puntuación que oscila entre 1 y 5. Siendo el valor 5 el más positivo, donde el criterio señalado se cumple al 100 % y el valor 1 el más negativo donde dicho criterio no se cumple en ninguna situación.

Los criterios generales tenidos en cuenta, indicados anteriormente, hacen referencia a:

1. **Plataforma exclusiva**, se considera cuando se dispone de una franja de 7 metros y medio de anchura que quede liberada del tráfico rodado. En este caso un 5 representa un 100 del trazado en plataforma exclusiva y un 1 todo el trazado sin posibilidad de plataforma exclusiva.
2. **Población servida**. Se ordenarán las alternativas de mayor a menor población a menos de 500 metros de distancia de la línea. Valorando con un 5 la mejor alternativa y repartiendo el resto de puntuaciones de manera proporcional.
3. Se primarán las alternativas que dispongan de **paradas** con acceso directo desde la acera frente a las que dispongan de paradas situadas en el centro de bulevares o parques que impliquen que el viajero debe recorrer mayor distancia para acceder al tranvía.
4. Valoración del **trazado** de la alternativa desde el punto de vista del número de lugares de interés en la ciudad que se benefician del paso del tranvía.
5. **Efecto barrera**: se valorará la afcción del tranvía al resto del tráfico contabilizando el número de intersecciones de calles y cruces de glorietas, lo que implica una obligada semaforización.

6. **Valoración del trazado** de las alternativa, con un 5 aquellos trazados más rectos y directos frente aquellos más sinuosos y que impliquen curvas de radios inferiores.

7. **Coste** de cada alternativa, estimado a partir del dato medio de 6.000.000 de euros de coste por km.

Las ponderaciones de cada uno de los criterios para cada alternativa están detalladas en el Anejo 9.

El análisis multicriterio se realiza con el total obtenido en la tabla 6 para cada alternativa (Anejo 9) como resultado del valor dado en el apartado anterior y la ponderación proporcionada. Los valores correspondientes de ponderación adquieren su mayor valor con la cercanía de lugares de interés y situación de las paradas ya que ambas son las condiciones con mayor importancia, a continuación el trazado y el coste y luego población servida, plataforma exclusiva y efecto barrera.

| Criterio | Plataforma Exclusiva | | Población Servida | | Paradas | | Cercanía L.Interés | |
|----------------------|----------------------|------|-------------------|------|---------|------|--------------------|------|
| | Valor | Pond | Valor | Pond | Valor | Pond | Valor | Pond |
| Ponderación | 1 | 0.1 | 1 | 0.1 | 1 | 0.2 | 1 | 0.2 |
| Alternativa 1 | 5 | 0.1 | 3 | 0.1 | 5 | 0.2 | 3 | 0.2 |
| Alternativa 2 | 5 | 0.1 | 2 | 0.1 | 3 | 0.2 | 3 | 0.2 |
| Alternativa 3 | 5 | 0.1 | 5 | 0.1 | 5 | 0.2 | 5 | 0.2 |

| Criterio | Efecto Barrera | | Trazado | | Coste | | Total |
|----------------------|----------------|------|---------|------|-------|------|-------|
| | Valor | Pond | Valor | Pond | Valor | Pond | |
| Ponderación | 1 | 0.1 | 1 | 0.15 | 1 | 0.15 | |
| Alternativa 1 | 5 | 0.1 | 5 | 0.15 | 5 | 0.15 | 4,4 |
| Alternativa 2 | 3 | 0.1 | 3 | 0.15 | 3 | 0.15 | 3,1 |
| Alternativa 3 | 4 | 0.1 | 5 | 0.15 | 3 | 0.15 | 4,6 |

Tabla 6 Análisis Multicriterio (Fuente: Elaboración propia)

Como se ve en la tabla 3 Tras aplicar la ponderación a cada criterio, la alternativa como el valor más alto es la **Alternativa 3**, línea circular con eje por calles Ángel Bruna y Gisbert, por tanto será la que desarrollaremos con más detalle.

Para concluir, se van a desarrollar parámetros básicos de trazado, superestructura, plataforma y diseño de las paradas, dejando los detalles del diseño de semaforización, procedimientos de construcción y montaje, reposiciones de servicios, propiedades y derechos afectados, plan de obra y estudio de seguridad y salud para la realización del proyecto de construcción.

1.7 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

1.7.1 Trazado y Planeamiento Urbanístico

Para realizar un análisis del suelo de Cartagena a groso modo, se realiza una descripción del suelo por el que discurre el tranvía diseñado.

A modo general es suelo urbanizable, por lo que no tenemos problemas para llevar a cabo del proyecto.

- Suelo urbanizable sin sectorizar: la calle Trovero Marín, Cuesta del Batel, un tramo de Alfonso XII , la calle Real, calle Capitanes Ripoll, calle Serreta, Calle Caridad y Calle Gisbert
- Sistema general de comunicaciones: tramo de Alfonso XII, Alameda de San Antón, calle Jorge Juan, Ronda Ciudad de la Unión, calle Ángel Bruna y Alfonso XIII.

El suelo es urbanizable en todo el Casco Antiguo y alrededores. Esta información es obtenida del mapa adjunto en el Anejo 10 de Plan General Municipal de ordenación de Cartagena.

En lo referente al **trazado** de la línea, se explican los parámetros elegidos para la definición del trazado tanto en planta como en alzado para cada punto del tramo de línea a proyectar y su justificación por criterios técnicos o urbanísticos.

El trazado discurre íntegramente por trama urbana consolidada, siendo esto el mayor condicionante de diseño, puesto que el trazado debe adaptarse a la estructura urbana preexistente pero tratando siempre de cumplir con unos criterios mínimos de diseño que aseguren el éxito del proyecto.

A falta de un programa de trazado, a continuación se describen las directrices básicas a seguir para que el trazado cumpla la normativa. Así, la definición del trazado en planta comportará básicamente la inserción de curvas circulares de conexión entre las diversas alineaciones rectas que se encuentran clara y rígidamente determinadas teniendo en cuenta la total consolidación urbana característica del entorno atravesado (o el planeamiento urbanístico previsto en su defecto), y la definición del trazado en alzado comportará, por otro lado, la razonable adaptación de la rasante tranviaria a la correspondiente al viario existente en el entorno, salvo en zonas concretas donde su variación resulte justificable desde el punto de vista de la integración urbanística resultante.

En definitiva y como procedimiento general, el cálculo de clotoides se realizará para la velocidad máxima a la que el material móvil pueda circular por la curva circular, función en este caso exclusivamente de la aceleración no compensada máxima permitida, teniendo en cuenta la inexistencia de peralte característica de la plataforma tranviaria única prevista en la totalidad de la doble línea circular. No obstante, para grandes radios en los que el valor de la velocidad máxima de circulación asociada resulte superior que el máximo permitido para tramos de explotación tranviaria se limitará ésta a los correspondientes 50 km/h, límite de velocidad permitido en viario urbano.

Se obtendrán los siguientes datos, explicados con más detalle en el Anejo 10: Peralte teórico, peralte práctico, aceleración transversal no compensada, insuficiencia de peralte, dimensionamiento de clotoides, aceleración vertical.

Finalmente, se obtiene el cuadro siguiente que incluyen los parámetros adoptados para el cálculo tanto del trazado en planta como del trazado en alzado.

| Parámetros de Trazado En planta y alzado | Valores Extremos de Diseño | |
|--|----------------------------|--------------------|
| | Situación Normal | Situación especial |
| Velocidad máxima(km/h) | 50 | - |
| Velocidad mínima(km/h) | 15 | 0 |
| Radio mínimo(m) | 25 | 16 |
| Peralte máximo(mm) | 56 | - |
| Peralte práctico(mm) | 34 | |
| Aceleración transversal no compensada | 1.66 m/s ² | - |
| Aceleración vertical máxima | 1 m/s ² | - |
| Máxima inclinación rasante | 3.000‰ | 29 ‰ |
| Máxima inclinación rasante andén | 2.500‰ | 36.7 ‰ |

Tabla 7. Resultados (Fuente: Elaboración propia)

Las situaciones especiales señaladas en el cuadro anterior se refieren respectivamente a detención en paradas, circulación por desvíos y entornos de complicada adaptación al entorno urbano.

En este apartado también se recoge el **estudio de gálibos** considerados como mínimos normales para el paso de los tranvías bajo pasos superiores o túneles. En el Anejo 10 se realiza una descripción más detallada de los gálibos mínimos normales, teniendo en cuenta que en nuestro caso el tranvía no circula bajo estructuras.

Una vez que el trazado está conforme se procede a la propuesta de **diseño de las nuevas líneas de Autobuses**, basándonos en el estudio realizado en el Anejo 7 Estudio de Movilidad. Los cambios propuestos se deben al trazado del tranvía que abastece a toda la zona céntrica del casco antiguo, delimitando el abastecimiento de las líneas de autobús principalmente a la zona periférica de Cartagena. Los cambios propuestos para favorecer la sinergia entre autobuses y tranvía se comentan en el Anejo 10.

1.7.2 Reportaje Fotográfico

Se han realizado fotografías del trazado actual de la solución elegida, mostrándose en detalle en el Anejo 11.

1.7.3 Plataforma y superestructura

En el Anejo 10 se explican los tipos de plataformas tranviarias y secciones utilizadas en los diversos tramos de la línea circular de tranvía y la justificación de la elección para cada caso, a su vez también se tratan los aparatos de vía utilizados. Así mismo se describen con detalle los materiales y acabados elegidos y el proceso constructivo necesario.

Teniendo en cuenta la evidente consolidación urbana del entorno atravesado, se ha optado por la tipología plataforma con *carril de garganta embebido*, solución caracterizada por un muy buen comportamiento en cuanto a atenuación tanto del ruido como de la vibración producida por la rodadura. El carril de garganta, por otro lado, resuelve de forma óptima los posibles problemas asociados a las zonas de cruce entre tráfico viario y tranviario.

La sección tipo considerada se define apoyando sobre la explanación una capa de subbase granular y sobre esta se dispone una losa de hormigón armado HA-25 para

evitar los asientos diferenciales entre los carriles. La losa, de 32 cm de espesor, presenta unas entalladuras de 21 cm de ancho y 7 cm de profundidad donde se alojan los carriles, quedando bajo estos por tanto reducidos el espesor de la losa a 25 cm de espesor.

Encima de esta base de hormigón armado van situados los carriles Phoenix Ri 60 embutidos en el material elastomérico, tanto por los laterales como por su parte inferior, lo que le proporciona unas características muy interesantes como amortiguador de los ruidos y vibraciones ocasionadas por la rodadura. Con el fin de disminuir la cantidad necesaria de material elastomérico, se confina el carril con dos piezas prefabricadas de hormigón.

Entre los carriles se disponen otras losas de hormigón en masa HM-20, y sobre ellas el acabado correspondiente, para zonas generales en asfalto, para zonas peatonalizadas en adoquines de hormigón y losas de granito y para zonas ajardinadas acabado en césped artificial. En el segundo y tercer caso, sobre las losas mencionadas se compacta una cama de arena de 4 cm y sobre ella los acabados correspondientes en adoquín o césped artificial. En el primer caso, sobre las losas mencionadas se dispone una doble capa de mezclas bituminosas, por un lado una capa de base G-20 de 6 cm de espesor y por otro una capa de rodadura S-12 de 6 cm de espesor.

El criterio para la elección de los acabados anteriores ha sido la mimetización de la plataforma tranviaria en cada entorno. Es decir, la terminación de la superficie del espacio entre raíles indica el entorno sobre el que circula el tranvía. Siendo las elecciones asfalto, losas de granito y adoquines y césped artificial.

Los bordillos tienen una misión común para todos los casos, confinar el adoquinado o las mezclas bituminosas empleados para el remate de la sección.

La anchura de las plataformas de vía única es de 4 m. Y su sección es asimétrica, puesto que un lateral de la plataforma necesitará de la banda de protección al tráfico, y el otro lateral, el que se sitúa junto a la acera, sólo necesitará del bordillo en su configuración tradicional.

Aunque este proyecto no es constructivo se describe el **proceso constructivo** de la superestructura (vía en placa) por ser el aspecto característico del mismo, sin tener el cuenta movimientos de tierra previos ni acabados posteriores.

Inicialmente, se realiza la subbase mediante aportación de zahorra artificial, que se compacta hasta los valores requeridos, así como el drenaje longitudinal y la cimentación de los postes de catenaria. A continuación se ejecutan las losas de hormigón armado, interponiendo previamente la cama de hormigón de limpieza según planos. La losa que se dispone entre vías, así como las que se interponen entre éstas y los bordillos perimetrales a la plataforma, son de hormigón HM-20 con un espesor de 15 cm.

Seguidamente se descarga el carril Phoenix en barras de 18 m de longitud. Las curvas del trazado llevarán carril precurvado para aquellas de radio inferior a 100 metros, por lo que durante la descarga de las mismas se comprobará que su curvatura coincide con la definida en el Proyecto.

Posteriormente se procede a soldar los carriles, operación realizada fuera del cajetín y con desbaste de la soldadura en la totalidad de la sección del carril para evitar dificultades en las posteriores operaciones de nivelado y asiento en el elastómero de los carriles. Terminada la soldadura se procede al pegado con resina de las piezas prefabricadas de hormigón en las dos caras del alma del carril.

Finalmente se procede a la nivelación y alineación mediante los medios que a tal efecto se propongan (pórticos, cuñas, etc). Una vez situada y fijada la vía en su posición final y comprobada su exactitud mediante métodos topográficos, se vierte el elastómero, se remata la forma del cajetín mediante las piezas de adoquín especiales similares a las utilizadas para el resto del acabado. Cuando el elastómero vertido haya alcanzado la resistencia suficiente para resistir las cargas que le ocasionará el carril sin deformarse, se retirarán los elementos utilizados para conseguir la alineación y nivelación de éste. Por último, una vez que el elastómero haya alcanzado la resistencia definitiva, se pavimentará finalmente la plataforma.

Los aparatos que permiten la continuidad de nuestro tranvía son los **desvíos**. En el proyecto constructivo se especificará el tipo de desvío concreto para la línea de tranvía. En el anejo 12 se encuentra con más detalle dónde encontramos estos desvíos en el trazado de la línea.

1.7.4 Diseño de las paradas

En el Anejo 15 se desarrollan la morfología que tendrán las 15 paradas del recorrido propuesto. Para ello se explica en primer término el andén tipo que como se verá a continuación dependerá de la tipología de la parada donde se ubique.

Estudio Informativo de la implantación de un tranvía en Cartagena

A continuación se procederá a explicar una por una las paradas del trazado, sus particularidades y razones de la elección.

Por último se procederá a mostrar una planta y una sección de paradas con cada andén tipo.

En **andén tipo** cuenta con una longitud de 40 metros. Los andenes se dispondrán con un adoquinado, ya que en todos los casos están al lado de la misma acera y utilizar el mismo pavimento dará una sensación de mayor uniformidad y limpieza. La plataforma del andén se configura mediante muros perimetrales de hormigón, creando una plataforma elevada. En cuanto a la anchura del andén, depende de la tipología de parada en la que nos encontremos, siendo en su gran mayoría de **2 metros**. En los andenes, cuyas paradas no coincidan con las de autobús o se haga una remodelación de las existentes, se instalarán marquesinas, además de paneles informativos y una máquina expendedora de billetes. El mobiliario serán bancos y papeleras, incluyendo dos en cada andén, dos a cada lado de la marquesina.

A continuación se muestra la imagen con la distribución de las paradas.

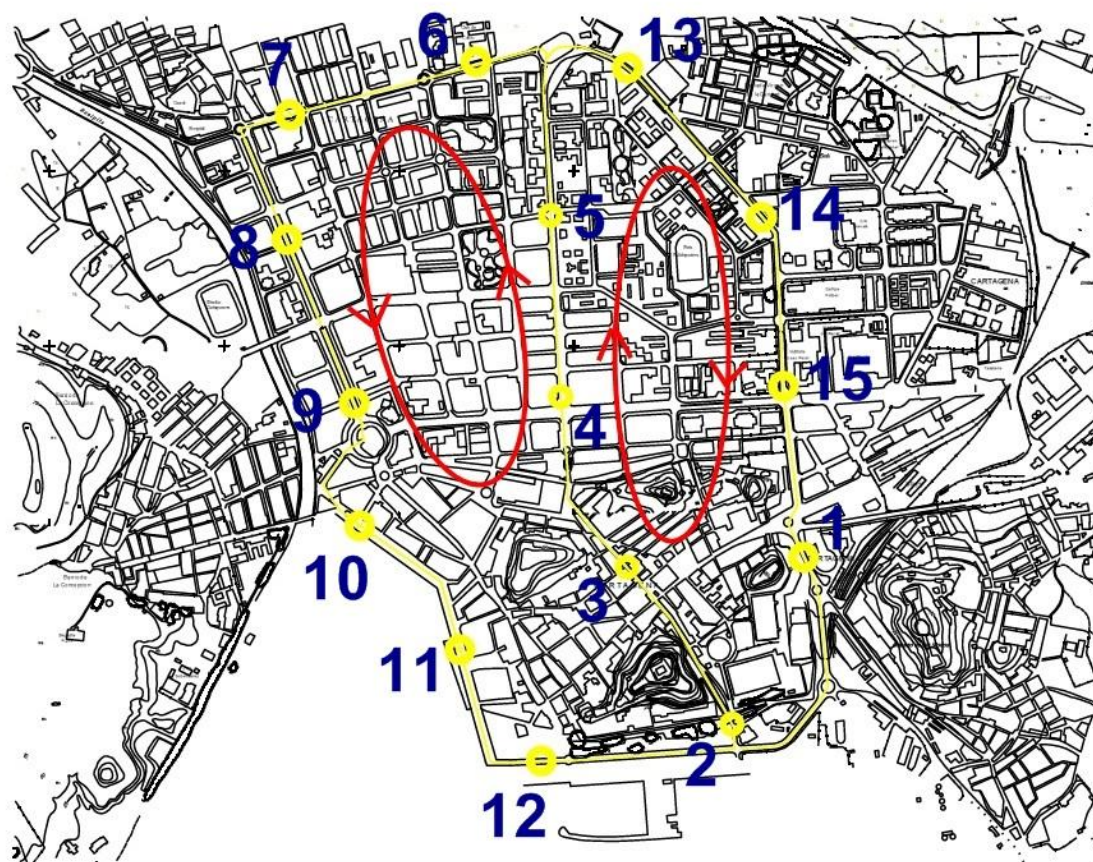


Imagen 19. Distribución de las paradas. (Fuente: Elaboración propia)

En el anejo correspondiente se realiza un análisis exhaustivo de cada una de las paradas. Obteniendo las siguientes secciones tipo.

Sección tipo 1: Andén lateral, plataforma compartida

| | |
|------------------------------|---------------------------------------|
| Parada 1: Estación Autobuses | Parada 7: Jorge Juan 2 |
| Parada 4: Ángel Bruna | Parada 13: Ronda ciudad de la Unión |
| Parada 5: Alfonso X el Sabio | Parada 14: Ronda ciudad de la Unión 2 |
| Parada 6: Jorge Juan | Parada 15: Calle Esparta |

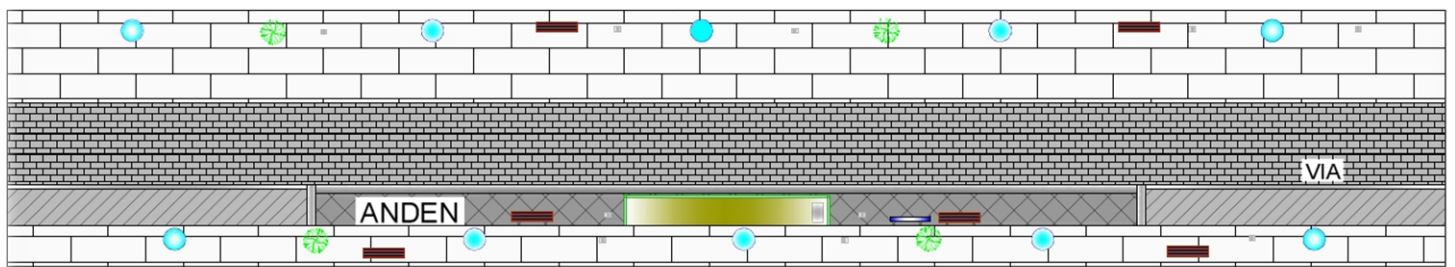


Figura 2. Sección tipo 1. (Fuente: Elaboración propia)

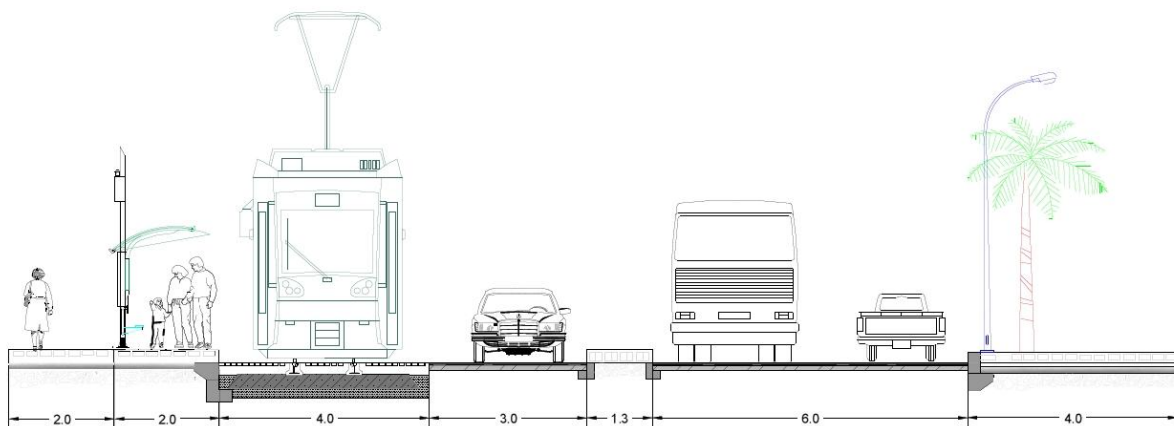


Figura 3. Sección tipo 1. (Fuente: elaboración propia autocad)

Sección tipo 2: Andén Central, calle peatonal, plataforma exclusiva

Parada 3: Calle Serreta

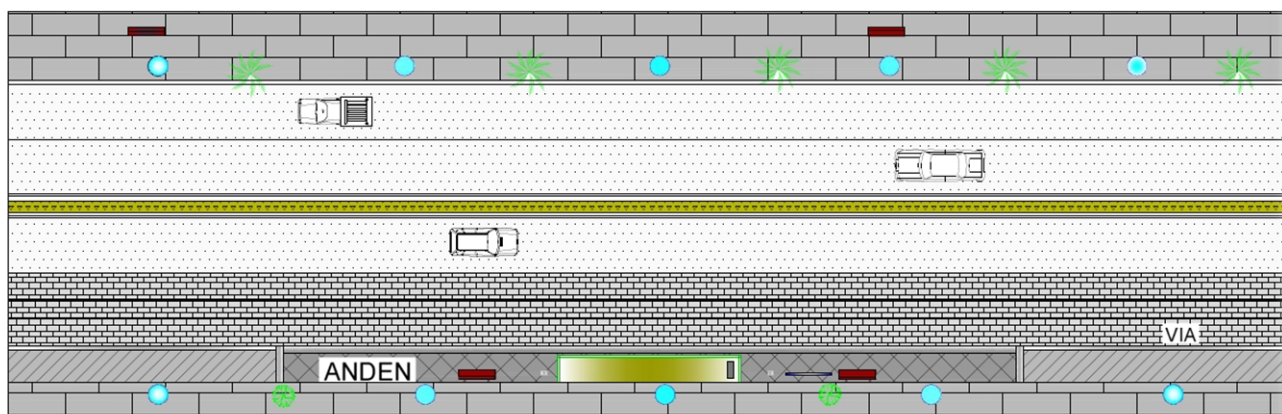


Figura 4 .Sección tipo 2. (Fuente: Elaboración propia)

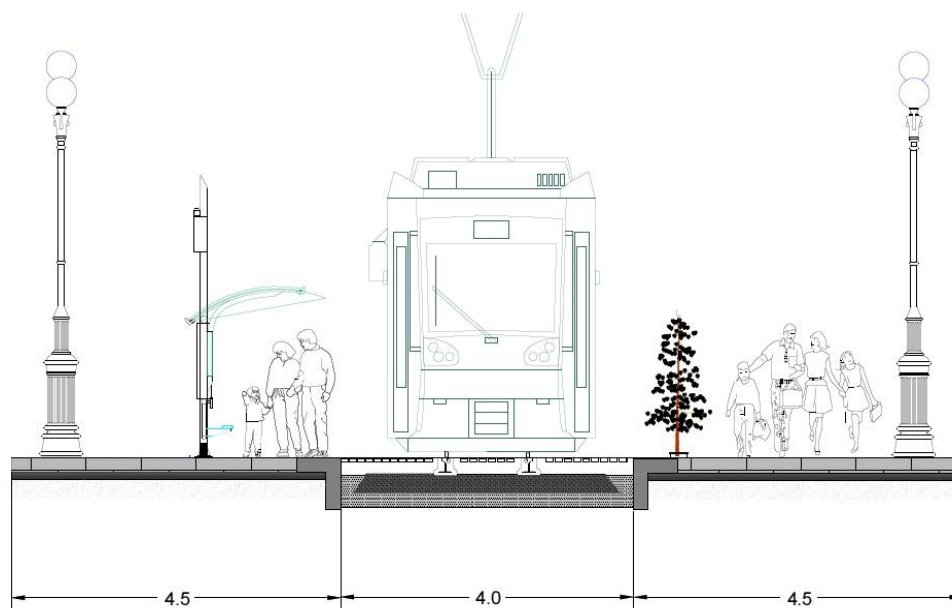


Figura 5. Sección tipo 2. (Fuente: Elaboración propia)

Sección tipo 3: Andén lateral, plataforma compartida

- Parada 2: Calle Gisbert
- Parada 10: Calle Real
- Parada 11: Calle Real 2
- Parada 12: Avenida Alfonso XII

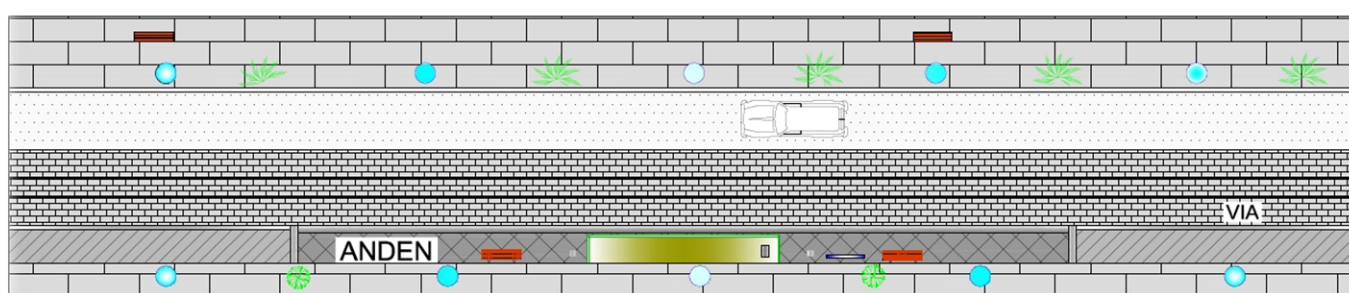


Figura 6. Sección tipo 3. (Fuente: Elaboración propia)

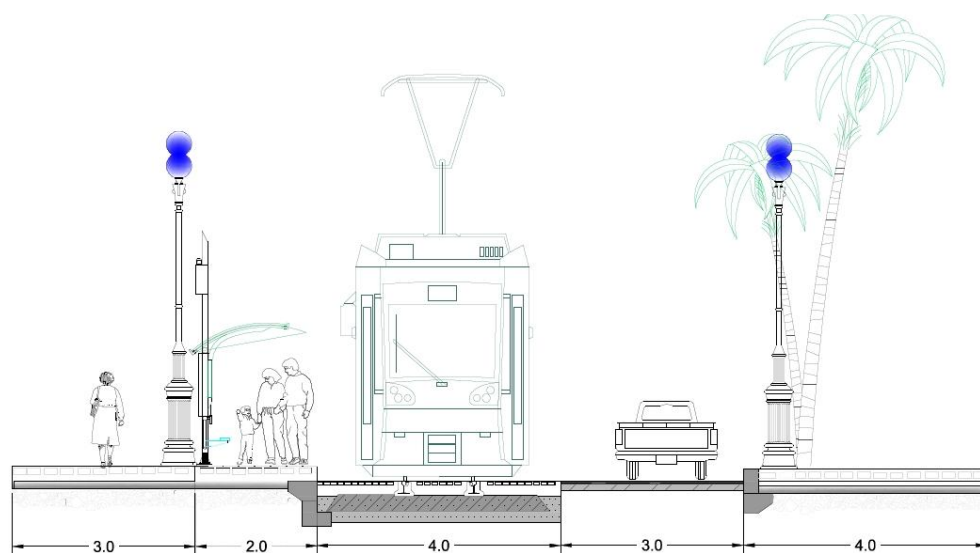


Figura 7. Sección tipo 3. (Fuente: Elaboración propia)

Sección tipo 4: Plataforma exclusiva

Parada 8: Alameda de San Antón
Parada 9: Alameda de San Antón 2

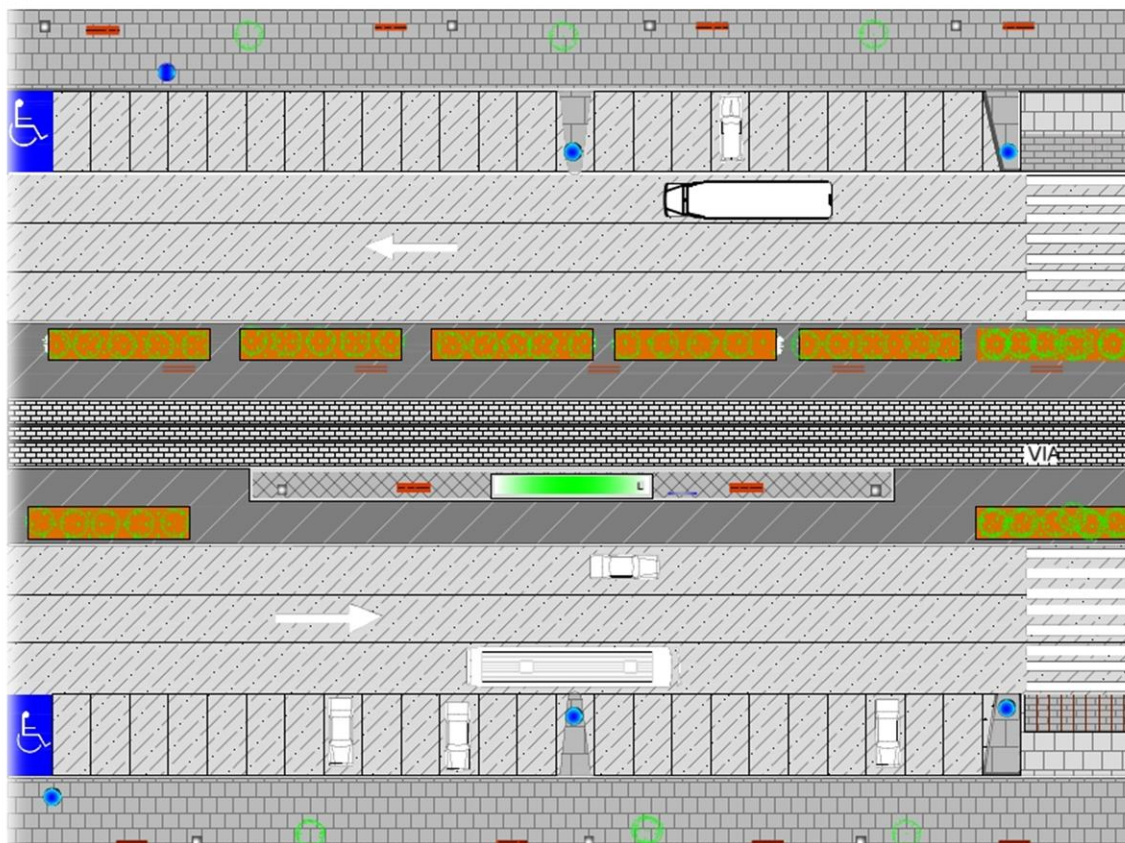


Figura 8. Sección tipo 4. (Fuente: Elaboración propia)

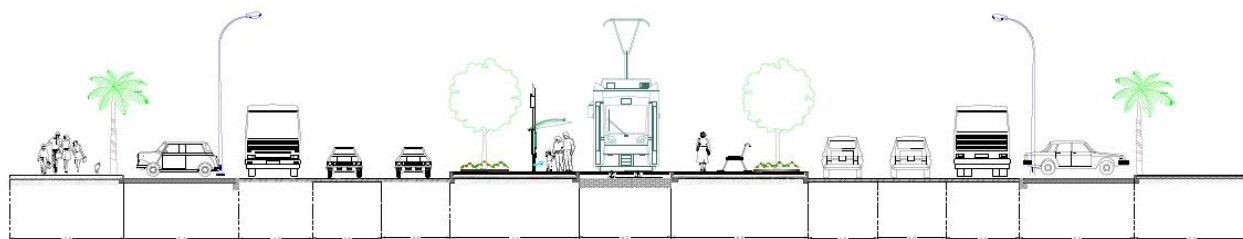


Figura 9. Sección tipo 3. (Fuente: Elaboración propia)

1.7.5 Análisis Funcional

En el Anejo 14 se trata de marcar las pautas de funcionamiento de los servicios a implantar en la referida infraestructura y que fueron ya esbozados levemente en el anejo de alternativas.

El **objetivo** del presente anejo es establecer las condiciones en que se realizará la explotación del servicio de la línea de tranvía en Cartagena. Estas condiciones se concretan en diversos índices y parámetros que definen la estrategia de explotación a la vez que proporcionan valiosos datos sobre:

- Velocidad Comercial
- Intervalos de explotación
- Tiempos de recorrido
- Número de unidades
- Capacidad de las líneas

Estos parámetros definen la explotación de la red.

Asimismo se cuenta con un prediseño de la estrategia de explotación maestra que se realizó en el anejo de Estudio de Alternativas y que, recordemos, se concretaba en los siguientes servicios:

- *Longitud de la Línea: 8300 metros*
- *Coste estimado: 55 millones de Euros*
- *Tipo Vía: Única*
- *Nº de paradas: 15*
- *Velocidad Comercial: 20 Km/h*
- *Capacidad del Vehículo: 188 pasajeros*
- *Nº Vehículos Hora: 5*
- *Capacidad Línea: 2070*
- *Intervalo : 5.45 minutos*
- *TVR: 24.9 minutos*

En cuanto a las paradas se han considerado básicamente las mismas que las definidas en dicho anejo

Estas consideraciones del trazado, paradas y los servicios básicos de explotación antes definidos son los datos de partida fundamentales.

Estudio Informativo de la implantación de un tranvía en Cartagena

Tanto el dimensionamiento de la plataforma, como el de las paradas y ciertos parámetros de trazado han sido elegidos específicamente para un **material rodante** tipo: tranvía de 32,3 metros de longitud y 2,4 m de anchura. En este proyecto se ha considerado como material de referencia el modelo Alstom Citadis, puesto que es el más utilizado para redes de tranvía equivalentes a la aquí propuesta; como son el caso de Murcia y Parla. Cada unidad tiene una longitud de 3.230 milímetros, una anchura de 2.400 y una altura máxima de 3.600. El piso tiene una altura desde el suelo de 320 milímetros en las puertas y de 350 en el resto de la superficie de la unidad, y las puertas una anchura de 1.300 milímetros, las dobles y de 800, las sencillas. El peso de la unidad vacía es de 40 toneladas y en carga de unas 56,5 toneladas con una ocupación de cuatro pasajeros por metro cuadrado. Dispone de un equipo de tracción con cuatro motores de 120 kW. La tensión de alimentación es de 750 Voltios en corriente continua.

Las variables de explotación consideradas son; la velocidad comercial, capacidad de la línea, vehículos por kilómetro ofrecidos, y potencia de transporte. Todos estos conceptos están desarrollados con más detalle en Anejo 14, calculados suponiendo una capacidad de cada unidad de 188 personas. Para cada frecuencia entre tranvías se proporcionan a continuación los parámetros explicados en dicho Anejo.

| Frecuencia (min) | Nº de Unidades Tiempo Recorrido :24 min y 54 seg | Capacidad Nºviaj/hora/sentido | PKO Veh x hora | PT |
|---------------------|---|----------------------------------|-------------------|--------------|
| 3 | 9 | 4077,10843 | 31208 | 75200 |
| 5 | 5 | 2265,06024 | 18724,8 | 45120 |
| 7,5 | 4 | 1812,04819 | 12483,2 | 30080 |
| 10 | 3 | 1359,03614 | 9362,4 | 22560 |
| 15 | 2 | 906,024096 | 6241,6 | 15040 |
| 20 | 2 | 906,024096 | 4681,2 | 11280 |
| 25 | 1 | 453,012048 | 3744,96 | 9024 |

Tabla 8. Resultados (Fuente: Elaboración propia)

Estos datos obtenidos nos permiten decidir el intervalo adecuado entre circulaciones para cada momento del día, y por tanto el número de vehículos necesarios.

Para el caso de hora punta se vio en el estudio de alternativas que el tramo con mayor demanda en hora punta para la alternativa tres era de 2070, por lo que en hora punta, para satisfacer esa demanda es necesario un intervalo de 5 minutos y un total de 5 vehículos.

Este dato de demanda fue obtenido para un porcentaje del 30 % para uso de la nueva infraestructura. Si consideramos que ese porcentaje no se alcanza hasta los 5 años de la puesta en servicio, considerando para estos una utilización de la mitad, más adecuada para la puesta en marcha de una infraestructura, obtenemos una demanda de 1035 viajes en hora punta, que sería satisfecha de manera eficiente con 3 vehículos por sentido y frecuencias de 10 minutos. Incluso, ajustándonos mucho se podría trabajar con 2 tranvías y frecuencias de 15 minutos.

De tal manera se decide que el número máximo de vehículos necesarios para el inicio de explotación debe ser de 3, con previsión de ampliación de 2 vehículos más.

El dimensionamiento de las cocheras se realizará por tanto para un total de 6 vehículos.

1.8 PRESUPUESTO

Debido al carácter informativo del documento se ha realizado una estimación para el cálculo del presupuesto. Como se ha indicado en las alternativas se ha estimado un coste de 6 millones de euros por km de línea considerando solo la construcción de la vía tranviaria.

Sin embargo, si se toma como referencia los costes totales del proyecto del tranvía de Murcia (18 km por 264 millones de euros) o los de la línea 2 de Alicante (8,9 km por 100 millones de euros) que incluyen todas las partidas de un proyecto constructivo, se obtiene un coste medio por km de construcción de línea de tranvía de 13 millones de euros. Con este dato, el coste total aproximado de este proyecto con un trazado de 8,3 Kilómetros ascendería a **107,9 millones de euros**.

1.9 DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

Los documentos que integran este estudio informativo son:

Documento nº 1: Memoria y Anejos

Documento nº 2: Planos

1.10 CONCLUSIONES

- El presente documento desarrolla las actuaciones relacionadas con el proyecto de un tranvía urbano de la ciudad de Cartagena.

- La población en Cartagena ha aumentado considerablemente en los últimos años, convirtiéndose la periferia en zona residencial y la zona centro en residencial- ocio-compras- trabajo creando una movilidad activa.

-Los objetivos fundamentales de la actuación son:

- Mejorar el servicio de transporte público para viajeros, integrando una nueva red de tranvía para velocidades comerciales de 20km/h.
- Disminuir el uso del transporte privado, dando lugar a una menor congestión y contaminación.
- Prestar servicio a los puntos de interés cultural, comercial y trabajo entre otros en la ciudad de Cartagena.

-Se describen cuatro soluciones análogas que sirven como orden de magnitud y orientación para acotar el problema de la nueva red proyectada. Algunas de las características tomadas como referencia son:

- Distancia media adecuada entre paradas : 500 m
- Pendiente máxima :7%
- Velocidad media de 20km/h
- Capacidad para unos 200 pasajeros
- Elección de ancho de vía para unión posterior con otras redes existentes

- Se plantean tres alternativas:

- **Alternativa 1:** El recorrido que realiza este tranvía tiene forma de ocho cuyo eje común en ambos sentidos sería Alfonso XIII. Las características principales son :Longitud de la línea es de 7320 metros, coste estimado 48 millones de euros, vía única, número de paradas 14, intervalo 6 minutos
- **Alternativa 2:** El recorrido que realiza este tranvía es el mismo que el anterior pero siendo dos líneas circulares independientes entre sí. Longitud total de las líneas es de 8450 metros, coste estimado 55.8 millones de euros, vía única, número de paradas 18, intervalo 6 minutos.

Estudio Informativo de la implantación de un tranvía en Cartagena

- **Alternativa 3:** El recorrido que realiza esta línea es circular en forma de ocho siendo eje común a ambos la calle Ángel Bruna y Gisbert. . Las características principales son :Longitud de la línea es de 8300 metros, coste estimado 55 millones de euros, vía única, número de paradas 15, intervalo 5.5 minutos

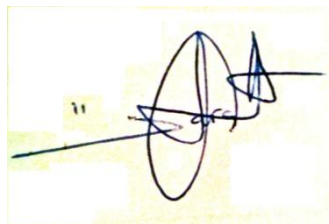
Al realizar un análisis multicriterio siendo los factores a evaluar; plataforma exclusiva, población servida, situación de paradas, trazado y efecto barrera, se obtiene el resultado de que la opción más viable es la **Alternativa 3**.

- Estamos en suelo urbanizable por tanto no tenemos problemas de expropiaciones ni zonas protegidas.

- Entre las características técnicas destacan la elección de un ancho de vía 1000 mm por su posible conexión con el ferrocarril de vía estrecha (FEVE), el uso del carril de garganta Phoenix , para vía en placa y plataforma compartida en la mayoría de sus tramos para que en ausencia del tranvía ésta pueda ser usada por el tráfico rodado.

En Cartagena, a 20 de Febrero de 2014

Autor del Estudio

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Sara Rodríguez López', is written over a faint, light-colored background that looks like a scan of a document or a signature strip.

Fdo. Sara Rodríguez López

Ingeniera Civil

2. ANEJOS

INDICE

1. Planteamiento del problema
2. Estudio de soluciones análogas
3. Climatología, hidrología y drenaje
4. Geología y Geotecnia
5. Análisis Histórico
6. Análisis Urbanístico y Poblacional
7. Estudio de Movilidad
8. Impacto Ambiental
9. Estudio de Alternativas
10. Trazado y Planeamiento Urbanístico
11. Reportaje Fotográfico
12. Plataforma y Superestructura de la vía
13. Diseño de Paradas
14. Análisis Funcional

Anejo 1

Planteamiento del problema

| | |
|---|---|
| 1. OBJETIVOS, PARÁMETROS Y VARIABLES: | 3 |
| El corredor:..... | 4 |
| El dimensionamiento:..... | 5 |
| Las paradas: | 5 |
| Material móvil:..... | 5 |
| Electrificación de la línea: | 5 |
| Las cocheras:..... | 6 |
| Subestaciones eléctricas | 6 |

1. OBJETIVOS, PARÁMETROS Y VARIABLES:

Cartagena es una ciudad y municipio español de 218244 habitantes en 2013, se sitúa junto al Mar Mediterráneo en la comunidad autónoma de la Región de Murcia.

Cartagena tiene una movilidad marcada por un uso excesivamente alto del vehículo privado, por la ineficacia del transporte público y una muy mala concepción del mismo por parte de la población. Esta situación provoca que en horas punta del día (mañana, medio día y tarde) se produzcan congestiones de tráfico en las principales vías del centro de la ciudad y de algunos barrios de importancia, y que la oferta de aparcamiento nunca sea suficiente para abastecer una demanda que en los últimos 10 años ha sufrido un gran aumento de la población. Además, la contaminación generada por el tráfico rodado afecta a la calidad de vida de la población y al patrimonio arqueológico de la ciudad.

Diversas iniciativas han sido tomadas por parte del Ayuntamiento para paliar esta situación:

- Implantación de una red de carriles bici que vertebran la ciudad, junto con el sistema de préstamo y aparcamiento de bicicletas públicas.
- Reordenación y ampliación de la red de autobuses.
- Ampliación del número de aparcamientos

Sin embargo estas intervenciones sólo han tenido un efecto mínimo en la movilidad, por lo que desde mi punto de vista, es necesario un nuevo concepto integral de movilidad.

Es en este punto es donde aparece la idea de un tranvía para la ciudad. Las razones por las que es éste el medio que debería implantarse frente a otras alternativas son:

- El tranvía como solución integral a los problemas de saturación y congestión del vehículo privado en hora punta

Los problemas de saturación y congestión del tráfico en horas punta dificultan y ocasionan demoras en los movimientos del transporte público. Este problema se ha tratado de resolver mediante la creación de carriles de circulación exclusiva, carriles de autobuses, pero esto solo solventa la situación en determinados tramos, como por ejemplo la Alameda de San Antón, y cuando el carril bus finaliza la demora vuelve a producirse.

La concepción de un tranvía moderno, con la finalidad de dar solución al problema de la movilidad en el conjunto de la ciudad sería una posible solución más eficaz que las soluciones parciales de carriles exclusivos de bus o tramos aislados de carriles bici.

- El tranvía supone una apuesta por un transporte más limpio y menos contaminante.

Reduce las emisiones contaminantes que perjudican a la población y al patrimonio y reduce las emisiones de ruido.

- El tranvía como imagen de referencia

El transporte público en Cartagena no está bien valorado por la población. La imagen del servicio es de demora, lentitud e incomodidad, y “coger el autobús” es una actividad que ha quedado relegada en muchos casos a ciertos estratos de la sociedad. A igualdad de condiciones o incluso en condiciones favorables respecto al transporte en vehículo privado, gran parte de la población elige este último para realizar sus viajes. Esta es una razón clave para elegir el tranvía, ya que cambia radicalmente la concepción e imagen del transporte público y le aporta aires de modernidad.

Por tanto el tranvía se consolida como una solución viable que mejorará la movilidad de Cartagena, fomentando el uso del transporte público.

Los parámetros que determinarán la concepción definitiva del tranvía son:

El corredor:

Vía única o doble: Dependerá de la importancia del tramo a diseñar y de la capacidad y frecuencias requeridas. De manera general se diseñará en vía única por la fisonomía de la ciudad, concretamente por problemas de espacio.

Plataforma totalmente reservada, mixta o compartida con el tráfico rodado. Dependerá de las zonas por donde discorra su trazado. Como ya hemos comentado anteriormente, la fisonomía de la ciudad nos impide en muchos tramos disponer de plataforma reservada, por tanto, evitaremos en la medida de lo posible, quitar algún carril al tráfico rodado. En este proyecto por opinión personal y por conocimiento de la ciudad se va a realizar una plataforma compartida ya que eso ayudara a la fluidez del tráfico y no privarles de un

carril menos de circulación. Ya que la plataforma reservada impide a los vehículos poder usar ese carril cuando el tranvía no lo esté usando.

El dimensionamiento:

Longitud de las líneas: la longitud de éstas vendrá determinada por la rentabilidad de la extensión de la línea para ganar viajeros en zonas menos densamente pobladas.

Velocidad comercial: la velocidad máxima de un tranvía en zona urbana es de hasta 70 Kms/h. Esta alta velocidad es una de las bazas principales del tranvía frente al autobús. También se tendrá que tener en cuenta. Así mismo, la velocidad media, incluyendo paradas es de 20 Km/h.

Frecuencia: para obtener la frecuencia bastará con calcular los trenes necesarios en una determinada línea. Una vez obtenido el número de trenes/hora necesarios podemos calcular el intervalo entre ellos.

Número de vehículos: se obtiene dividiendo la demanda en una hora en una línea y la capacidad de una composición, que en nuestro caso podemos aproximar a 200 pasajeros.

Las paradas:

Las paradas estarán situadas a una distancia de 500 metros entre sí. Esta es la distancia que determina el área de captación de población y equivale a 7 minutos caminando. Además del espaciamiento entre ellas será necesario considerar su localización, teniendo en cuenta los principales puntos de atracción, y su accesibilidad.

Material móvil:

La capacidad del material móvil vendrá determinada por la anchura y longitud del mismo. Los rangos son: entre 2,2 y 2,65 m para la anchura y entre 18 y 32 m para su longitud. Estos valores determinan una capacidad que oscilará entre 100 y 220 viajeros. El precio de cada unidad rondará los 2 millones de Euros.

Electrificación de la línea:

Este es un aspecto importante para ciudades con casco histórico, por razones de espacio e imagen. La electrificación que se lleva a cabo en los tranvías es la de catenaria compensada, bien en pórtico, poste central o en ménsulas.

Sin embargo en ocasiones se ve necesario evitar la implantación de esta catenaria y se recurre a sistemas más avanzados, tales como la alimentación por suelo, sin necesidad de la catenaria. Estas consideraciones serán tomadas en cuenta en el caso de Cartagena en las zonas del casco histórico donde no se vea adecuada la implantación de las catenarias.

Las cocheras:

Será necesario prever una parcela para el estacionamiento de las composiciones de tranvía y su mantenimiento. En el caso de la ciudad de Cartagena existen varias posibilidades a priori: ya que existen muchas zonas de campo abierto cerca de la ciudad, o habilitar una zona conjunta tanto para Feve y el tranvía, ampliando la ya existente. En cualquier caso, este aspecto queda fuera del estudio informativo

Subestaciones eléctricas

Son necesarias para la transformación de la corriente alterna de 15000V a continua de 750V que alimenta los tranvías. Al igual que las cocheras, estas infraestructuras quedan fuera del estudio informativo.

Anejo 2

Estudio de Soluciones Análogas

INDICE

| | |
|------------------------------|----|
| 1. INTRODUCCIÓN | 2 |
| 2. TRANVÍA DE ALICANTE | 2 |
| 3. TRANVÍA DE BILBAO | 10 |
| 4. TRANVIA DE MURCIA..... | 14 |
| 5. TRANVIA DE PARLA..... | 19 |
| 6. CONCLUSIONES | 22 |
| 7. REFERENCIAS..... | 27 |

1. INTRODUCCIÓN

En este Anejo se analizan las características técnicas de los tranvías de diferentes zonas de España. Se han elegido tres ciudades con tranvía con una población similar al municipio de Cartagena (Alicante, Bilbao y Murcia) y el tranvía de Parla, cuya población es del mismo orden de magnitud que el centro urbano de Cartagena

Todas ellas se han analizado con el siguiente esquema:

1. **Introducción:** En este apartado se comenta el número de habitantes, densidad, ubicación, número de viajeros al año, y estructura de las líneas de tranvía.
2. **Trazado , características técnicas y frecuencias;** Se describe el operador , trayecto de cada una de las líneas, recorrido por lugares de interés, ancho de vía, número de estaciones y distancia entre sí, longitud de las líneas y andenes, velocidades y tipo de carril.
3. **Tarifas:** En este apartado se enumeran las diferentes tipos de tarifas existentes.
4. **Material móvil;** Se describen las características de los vehículos tranviarios: Longitud, ancho, alto, peso, modelo, número de pasajeros sentados y de pie , la tensión de alimentación y potencia, indicando el número de tranvías en funcionamiento y reserva en cada ciudad.
5. **Futuras Ampliaciones:** En el caso de que existieran se explica porque son necesarias y dónde se realizaran las mismas.

2. TRANVÍA DE ALICANTE

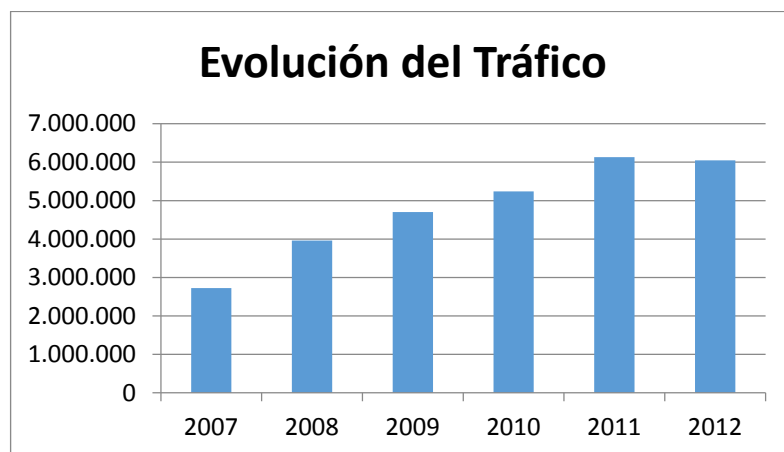
2.1 INTRODUCCIÓN

Alicante es una ciudad y municipio español, capital de provincia, una de las tres que conforman la Comunidad Valenciana. De población 334.329 habitantes, forma una conurbación de 452.462 habitantes con muchas de las localidades de la comarca del Campo de Alicante, siendo su densidad de 1.662,83 hab./km² .

El Tranvía de Alicante está formado por 6 líneas, como podemos ver en las Imágenes 1 y 2, aunque en la actualidad solo están en funcionamiento 5. Siendo la línea 2 la que se encuentra en desuso.

La entrada en funcionamiento de las líneas fue de forma paulatina. En 2007, se inauguran las **líneas 1, 3, 4**, el ramal y el túnel de Mercado. Un año más tarde, la línea 1 se prolongaría hasta Benidorm. En 2009, se inaugura el bucle de la **línea 4** que prolonga dicha línea por el barrio alicantino de Playa de San Juan. Y en 2010, se inaugura la estación Luceros, así como la nueva **línea 4L**, pasando a ser Luceros la cabecera de la línea L4.

Debido a la evolución tranviaria que sufría Alicante, y a que sus líneas no sólo tenían carácter urbano sino también periférico, cada año desde el 2007 hasta 2010 hubo un incremento del número de viajeros. A partir de ese año se han estabilizado el número de viajes , siendo el número de viajeros al año de 6.045.742.



Gráfica 1. Evolución del Tráfico en Alicante (Fuente: Wikipedia)

2.2 TRAZADO Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

El operador de estas líneas es FGV siendo su característica principal el abastecimiento tanto urbano como interurbano, contando con 5 líneas de tranvías en funcionamiento.

La **línea 1** une Luceros con Benidorm, es una línea suburbana, con conexiones hasta el Campello con las líneas 3, L4 y 4L , velocidades máximas de 110 km/h y comercial de 48km/h.

La **línea 3** discurre entre el Luceros y Campello, comunica el centro de la ciudad con las playas de San Juan y Campello. Las unidades móviles de esta línea son tranvías y trenes-tram y el trayecto a Campello se realiza en unos 25 minutos, su velocidad máxima es de 90km/h en trenes y de 70 km/h en tranvías, con velocidad comercial de 36 km /h.

La **línea L4** discurre íntegramente por el término municipal de Alicante, va desde Luceros hasta el bucle de la playa de San Juan, con velocidades máximas de 70 km/h en tramos ferroviarios, 50km/h en tramos tranviarios.

La **línea 4L**, discurre íntegramente por el término municipal de Alicante, va desde Puerta del Mar hasta Sangueta. Su principal función es conectar la zona del Casco Antiguo, la Playa del Postiguet y el Puerto, con velocidades máximas de 50km/ h y comercial 20 km/h.

La **línea L9** es el tramo que une dos ciudades de un gran interés turístico Benidorm – Denia, con una velocidad máxima de 80 km/h y comercial de 42km/h.

Todas estas líneas se muestran en las imágenes 1 y 2.

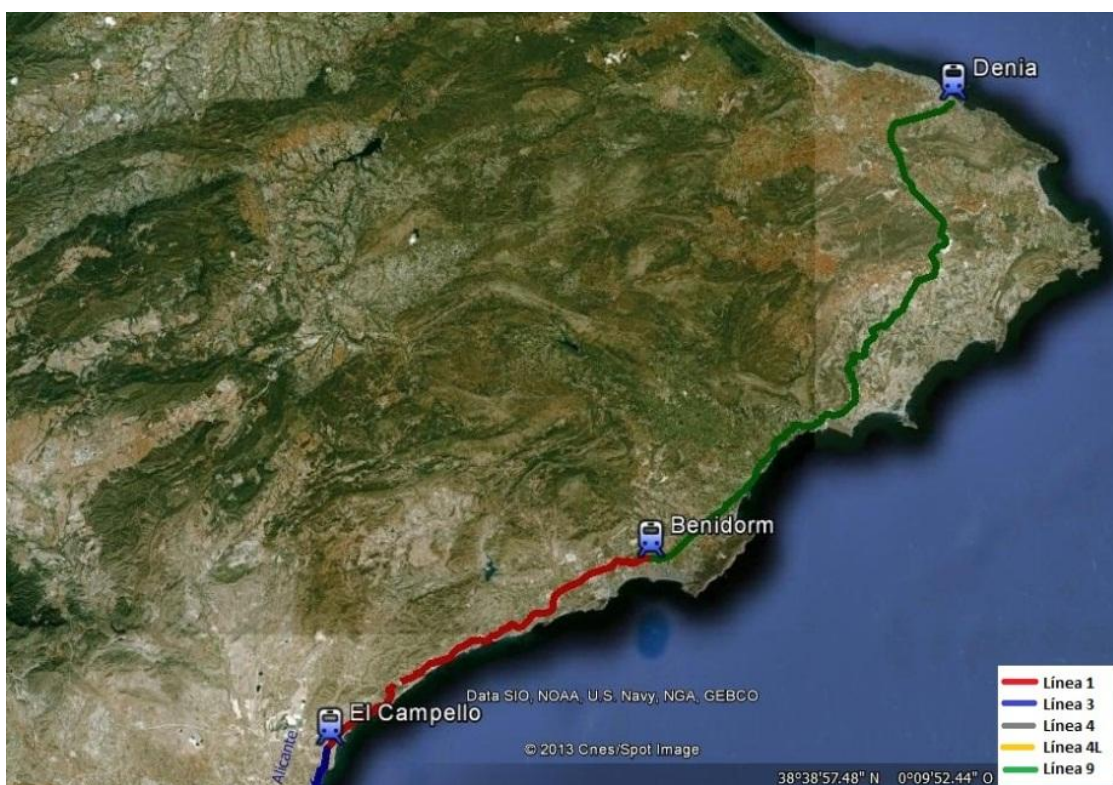


Imagen 1. Tranvía Alicante líneas 1,3,4,4L y 9 (1). (Fuente: Elaboración propia a partir de google earth)

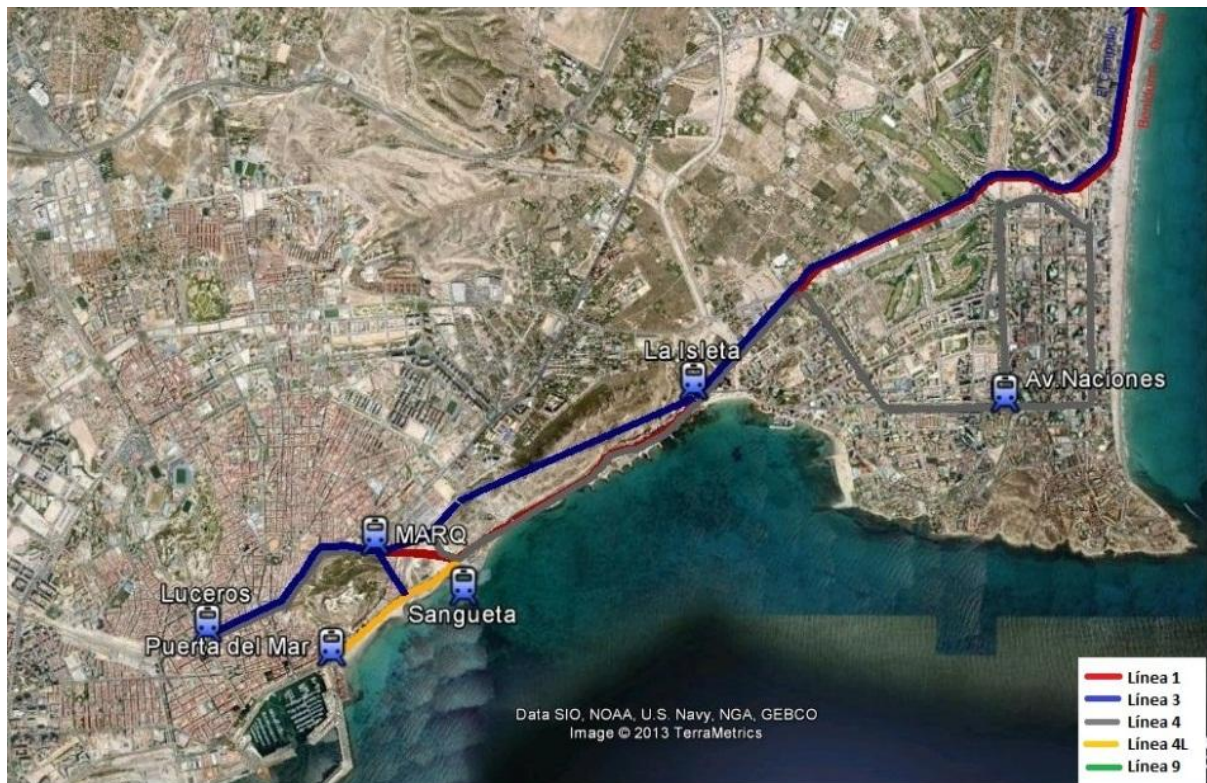


Imagen 2. Tranvía Alicante líneas 1,3,4,4L y 9. (Fuente: Elaboración propia a partir de google earth)

El sistema tranviario de Alicante ha sido construido con un ancho de vía de **1000mm**.

Pero su doble condición de servicio urbano y de Tram-tren ha determinado que en la línea coexistan tramos con características tranviarias con otros de carácter ferroviario.

En las secciones tranviarias el sistema de vía en placa, está compuesto por carriles tipo tranvía (Phoenix) soldados en Barra Larga Soldada y con un acabado de pavimento de hormigón, césped o adoquines. . Los tramos de carácter ferroviario están formados por vía convencional de balasto y carriles tipo Vignole.

- Las características principales dependen del tipo de línea:

| Línea | Terminales | Long | Estaciones | Vehículo | Andén | Frecuencia |
|--------------------------|------------------------------|-------------------|------------|-----------|--------|------------|
| L1 | Luceros↔Benidorm | 42,7 km | 20 | Tren-tram | 80 m | 30 mts |
| L3 | Luceros ↔ El Campello | 23,1 km | 17 | Tren-tram | 80 m | 20-30 min |
| L4 | Luceros ↔ Plaza de la Coruña | 11 km | 18 | tranvía | 65 m | 30 min |
| 4L | P. del Mar ↔ Sangueta | 1,5 km | 3 | tranvía | 65-80m | 20 min |
| L9 | Benidorm ↔ Denia | 50,8 km | 18 | automotor | 80 m | 60 min |
| Total operativo : | | 141,160 km | | | | |

Tabla 1. Características Líneas Alicante (Fuente: Wikipedia)

Como se ve en la Tabla 1, la frecuencia depende del recorrido. La línea 1 pasa cada 30 minutos, la línea 3 cada 20-30 minutos, la línea 4 cada 30 minutos, la Línea 4L cada 20 minutos, la línea 9 cada 60 minutos, pues al ser el recorrido más largo su frecuencia es menor

2.3 TARIFAS

Las tarifas como muestra la tabla 2 siguiente depende de la zona a la que el pasajero quiera llegar, como este tranvía es urbano e interurbano, se separan los lugares por zonas, aumentando el precio cuanto más distancia. En la imagen 3 se indican las paradas que se engloban en cada zona.

Podemos encontrar un número amplio de elección de billetes. Billeto sencillos (sólo ida), Ida y vuelta, Descuentos para grupos de un 40%, descuentos para pensionistas de un 50%, Bono de 10 viajes para jóvenes, Bono de 30 viajes para jóvenes, TAT Gent major ; que es una tarjeta personal con número de viajes ilimitados en el recorrido y periodo determinado en el billete, en cualquiera de los dos sentidos y elección de compra mensual o anual. Y la tarjeta Mobilitat; Tarjeta personal e intransferible con número ilimitado de viajes, en 30 días o en un año.

| Zonas | 1 Zona* | 2 zonas | 3 zonas | 4 zonas | 5 zonas | 6 zonas |
|-------------------------|-----------------|---------|---------|---------|---------|----------|
| Billete sencillo | 1,35 € | 2,50 € | 3,75 € | 4,85 € | 6,05 € | 7,15 € |
| I+V | 2,30 € | 4,25 € | 6,40 € | 8,25 € | 10,30 € | 12,20 € |
| Grupos 40% | 0,85 € | 1,50 € | 2,25 € | 2,95 € | 3,65 € | 4,30 € |
| Pensionista 50% | 1,35 € | 1,35 € | 1,90 € | 2,45 € | 3,05 € | 3,60 € |
| Bono 10 | 7,60 € | 14,00 € | 21,00€ | 27,20 € | 33,90 € | 40,05 € |
| Bono 30 | 21,50 € | 39,75 € | 59,65 € | 77,15 € | 96,20 € | 113,70 € |
| T.A.T Gent Major | Todas las zonas | | Mensual | 10,00 € | Anual | 89,95 € |
| Mobilitat | Todas las zonas | | Mensual | 10,00 € | Anual | 89,95 € |

Tabla 2. Tarifas Tranvía Alicante (fuente: <http://www.tramalicante.es>)

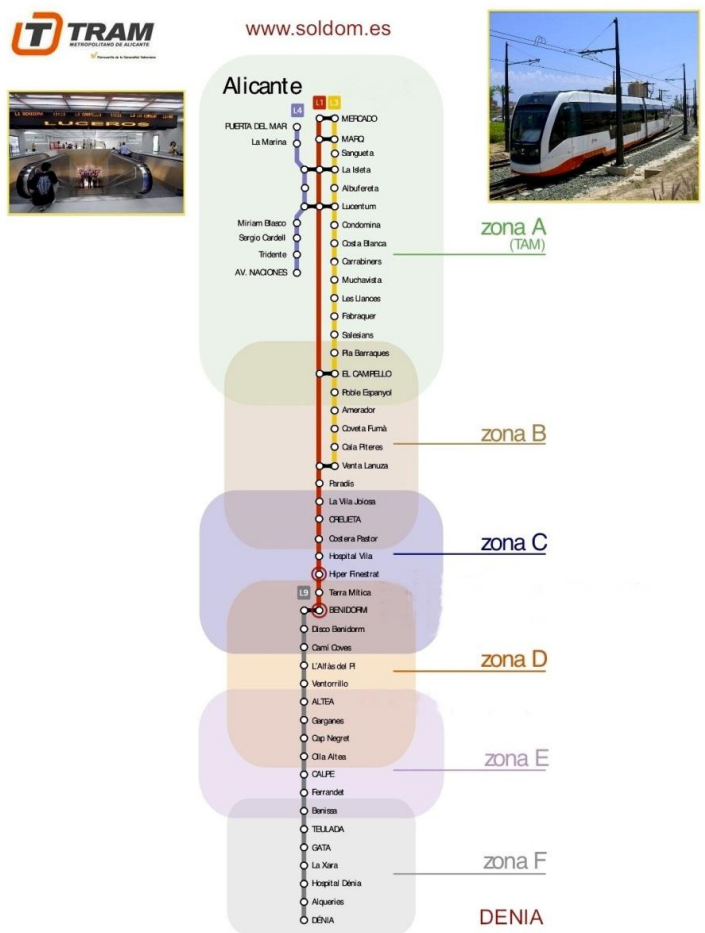


Imagen 3. Zonas del Tranvía de Alicante (Fuente: <http://www.tramalicante.es/>)

2.4 MATERIAL MÓVIL

FGV, dispone para explotar su Línea 1 y un tramo de la línea 3, de nueve unidades de la **serie 4.100**, fabricados por Vossloh, con capacidad para 315 pasajeros, tensión de 750 V, potencia de 840 kW, con peso de 57 T , longitud de 37,01 m y el mecanismo articulado de transmisión de energía eléctrica de tipo Pantógrafo. Son los primeros TrenTram que circulan en España y son capaces de dar servicio de carácter tranviario en ámbitos urbanos y ferroviarios, y de cercanías, pudiendo alcanzar velocidades punta superiores a las de las unidades convencionales de metro.

También dispone de once tranvías de la **serie 4200**, tranvías modernos de piso bajo fabricados por Bombardier, para la explotación de las líneas 3,4 y 4L. Con capacidad para 277 pasajeros, 554 en composición doble.

Disponen de rampas manuales automáticas en todas las puertas dobles para facilitar el acceso a la unidad desde el andén a las personas de movilidad reducida en sillas de ruedas. La tensión es de 740 V, con una potencia de 420 kW, peso de 41 T, ancho de 2,40 metros, altura de 3,5 metros, longitud de 32,366 metros, 64,4 metros en composición doble, y el mecanismo articulado de transmisión de energía eléctrica ,como en el caso anterior es de tipo Pantógrafo.

La línea 9 para la circulación entre Denia y Benidorm dispone de 6 tranvías MAN diesel **Serie 2500**, con capacidad para 259 viajeros. Estos tranvías tienen dos motores con una potencia de 245 kW. El mecanismo articulado es de tracción diesel, siendo la diferencia con el resto de tranvías. Las dimensiones de esta serie son longitud entre acoplamientos de 17,5 metros, anchura de 2,57 m, y altura de 3,67 m, el peso del mismo es de 54Tm.



Imagen 4. Serie 4200. (Fuente: wikipedia TRAM metropolitano de Alicante)

Las cocheras y talleres del TRAM Metropolitano de Alicante se sitúan en el término municipal del Campello. Muy cercanas al peaje de la AP-7 donde comienza la A-70. Cuenta con una superficie de 65.000 metros cuadrados. Las dependencias cuentan con un conjunto de instalaciones fijas, que permiten el almacenamiento de los convoyes, la toma y deje de servicio por parte de los conductores, la limpieza del material móvil y la reparación de los distintos componentes de los vehículos.

Alicante, cuenta para todas sus líneas con 26 tranvías, cuyas características ya comentadas. Se resumen en la siguiente tabla:

| Modelo | Longitud(m) | Ancho(m) | Alto(m) | Peso(t) | Tensión(V) | NºPasajeros |
|--------|-------------|----------|---------|---------|--------------------|-------------|
| 4100 | 37,01 | 2,55 | 3,48 | 57 | 750 | 315 |
| 4200 | 32.4 | 2,40 | 3,5 | 51 | 740 | 277 |
| 2500 | 15,6 | 2,57 | 3.67 | 54 | Tracción Diesel | 259 |

Tabla 3. Tabla Resumen Material Móvil (Fuente: Elaboración propia)

2.5 FUTURAS AMPLIACIONES

La red del TRAM se ampliará dando servicio a barrios como Babel, la Florida, Ciudad de Asís, San Blas, San Agustín, Rabasa y Villafranqueza, así como a otros municipios como Sant Joan d'Alacant y Mutxamel, también está previsto la extensión hacia el Aeropuerto de Alicante y Elche.

Las líneas en estudio son:

- Línea 5 ; La VillaJoyosa ↔ Algars
- Línea 6; Villafranqueza ↔ Mutxamel
- Línea 7 ; Estación Central ↔ Elche
- Línea 8 ; Parque Temático ↔ Benidorm Centro



Imagen 3. Futuras Ampliaciones Alicante (Fuente: Elaboración propia google earth)

3. TRANVÍA DE BILBAO

3.1 INTRODUCCIÓN

Bilbao es la capital y única localidad del municipio, y con 352 700 habitantes según el padrón de 2011, con una densidad de población de 8.650,16 hab. /km².

En 1999 se iniciaron las obras del tranvía, y en 2002 se inauguró la Línea A, en lo que fue su primera fase, entre la estación de Atxuri y la de Uribitarte, con seis paradas

El nuevo tramo entró en servicio en 2012, con las nuevas paradas de Basurto y La Casilla, y cambiando el nombre de la anterior estación de Basurto por Ospitalea/Hospital. Así mismo, con la inauguración de las paradas se inició el cambio en las marcas EuskoTran, EuskoTren y EuskoKargo, dando lugar a la implantación de una nueva marca aglutinadora para todos los servicios dependientes de Eusko Trenbideak, y cambiando la marca EuskoTran por la actual Euskotren Tranbia. El número de viajeros total en 2007 fue de 2.906.352 viajeros.

3.2 TRAZADO Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

En la ciudad de Bilbao opera la compañía Euskotren Tranbia, siendo una de las cuatro marcas que opera la sociedad pública Ferrocarriles Vascos S.A, operando ésta la **Línea A** de Bilbao.

La **Línea A** , parte de la estación de Atxuri y llega a la de La Casilla (Imagen 4) , abarcando en su trayecto 12 paradas más, mediante las cuales se unen varios barrios y zonas de Bilbao.

El trazado del tranvía da servicio a diferentes zonas de gran interés cultural y de servicios, como el Casco Viejo, el Mercado de la Ribera, el Teatro Arriaga, la estación de Abando, el Museo Guggenheim Bilbao, el Palacio Euskalduna, el Estadio San Mamés, la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial y Telecomunicaciones de la Universidad del País Vasco, la Universidad de Deusto, el Hospital de Basurto o el Polideportivo de La Casilla.



Imagen 4. Trazado Tranvía Bilbao (Fuente: Elaboración propia a partir de google earth)

Las Características técnicas del tranvía son las siguientes; tiene una longitud de 5,57 km, con paradas a una distancia media de 445 m. La mayoría de paradas tienen dos andenes laterales de 30 m de longitud. El perfil de la línea es bastante escarpado, ya que tiene una pendiente media de 19,6 milésimas (1,96%) y una pendiente máxima de 70 milésimas (7%).

Su velocidad comercial de 16,6 Km/h, ya que tienen una velocidad máxima de 50 Km/h en el tramo de vía doble, de 30 Km/h en el tramo de vía única y de 15 Km/h en alguna sección específica

El radio mínimo de curva en la línea es de solo 15 m. Construida con un ancho de vía de 1.000 mm, la vía es del tipo tranviario convencional (sistema de vía en placa) y está compuesta por carriles tipo tranvía del modelo Ri-60 (Phoenix) de 60 Kg/m en el tramo pavimentado y de carriles tipo ferroviario UIC (Vignole) de 45 Kg/m en el tramo con césped. Ambos tipos de carriles están soldados en Barra Larga Soldada (BLS) y en la línea hay un total de 18 cambios de vía.

El tranvía está electrificado a 750 V en corriente continua y los tranvías se alimentan a través de una línea aérea sencilla de un solo hilo de contacto, compensada mecánicamente (sistema Tensorex).

La Línea está sustentada a una altura de 6 m mediante tensores tipo parafil a fachadas y postes en la sección Atxuri-Pío Baraja y por medio de postes metálicos tubulares con ménsulas en el resto. En los pasos inferiores (Puente de Deusto y Escuela de Ingenieros) la suspensión está fijada a la estructura del paso.

La energía eléctrica es suministrada por dos subcentrales que transforman la corriente alterna procedente de Iberdrola (a 30.000 V) a la tensión de la línea (750 V); también tienen una salida a 660 V para alimentar los equipos auxiliares de las paradas.

El servicio se realiza normalmente con 5 tranvías, con una frecuencia de paso de 10 minutos en las horas de mayor demanda (7-21 h) Y de unos 15 minutos durante el resto del horario. Los tranvías emplean unos 21 minutos en efectuar todo el recorrido entre Atxuri a La Castilla.

3.2 TARIFAS

Las tarifas que encontramos en este tranvía son más simples que las del tranvía de Alicante. Solo existen tres tipos de tarifas, siendo el billete ocasional o sencillo de 1,25 Euros. Encontramos descuentos especiales para familia numerosa y familia numerosa especial hasta un mínimo de 0,18 €.

| | |
|--------------------------|---------|
| Billete ocasional | 1.25 € |
| Billete de un día | 3.80 € |
| Billete de un mes | 26.00 € |

Tabla 4. Tarifas Tranvía Bilbao (Fuente : Página oficial Euskotren)

3.3 MATERIAL MÓVIL

El servicio se realiza con 8 tranvías (5 en servicio y 3 de reserva o de uso puntual) articulados de piso bajo (74%) con seis ejes y tres módulos (tipo M6C), construidos por CAF con equipos eléctricos Ingeteam (200203), que corresponden al modelo Urbos 1 pero en dos versiones diferentes: las primeras 7 unidades (nº 401-407) tienen los motores situados en los dos bogies extremos, mientras que en el último tranvía (nº 408) los motores están ubicados en uno de los bogies extremos y en el bogie central.

Son unos tranvías de 24,4 m de longitud, con un gálibo de 2,40 m y piso bajo (300 mm). Todos los tranvías disponen de tres sistemas de frenos (eléctrico, electromagnético y mecánico con accionamiento hidráulico). En su interior pueden viajar 48 personas sentadas y 148 de pie (6 pers/m²), con una capacidad para 196 viajeros.

El mantenimiento de los tranvías se efectúa en unos pequeños depósito y talleres ubicados en la salida de la estación de Atxuri de Euskotren. El depósito es una estructura metálica con cubierta a dos aguas que tiene una superficie de unos 1.000 m².

4. TRANVIA DE MURCIA

4.1 INTRODUCCIÓN

Murcia es una ciudad española, capital del municipio y de la provincia del mismo nombre y de la comunidad autónoma de la Región de Murcia con 441.354 habitantes.

El área urbana de la ciudad (o zona metropolitana), aunque no establecida oficialmente, comprendería a unos diez municipios de la Región de Murcia, contando con una población de 633.683 habitantes en 2009, repartidos en una superficie total de 1.230,92 km² de densidad de población de 515 hab/km².

El Tranvía de Murcia se hizo en dos tramos, uno primero y experimental que une el centro de Casco Antiguo con la Nueva Condomina y la zona de negocios de Juan Carlos I con 4 Estaciones y 2 km (2007). Debido a su buen resultado, en 2011 se amplió esta red uniendo La UCAM, la UMU, centro ciudad y Nueva Condomina. El número de viajeros en 2013 fue de 4.000.000 pasajeros.

4.2. TRAZADO Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

El operador de la línea es UTE (FCC 60% y COMSA 40%) aunque el propietario es el Ayuntamiento de Murcia. Como hemos comentado, la línea se hizo en dos tramos, pero funciona como una sola, siendo ésta la Línea 1 del Tranvía de Murcia.

El recorrido que realiza es el siguiente: Parte de la Estación de Nueva Condomina hasta el Campus de Espinardo, tiene un ramal desde Los Rectores -Terra Natura hasta la UCAM con un total de 28 estaciones. Abastece a puntos singulares de la ciudad como: Centro Comercial Nueva Condomina, Centro Comercial Thader, Casco Antiguo, campus Espinardo, y Campus de la Universidad Católica de Murcia (UCAM).

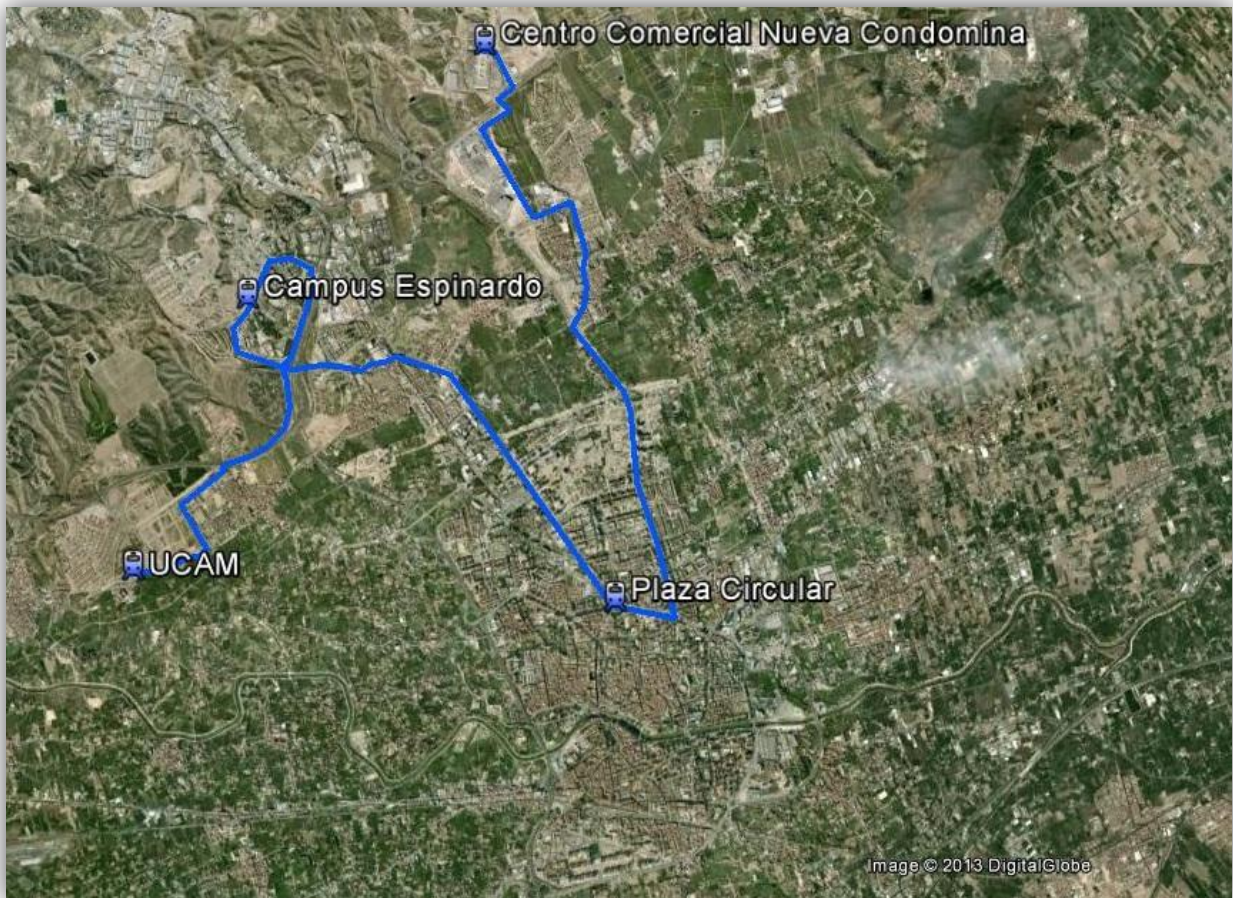


Imagen 5. Trazado Tranvía de Murcia (Fuente: Elaboración propia a partir de google earth)

La longitud del Tranvía es de 18 km, con 28 estaciones, a una distancia media de 450 m. La mayoría de paradas tienen dos andenes laterales de 30 m de longitud. El perfil de la línea con una pendiente máxima de 67 milésimas (6,7%) y un radio mínimo de curva de 35 m. La nueva red es construida con un ancho de vía 1435mm y sistema de vía en placa.

La red mantendrá la electrificación a 750V, a través de una línea aérea sustentada mediante ménsulas a una altura de 5,3m, por un total de 855 postes metálicos. La energía eléctrica es suministrada por 7 subcentrales, repartidas a lo largo de recorrido, con una potencia de 1125 kVA y que transforma la corriente alterna procedente de Iberdrola (a 20000V) a la tensión de la línea.

El servicio se realiza normalmente con una frecuencia de paso de 10 min (UMU-N. Condomina) y 20 min (Lanzadera UCAM-Terra Natura) dependiendo de día y hora.

La duración del trayecto de la línea uno es de unos 34 min y 7 min en el ramal (UCAM), con una velocidad media de 21 Km/h, y una velocidad máxima de 70 Km/h.

4.3 TARIFAS

El tranvía

El tranvía de Murcia también presenta multitud de tarifas como el caso de Alicante. En este caso para el billete sencillo tiene dos tipos de tarificación, según sea urbana (1.05 euros) o interurbana (1.40 euros), ambas con 45 minutos de validez

El Bono 10: su precio es de 10€ incluyendo 14 viajes (0,71€/viaje, Validez de 1 año), Unibono General de validez un mes, Unibono Estudiante/Universitario de características iguales a Unibono General sólo que su precio es de 20,40€ (solo estudiantes), Bono Campus: 32 viajes a un precio de 15€ (0,47€/viaje) solo estudiantes universitarios, Bono Familia Numerosa General: Su precio es de 10€ incluyendo 19 viajes (0,53€/viaje), Bono Familia Numerosa Especial: Contiene 20 viajes y se puede recargar hasta un máximo de 300 viajes, gratuita. Bono 100: contiene 20 viajes y que se puede recargar hasta un total de 300 viajes, gratuita y lo pueden solicitar aquellos usuarios que tengan en su poder la tarjeta especial B-100 expedida por el Ayuntamiento de Murcia.

| Tipo de Billete | Urbano | Interurbano |
|---|------------------------------|-------------|
| Billete Sencillo | 1.05 € | 1.40 € |
| Bono 10 | 10 € | |
| Unibono General | 30,60€ | |
| Unibono Estudiante/Universitario | 20,40€ | |
| Bono Campus | 32 viajes a un precio de 15€ | |
| Bono Familia Numerosa General | 10€ incluyendo 19 viajes | |
| Bono Familia Numerosa Especial | gratuita | |
| Bono 100 | gratuita | |

Tabla 5. Tarifas Tranvía Murcia (Fuente: www.tranviademurcia.es)

4.4 MATERIAL MÓVIL

El servicio se realiza con 11 tranvías articulados de seis ejes y cinco módulos con piso bajo integral del modelo Citadis-302 (Alstom).

El largo del mismo es de 32,3 m, con un gálibo de 2,40m, Cada tranvía dispone de tres sistemas de freno: eléctrico con recuperación de energía, electromagnético con patín a carril y mecánico.

El acceso se hace por las 6 puertas con una capacidad total de viajeros de 188 y número de asientos es 52. La tracción se realiza por medio de 4 motores situados en los dos bogies extremos, y tienen una potencia unitaria de 120 Kw (total 480Kw) y cadena de tracción Onix 800 con semiconductores IGBT.

4.5. AMPLIACIONES FUTURAS

A continuación, se enumeran las próximas ampliaciones del tranvía de Murcia. Las zonas a las que estas líneas dan acceso se muestran en la Imagen 8.

- **Línea 2**

La línea 2 comunicará la estación central de trenes de Adif de Murcia del Carmen con la parte sur de la ciudad mediante una plataforma tranviaria reservada, dará servicio a zonas y sitios como El Palmar, el Hospital Virgen de la Arrixaca, el Polígono industrial Oeste (mediante un ramal) y Sangonera la Verde. Se explotará en esta línea la conexión entre la estación de Murcia del Carmen y la plaza Circular.

- **Línea 3**

La línea dará servicio al este de Murcia y vendrá a sustituir el antiguo trazado murciano de la línea C-1 RENFE de Cercanías Murcia/Alicante, al ir esta por una nueva variante lejos de los núcleos urbanos, se ha optado por que el tranvía le sustituya, ya que es un servicio rápido y que se integra perfectamente en las ciudades y pedanías, dará servicio a pedanías como Los Dolores de Beniaján, Beniaján, Torreagüera y Los Ramos, también constará de plataforma tranviaria reservada. Se prevé a partir 2018 ya que depende de esa liberación de las vías creando un corredor en la Costera Sur.

- **Línea 4**

La línea recorrerá el Oeste de Murcia partiendo de la estación Intermodal (Murcia del Carmen) dando servicio a la ciudad de Alcantarilla y a pedanías de Murcia como Javalí Nuevo, La Ñora y Puebla del Soto.

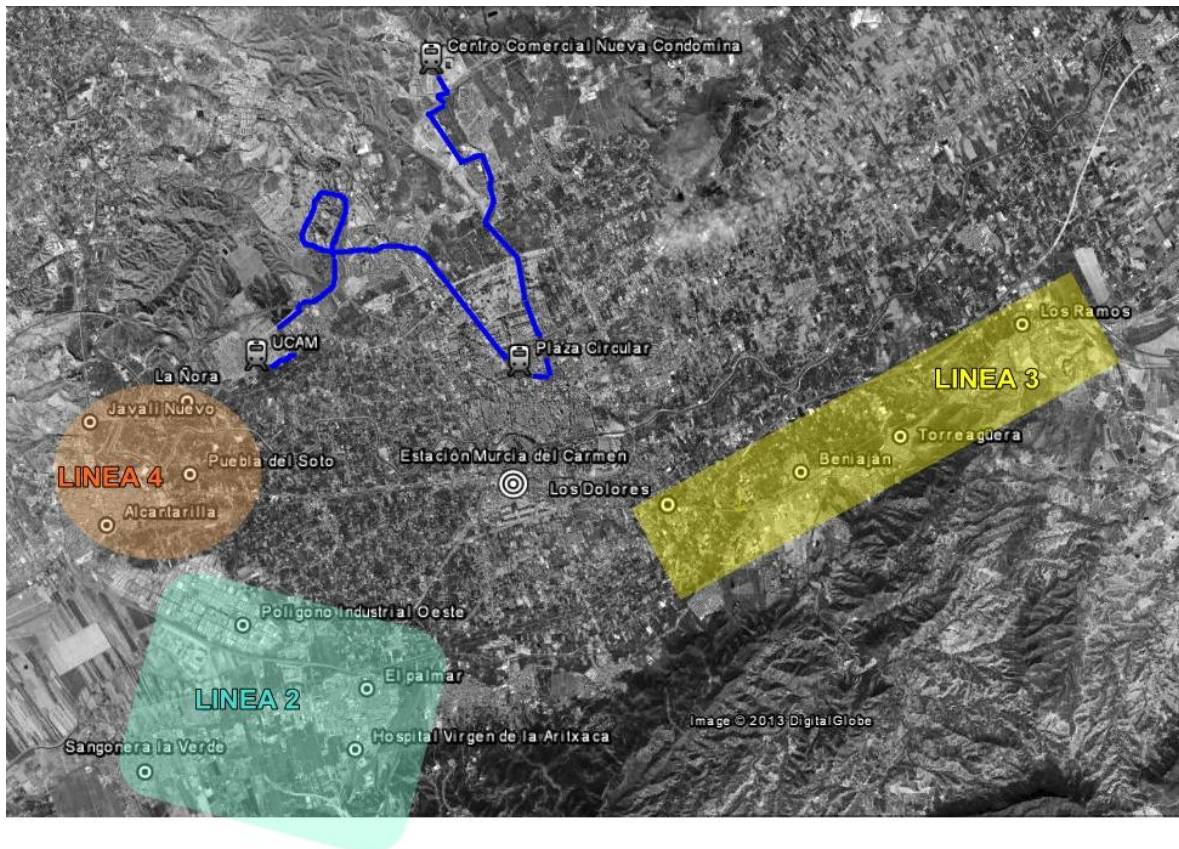


Imagen 6. Zonas de ampliación Tranvía de Murcia (Fuente: Elaboración propia a partir de google earth)

5. TRANVIA DE PARLA

5.1 INTRODUCCIÓN

Parla es una ciudad española situada en la zona sur de la Comunidad de Madrid, a 16,4 km de la capital, Madrid. Cuenta con una población de 124.208 habitantes y una densidad de 5.084,24 hab./km².

La línea tranviaria se hizo en 2 fases, las dos en el mismo año, aunque creándose una línea única y circular, similar al tranvía de Murcia. Este tranvía une el centro de la ciudad con los nuevos desarrollos urbanísticos (Parla Este entre ellos) y los puntos de interés de la ciudad. Dispone de correspondencia con la estación de Cercanías Madrid situada en el centro de Parla, y en el futuro también con una nueva estación en el norte de la ciudad. Se estima que en 2008 hubo 4.000.000 de pasajeros.

5.1 TRAZADO Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

El tranvía de Parla es un proyecto impulsado por el Ayuntamiento, siendo su sistema de gestión el de concesión administrativa dependiente del Consorcio Regional de Transportes.

La Línea 1 facilita el transporte tanto por el interior de la ciudad como la comunicación con el resto del área metropolitana. Se trata de un sistema de transporte urbano que conecta todos los centros neurálgicos del municipio (Ayuntamiento, comisaría, juzgados, zonas culturales, deportivas y de ocio), el nuevo desarrollo urbanístico de Parla Este y con la línea C4 (Parla-Alcobendas/S.S. de los Reyes y Parla-Colmenar Viejo) de Cercanías. En este sentido, el tranvía de Parla actúa como eje vertebrador del municipio, allí por donde pasa ha mejorado las condiciones de accesibilidad, generado actividad y revitalizado el entorno urbano. El tranvía permite conectar en Bulevar Sur (parada del tranvía) con las principales líneas interurbanas y urbanas de autobuses que relacionan el núcleo de Parla con el Hospital y los municipios de su entorno.



Imagen 7. Trazado Tranvía Parla (Fuente: Elaboración propia google earth)

Este tranvía funciona en ambas direcciones, por eso en la imagen 7, podemos ver en su parte derecha un tramo paralelo en el que el cada ramal es en un sentido de circulación. En el resto del trayecto también es en ambos sentidos pero siguen un mismo trazado.

La longitud del tranvía es de 8,3 km, con 15 paradas, y una distancia media entre ellas de 500 metros. La velocidad media es de 19 km/h. El ancho de vía internacional de 1435 mm, lo que da lugar a que tenga unión con el Cercanías, y una longitud de andenes de 40 metros. El ancho de la plataforma es de 6,9 metros, cuenta con un intercambiador y otro previsto, y tres subestaciones.

La frecuencia en hora punta es de 7 minutos. El tiempo de un viaje completo es de aproximadamente 30 minutos en ambas direcciones.

5.3 TARIFAS

En cuanto al precio del billete, es de 1,30 euro para el billete sencillo y de 8,50 para el billete de 10 viajes, siendo el mismo precio que el actual para las líneas de autobuses urbanos de la localidad. Existen diferentes bonos de transporte de 10 viajes; anual, normal, joven y de la tercera edad, los cuales no se han indicado en la tabla por no tener datos sobre sus precios.

| | |
|--------------------------|--------|
| Billete Sencillo | 1,30 € |
| Billete 10 viajes | 8,50 € |

Tabla 6. Tarifas tranvía parla (Fuente: www.viaparla.com)

5.4 MATERIAL MÓVIL

El tranvía de Parla utiliza material móvil "CITADIS" del fabricante Alstom compuesto de 5 módulos articulados unidos por un pasillo flexible. Tiene 3 boggies por vehículo, 2 motores y 1 remolque con una potencia de 480 kW. Los vehículos tienen 32 metros de largo por 2,4 metros de ancho y 3,6 metros de alto con un peso de 39,9 T. Los tranvía circulan mediante corriente eléctrica que es transmitida desde un cable aéreo o catenaria al vehículo mediante un dispositivo llamado pantógrafo. El pantógrafo une la catenaria y los tranvía y permite que éstos tomen la energía necesaria para moverse: 750 voltios en corriente continua (Vcc). Cada vehículo tiene una capacidad para 182 personas (3.5 pas/m²), 56 personas sentadas y 126 de pie.



Imagen 8. Modelo Citadis 1. (Fuente: Imágenes wikipedia)

6. CONCLUSIONES

Para tener una idea general de todo lo que hemos comentado a lo largo de este Anejo se disponen estas dos tablas, la Tabla 7, donde se caracteriza el tranvía y la ciudad de estudio, y la Tabla 8, donde se resumen las características del material móvil en cada caso. A continuación, se comentan los resultados de ambas tablas.

- En lo referente al número de habitantes los tres primeros casos tienen una población similar entre ellos y con el municipio de Parla. Sin embargo, si tenemos en cuenta la población únicamente urbana de Cartagena, siendo ésta de 106.338, podremos ver la similitud con Parla. También debemos comentar que el trazado circular del Tranvía de Parla encaja muy bien con la fisonomía de la ciudad de Cartagena.
- El número de tranvías en funcionamiento y en cocheras es proporcional a la longitud de cada una de las líneas.
- En el número de líneas destaca Alicante, debido a que sus tranvías son urbanos e Interurbano, llegando a lugares turísticos muy solicitados.
- Las longitudes de las líneas son similares en Bilbao y en Parla. En Murcia es un poco más larga debido a que une centros comerciales de gran interés y las dos universidades, atravesando todo el centro de la ciudad. La longitud es lógicamente, se dispara por sus cinco líneas de tranvía y el carácter interurbano de alguna de ellas.
- El número de paradas en Bilbao es bastante grande si lo comparamos con las paradas que realiza tanto Parla como Murcia. Si se divide el número de paradas entre los kilómetros totales de las líneas que forman la red tranviaria de cada ciudad, se obtiene un valor de 2,5 paradas/km en Bilbao, frente al 1,5 paradas/km o 1,8 paradas/km de los casos de Murcia y Parla, respectivamente. Alicante tiene un gran número de paradas debido a lo comentado de su longitud y número de líneas, pero con una densidad muy baja si se compara con el resto (0,4 paradas/km).
- La distancia media entre paradas es bastante similar en todos los casos, alrededor de 500 metros, excepto en el caso de los tranvías interurbanos de Alicante con una distancia media de 2500 metros.

En el caso concreto del tranvía de Alicante, el tramo periférico de la *línea 1* que une Benidorm con Luceros tiene una distancia aproximada entre estaciones de 2 km. Las estaciones de la *línea 3* que une Luceros con el Campello (parte periférica) tienen una distancia de 1,5 km. El tramo interurbano de la *línea 4* tiene estaciones separadas 2,5 km. Y por último la *línea 9* que une Benidorm con Denia, la parte Interurbana, está dotada con una distancia entre estaciones de aproximadamente 3,8 km. Se vuelve a destacar el carácter interurbano del tranvía de Alicante, ya que es la causa de que tenga una longitud tan elevada de líneas y la distinción entre separación de paradas urbanas e interurbanas.

- La pendiente máxima permitida es prácticamente igual en todos los casos, no superado el 7%.
- El número de viajeros es similar en Bilbao, Murcia y Parla, aunque debemos señalar el incremento de Parla, aun teniendo menos densidad que Bilbao. También se debe comentar el número de viajeros es casi igual en Murcia y Bilbao, aun teniendo una densidad muy inferior en Murcia. El número de viajeros en Alicante es muy superior debido al gran turismo que atrae tanto Denia como Benidorm.
- La velocidad media en todos los casos es similar, unos 20 km/h, siendo más alta en Alicante por sus Tren –tram periféricos con una velocidad media de 48 km/h.
- La frecuencia es similar en todos los casos, unos 10 minutos, siendo la más alta la de los tram-tren interurbanos de Alicante con frecuencia de 30 minutos.
- El tiempo de viaje es proporcional a su distancia y su velocidad en todos los casos.
- El ancho de vía de 1000 mm es igual para todos los tranvías que operan en el país vasco con Euskotren tranbia, conectando la Línea A de Bilbao con varios cercanías. El ancho de vía estrecha en Alicante, se debe a un bagaje histórico, en el que la falta de perspectiva de negocio de la vía ancha, y el efecto imitación de países como Francia, dieron lugar a ésta elección. El tranvía de Murcia al ser un tranvía bastante moderno y al conectarlo con la estación Intermodal del Carmen provocó la elección de este ancho de vía internacional. El tranvía de Parla también es un tranvía moderno y conecta con el cercanías C-4 de Madrid con un ancho de vía de 1435 mm.
- El tipo de carril es el mismo, por el uso de vía en placa, tipo Phoenix, con algunos tramos de carril Vignole en los casos de Bilbao y Alicante.

- El ancho de plataforma depende de la vía de la que estemos hablando. Con los datos conseguidos podemos tener un orden de magnitud de 4 metros para una vía simple y unos 6,5 metros de ancho para una plataforma de doble vía.
- La longitud de andenes es similar en todas, ya que la longitud de todos los tranvías también es similar, permitiendo la parada de un tranvía (40 metros) o un tranvía de dos composiciones (80 metros).

| | Bilbao | Alicante | Murcia | Parla | |
|---------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------|-----------|------|
| Habitantes | 352.700 | 334.329 | 441.354 | 124.208 | |
| Densidad (hab./km²) | 8.650,16 | 1.662,83 | 515 | 5.084,24 | |
| Nº líneas | 1 | 5 | 1 | 1 | |
| Nº Tranvías | 8 | 26 | 11 | 9 | |
| Longitud (km) | 5,57 | 141* | 18 | 8,3 | |
| Paradas | 14 | 59 | 28 | 15 | |
| Distancia media paradas(m) | 445 | Urb 600 | Int 2500 | 625 | 500 |
| Pendiente máxima (%) | 7 | 6 | 6,7 | | |
| Número de Viajeros (año) | 2.906.352 | 6.045.742 | 3.000.000 | 4.000.000 | |
| Velocidad media (km/h) | 16,6 | 20/48 | 21 | 19 | |
| Frecuencia (min) | 10 | 5-30 | 10 | 7 | |
| Tiempo de viaje (min) | 21 | 27-77 | 34,7 | 27 | |
| Ancho de vía (mm) | 1000 | 1000 | 1435 | 1435 | |
| Carriles | Phoenix y Vignole | Phoenix y Vignole | Phoenix | Phoenix | |
| Ancho de Plataforma | Vía simple | - | 4 | - | 4 |
| | Vía doble | 6 | 7,30 | 6,20 | 6,90 |
| Longitud andenes (m) | 80 | 40-80 | 65-80 | 40-80 | |

Tabla 7. Tabla Resumen (1). (Fuente: Elaboración propia)

Respecto a los precios de los billetes, Alicante y Murcia son los que más diversidad de tarifas ofrecen. Estando el precio medio del billete sencillo en 1,30 Euros.

A continuación se comenta el material móvil de cada ciudad:

- El modelo Urbos 1 es únicamente utilizado en el tranvía de Bilbao, es el tranvía elaborado por CAF para metro ligero. El diseño de la línea eléctrica de alimentación, la catenaria, evita los cables de sustentación para un menor impacto visual. Los tranvías de Alicante de FGV, siendo la serie 2500 el modelo más antiguo de Automotor tracción Diesel. Las *series 4100* de Vossloh (compañía Alemana), pueden funcionar como trenes de cercanías alcanzando 100 km/h, son bidireccionales, y funcionar con doble composición, son 50% piso bajo y el otro 50% piso intermedio, el freno de servicio es eléctrico y el de emergencia electrohidráulico. La *serie 4200* de Bombardier (compañía Canadiense), de cinco módulos articulados y 100 % piso bajo puede presentar servicio en composición doble, con sistema de frenado ATP y puntual, también está preparado como la serie 4100 para dar servicio de cercanías. Tanto la serie 4100 y 4200 tienen su alimentación con catenaria. En lo referente a los tranvías de Parla y Murcia, el modelo CITADIS es una familia de tranvía de piso-bajo construido por Alstom, también bidireccional. La serie 302 presenta un 100% de piso bajo y 5 módulos. La alimentación del material rodante se realiza con el sistema ATS (alimentación por suelo) y por catenaria aérea.
- Las longitudes, anchos, altos y peso son similares en todos los casos, como se muestra en la tabla.
- El número de pasajeros sentados en dos modelos de Alicante son mayores debido a su largo recorrido de cercanías. En el resto de modelos la variación es mínima, oscilando entre los 132 y 179 pasajeros de pie y los 48 y 55 viajeros sentados. Por tanto, la capacidad total de los tranvías oscila entre los 186 y 311 viajeros
- La Tensión de Alimentación es igual en todos los modelos ya que todos funcionan con corriente continua, menos la serie 2500 de Alicante por falta de electrificación. La línea 9 de Alicante funciona con la Serie 2500 de Automotor tracción diesel. Esta línea ya existente fue reformada de la Serie 2300 en los años 2005-2006. Se espera el cambio de Automotor Diesel a Eléctrico cuando la línea este completamente electrificada.

- La unidad (serie 4100) dispone de seis motores asíncronos trifásicos refrigerados por aire, de 140 kW de potencia cada uno, de tal modo que la potencia total de propulsión es de 840 kW. La serie 4200 tiene 3 motores con una potencia de 140 kW, de tal modo que tiene una potencia total de 420 kW. El modelo Citadis 302 de Murcia y de Parla tienen cuatro motores asíncronos con 120 kW, y potencia total de 480 kW. En Urbos 1 a falta de información, cometamos el modelo Urbos 3, un modelo un poco más moderno de Urbos 1, con motores asíncronos, 8 x 60 kW.

| | Modelo | Longitud(m) | Ancho (m) | Alto (m) | Peso (T) |
|-----------------|---------------|---------------------------|-------------------------|--------------------|-----------------|
| Bilbao | Urbos 1 | 24,4 | 2,4 | 3,6 | |
| Alicante | Serie 4100 | 37,01 | 2,55 | 3,48 | 57 |
| | Serie 4200 | 32,4 | 2,4 | 3,5 | 41 |
| | Serie 2500 | 15,16 | 2,57 | 3,67 | 54 |
| Murcia | Citadis-302. | 32,3 | 2,4 | 3,6 | |
| Parla | Citadis 302 | 32,34 m | 2,4 | 3,6 | 39,9 |
| | Modelo | Pasajeros sentados | Pasajeros de pie | Tensión (V) | Potencia |
| Bilbao | Urbos 1 | 48 | 148 | 750 | 480 kW |
| Alicante | Serie 4100 | 98 | 213 | 750 | 840 kW |
| | Serie 4200 | 55 | 210 | 750 | 420 kW |
| | Serie 2500 | 80 | 179 | Automotor Diesel | 245 CV |
| Murcia | Citadis-302 | 52 | 136 | 750 | 480 kW |
| Parla | Citadis 302 | 54 | 132 | 750 | 480 kW |

Tabla 8. Tabla Resumen (2). (Fuente: Elaboración propia)

Todos estos datos nos dan órdenes de magnitud y claves para acotar el problema del tranvía de Cartagena, por ejemplo, sabemos que la distancia media adecuada entre paradas urbanas es de 500 metros, la pendiente máxima es del 7%, los tranvías que actualmente operan tienen una velocidad media de 20km/h y una capacidad de unos 200 pasajeros. El ancho de vía lo podemos elegir en función de si queremos unirlo con otros modos de transporte. La anchura de la plataforma en relación al ancho de las calles nos limitará un tranvía de vía simple o doble. El tipo de Modelo a elegir variará de las prestaciones que nos ofrezca el fabricante de cada modelo en función del ancho, la longitud, adaptación para personas discapacitadas, y la mejor distribución de asientos acorde con un transporte urbano entre otros.

7. REFERENCIAS

- www.vialibre-ffe.com
- Wikipedia
 - Tranvía Parla
 - Tranvía Murcia
 - Tranvía Alicante
 - Tranvía Bilbao
- www.caf.es
- <http://www.alstom.com/spain/es/>
- www.viaparla.com/
- www.euskotren.es/es/tranviabilbao
- www.fgvalicante.com/
- www.tranviademurcia.es/
- www.ayuntamientoparla.es
- www.spanishrailway.com

Anejo 3

Climatología, hidrología y drenaje

INDICE

| | |
|---|----|
| 1. CLIMATOLOGIA GENERAL..... | 3 |
| 1.1 FACTORES TÉRMICOS..... | 3 |
| 1.2 FACTORES PLUVIOMÉTRICOS | 5 |
| 1.3 INFLUENCIA CLIMÁTICA SOBRE HORMIGONES | 6 |
| 1.4. INFLUENCIA CLIMÁTICA SOBRE FIRMES DE CARRETERA | 6 |
| 1.5. INFLUENCIA CLIMÁTICA SOBRE EJECUCIÓN DE OBRAS..... | 7 |
| 2. CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA Y DRENAJE | 8 |
| 2.1 RED DE DRENAJE | 8 |
| 2.2 DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE LAS CUENCAS..... | 8 |
| 2.3 DRENAJE LONGITUDINAL DE LA PLATAFORMA | 9 |
| 2.4 DRENAJE TRANSVERSAL A LA PLATAFORMA..... | 10 |
| 3. REFERENCIAS | 10 |

1. CLIMATOLOGIA GENERAL

El municipio de Cartagena se encuentra en zona de clima mediterráneo, cálido y semiárido, con una gran extensión del piso termo mediterráneo, una variada geología y una diversificada geomorfología. El clima de la zona se define como subtropical mediterráneo árido o subárido, de abrigo topográfico o subtropical estepario. La posición marítima suaviza las temperaturas, si bien las precipitaciones difícilmente superan los 300 mm anuales, encontrándonos ante una de las zonas más áridas del país.

La temperatura media anual ronda los 20 °C. El mes más frío es enero con una media de 12 °C. En agosto, el mes más caluroso, la temperatura media es de 28 °C.

El viento constituye uno de los factores climáticos más importantes de la comarca. Son los flujos del tercer y primer cuadrante los que predominan a lo largo del año, debido al efecto de barrera que suponen las sierras litorales de las cordilleras Béticas, que favorecen un cambio de rumbo a suroeste, y a la canalización de los flujos en el portillo tectónico que constituye Cartagena y el Mar Menor.

1.1 FACTORES TÉRMICOS

En los cuadros 1,2 y 3 se exponen los valores mensuales de temperatura media, media de máxima, media de mínimas de las dos estaciones de registro termométrico.

Valores de las temperaturas Medias

| | San Javier Aeropuerto | Alcantarilla Base Aérea |
|---------------|--------------------------|----------------------------|
| Enero | 10.6 | 10.1 |
| Febrero | 11.6 | 11.7 |
| Marzo | 12.9 | 13.5 |
| Abril | 14.6 | 15.6 |
| Mayo | 17.6 | 19.0 |
| Junio | 21.3 | 23.1 |
| Julio | 24.1 | 26.2 |
| Agosto | 24.9 | 26.7 |
| Septiembre | 22.7 | 23.6 |
| Octubre | 18.7 | 18.8 |
| Noviembre | 14.6 | 14.1 |
| Diciembre | 11.7 | 11.1 |

Tabla 1. Valores de las temperaturas medias. (Fuente: AEMET)

Valores de las temperaturas medias de las máximas

| | San Javier Aeropuerto | Alcantarilla Base Aérea |
|------------|--------------------------|----------------------------|
| Enero | 15.9 | 16.4 |
| Febrero | 16.9 | 18.2 |
| Marzo | 18.1 | 20.4 |
| Abril | 19.9 | 22.5 |
| Mayo | 22.4 | 25.8 |
| Junio | 25.7 | 30.0 |
| Julio | 28.4 | 33.4 |
| Agosto | 29.0 | 33.6 |
| Septiembre | 27.3 | 30.2 |
| Octubre | 23.4 | 25.0 |
| Noviembre | 19.6 | 20.0 |
| Diciembre | 16.8 | 17.0 |

Tabla 2. Temperaturas de las medias máximas. (Fuente : AEMET)

Valores de las temperaturas medias de las mínimas.

| | San Javier Aeropuerto | Alcantarilla Base Aérea |
|------------|--------------------------|----------------------------|
| Enero | 5.2 | 3.9 |
| Febrero | 6.3 | 5.2 |
| Marzo | 7.6 | 6.7 |
| Abril | 9.3 | 8.7 |
| Mayo | 12.9 | 12.2 |
| Junio | 17.0 | 16.2 |
| Julio | 19.9 | 19.0 |
| Agosto | 20.8 | 19.9 |
| Septiembre | 18.2 | 16.9 |
| Octubre | 14.0 | 12.7 |
| Noviembre | 9.7 | 8.2 |
| Diciembre | 6.6 | 5.2 |

Tabla 3. Temperaturas medias de las mínimas. (Fuente : AEMET)

El patrón de variación de las temperaturas medias es muy similar en las tres. Los meses más cálidos son Julio y Agosto, con temperaturas medias mensuales tan altas como 26,7 (Base Aérea), 24,9 (Aeropuerto).

A medida que progresa la temporada, estos valores máximos declinan progresivamente hasta alcanzar el mínimo durante los meses de Diciembre y Enero, en los que las temperaturas medias mensuales rondan los 11º C. Podemos destacar que la media de las temperaturas máximas y mínimas presenta pocas variaciones respecto a la media.

A partir de estos meses, la temperatura media incrementa poco a poco, hasta alcanzar otra vez el máximo en la época estival.

1.2 FACTORES PLUVIOMÉTRICOS

El valor de precipitación media anual ha sido obtenido de AEMET de cada una de las estaciones anteriores, obteniendo los valores de precipitación media anual de las estaciones meteorológicas del municipio de Cartagena. Datos que se muestran a continuación.

| | Aeropuerto | Base Aérea |
|------------------|------------|------------|
| Enero | 38 | 25 |
| Febrero | 26 | 28 |
| Marzo | 29 | 30 |
| Abril | 25 | 27 |
| Mayo | 31 | 32 |
| Junio | 11 | 20 |
| Julio | 6 | 5 |
| Agosto | 8 | 10 |
| Septiembre | 34 | 27 |
| Octubre | 55 | 44 |
| Noviembre | 43 | 32 |
| Diciembre | 33 | 21 |

Tabla 4. Precipitación media mensual Cartagena. (Fuente: AEMET)

Si analizamos todas las estaciones del entorno del municipio vemos que se encuentran en zona seca menor de 400 mm en el mapa de isoyetas .

En cuanto a la distribución mensual de las precipitaciones a lo largo del año observamos que existe un máximo en el período de Octubre- Noviembre- Diciembre- Enero, durante el cual las precipitaciones mensuales son superiores a 30 mm, y un mínimo en el período estival que se corresponde con los meses de Julio y Agosto y en el que las precipitaciones no suelen alcanzar los 10 mm mensuales.

Intermedio entre estos dos períodos de máxima y mínima existen dos etapas de transición, una de pluviosidad decreciente - (Abril, Mayo, Junio) y, otra en que existe una tendencia pluviométrica creciente (septiembre y octubre).

1.3 INFLUENCIA CLIMÁTICA SOBRE HORMIGONES

A los efectos de su influencia sobre los hormigones, el clima de la zona de emplazamiento de las obras en proyecto presenta las características siguientes:

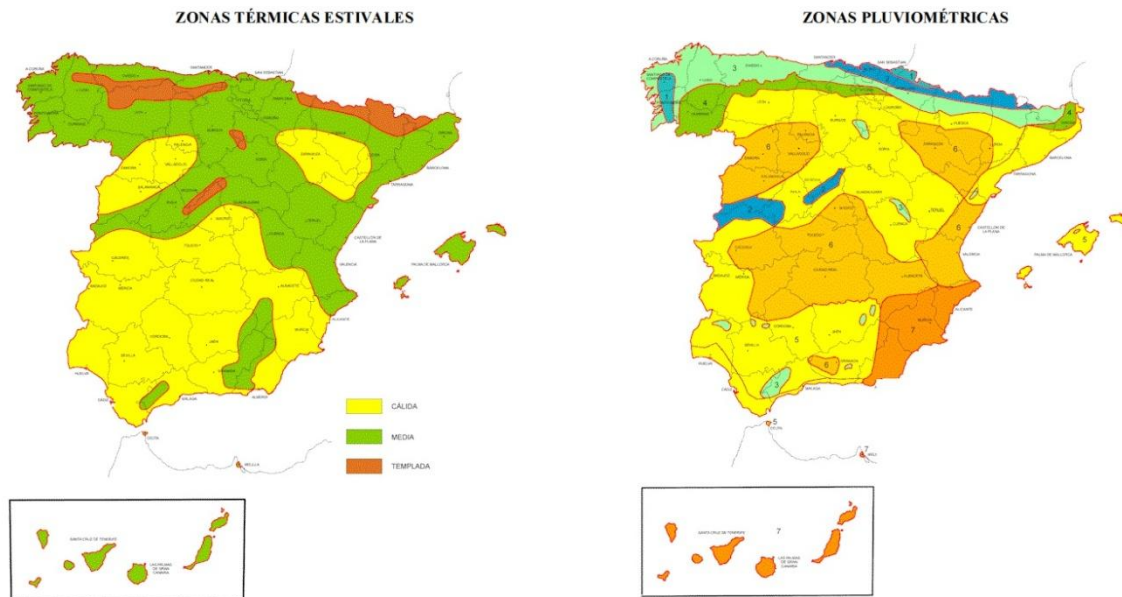
- Para las condiciones de durabilidad:
- Precipitación media anual Superior a 600 mm
- Agresión de heladas No significativa
- Para los fenómenos reológicos, humedad relativa media del aire 71 %

1.4. INFLUENCIA CLIMÁTICA SOBRE FIRMES DE CARRETERA

La “Instrucción de Carreteras 6.1 y 2 - IC, Secciones de Firme”, del Ministerio de Fomento, a la que pertenece la figura reproducida adjunta, califica la zona de emplazamiento de las obras en proyecto en los términos siguientes:

- Zona térmica estival Cálida
- Zona pluviométrica Poco lluviosa

La clasificación de la zona pluviométrica poco lluviosa se realiza para las zonas con pluviometría media anual igual o inferior a 600mm, denominándose como lluviosa aquellas con más de 600 mm anuales. Siendo poco lluviosa la zona que nos concierne.



| Zona Pluviométrica | | Precipitación media Anual (mm) |
|--------------------|----------------|--------------------------------|
| Lluviosa | Zonas de 1 a 4 | ≥600 |
| Poco Lluviosa | Zonas de 5 a 7 | <600 |

Figura 1. Mapa zonas térmicas y pluviométricas. (Fuente: Norma 6.1-IC)

Como podemos observar las dos estaciones se encuentran en zona 7 poco lluviosa y zona cálida.

1.5. INFLUENCIA CLIMÁTICA SOBRE EJECUCIÓN DE OBRAS

A los efectos de su influencia sobre las condiciones de ejecución de las obras en proyecto, la zona de emplazamiento de las mismas se caracteriza por los valores siguientes:

- Número medio de días de lluvia:
 - Anual: 33
 - Máximo mensual (Enero, Marzo, Octubre, Noviembre, Diciembre) : 4
 - Mínimo mensual (Julio, Agosto) 1
- Número medio de días de helada:
 - Anual: 4
 - Mes extremo (Enero) : 2

Para el número medio de días de lluvia hemos considerado los datos de dos de las estaciones del término municipal de Cartagena.

2. CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA Y DRENAJE

2.1 RED DE DRENAJE

Aunque el análisis generalizado del medio físico del Campo de Cartagena hace intuir la existencia de una red de drenaje elemental, escasamente desarrollada, el funcionamiento hidrológico de la mayoría de sus cuencas responde a un esquema, resultado de múltiples condicionantes físicos y profundas alteraciones antrópicas de la red de avenamiento.

Su longitud, forma y relieve afectan a la producción de corriente y sedimentos de cada sistema fluvial; y la extensión, geometría y pendiente de los cauces intervienen particularmente en el diseño de modelos sedimentológicos y de dinámica fluvial.

La red de cauces de ramblas intramontanas tiene una disposición principalmente subsecuente, adaptada a las grandes líneas morfoestructurales de las unidades básicas. Y el trazado de los cauces que atraviesan el centro del Campo hasta llegar al Mar Menor se muestra divagante y poco definido, a pesar de que ha servido para establecer en gran parte de la red de conducción de aguas residuales del Trasvase.

2.2 DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE LAS CUENCAS

El campo de Cartagena tiene una morfología suave y puede sugerir una idea simple, a la vez que vaga, de la dinámica fluvial. Sin embargo, la monotonía morfológica de la peniplanicie contrasta con la fisiografía accidentada de la Sierra de Carrascoy o de las pequeñas cuencas costeras extendidas desde Portman a Cabo Tiñoso.

La importante cuantía de las pérdidas producidas por desbordamientos ocasionales de ramblas poco activas en las tierras llanas del Campo (Fuente Alamo, Albujo, Los Alcázeres) ponen de manifiesto , además de la indigencia pluviométrica de la zona, el relevante peso de las variables físicas de cada cuenca y en especial de las estrictamente morfológicas de las áreas de cabecera.

El Campo de Cartagena se compone de un total de 24 unidades de drenaje, cuya superficie, estimada en 1418 km², rebasa de los límites administrativos meridionales de los municipios de Orihuela y Murcia. De ellas, la más amplia es la perteneciente a la Rambla del Albujo que, extendida a lo largo de 441,3km², representa el 31.1 por ciento de la superficie global de las cuencas. Le siguen en amplitud las

correspondientes a la Rambla de la Maraña (km²), Rambla de Miranda (103.9 km²) y Rambla de la Peraleja (95.5 km²).

Las características topográficas de estas cuencas (longitud, forma, relieve...) contribuyen a establecer entre ellas netas diferencias de comportamiento hidrológico. Las relaciones que existen entre dichas características son también importantes.

Cuencas costeras vertientes al área urbana y preurbana de Cartagena

Por su configuración radial y porque el centro de gravedad de sus redes de drenaje se sitúa en torno al núcleo urbano de Cartagena, el estudio de estas cuencas merece un tratamiento común. Partiendo de la elevación de Peñas Blancas, se ordenan de Oeste a Este las cuencas de las Ramblas de Benipila, Los Dolores, El Hondón y Santa Lucía. Las dos primeras se diferencian de las orientales por su mayor amplitud y la inserción totalmente urbana de su tramo de desagüe. Si bien la Rambla de Benipila ha sido desviada hacia la Algameca Chica a través de un canal artificial abierto entre los piedemontes de la Sierra de Pelayo y el Cerro de Galeras, su desagüe natural durante crecidas extremas continúa verificándose a lo largo de la línea Barrio de la Concepción-Calle del Carmen y Muelle de Alfonso.

Por último, en la cuenca de la Rambla de Santa Lucía se ha realizado varias correcciones de cauces, revestimiento y, lo que es más importante, el encauzamiento del tramo inferior del río principal, de manera que tales obras inciden claramente en la morfología, comportamiento hidrológico y, claro está, en la organización morfométrica de la red fluvial.

2.3 DRENAJE LONGITUDINAL DE LA PLATAFORMA

Los elementos de drenaje longitudinal se han proyectado con la doble funcionalidad de desaguar la escorrentía superficial y de proteger la explanada natural contra la infiltración del agua, de acuerdo con los criterios generales:

-Vía con carriles embutidos en solera de hormigón. Drenaje superficial con sumideros y colectores; no se drena la explanada natural (protegida por la solera contra la infiltración del agua); se disponen canalizaciones para el desagüe de los carriles.

2.4 DRENAJE TRANSVERSAL A LA PLATAFORMA

Los elementos de drenaje transversal corresponden con las canalizaciones de PVC de 110 mm de diámetro de conexión entre carriles que permiten el drenaje del agua que se acumula en las acanaladuras de los carriles.

Estas canalizaciones conectan la red de pluviales manteniendo una pendiente del 4%. Así mismo se disponen de arquetas de 40x40 de conexión situadas cada 40 metros.

3. REFERENCIAS

- El Campo de Cartagena clima e Hidrología de un medio semiárido. Camelo Conesa García
- AEMET
- Norma 6.1 I-C

Anejo 4

Geología y Geotecnia

INDICE

| | |
|--------------------------------------|---|
| 1. OBJETO | 3 |
| 2. GEOLOGÍA..... | 3 |
| 2.1 INTRODUCCIÓN. GENERALIDADES..... | 3 |
| 3. GEOTECNIA..... | 6 |
| 4. REFERENCIAS | 7 |

1. OBJETO

El presente anejo tiene por objeto la determinación de la naturaleza y características Geológicas y geotécnicas de los materiales presentes en el entorno del proyecto, cuya traza discurrirá por completo por zona urbana. Los aspectos en los que se divide el presente estudio son:

- Geología de la zona.
- Geotécnia de la zona.

2. GEOLOGÍA

2.1 INTRODUCCIÓN. GENERALIDADES

La Región de Murcia se sitúa en la zona oriental de la Cordilleras Bética, que se generó durante la Orogenia Alpina y que se extiende por el sur y este peninsular, desde Cullera (Valencia), hasta Cádiz. Aunque se puede seguir su trazado bajo el Mediterráneo, hasta las Islas Baleares por el este, y hasta el Rif y Tell norteafricanos, por el sur. A su vez, la Cordillera Bética, pertenece al denominado Orógeno Alpino Perimediterráneo que bordea todo el Mediterráneo. En ella están representados materiales pertenecientes a las tres zonas que se dividen en: Prebética y Subbética (zonas externas) y Bética (zonas internas), que durante el Mesozoico y parte del Cenozoico pertenecieron a dos microplacas tectónicas diferentes: Ibérica y Mesomediterránea, respectivamente.

La Zona Prebética se subdivide, de Norte a Sur, en Prebético Externo, Interno y Meridional; en la Zona Subbética se pueden distinguir los dominios de Subbético Externo, Medio e Interno; y en la Zona Bética se diferencian tres complejos tectónicos que son, de abajo a arriba, Nevado-Filábride, Alpujárride y Maláguide.

En cuanto a materiales, cabe decir que, además de los materiales propios de las Cordilleras Béticas ligados a la tectónica principal, existen otros que están bien desarrollados en las depresiones interiores y en los valles aluviales. Entre las primeras destacan, en la Región de Murcia, las *cuencas terciarias del Campo de Cartagena*.

Existe una gran diversidad estratigráfica, como se puede observar en la figura 1; sin embargo, también se observa una distribución geográfica que, a grandes rasgos, es la siguiente:

- En la **Zona Prebética** los materiales predominantes son los carbonatados del Cretácico superior; en el Sur de la misma están representadas las calizas y margas del Paleoceno y Eoceno.
- En la **Zona Subbética** abundan las calizas y dolomías del Jurásico y las arcillas con yesos del Trías; también están muy presentes las margas del Cretácico.
- Sólo en la **Zona Bética** afloran terrenos metamórficos, constituidos por esquistos, cuarcitas y mármoles del Permo-Triásico; además de éstos existen dolomías del Trías.

En todas las zonas hay cuencas post-tectónicas rellenas fundamentalmente de materiales margosos miocénicos, pero éstas son más frecuentes y presentan un mayor desarrollo en la Zona Bética.

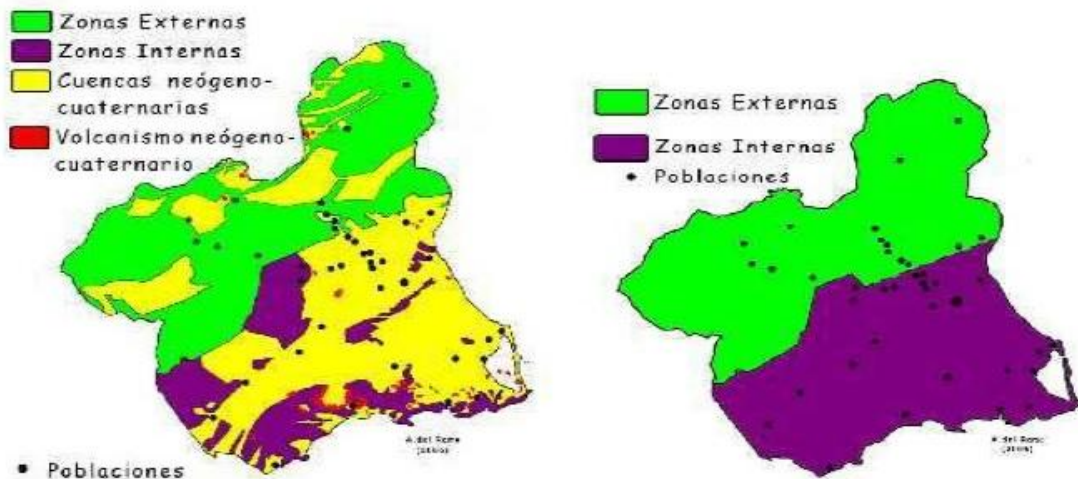


Figura 1. Mapa geología. (Fuente: Tomás Rodríguez Estrella)

En la Figura 1 vemos localizada la ciudad de Cartagena en la zona interna en una cuenca neógeno-cuaternaria.

Aflora en las proximidades del litoral murciano desde Cabo de Palos hasta Cartagena (Calblanque, Portmán, las sierras mineras de la Unión y Cartagena, etc.); también en el Cabezo Gordo, sierra de los Victorias y de los Gómez que separa el Campo de Mazarrón y el de Cartagena.

3. GEOTECNIA

En el siguiente apartado de este Anejo se trata la geotecnia de Cartagena, centrándonos en el mapa que se muestra en la figura 3.

En el mapa se observa la situación de Cartagena en zona urbana, en un color verdoso. Por tanto apoyándonos en la leyenda, se realizará una descripción de la zona que rodea a la zona urbana de Cartagena.

La zona que rodea a Cartagena perteneciente a la diputación de San Antonio de Abad tiene las siguientes características:

-La *zona suroeste* presenta una forma de relieve abrupta. Litológicamente está formada por una gran variedad de materiales, conglomerados, arenas, arcillas, calizas, cuarcitas, grauvacas, filitas, dolomías, micaesquistos, lo cual le confiere una morfología irregular con relieve que oscila de intermedia a montañosa y pendientes que van desde el 7% hasta más del 30%. El diferente comportamiento de sus materiales ante la erosión, conduce a la aparición de zonas inestables, dando como resultado el observar a ella numerosos fenómenos geodinámicos. Hidrológicamente tiene una escorrentía poco acusada y pueden aparecer puntualmente zonas con problemas de drenaje. Sus características mecánicas se consideran favorables y las condiciones constructivas de esta zona presentan problemas de tipo geomorfológico y geotécnico.

-En la *zona oeste* se encuentran zonas con forma de relieve plana. La litología está formada por rocas volcánicas y subvolcánicas de coloración oscura, morfología alomada, poca permeabilidad, drenaje aceptable por escorrentía superficial, y características mecánicas que oscilan entre aceptable y favorables. Y en esta misma zona encontramos las zonas en amarillo y verde que presentan condiciones constructivas favorables y aceptables con algún tipo de problema Litológico.

En la diputación de Hondón, al este de la zona urbanizable de Cartagena, presenta unas condiciones constructivas aceptables, con algún tipo de problema geotécnico.

La diputación de Santa Lucía presenta las mismas características que la zona sur de San Antonio de Abad.

La zona de Cartagena no presenta problemas constructivos, en general, las condiciones constructivas son favorables. Aunque cabe destacar la influencia del Nivel freático presente en muchas zonas del casco urbano de Cartagena. En zonas como la calle real, fueron zonas que se le ganaron al mar, presentándose a cota 2.00 metros bajo rasante, en cambio, las cinco colinas de Cartagena y sus faldones presentan una gran firmeza y capacidad portante.

4. REFERENCIAS

- Tomás Estrella Rodríguez
- Ministerio de Industria. Mapa Geotécnico
- Wikipedia. Geología y Geotecnia en Cartagena



FORMA: TIPODA DEL MAR: MURCIA E. 1:500.000

ESCALA 1: 200.000

| CRITERIOS DE CLASIFICACION | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| CONDICIONES CONSTRUCTIVAS | PROBLEMA "TOP" EXISTENTE | CONDICIONES DE PROBLEMA "TOP" | CONDICIONES DE PROBLEMA "TOP" | CONDICIONES DE PROBLEMA "TOP" | CONDICIONES DE PROBLEMA "TOP" | CONDICIONES DE PROBLEMA "TOP" | CONDICIONES DE PROBLEMA "TOP" | CONDICIONES DE PROBLEMA "TOP" | CONDICIONES DE PROBLEMA "TOP" |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |

| LEYENDA | | | | | | | |
|--------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|
| CONDICIONES CONSTRUCTIVAS EXISTENTES | CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ALTERNATIVAS | CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ALTERNATIVAS | CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ALTERNATIVAS | CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ALTERNATIVAS | CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ALTERNATIVAS | CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ALTERNATIVAS | CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ALTERNATIVAS |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |

| REGION AREA | CRITERIOS DE DIVISION Y CARACTERISTICAS GENERALES |
|-------------|---|
| I | ... |
| II | ... |
| III | ... |
| IV | ... |
| V | ... |
| VI | ... |
| VII | ... |
| VIII | ... |
| IX | ... |
| X | ... |
| XI | ... |
| XII | ... |
| XIII | ... |
| XIV | ... |
| XV | ... |
| XVI | ... |
| XVII | ... |
| XVIII | ... |
| XIX | ... |
| XX | ... |
| XXI | ... |
| XXII | ... |
| XXIII | ... |
| XXIV | ... |
| XXV | ... |
| XXVI | ... |
| XXVII | ... |
| XXVIII | ... |
| XXIX | ... |
| XXX | ... |



Figura 3. Mapa geotécnico general. (Fuente: Ministerio de Industria)

ANEJO 5

Análisis Histórico

INDICE

| | |
|--|----|
| 1. ANALISIS DEL CRECIMIENTO DE LA CIUDAD DE CARTAGENA..... | 2 |
| 2. TRANVIA ANTIGUO CARTAGENA | 6 |
| 3. FEVE | 14 |

En este Anejo se ha realizado un análisis histórico de la ciudad de Cartagena:

En el primer apartado se elaboró un análisis del crecimiento de la ciudad, centrado en el último siglo, aunque también se comenta el periodo comprendido desde finales del siglo XVIII hasta la actualidad para tener una idea general de la evolución que ha experimentado la ciudad. En el segundo apartado se comenta la existencia del antiguo Tranvía de Cartagena y algunas de sus características. Y por último, se trata el Ferrocarril de Vía Estrecha; que aunque apareciendo antes que el Tranvía Cartagenero aún sigue en funcionamiento.

1. ANALISIS DEL CRECIMIENTO DE LA CIUDAD DE CARTAGENA

En este apartado se analiza brevemente la evolución histórica de Cartagena a partir del año 1799 hasta la actualidad. En las imágenes, se muestra sobre el plano actual, la extensión de Cartagena correspondiente a cada año en rojo para poder comparar su crecimiento.

- **Siglo XVIII**

A finales del siglo XVIII, la extensión es solamente dentro de la muralla y el barrio de Santa Lucía, con las pequeñas poblaciones del barrio de la Concepción y el de San Antonio Abad. (Imagen 1).

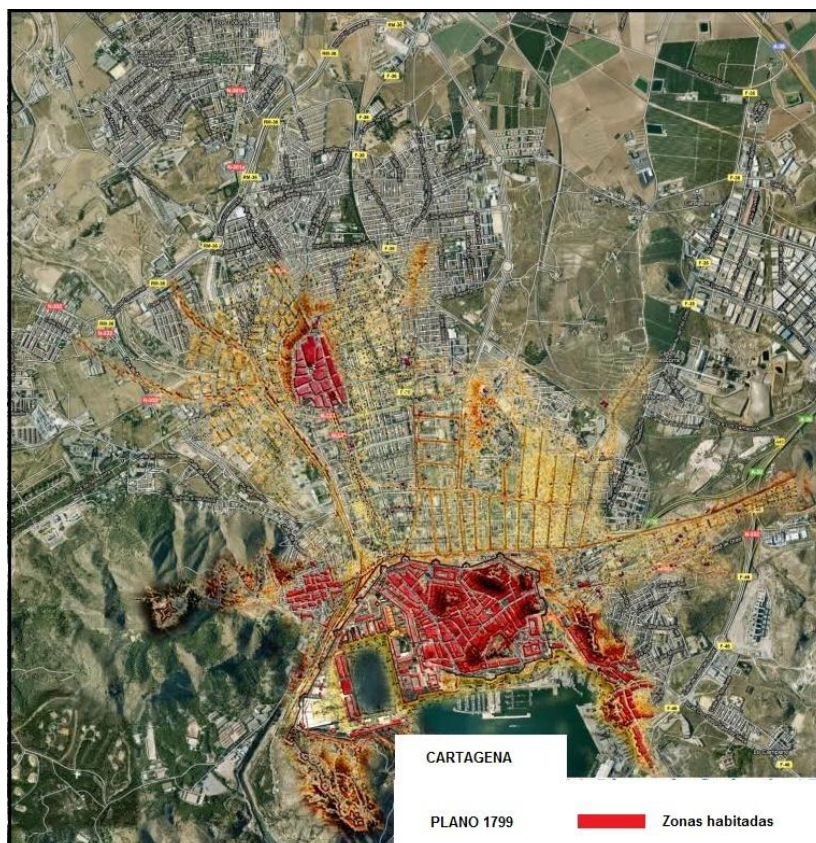


Imagen 1. Plano Cartagena 1799 (Fuente: Foro Cartagena)

- **Siglo XIX**

Lo más relevante de este siglo fue la Revolución Cantonal, que comenzó en 1873, en que la ciudad se levantó contra el gobierno central en defensa de las tesis federalistas. El levantamiento de Cartagena tuvo gran relevancia por la importancia militar de la ciudad, que resistió hasta que en enero de 1874.

La ciudad resultó casi completamente devastada por el bombardeo de las tropas centralistas. Debido a esta razón, pocas obras se conservan en la ciudad anteriores al s.XIX.

Por otro lado, aunque Cartagena estaba sufriendo cambios en su política y ciudad, a finales del s.XIX, se produce el resurgimiento de las minas de La Unión y comienza un proceso imparable de crecimiento y desarrollo económico basado en la explotación minera, especialmente del plomo. Será ésta la época en que Cartagena, tras las destrucciones, adquiere su fisonomía actual, al construirse numerosos edificios de carácter público y privado que reflejan las tendencias eclécticas y modernistas imperantes entonces en España.



Imagen 2. Plano Cartagena 1898 (Fuente: Foro Cartagena)

En la Imagen 2, podemos ver cómo ha cambiado la ciudad en aproximadamente un siglo. Desapareciendo la muralla como obstáculo, y expandiéndose alrededor de ella.

- **Siglo XX**

La gran crisis económica internacional de la segunda década del siglo XX, sumergió a Cartagena en medio de la recesión económica, provocando fuertes tensiones sociales, agravadas por la crisis de la minería. Cartagena afrontó la Segunda República y padeció las dramáticas consecuencias de la Guerra Civil, durante la cual fue uno de los bastiones más importantes del gobierno republicano y, junto a Alicante, la última ciudad en caer en manos del General Franco. Tras la posguerra, que en Cartagena fue especialmente dura, la llegada del agua del Taibilla y la construcción de la refinería en Escombreras, propicia una nueva etapa de desarrollo económico que se prolonga hasta los años setenta (Imagen 3).

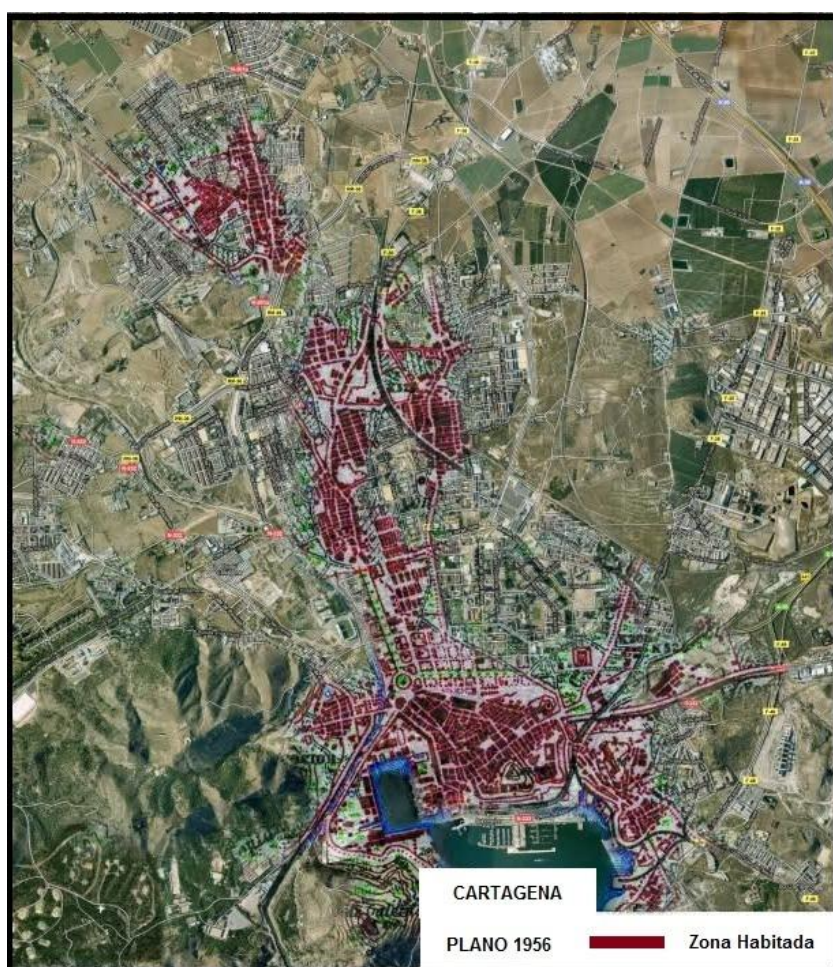


Imagen 3. Plano Cartagena 1956 sobre plano actual. (Fuente: Foro Cartagena)

La creciente importancia del turismo y la puesta en marcha del trasvase Tajo-Segura vienen a complementar la actividad industrial. Con el auge económico llega el aumento de la población y el crecimiento de la ciudad (Imagen 4), Pero el desarrollo incontrolado generará graves problemas de contaminación y abusos urbanísticos, a veces con consecuencias desastrosas.

Las dificultades económicas, iniciadas con la crisis del petróleo en los años setenta y agravadas en los ochenta, acompañan al establecimiento de la democracia, cuyos primeros pasos se verán dificultados no poco por la situación económica y las tensiones sociales. Pero la crisis toca fondo en los noventa y, desde mediados de esa década, junto con la creciente importancia del turismo y la puesta en marcha del trasvase Tajo-Segura, entre otras infraestructuras, vienen a complementar la actividad industrial. Así, con el auge económico llega el aumento de la población y el crecimiento de la ciudad, formando su configuración actual (Imagen 4).



Imagen 4. Plano Cartagena Actual. (Fuente: <http://www.digiatlas.com>)

2. TRANVIA ANTIGUO CARTAGENA

La aparición del tranvía en Cartagena se remonta al año 1876, donde Carlos Anglada solicitó al Ayuntamiento la autorización para instalar una línea de tranvía en el casco urbano de la ciudad. Tras la primera intentona los cartageneros aguardaron seis años para ver un tranvía de tracción animal. Este primer transporte colectivo se inauguró en **1892** uniendo la Puerta de Murcia (Imagen 5) con la calle Duque. Después se instaló una segunda línea, la de Diego Cánovas. La autorización del tranvía de 'fuerza animal' se concedía el 23 de marzo de 1892.



Imagen 5. Puertas de Murcia y calle Duque (Fuente : Ayuntamiento de Cartagena)

A finales de 1892 se realizó un estudio para instalar vías férreas en el trazado del tranvía considerando las ventajas que podría aportar: "...la idea de acelerar el movimiento de los carruajes, haciéndolos pasar sobre cuerpos duros y compactos, para que disminuyendo el rozamiento se transporte el peso con menos trabajo...". En **noviembre del mismo año** se presentó un proyecto para tranvía de circunvalación a la ciudad con extensión de 3 km y centro en la plaza Santa Catalina. De este punto partirían dos

coches: uno por la calle Real y el otro por las Puertas del Muelle, cruzándose en las Puertas de Madrid ,actual Plaza de España (ver Imagen 8).

El proyecto fue realizado por José A. de Torres Noguera. En enero de 1893 se inauguró la línea de tranvía que unía San Antón con Los Dolores. Poco tiempo después los barrios más alejados del centro comienzan a solicitar el servicio. Así, en enero de 1894 se publicaba un proyecto para la instalación de red con destino al barrio de Los Molinos. Las pruebas tuvieron lugar el 22 de febrero de 1895.

En 1898 nació la empresa 'Tranways de Carthagène Societé Anonyme Belge', quedando encomendada la dirección en España a Joaquín Díaz Zapata. Este empresario español de la electricidad era conocido en Cartagena por haber presentado cinco años antes un proyecto de instalación y suministro de luz a particulares. Él mismo se ocuparía de presentar el proyecto de la línea Puertas de Madrid al barrio de Peral en diciembre de 1898, siendo aprobado en mayo del año siguiente. En 1899 la tarifa del tranvía era de 10 céntimos.

El año siguiente ya se pretendía una ampliación de la línea a fin de que pasara por la calle Jabonerías. Díaz Zapata no era el único empresario trabajando en este ramo de la industria de servicios y con intereses en Cartagena, prueba de ello es que en 1901 la compañía Iberia Thomson Houston, que presidía el banquero bilbaíno Eduardo Aznar, estudiaba la posibilidad de instalar una línea de tranvía eléctrico en el Ensanche.

Sin embargo, fue Diego Cánovas García quien en 1904 se alzó con la concesión del Ayuntamiento gracias a la solidez de su proyecto logrando las líneas de tranvía eléctrico para San Antón, barrio Peral, Caridad y Los Dolores. Casi al mismo tiempo Felipe García Mauriño y del Valle, nuevo representante de la compañía belga 'Tranvías de Cartagena', recibía autorización para electrificar las líneas de tranvía con tracción animal (Imagen 5).

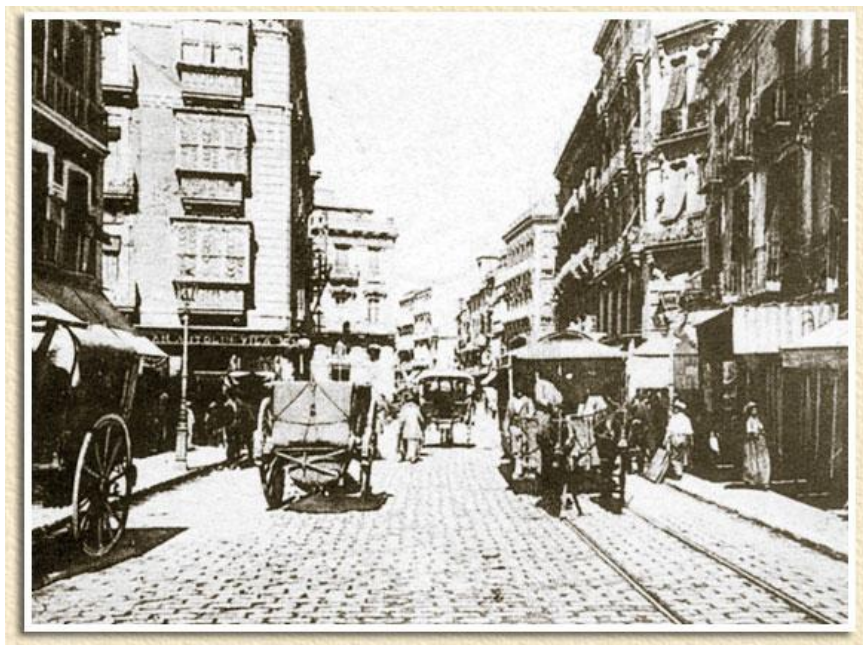


Imagen 6. Tranvía tracción animal Cartagena. (Fuente: Foro Cartagena)

En **1907** se subastó la instalación eléctrica para suministro de fluido a los tranvías mediante postes metálicos que no obstaculizaran el tránsito de los viandantes y en julio pudo inaugurarse. Para entonces las líneas que controlaba la compañía 'Tranvías de Cartagena' alcanzaban los 5 km de longitud en dirección a Los Dolores y otros 3 km más hacia Los Molinos; los 2 km hasta el barrio de Peral se concluyeron en junio de 1909.

Por su parte, la Compañía intentaba mientras tanto ser eximida del pago de arbitrio por coches y postes. En noviembre de 1910 se realizó un cambio de trazado por las obras que se desarrollaban en el alcantarillado del barrio Peral. En septiembre de 1919 la empresa decide aumentar las tarifas en 0,05 céntimos por trayecto y marcar nuevos horarios arguyendo las importantes pérdidas económicas que padece a causa de la Guerra Mundial.

En **1922**, la evidente escasez de inversiones de la compañía en el servicio que presta hace que los concejales soliciten una inspección sobre las quejas de los usuarios: falta de higiene, irregularidad del servicio y deficientes instalaciones. Se elaboró el informe que vino a confirmar que los coches iban sucios y su mantenimiento técnico dejaba mucho que desear, pues se habían detectado graves deficiencias en cojinetes, aislamientos e incluso irregularidades en el diámetro de las ruedas.

A partir de 1924 pisó con fuerza en la escena del transporte urbano de viajeros el automóvil y aparecen los primeros coches de viajeros que a veces coincidían en trayectos con los tranvías. Esta feroz competencia 'fustigó' a la compañía belga de tranvías que, a fin de paliar las pérdidas de clientela, se lanzó entonces a una fuerte inversión prometiendo la importación de 5 o 6 coches nuevos procedentes de Bélgica y el estudio para abrir una nueva línea a Los Barreros. En 1926, el Ayuntamiento autorizó a la compañía la modificación de la línea de Santa Lucía y en el interior del casco urbano se rectificaba también para que atravesara la calle Maestranza. Los tranvías de Cartagena dejaron de funcionar en **1959**.

En el siguiente cuadro se recogen por orden cronológico los hitos del tranvía de Cartagena, los cuales se han detallado de forma esquemática en las imágenes que se indican en el cuadro, donde se muestran de forma aproximada el trazado seguido por el tranvía dentro de la ciudad amurallada. Los barrios de San Antón, Los Barreros y Los Dolores, al ser poblaciones fuera de las murallas, no se muestran en la imagen, siendo sus accesos por las Puertas de Madrid.

| Año | Tipo | | Recorrido | |
|--|--------------------|---------|---|--------------------|
| 1892 | Tracción Sangre | Imag 7 | Puertas de Murcia | Calle Duque |
| | | | | Diego Cánovas |
| | | Imag 8 | Circunvalación | |
| | | | Santa Catalina | Calle Real |
| | | | | Puertas del Muelle |
| 1893 | Tracción Sangre | | San Antón | A los Dolores |
| 1898 | Tracción Sangre | Imag 9 | Ramal al Muelle | |
| | | | Puertas de Madrid | Barrio Peral |
| 1894 | Tracción Sangre | | Los Molinos | |
| 1905 Sustitución Tracción Eléctrica | | | | |
| 1905 | Tracción Eléctrica | Imag 10 | Santa Lucía | |
| 1924 | Tracción Eléctrica | | Los Barreros | |
| 1926 | Tracción Eléctrica | | Modificación Casco Antiguo , Calle Maestranza | |

Tabla 1. Resumen trazado Antiguo Tranvía. (Fuente: Elaboración propia)

En la Imagen 7 nos encontramos el primer tramo de tracción de Sangre. Donde parte en el punto 1, Puertas de Murcia.

El trazado amarillo supuesto, a falta de información más detallada, el que podría unir el primer tramo de Calle Duque con Puertas de Murcia, con la posibilidad de un tramo alternativo por la calle Honda. Ese mismo año se aumentó por la calle Diego Cánovas.

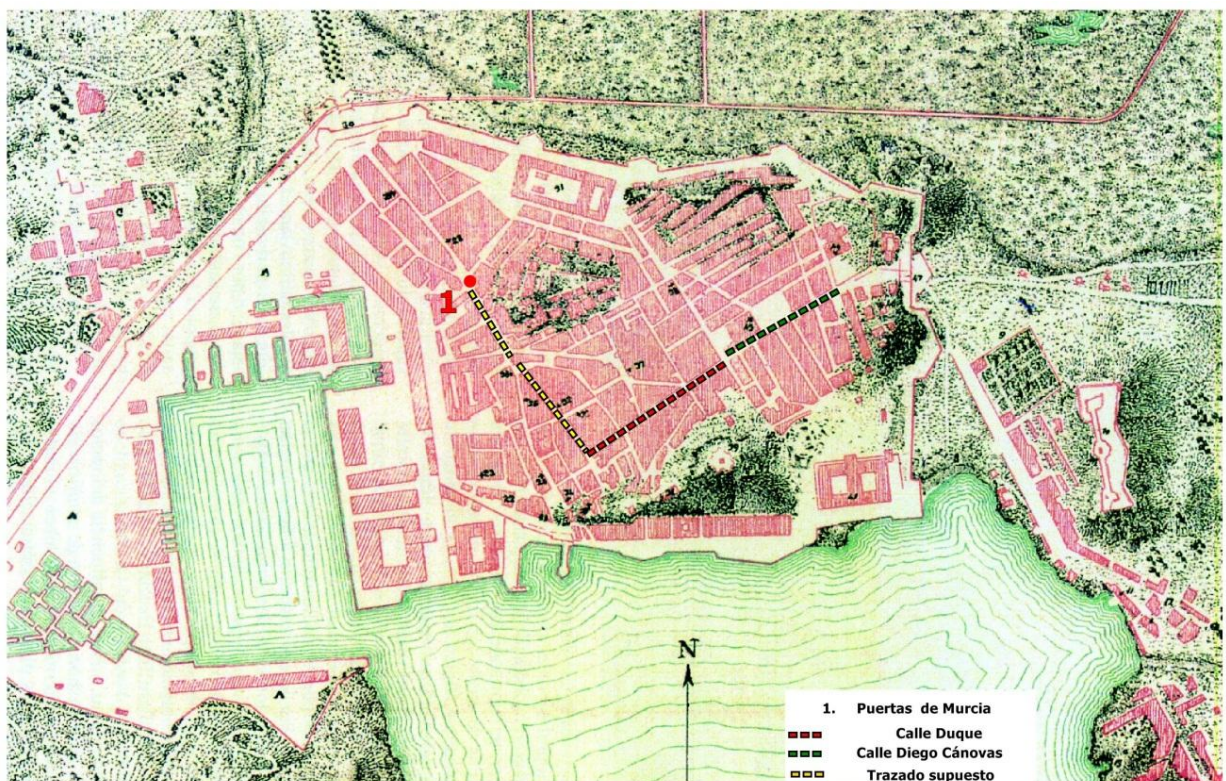


Imagen 7. Trazado 1898 tracción animal. (Fuente: Elaboración propia)

En esta Imagen 8 vemos descrita la circunvalación que se menciona en la documentación realizada en el segundo tramo que abarca también a la calle Real, con los puntos singulares 2 y 3, Plaza de Santa Catalina y Puertas del Muelle, respectivamente.

Como ya se ha indicado el barrio de San Antón y Los Dolores no aparecen en la Imagen 7, pero el tranvía seguiría la dirección que indican las flechas en la parte superior, salida por las puertas de Madrid.

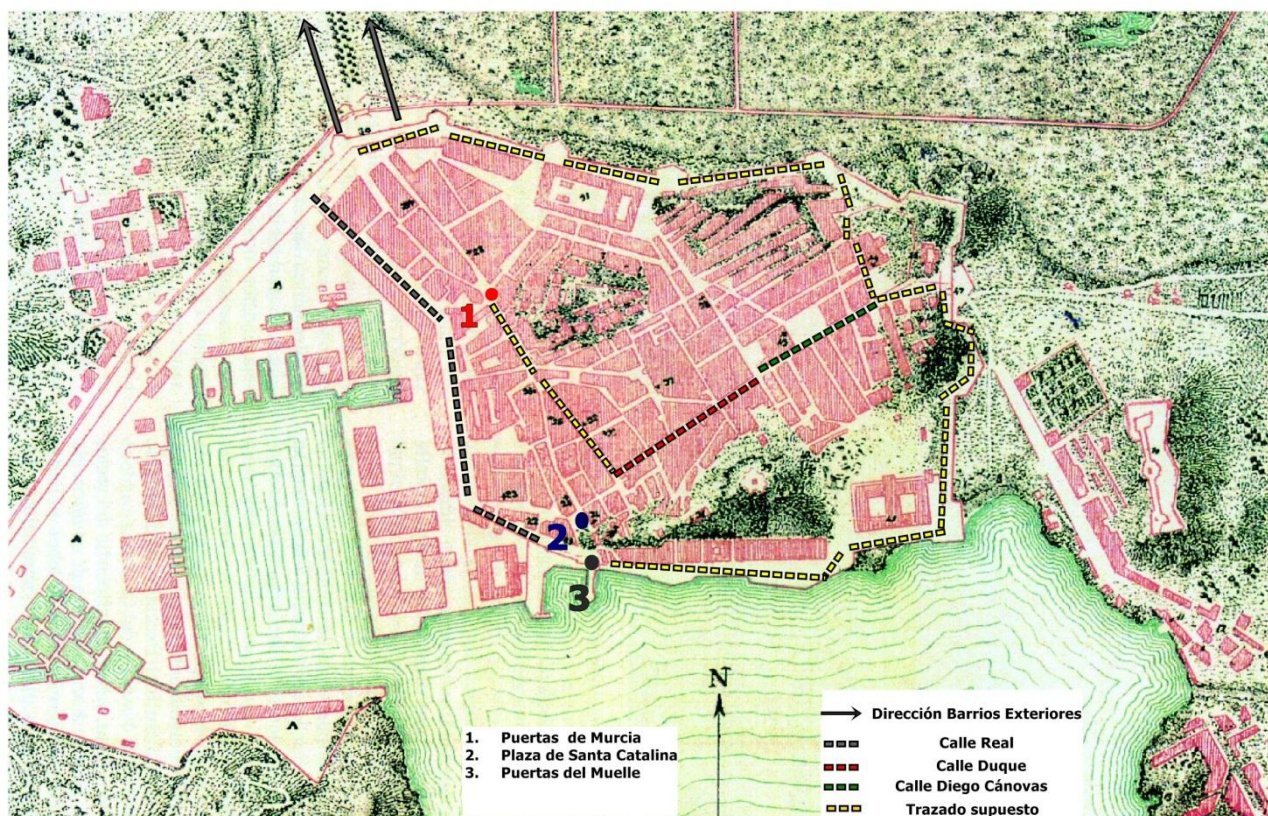


Imagen 8. Trazado Tracción Animal 1892-93. (Fuente: Elaboración propia)

En la Imagen 9 aparece el ramal al Muelle y la unión de Puertas de Madrid con el Barrio Peral. El Barrio Peral y Los Molinos no aparecen en la foto, ya que se salen de la imagen, siguen la dirección de las flechas superiores.

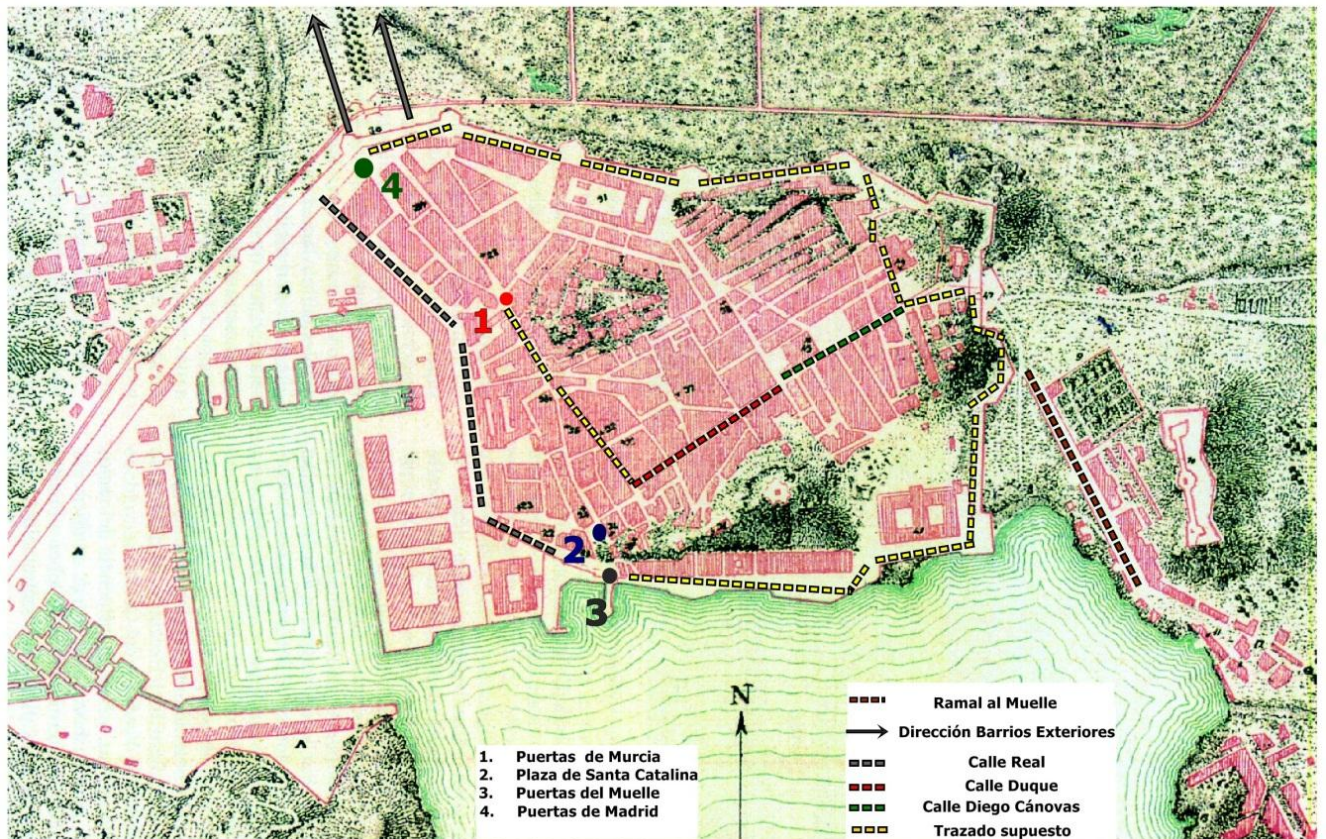


Imagen 9. Trazado Tracción Animal 1898-1904. (Fuente:Elaboración propia)

En la imagen 10, ya nos encontramos con Tracción Eléctrica, con la llegada del tranvía a Santa Lucía (Punto 5) y a los Barreros (seguir las flechas superiores). Se ha considerado la conexión de Puertas de Murcia con las Puertas de Madrid por la calle Jabonerías (Sagasta) haciendo notar que esta calle es muy probable que también fuera usada por el tranvía de tracción de sangre aunque no se ha indicado en planos anteriores.

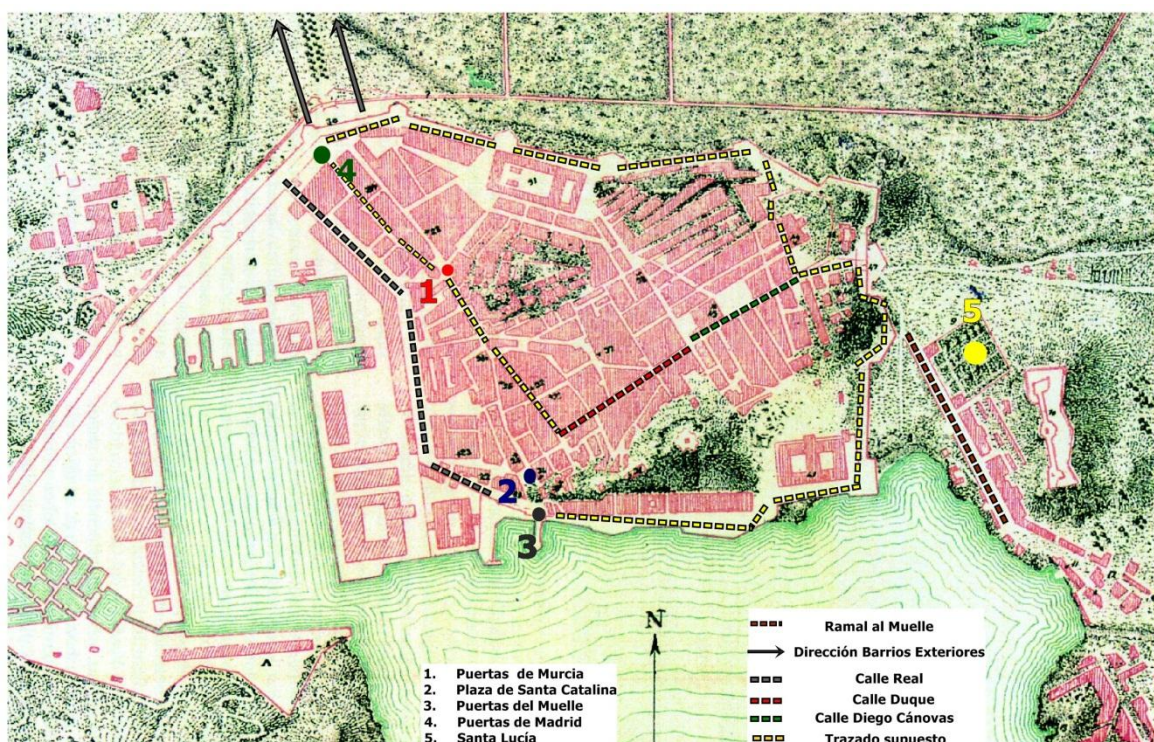


Imagen 10. Trazado Tranvía Eléctrico 1905. (Fuente: Elaboración propia)

Actualmente no queda nada del tranvía. Si quisiéramos realizar el mismo trazado actualmente, el inconveniente mayor serían las calles, Duque y Diego Cánovas por la sección tan estrecha que presentan. En el resto de calles como calle Real y Alfonso XII (Puerto) si sería posible encajar el trazado de un nuevo tranvía debido a su gran anchura y presencia de medianas y aceras anchas.

3. FEVE

Este tranvía-ferrocarril se construyó por el gran auge minero en 1960 que ya hemos comentado con anterioridad. Ahora su uso principal es el transporte de viajeros residentes o turistas.

El 14 de octubre de 1874 es inaugurada la línea de 8.4 km, abierta al público el 19 del mismo mes.

Este tranvía completó su trazado por anexión de varios ramales de tipo industrial que finalmente configuraron lo que se denomina Ferrocarril de Cartagena a Los Blancos.

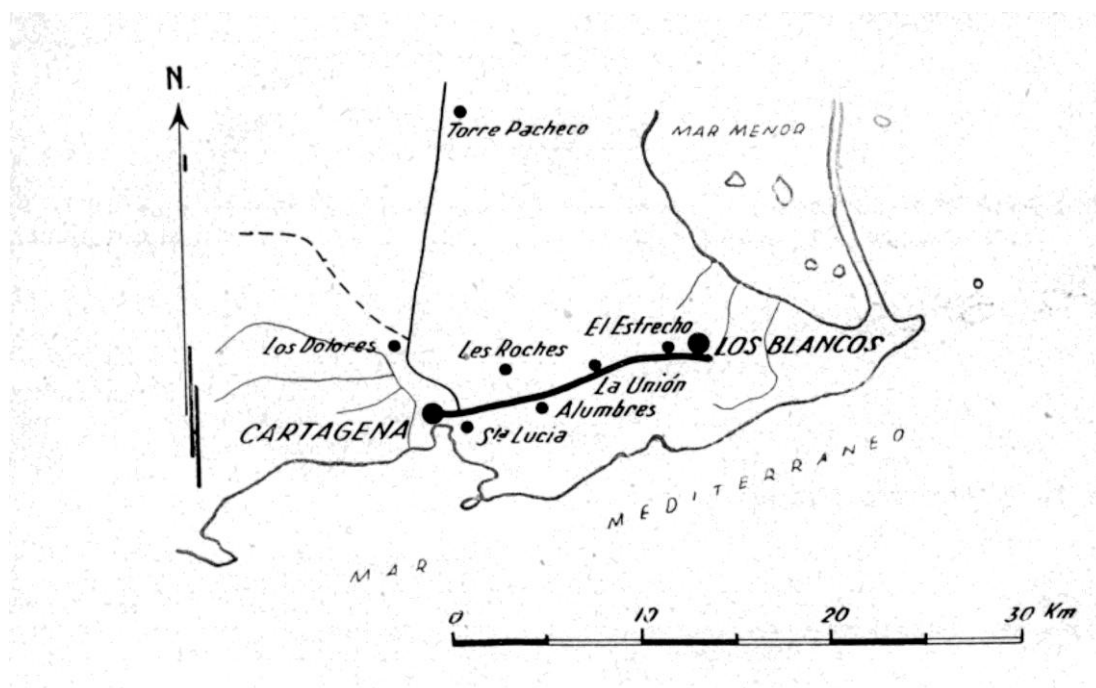


Imagen 10. Recorrido Antiguo Feve (Cartagena – Los Blancos)

FEVE modernizó la línea de Cartagena a Los Blancos, estrechando su ancho de vía de **1,067 m.** a un metro (**ancho métrico**), a la vez que la prolongó desde El Estrecho a Los Nietos, prolongación inaugurada en noviembre de 1976.

Descripción de la línea

En esta tabla vemos la formación de la línea Feve a través del tiempo. La referencia al tramo de Galín se encuentra en el Depósito de Santa Lucía (Imagen 12), y el descargador se encuentra en Alumbres (Imagen 11).

| Fecha | Tramo | | Longitud(mm) |
|------------|--|---------|--------------|
| 14.10.1874 | Cartagena ↔ Las Herrerías | Imag 10 | 8.440 |
| 14.10.1874 | Ramal de Galín ↔ Santa Lucía | Imag 11 | 1.357 |
| 15.04.1883 | Estación de Unión Vieja ↔ La Unión (Mercado) | Imag 12 | 803 |
| 15.04.1883 | Unión(Mercado) ↔ El Descargador | Imag 10 | 1.719 |
| 06.07.1886 | Ramal de Figueroa | Imag 11 | 577 |
| 10.04.1888 | Ramal de Rolando | Imag 11 | 632 |
| 09.04.1890 | Ramal de Pedreño ↔ Aznar | Imag 11 | 793 |
| 07.07.1897 | Los Blancos ↔ El Descargador | Imag 10 | 5.200 |
| 01.01.1904 | Ramal al Muelle de Alfonso XII | Imag 11 | 443 |
| 08.11.1976 | Prolongación a Los Nietos | Imag 12 | |

Tabla 2 .Descripción de la Línea Feve



Imagen11. Ramales a los Muelles. (Fuente: Spanish Railway)

Actualmente, la línea FEVE es de vía única por la que se realiza sólo transporte de viajeros, mediante automotores con tracción diesel, que veremos en detalle en el anejo de movilidad.

El trazado actual de esta línea (Imagen 12) pasa por el Nuevo Hospital de Santa Lucía, la Unión, el Estrecho y los Nietos. Es importante tener en cuenta que el Hospital puede ser una gran fuente de atracción de pasajeros de la ciudad de Cartagena, por lo que si uniéramos el nuevo trazado de tranvía urbano con FEVE tendríamos un foco atractor y generador de viajeros, consiguiendo usuarios del tranvía y aumentando los actuales pasajeros de FEVE. Además de ofrecer un itinerario de acceso directo a la playa.



Imagen 12. Recorrido Feve Actual Cartagena-Los nietos

4. REFERENCIAS

- <http://www.spanishrailway.com>
Tranvía de Cartagena a la Unión
- www.cartagena.es
Historia de Cartagena
- <http://www.regmurcia.com>
Historia – Episodios
- www.forocartagena.es
- www.wikipedia.es
Tranvía Cartagena
Feve

ANEJO 6

Análisis Urbanístico y Poblacional

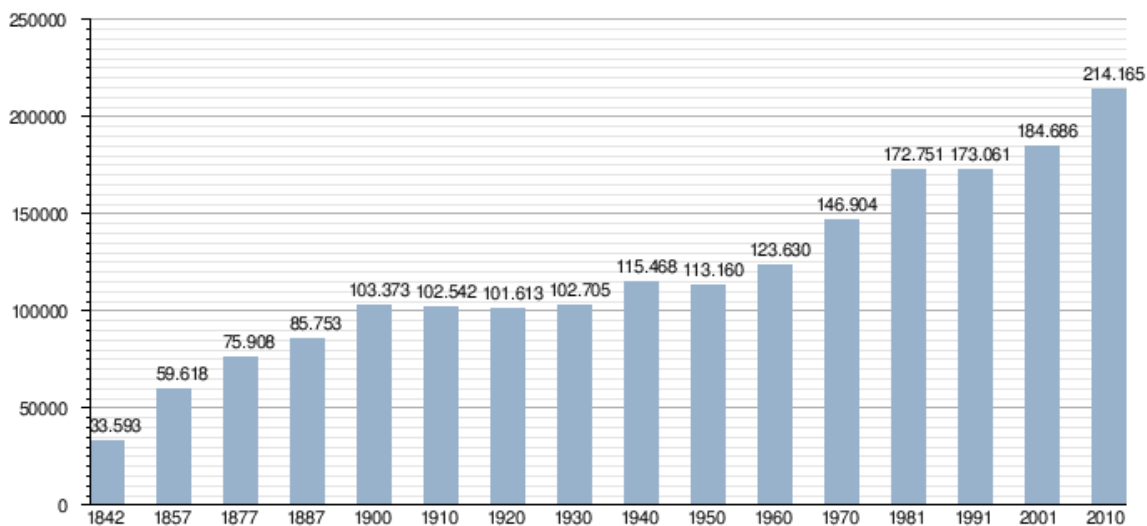
INDICE

| | |
|---------------------------------------|----|
| 1. CARÁCTERÍSTICAS POBLACIONALES..... | 2 |
| 2. BARRIOS Y DIPUTACIONES | 6 |
| 2.1 CARTAGENA CASCO | 6 |
| 2. 2. SAN ANTONIO ABAD..... | 8 |
| 2.3 HONDON | 11 |
| 2.4 EL PLAN | 13 |
| 2.5 CANTERAS..... | 15 |
| 2.6 SANTA LUCIA..... | 16 |
| 3. DISTRITOS..... | 19 |
| 4. UBICACIÓN PUNTOS DE INTERÉS | 20 |
| 5. CONCLUSIONES | 24 |
| 6. REFERENCIAS | 25 |

1. CARÁCTERÍSTICAS POBLACIONALES

Cartagena es una ciudad española situada junto al mar Mediterráneo en la comunidad autónoma de la Región de Murcia. El municipio cuenta con **217.998 habitantes**, que alcanza los 385.341 habitantes si se tiene en cuenta su área metropolitana, según su ayuntamiento, a 1 de enero de 2012, repartidos en un término municipal de 558,08 km², con una densidad de 388,21 hab./km².

En la gráfica 1, se pueden distinguir varios tramos de la evolución de Cartagena. Hasta el año 1900 hay un crecimiento lineal de la población. A partir de ese año hasta 1960 la evolución se mantiene debido a la crisis y las guerras. De aquí en adelante la población se ha doblado hasta el año 2010.



Gráfica 1. Evolución municipio de Cartagena. (Fuente:INE)

En las siguientes figuras obtenidas del registro civil central, se muestra el crecimiento poblacional y la densidad de la Región de Murcia a modo general.

En concreto el Campo de Cartagena, el crecimiento que experimenta es entre el 0,01 y el 0,55%. Debemos señalar que el Ayuntamiento de la Unión (no pertenece al Ayuntamiento de la Cartagena) experimenta una evolución muy significativa, cosa que interesa al encontrarse a menos de 20 km de la ciudad de Cartagena.

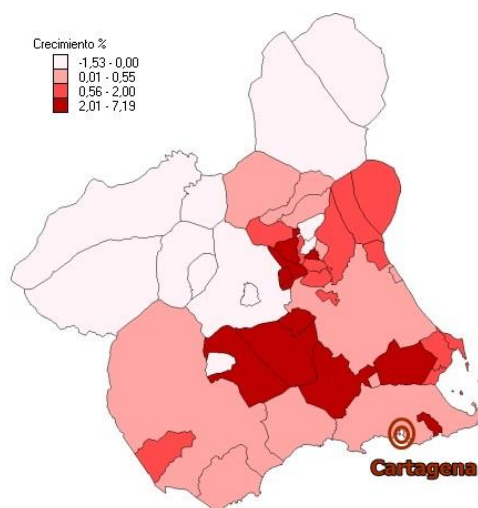


Figura 1. Crecimiento % Región de Murcia. (Fuente: www.registrocivilcentral.com.es)

La densidad en este municipio está entre 131 al 400 hab./km². Podemos ver que el Municipio de Cartagena tiene una densidad bastante elevada respecto a las demás regiones de Murcia. Siendo exactamente de 388,21 hab./km².

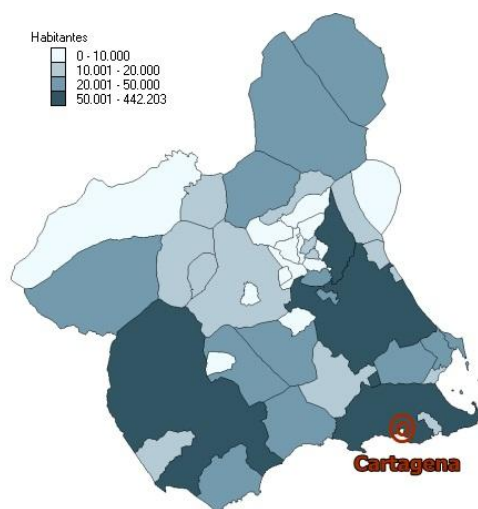


Figura 2. Mapa Región de Murcia Densidad. (Fuente: www.registrocivilcentral.com.es)

A continuación se muestra un mapa político con las diputaciones de Cartagena, y su correspondiente tabla con la evolución de cada una de ellas.



Figura 3. Diputaciones Cartagena (Fuente: Ayuntamiento de Cartagena)

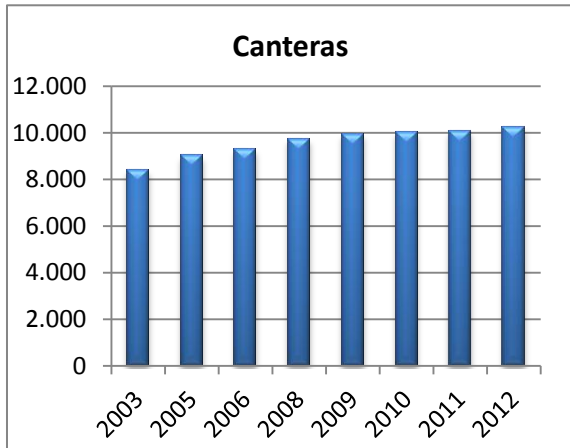
Para nuestro estudio nos interesan las diputaciones y los barrios de cada una de ellas más cercanas a Cartagena, porque es el lugar dónde se pretende realizar el estudio.

| | 2003 | 2005 | 2006 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Cartagena | 194.203 | 203.945 | 208.609 | 210.376 | 211.996 | 214.165 | 214.918 | 216.655 |
| Canteras | 8.399 | 9.006 | 9.278 | 9.708 | 9.921 | 10.002 | 10.056 | 10.220 |
| Cartagena Casco | 61.396 | 63.509 | 62.477 | 63.588 | 62.624 | 62.405 | 62.228 | 61.610 |
| S. Antonio Abad | 40.557 | 42.157 | 43.021 | 43.403 | 43.841 | 44.309 | 44.312 | 44.508 |
| Plan (EI) | 31.730 | 33.298 | 33.945 | 34.473 | 34.818 | 35.146 | 35.378 | 35.691 |
| San Félix | 2.198 | 2.517 | 2.595 | 2.729 | 2.697 | 2.701 | 2.645 | 2.610 |
| Hondón | 951 | 940 | 978 | 1.012 | 1.002 | 1.028 | 1.036 | 1.042 |
| Escombreras | 49 | 32 | 31 | 11 | 6 | 5 | 3 | 5 |
| Santa Lucía | 5.672 | 5.860 | 6.063 | 6.036 | 6.160 | 6.339 | 6.370 | 6.520 |

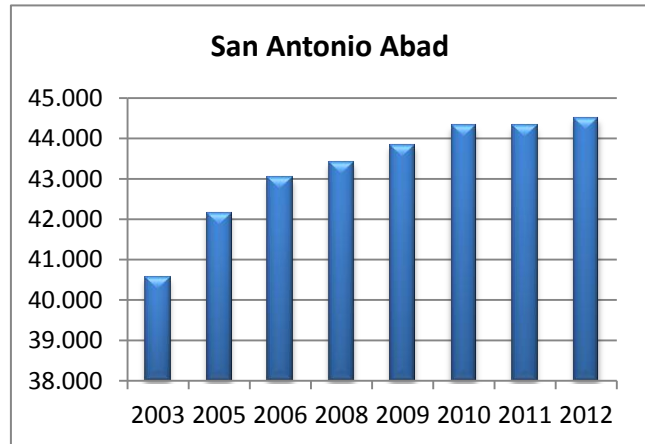
Tabla 1. Evolución Demográfica Diputaciones Cartagena. (Fuente: Ayuntamiento Cartagena)

Los siguientes gráficos son obtenidos de los valores de la Tabla 1.

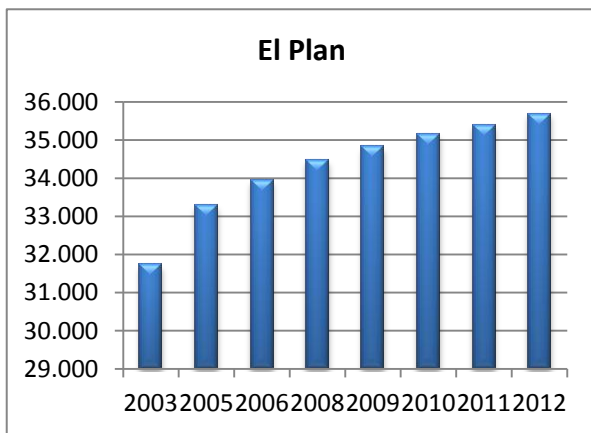
- El aumento de población ha sido más significativo en lugares como ; Canteras, El Plan, San Antonio de Abad y Santa Lucía, mostrando los siguientes gráficos:



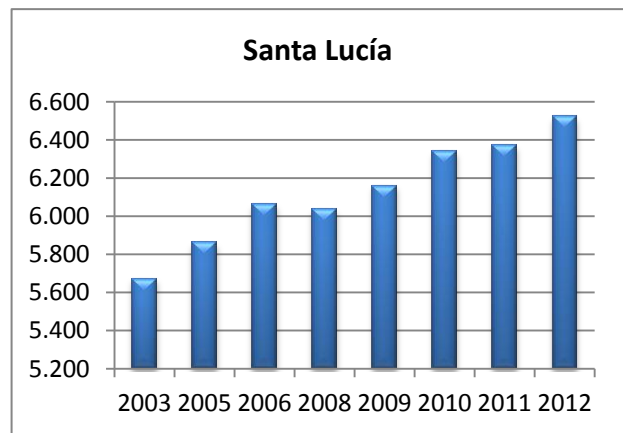
Gráfica 2. Evolución Canteras



Gráfica 3. Evolución San Antonio Abad



Gráfica 3. Evolución El Plan



Gráfica 4. Evolución Santa Lucía

Estas diputaciones han aumentado su población entre 2003 y 2012 con los siguientes datos; Canteras ha aumentado su población en 1.821 habitantes, San Antonio de Abad en 3.951 habitantes, El Plan ha aumentado en 3.961 habitantes y Santa Lucía en 848 habitantes.

- Descenso de Población (con diferencia) se ha experimentado en el Casco Antiguo de Cartagena, debido a su interés más comercial y turístico. Escombreras también ha notado el descenso de población debido a la existencia de las Refinerías como lugar únicamente de trabajo.

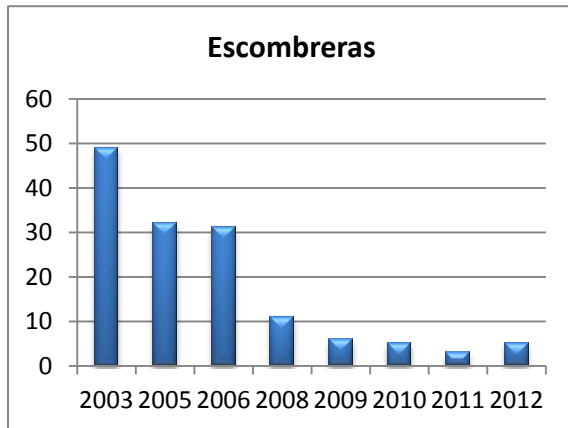


Gráfico 5. Evolución Escombreras

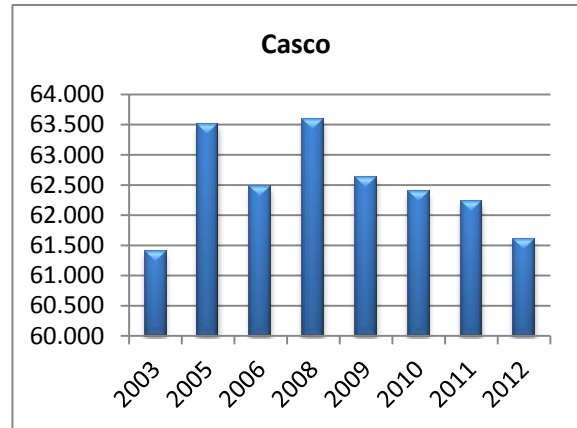


Gráfico 6. Evolución Casco

En Escombreras existe una diferencia entre 2003 y 2012 de -44 habitantes y en el Casco Antiguo entre 2008 y 2012 de -1.978 habitantes.

2. BARRIOS Y DIPUTACIONES

En este apartado se han descrito los barrios en detalle de cada diputación. Se desarrolla la fisonomía de cada barrio y número de habitantes. Se explica en rasgos generales la historia de cada diputación, menos la del casco urbano de Cartagena (Anejo 5).

2.1 CARTAGENA CASCO

El Casco Antiguo de Cartagena se divide en cuatro Barrios. Estos Barrios divididos de forma heterogénea debido a su evolución geográfica e histórica. Según datos del Ayuntamiento de Cartagena en el año 2012, la población total de Cartagena fue de 61.610 habitantes (tabla 1) repartidos en todas las diputaciones. Como se puede ver en la tabla 2, el barrio más poblado es el de Cartagena Casco, también el que abarca una mayor área (Imagen 3).

| Barrio o Diputación | Total población |
|-------------------------|-----------------|
| Ensanche-Almarjal | 6.441 |
| Barriada Virgen Caridad | 2.894 |
| Cartagena Casco | 47.308 |
| Barriada San Ginés | 4.967 |

Tabla 2. Barrios Casco Antiguo. (Fuente: Ayuntamiento de Cartagena)



Imagen 3. Casco Antiguo Cartagena. (Fuente: Elaboración propia google earth)

2. 2. SAN ANTONIO ABAD

La diputación de San Antonio Abad está formada actualmente por el territorio que abarcan los barrios de San Antonio Abad, Isaac Peral y de la Concepción, otorgándole una configuración irregular que limita al Norte con las diputaciones del Plan y San Félix, al Sur con la capital municipal y el Mediterráneo, al Este con la diputación del Hondón y al Oeste con la de Canteras.

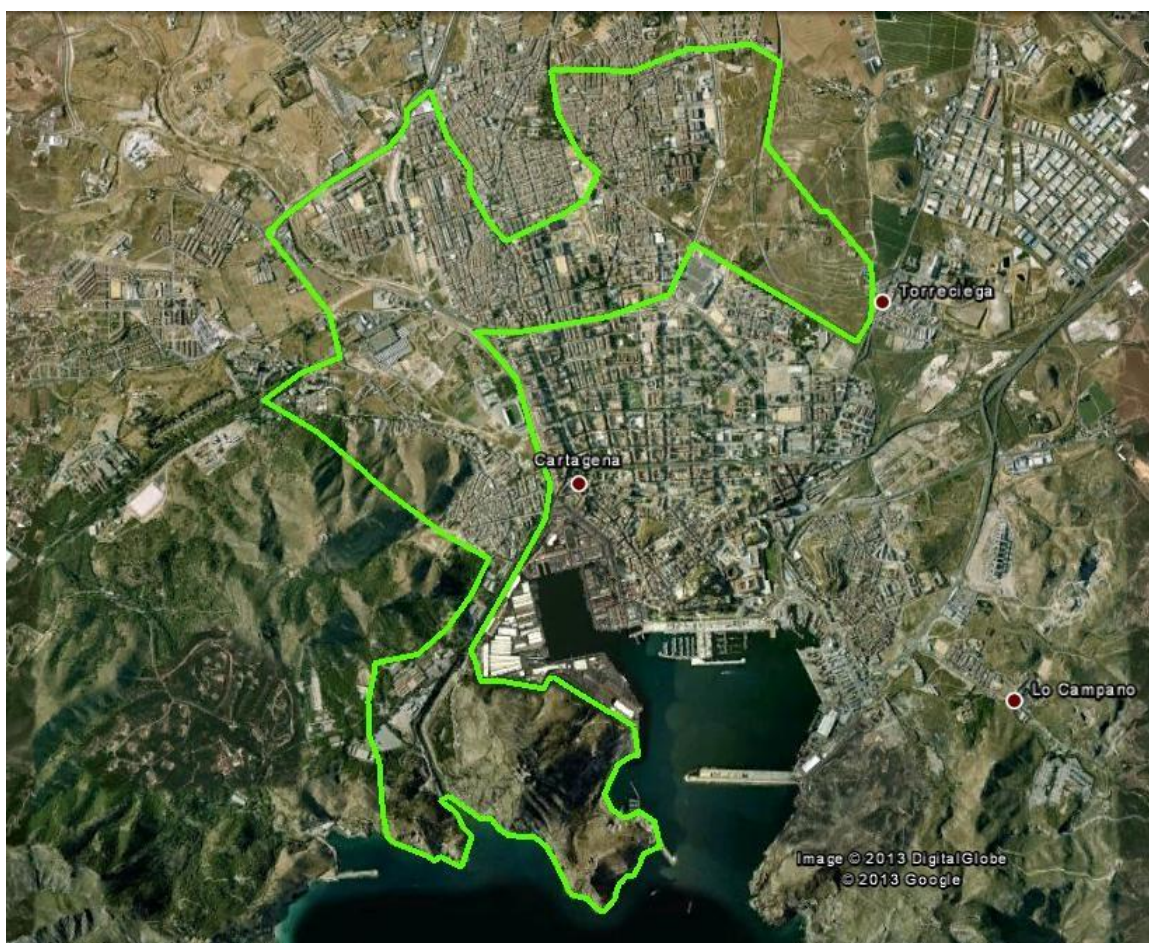


Imagen 4. Diputación San Antonio de Abad. (Fuente: Elaboración propia google earth)

San Antonio Abad se encuentra a 1 km al Noreste de la ciudad de Cartagena y a 49 km al Sur de la de Murcia.

La Diputación ocupa algunos barrios que se encuentran unidos al centro de la ciudad de Cartagena mediante grandes avenidas y manzanas de edificios.

San Antonio Abad cuenta con un gran número de habitantes y con parajes insospechados para una diputación del centro de Cartagena. Las tierras de San Antonio abarcan desde los campos que rodean Barrio Peral, hasta el Monte de Galeras y parte de la costa cartagenera. En esta porción del litoral se encontraron restos de seres humanos de hace más de 30.000 años.

También cuenta en el interior de esta localidad con restos arqueológicos tardo romanos, preservados en el actual Museo Arqueológico.

A partir del siglo XVI San Antonio comenzó a poblarse de forma estable. Actualmente, engloba Barrio Peral, San Antón, Barrio de la Concepción, Villalba, Casas de Sevilla, Media Sala, Mediterráneo, Nueva Cartagena y José María de Lapuerta.

La Diputación está formada por las siguientes entidades; Urbanización Nueva Cartagena, Barriada Viallaba, Urbanización Mediterráneo, Barrio Peral, Urbanización Media Sala, Barrio de la Concepción, San Antonio de Abad(barrio) y Casas de Sevilla.

En la siguiente tabla se indica la población total que conforma cada barrio, siendo la población total de la diputación de 44.508.

| Barrio o Diputación | Total población |
|-----------------------------|------------------------|
| Urb. Nueva Cartagena | 3581 |
| Bda. Villalba | 802 |
| Urb. Mediterráneo | 5903 |
| Barrio de Peral | 15383 |
| Urb. Media sala | 1538 |
| Barrio Concepción | 3794 |
| San Antonio Abad | 13537 |
| Casas de Sevilla | 97 |

Tabla 3. Barrios San Antonio de Abad. (Fuente : Ayuntamiento de Cartagena)

En la siguiente imagen se distinguen los diferentes barrios (solo señalada la zona Urbana de cada barrio).

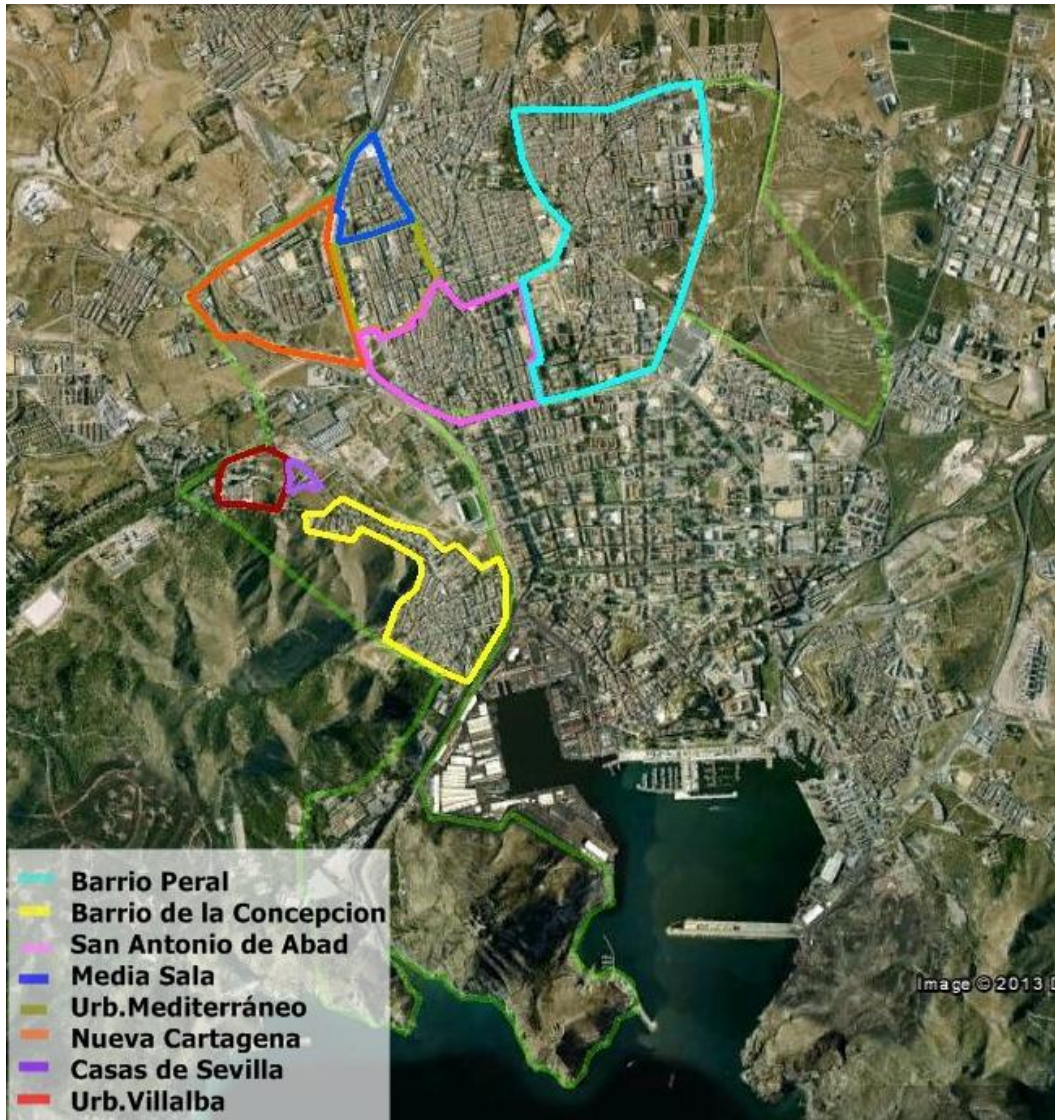


Imagen 5. Barrios de San Antonio de Abad. (Fuente: Elaboración propia)

El Barrio de San Antonio Abad, o "San Antón", se encuentra al norte del casco urbano de Cartagena (España), entre este y el barrio de Los Dolores.

El barrio de La Concepción es uno de los barrios más castizos de Cartagena, al oeste de la ciudad en la diputación de San Antonio Abad.

Es popularmente conocido como *Quitapellejos* por estar destinada una rambla que por él pasa a enterradero de caballerías y ser allí donde se le quitaban las pieles a los caballos.

Aunque su fundación es bastante antigua, su crecimiento se produjo sobre todo en el siglo XVIII al compás de la construcción del Arsenal Militar del Departamento Marítimo, poblándose principalmente con operarios y artesanos. Tras la construcción del Arsenal, se despobló, pero desde la segunda mitad del siglo XIX volvió a repoblarse.

Urbanización Nueva Cartagena, Urbanización Nueva Cartagena es una población del municipio de Cartagena en la comarca de Campo de Cartagena, provincia de Murcia.

Barrio Peral, esta barriada dista de Cartagena unos 2´5 km y desde antiguo el caserío allí existente era conocido por Los Molinos de la Garita, denominación debida a los muchos molinos harineros de viento que existían en aquel paraje. Comenzó a poblarse y urbanizarse a principios del último tercio del siglo XIX y en el año 1889, al recibirse en Cartagena las noticias de las pruebas hechas en Cádiz por el submarino inventado por el inmortal cartagenero Isaac Peral y Caballero, estallaron entusiastas manifestaciones en toda la ciudad y sus barrios y diputaciones y entre los diferentes acuerdos del ayuntamiento en honor de su preclaro hijo, fue tomado el 21 de diciembre de dicho año, que, para honrar y perpetuar la memoria del insigne marino, el barrio de Los Molinos se denominase en lo sucesivo barrio de Isaac Pera

2.3 HONDON

Los límites de esta diputación quedan establecidos al Norte con la diputación de San Félix, al Sur la de Alumbres y Santa Lucía, al Este con el municipio de La Unión y al Oeste con el barrio de San Antonio Abad.

Desde finales del siglo XIX, y coincidiendo con el despegue económico de la comarca, el territorio del Hondón se vio favorecido por la llegada de empresas dedicadas a la explotación de los recursos minerales de su territorio. De las industrias del mineral, ya avanzado el siglo XX, se pasó a las dedicadas a los productos químicos, pero los problemas medioambientales, con el transcurrir de los años, harían inviable la permanencia de estas industrias.

Aún pervive alguna industria dedicada al mineral, pero el sector servicios se va abriendo paso en una población que puede explotar la escasa distancia que la separa de la capital municipal ofreciendo un amplio sector comercial y empresarial.

Hondón se compone de los parajes de Torreciega, Media Legua y Los Jorqueras , en la Imagen 6 podemos ver dónde se encuentran dos de ellas, ya que los Jorqueras queda muy alejado del distrito 4 (Tabla 8). Y como podemos observar en la Tabla 4 la influencia de número de habitantes de este barrio no es muy influyente.

| Barrio o Diputación | Total población |
|----------------------|-----------------|
| Torreciega | 562 |
| Media Legua | 258 |
| Los Jorqueras | 220 |

Tabla 4. Barrios Hondón. (Fuente: Ayuntamiento de Cartagena)

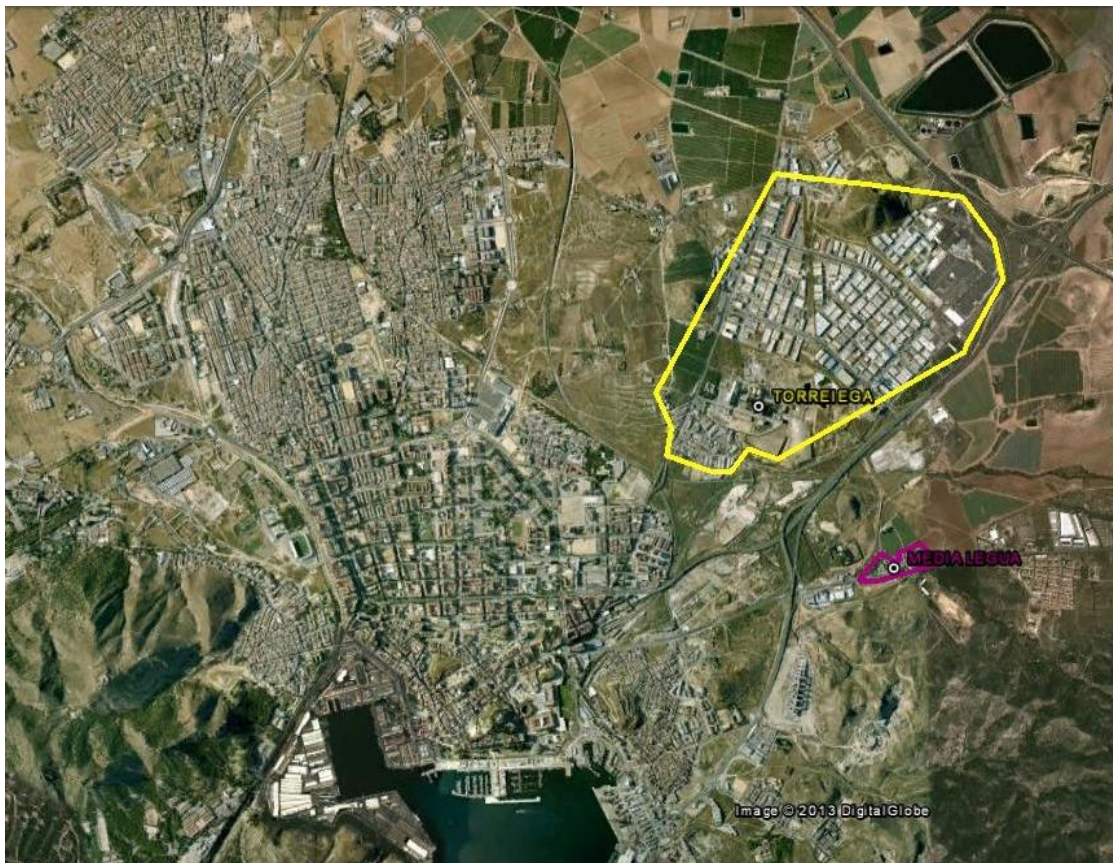


Imagen 6.Barrios Diputación Hondón (Fuente: Elaboración propia)

2.4 EL PLAN

El territorio de esta diputación se encuentra situado en el centro del término municipal a tan sólo 5 km de distancia de la capital del municipio y discurren por él, de norte a sur, la antigua CN-301 (Cartagena-Madrid) y la comarcal MU-602 (Cartagena-Alhama), limitando al Norte con las de Santa Ana y Miranda, al Sur con las de Canteras y San Antonio Abad, al Este con la de San Félix y al Oeste con La Magdalena.

Su topónimo es consecuencia de su topografía al presentar un terreno de configuración plana, en el que se desarrolla una variada actividad agrícola. Durante todo el siglo XX ha experimentado esta diputación un notable crecimiento de población ocupando actualmente el tercer lugar tras Cartagena Casco y San Antonio Abad.

La diputación de El Plan se divide en 11 barrios ; Barriada Cuatro Santos, Barriada Hispanoamérica, Los Dolores, Urbanización Castillitos, Los Gabatos, El Plan(barrio), Los Barreros, Polígono de Santa Ana, La Guía y La Baña. Según los datos del Ayuntamiento de Cartagena en 2012 el número de habitantes de esta diputación fue de 35.691. En la tabla 5 vemos reflejados los habitantes de cada uno de los barrios, siendo los más significativos ; Los Barreros, Polígono Santa Ana, Los Gabatos, Los Dolores y las Barriadas de Cuatro Santos e Hispanoamérica.

| Barrio o Diputación | Total población |
|--------------------------------|------------------------|
| Bda. Cuatro Santos | 2484 |
| Bda. Hispanoamerica | 4038 |
| Los Dolores | 7565 |
| Urbanizaion Castillitos | 1584 |
| Los Gabatos | 5567 |
| El Plan | 228 |
| Barriada California | 233 |
| El Plan (d) | 89 |
| Los Barreros | 6813 |
| Poligono Santa Ana | 7034 |
| La Guía | 129 |
| La Baña | 26 |

Tabla 5. Barrios El Plan (Fuente: Ayuntamiento de Cartagena)

Los Barrios de Cuatro Santos, Hispanoamérica, los Dolores , Castillitos, Polígono Santa Ana, Los Barreros y Los Gabatos son los que aparecen en el la imagen 7 ya que son las barriadas más cercanas al casco Antiguo de Cartagena y a San Antonio de Abad (Distrito 4) donde hay un mayor número de población. Siendo estas las que interesan para el estudio del tranvía, también las tenemos en cuenta porque las líneas de autobús llegan hasta todos estos barrios.

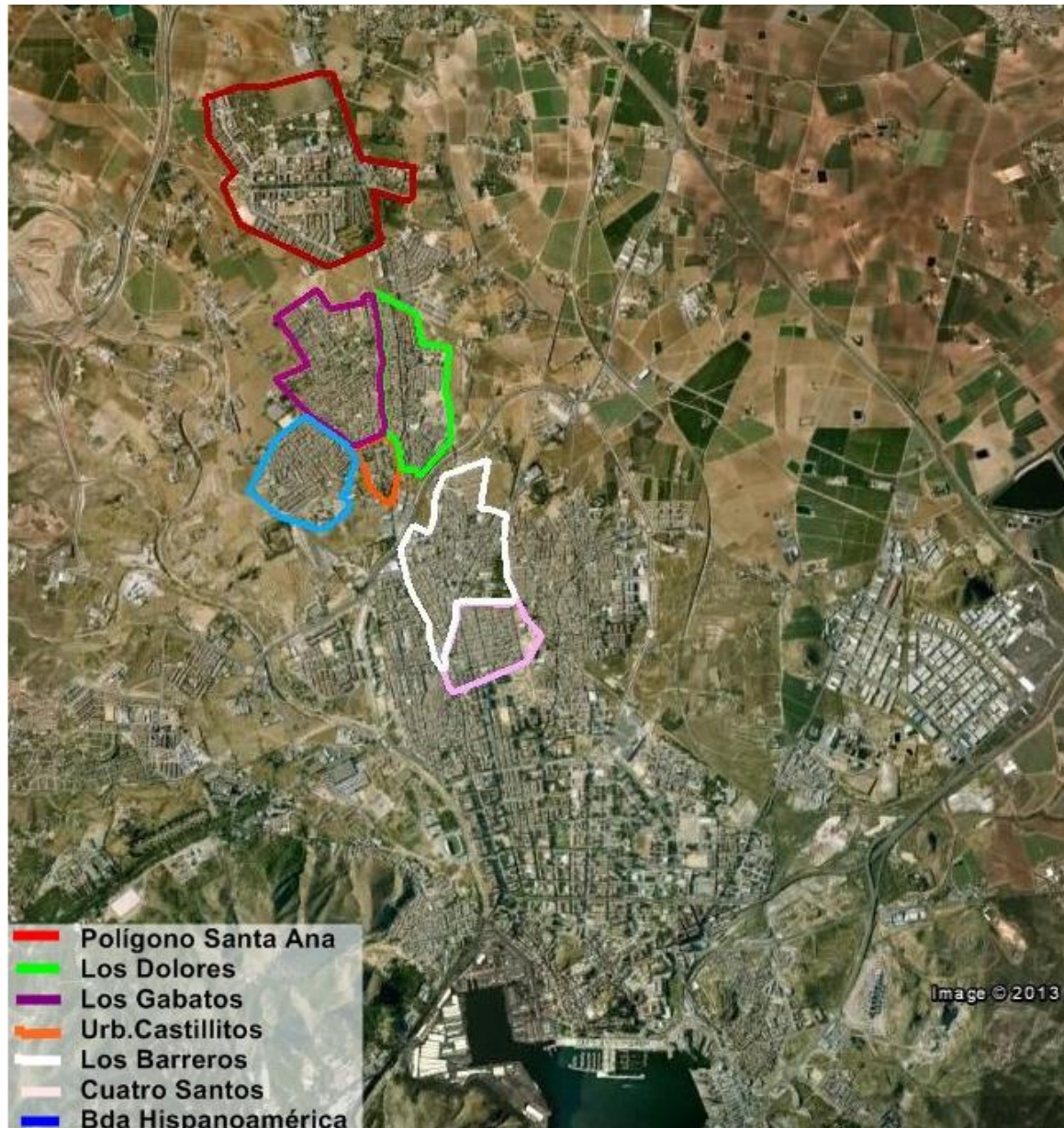


Imagen 7. Barrios El Plan. (Fuente: Elaboración propia google earth)

2.5 CANTERAS

Esta diputación es el nexo de unión de la capital municipal, de la que se encuentra a una distancia media de 5´5 km, con la zona oeste del término municipal que linda con el mar, pues por ella discurre la MU - 6802, vía principal de acceso a la playa del Portús, Cabo Tiñoso, Isla Plana y La Azohía, lugares todos de gran importancia en el desarrollo turístico-cultural.

El poblamiento tardío de Canteras se debe a la inseguridad que padecía la zona en la Edad Moderna a consecuencia de las incursiones de los piratas berberiscos, hecho que explica también el fenómeno de que toda la costa cartagenera aparezca salpicada de restos de torres-vigía.

Ya en el siglo XX, la diputación experimentó un sustancial aumento poblacional, hasta el punto de quintuplicarse sus habitantes con respecto a los existentes en los años 30. Dando lugar al impacto de un importante desarrollo urbanístico, lo que demanda un urgente estudio sobre la necesidad de comunicaciones y servicios. La zona sur es de una gran belleza paisajística pues desde las alturas de Roldán (470 m) y Cabezo de la Estrella (412 m), se domina todo el litoral, desde La Torrosa a la playa del Portús

Canteras se divide en seis barrios, divididos de forma heterogénea (Imagen 8) tiene una población total de 10.220 habitantes (tabla 6) repartidos en todas las diputaciones. Como se puede ver en la tabla 6, los barrios más poblados son Los Patojos y Canteras, sin despreciar al barrio de Tentegorra.

| Barrio o Diputación | Total población |
|---------------------|-----------------|
| Los Diaz | 252 |
| Los Patojos | 4041 |
| Tentegorra | 723 |
| Canteras | 4505 |
| Algameca | 46 |
| Los Garcias | 670 |

Tabla 6. Barrios de Canteras. (Fuente; Ayuntamiento de Cartagena)

Tal y como nos ocurría en la Diputación de el Plan, tenemos la población de Los Garcías, que aparte de no tener una población muy grande, se encuentra a unos 40 km de la ciudad de Cartagena, así que no es de gran interés para nuestro estudio. La Algameca, aunque aparezca en la Imagen 8, tampoco tiene mucho interés, debido a su población y la mediación de las montañas entre Cartagena y ésta misma.

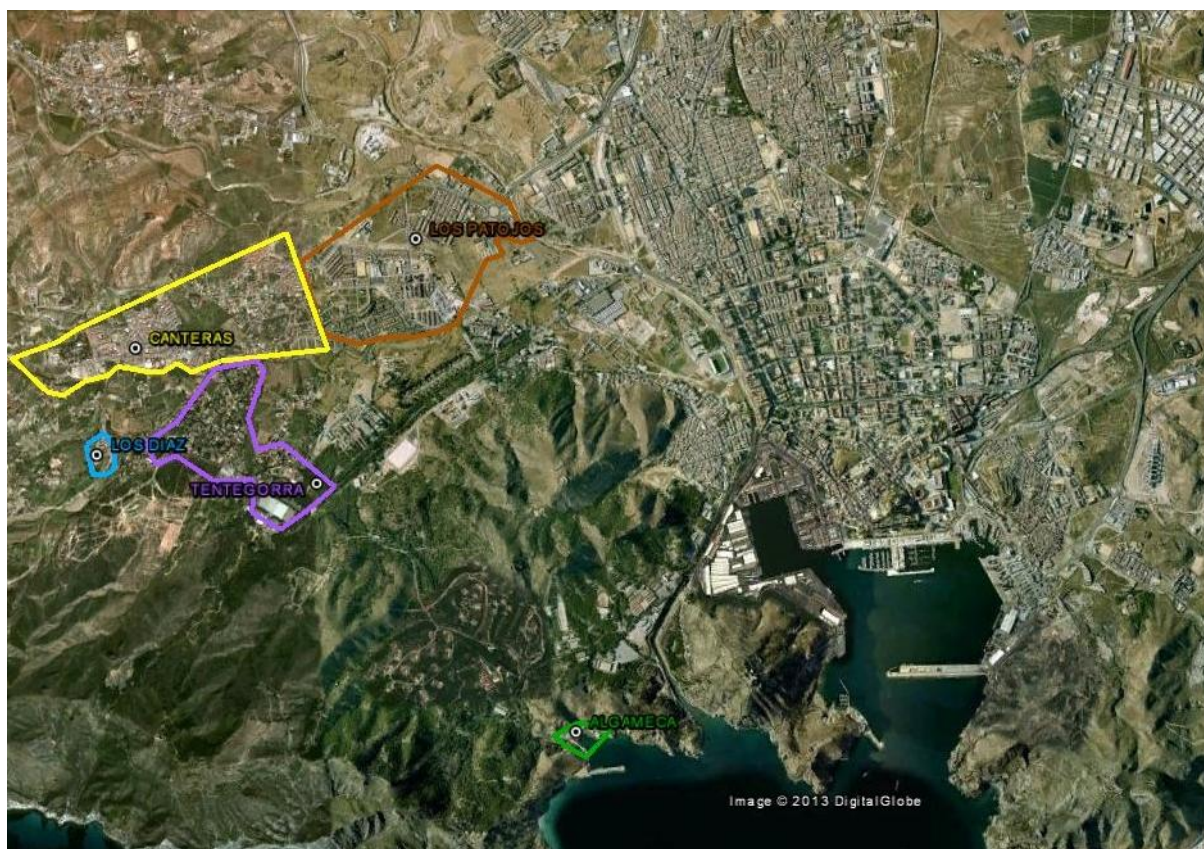


Imagen 8. Barrios Canteras. (Fuente;Elaboración propia google earth)

2.6 SANTA LUCIA

La diputación de Santa Lucía, situada al Noroeste del puerto de Cartagena, es una de las que limitan con el mar, haciéndolo por el Oeste y abarcando una gran parte del litoral a Levante de la dársena del puerto, por el Sur con la de Escombreras, por el Este con la de Alumbres y por el Norte con la del Hondón, colindando con su casco histórico, y a 50 km al Sureste de la ciudad de Murcia.

El principal núcleo de población de esta diputación es el barrio de Santa Lucía cuya fundación data de los primeros años de la dominación romana y era considerado como

suburbio de Cartago-Nova, estando habitado por gentes de todas clases sociales y nacionalidades dedicadas a todos los oficios, al del mar sobre todo, ya que la urbe era pequeña para contener el considerable número de habitantes que la población tenía y los soldados que la guarnecían.

En cuanto a los elementos naturales más característicos de Santa Lucía destacan la costa cartagenera y el Monte de San Julián

Actualmente, el auge económico en Cartagena ha generado nuevas expectativas en Santa Lucía.

La diputación de Santa Lucía se divide en tres Barrios. Según datos del Ayuntamiento de Cartagena en el año 2012, la población total de Cartagena fue de 6.520 habitantes (tabla 1) repartidos en todos los barrios. Como se puede ver en la tabla 7, los barrios tienen una población bastante similar.

| Barrio o Diputación | Total población |
|---------------------|-----------------|
| Santa Lucía | 3099 |
| Los mateos | 1953 |
| Lo Campano | 1493 |

Tabla 7. Barrios Santa Lucía. (Fuente; Ayuntamiento Cartagena)

Como ocurre en el resto de diputaciones salvo en el Casco Antiguo, la fisionomía de cada barrio abarca zonas urbanas y rurales, formadas por lugares deshabitados o dedicados a la producción agrícola. Pero como en nuestro estudio lo que nos interesa son los núcleos urbanos, eso es lo que señala la Imagen 9.

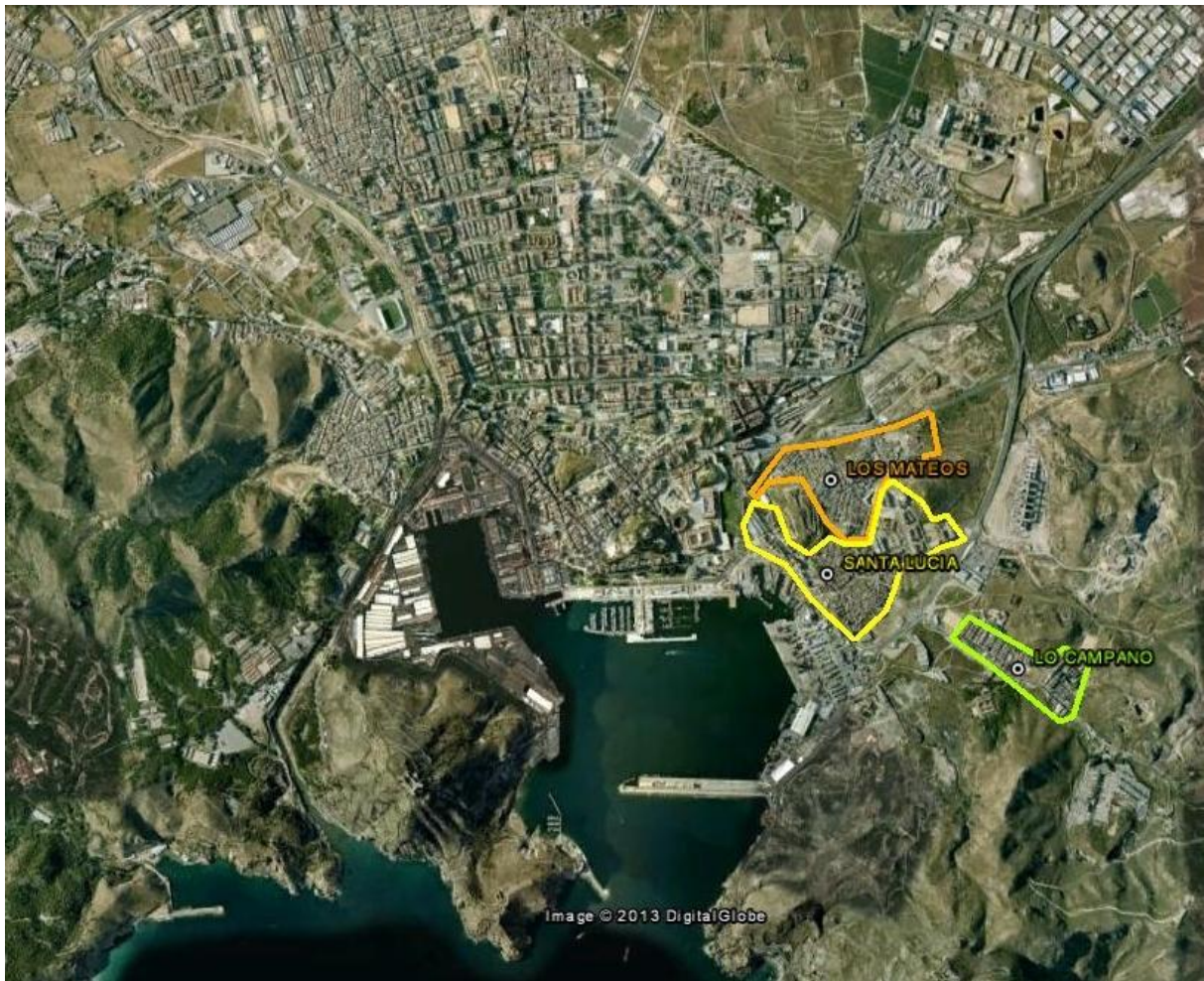


Imagen 9. Barrios de Santa Lucía. (Fuente: Elaboración propia google earth)

En conclusión, las diferentes diputaciones están formadas por diferentes barrios, siendo el de mayor población concentrada el del casco antiguo, siguiéndole San Antonio de Abad. Las demás diputaciones tienen núcleos más dispersos alrededor de estas dos, y aunque en este anejo sólo nos hemos centrado en las zonas urbanas (sin tener en cuenta los campos) se puede afirmar que el casco antiguo es el núcleo con mayor número de habitantes por kilómetro cuadrado.

3. DISTRITOS

Si dividimos el campo de Cartagena en Distritos, podemos comprobar que la gran mayoría de la población vive en el Distrito 4, Casco Antiguo y San Antonio de Abad, corroborando que la mejor decisión es disponer el tranvía en esta zona del Campo de Cartagena.

| Distrito | Diputaciones | Población |
|-------------------|--|------------------|
| Distrito 1 | Campo Nubla, Canteras, La Magdalena, Perín y Los Puertos | 17.556 |
| Distrito 2 | El Alujón, La Aljorra, Miranda, Pozo Estrecho, Santa Ana y Los Médicos | 16.033 |
| Distrito 3 | El Plan y San Félix | 38.326 |
| Distrito 4 | Cartagena (casco urbano) y San Antonio Abad | 106.338 |
| Distrito 5 | Alumbres, Escombreras, Hondón y Santa Lucía | 10.982 |
| Distrito 6 | La Palma y El Lentiscar | 7.278 |
| Distrito 7 | El Algar, Beal y Rincón de San Ginés | 20.738 |

Tabla 8. Distritos Campo de Cartagena. (Fuente:Wikipedia)

El que sea este distrito el que abarca una mayor población, confirma que la evolución de Cartagena, como hemos visto en el Análisis Histórico, se ha desarrollado alrededor del Casco Urbano.

4. UBICACIÓN PUNTOS DE INTERÉS

A continuación analizamos los puntos o lugares de interés/atracción para el diseño de nuestro tranvía, siendo objeto de nuestro estudio grupos como; Centros Educativos, Restos Arqueológicos, Museos, Centros de Salud, Hospitales y Centros Comerciales.

- **Centros Educativos**

Los centros Educativos (Imagen 10) se encuentran en la Diputación del Casco Antiguo, coincidiendo con el Distrito 4 con mayor número de población.



Imagen 10. Centros Educativos. (Fuente; Elaboración Propia)

- **Restos Arqueológicos**

La gran mayoría de los restos Arqueológicos se encuentran en el Casco Antiguo de Cartagena, ya que éste constituye el núcleo primigenio de la ciudad.



Imagen 11. Restos Arqueológicos. (Fuente; Elaboración propia google earth)

- **Museos**

Los museos se ubican en su gran mayoría en el Casco antiguo, adyacentes a los restos Arqueológicos, creando éstos y las zonas Arqueológicas una zona de interés turístico de forma aglutinada.



Imagen 72. Museos (Fuente: Elaboración propia)

- **Centros de Salud**

Los centros de salud se reparten según los núcleos de población. En cada barriada hay un centro de salud.

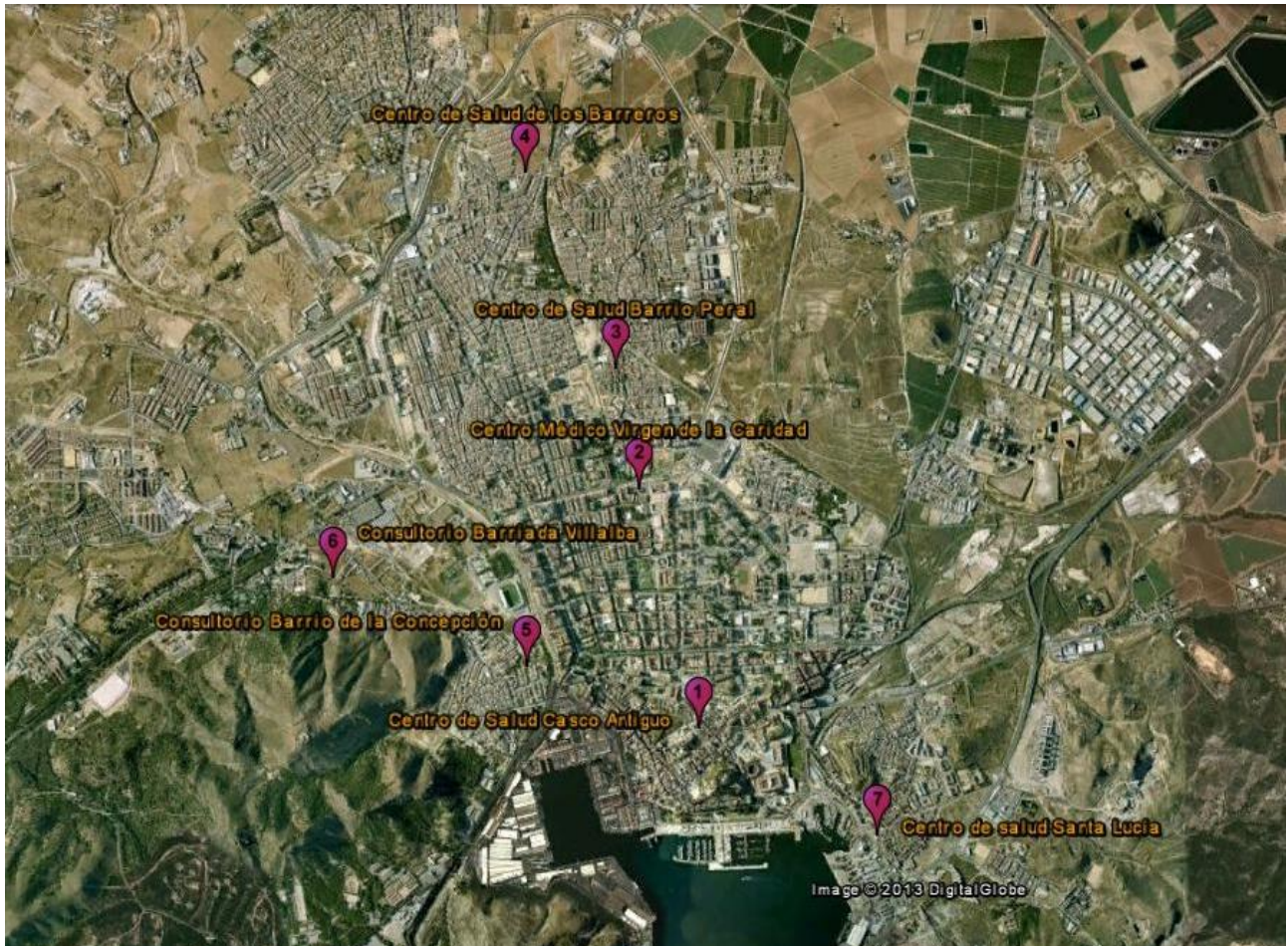


Imagen 13. Centros de Salud Fuente: Elaboración propia

- **Centros Comerciales y Cartagonova**

Las Zonas de Ocio se encuentran tres de ellas en la zona Oeste del Caso Antiguo. Aunque se debe señalar que el Polígono Cabezo de Beza crea una atracción de hasta 40.000 visitantes al día.

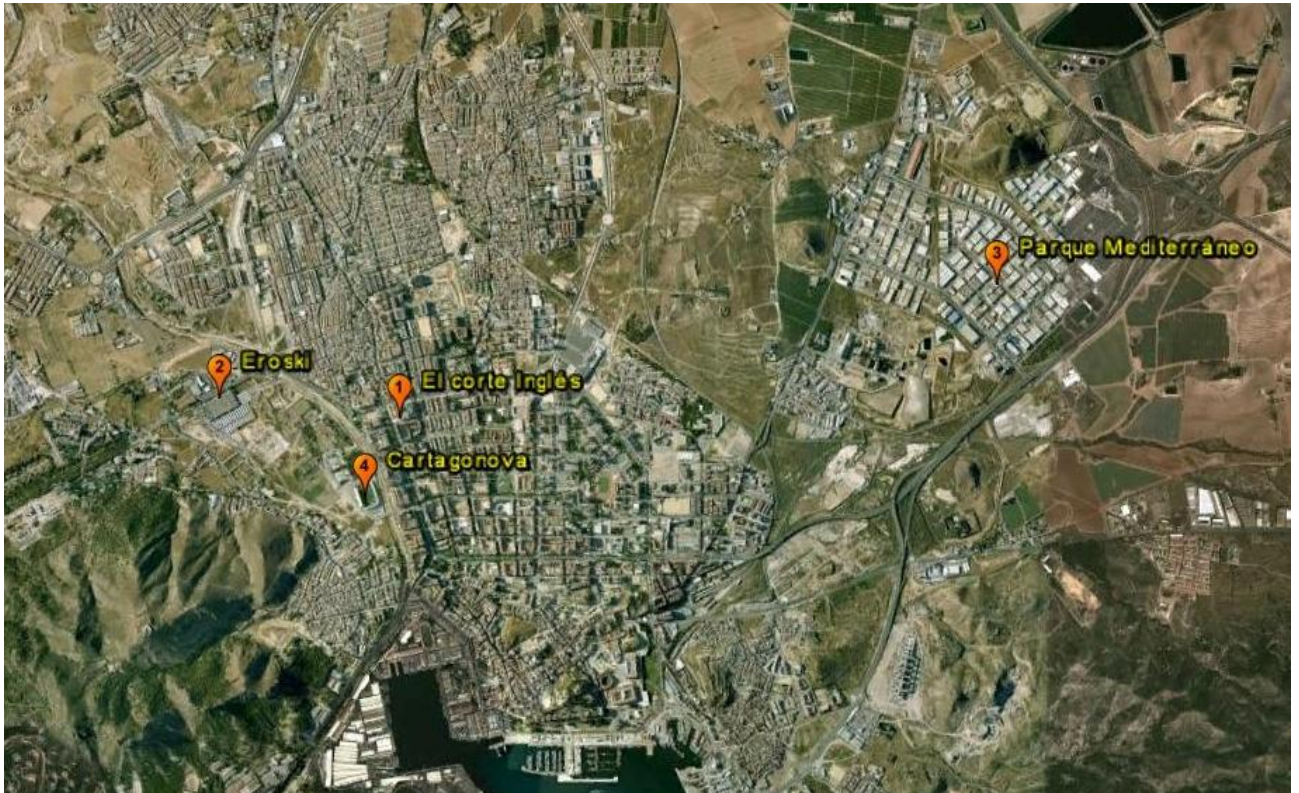


Imagen 14. Centros Comerciales y Cartagonova. (Fuente: Elaboración propia)

5. CONCLUSIONES

Corroborándose lo visto a lo largo de todo el Anejo, la mayor población se concentra en el Casco Urbano y San Antonio de Abad y todos los puntos de interés se concentran en esta primera. Proporcionando la información necesaria para centrar el desarrollo del tranvía en estas zonas.

6. REFERENCIAS

- <http://www.cartagena.es>
Ayuntamiento de Cartagena
- Instituto Nacional de Estadística
Población Cartagena
- Wikipedia
Cartagena
- Región de Murcia Digital
Cartagena

ANEJO 7

Estudio de Movilidad

INDICE

| | |
|---|----|
| 1. ESTUDIO DE REORDENACIÓN DEL TRANSPORTE URBANO | 2 |
| 1.1 NECESIDADES ACTUALES Y FUTURAS..... | 2 |
| 2. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS | 3 |
| 2.1 MOVILIDAD MECANIZADA DE LAS PERSONAS..... | 3 |
| 2.1.1 Disponibilidad de medios propios de transporte | 3 |
| 2.1.2. Evaluación de la movilidad..... | 4 |
| 2.2. EL PAPEL DE LOS CIUDADANOS EN LA MOVILIDAD Y SU RELACIÓN CON LOS MODOS DE TRANSPORTE..... | 4 |
| 2.2.1 Distribución horaria de los viajes mecanizados, por motivos..... | 5 |
| 2.2.2 Viajes mecanizados, generados y atraídos | 5 |
| 3. APARCAMIENTOS | 6 |
| 4. EL TRANSPORTE PÚBLICO..... | 8 |
| 4.1. ESTUDIO LINEAS DE AUTOBUSES | 9 |
| 5. LA BICICLETA EN LA CIUDAD | 13 |
| 6. FERROCARRIL DE VÍA ESTRECHA. FEVE | 14 |
| 7. CONCLUSIONES..... | 16 |
| 8. REFERENCIAS..... | 16 |

1. ESTUDIO DE REORDENACIÓN DEL TRANSPORTE URBANO

En la ciudad de Cartagena, como en otras ciudades Españolas, el tráfico, transporte de mercancías y personas, aparcamientos...se han convertido en uno de los principales problemas presentes en la vida cotidiana de los ciudadanos, y que además implican elevados consumos de energía, contaminación atmosférica, ruido, etc

En el año 2008, la Administración Municipal de Cartagena llevo a cabo una planificación de Movilidad Urbana sostenible, que llevo a la elaboración de una Estrategia para la Movilización en Cartagena, que vamos a tomar de base para este Anejo para identificar los problemas de movilidad de la ciudad y sus posibles soluciones.

1.1 NECESIDADES ACTUALES Y FUTURAS

La ciudad de Cartagena está sufriendo continuamente cambios rápidos y profundos que afectan sobre todo a la periferia, debido sobre todo al aumento de población, cambio de hábitos y el uso del vehículo privado cada vez con más prioridad.

Cartagena cuenta con una población de 217998 habitantes a 1 Enero 2012. En la siguiente gráfica vemos la evolución de Cartagena en los últimos años. Entre 2003 y 2012 ha habido un aumento de 22452 personas.

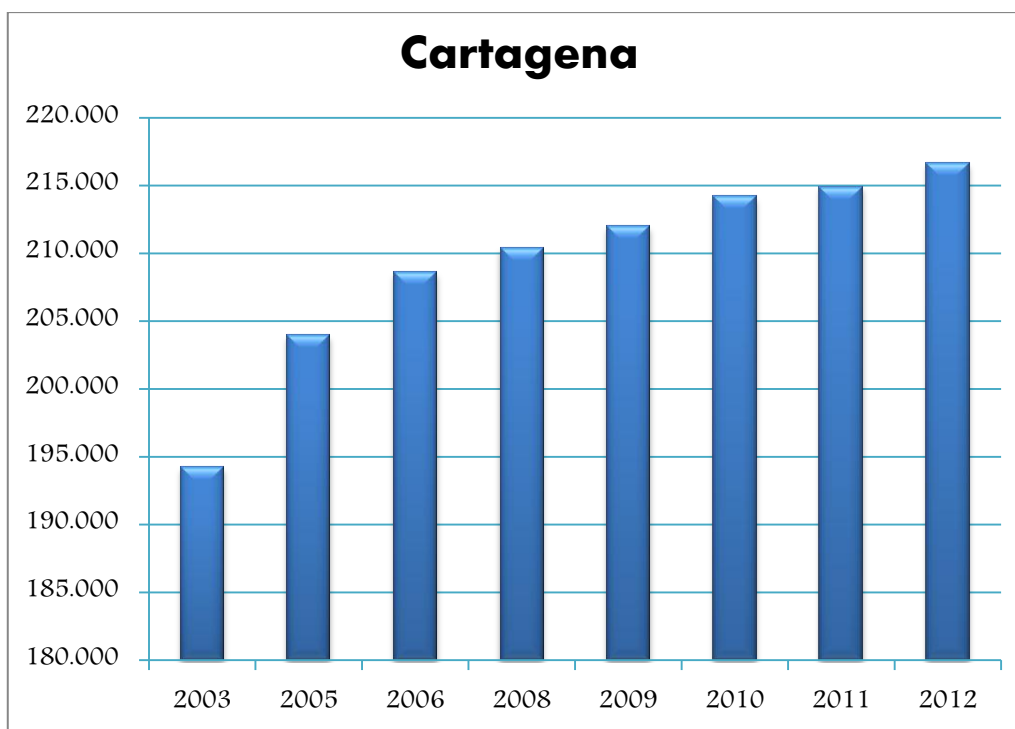


Gráfico 1. Evolución Demográfica Cartagena. (Fuente: Ayuntamiento de Cartagena)

Este cambio de población hace que la ciudad compacta y tradicional se disuelve en una ciudad cada vez más dispersa y fragmentada, con periferias más extensas y límites difusos con densidades de población muy altas, donde el automóvil es el modo de transporte más utilizado.

Si consideramos el municipio de Cartagena podríamos considerar que cumple los criterios de dispersión difusa en el territorio, lo que exige buscar “compatibilidad” entre los usos y la mejor ubicación de las actividades económicas en las redes del nuevo urbanismo.

1.2. DEFICIENCIAS, DEFICITS Y PROBLEMAS.

Estos problemas vienen derivados de la estructura actual de la ciudad y que se presentan mayoritariamente en el casco antiguo:

- La oferta de la zona ORA es inferior a la demanda que se produce diariamente.
- Los problemas de aparcamiento se agravan con el traslado del Ayuntamiento al casco antiguo.
- Las calles del casco antiguo que no están peatonalizadas suelen sufrir muchos atascos diariamente, principalmente en horas punta.

2. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

2.1 MOVILIDAD MECANIZADA DE LAS PERSONAS

2.1.1 Disponibilidad de medios propios de transporte

Estos datos nos sirven para tener en cuenta que porcentaje de la población tiene vehículo propio y cuanto no, usuarios potenciales del tranvía. Datos expresados por cada 1000 habitantes.

| Situación | Cartagena Urbana | Cartagena Corona |
|------------|------------------|------------------|
| No Dispone | 419 | 393 |
| Ciclomotor | 10 | 17 |
| Moto | 14 | 10 |
| Automóvil | 528 | 536 |

Tabla 2. Disponibilidad medios propios transporte en ‰. (Fuente: Ayuntamiento de Cartagena)

2.1.2. Evaluación de la movilidad

La evaluación de la movilidad mecanizada de las personas residentes en Cartagena versa sobre los 6 aspectos que se desarrollan en los puntos sucesivos

- Movilidad mecanizada según estratos de edad:
Las cifras muestran que los índices de movilidad más elevados se dan en la población en edad laboral entre 20 y 64 años.
- Movilidad mecanizada según nivel de estudios:
Mayor movilidad cuanto mayor es el nivel de estudios
- Movilidad mecanizada según actividad económica:
Los máximos de movilidad corresponden a ocupados y Estudiantes.
- Movilidad mecanizada según motorización:
La posibilidad de acceder a un automóvil sigue siendo un factor discriminatorio de primer orden en la movilidad de personas.

2.2. EL PAPEL DE LOS CIUDADANOS EN LA MOVILIDAD Y SU RELACIÓN CON LOS MODOS DE TRANSPORTE

El transporte privado es el que domina de forma contundente y absoluta sobre el transporte público. La participación del transporte público como primera elección es ínfima. Por eso el incremento de la movilidad urbana obliga a tomar medidas para convertir al ciudadano en el principal protagonista de la movilidad en la ciudad, tales como fomentar la utilización del transporte público, habilitar espacios en los que se priorice al peatón, ofrecer vías alternativas y espacios efectivos de circulación y distribución del tráfico.

Aquí debemos subrayar que la mayoría de los viajes mecanizados en Cartagena en Ocio y otros, es muy elevada con relación a trabajo y Estudios considerados de movilidad obligada. Esto se debe a la cercanía de las playas y montes donde la población realiza numerosas actividades al aire libre.

2.2.1 Distribución horaria de los viajes mecanizados, por motivos

Se observa que de los motivos Trabajo y Estudios son los más madrugadores, especialmente en el área de Cartagena Urbana.

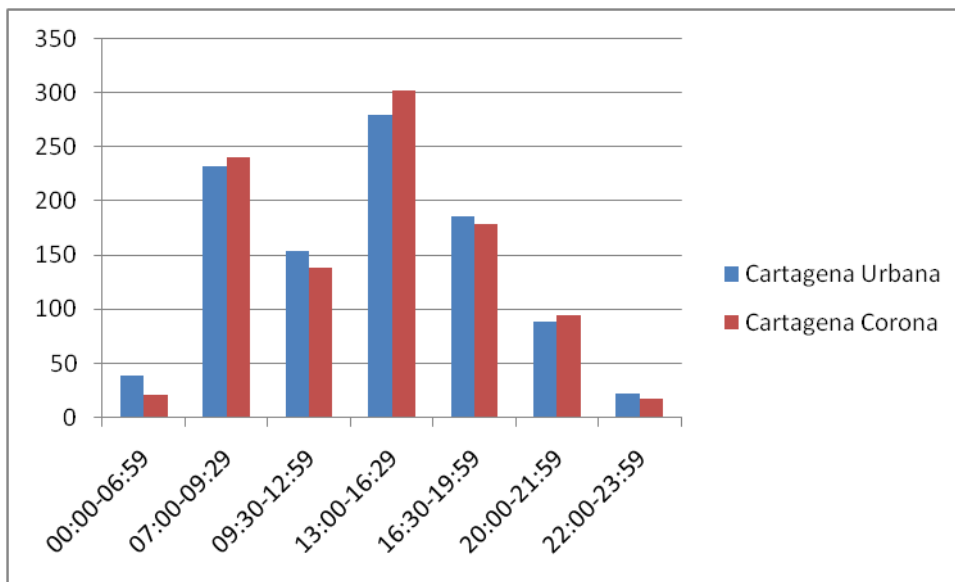


Gráfico 2. Distribución horaria (Fuente: Ayuntamiento de Cartagena)

2.2.2 Viajes mecanizados, generados y atraídos

Los siguientes datos nos pone de manifiesto la atracción por razones de trabajo y educativo que genera Cartagena Corona, suponiendo que la hora punta de la mañana.

Cartagena urbana genera más viajes de los que atrae, por tanto los viajes atraídos en Cartagena urbana son 0.634 veces los generados en Cartagena urbana. En Cartagena Corona , las cifras son inversas, atrayéndose más viajes de los que se generan, por tanto los viajes atraídos son 1.25 veces los generados

| Tipos de Viajes | Cartagena Urbana | Cartagena Corona |
|--------------------|------------------|------------------|
| Generados | 96.051 | 121.219 |
| Atraídos | 60.922 | 152.017 |
| Atraídos/Generados | 0,634 | 1,25 |

Tabla 3. Viajes Generados y atraídos. (Fuente : Ayuntamiento de Cartagena)

Estos gráficos ayudan a comprender de una forma visual los viajes que se generan y se atraen.

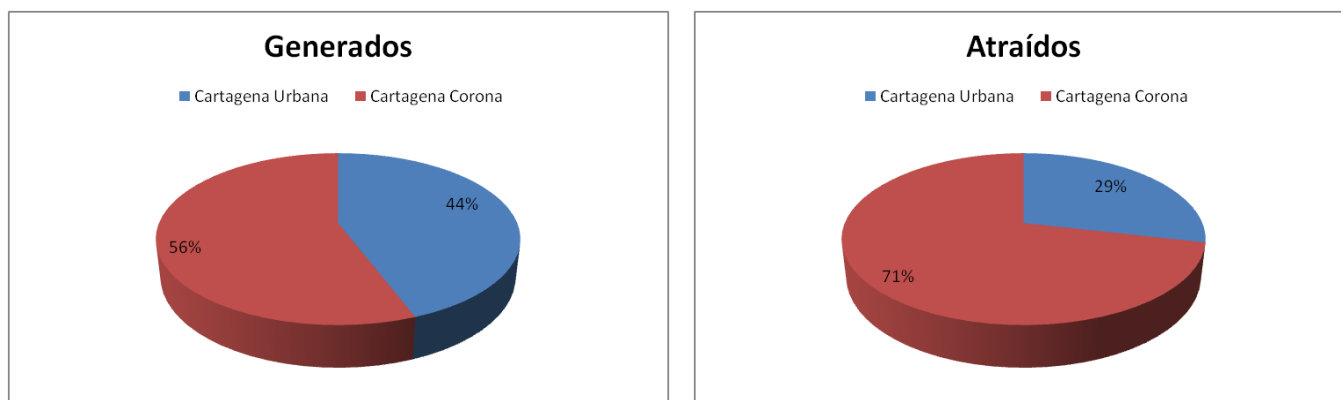


Gráfico 3. Viajes generados y atraídos. (Fuente: Elaboración propia)

El Área de Cartagena **Urbana** presenta una alta especialización por motivo Compras, y muy sub-espaciada por motivo trabajo.

El Área Cartagena **Corona** no presenta ningún tipo de especializaciones de atracción.

3. APARCAMIENTOS

Movilidad no es sinónimos de muchas y buenas infraestructuras ya que la mejora de los servicios e infraestructuras de transporte pueden desembocar en un mayor uso de los medios beneficiados por dichas mejoras.

Sin embargo disponer de buenas infraestructuras contribuye a evitar los problemas de movilidad en determinados ámbitos tales como; fluidez del tráfico, aparcamientos en zonas no habilitadas para ello, uso de bicicleta etc.

Una de las mayores problemáticas en las ciudades es la ocupación cada vez mayor del espacio público para la circulación de vehículos motorizados que dificulta los desplazamientos a pie, en bicicleta o incluso del transporte público. También existe una creciente demanda de espacio para el estacionamiento, tanto en origen como en destino.

Algunos sectores de la población de Cartagena manifiestan un déficit estructural causado por el hecho que la oferta de plazas de estacionamiento no ha crecido al mismo ritmo que el parque de vehículos. La prueba más clara de esta realidad es la presencia de aparcamiento en zonas no prevista para ello, como son algunos solares del casco antiguo y aparcamientos ilegales que se observan a diario en gran número de calles del municipio

El aparcamiento en la calle es la forma predominante en Cartagena.

Estacionamiento (%) en puntos de Atracción

| <i>Tipo de Aparcamiento</i> | <i>Cartagena urbana</i> | <i>Cartagena Corona</i> |
|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|
| En la calle | 714 | 813 |
| Aparcamiento Público | 69 | 24 |
| Aparcamiento Privado | 217 | 163 |

Tabla 4. Estacionamientos en %.(Fuente: Ayuntamiento de Cartagena)

Por cada 1000 aparcamientos tenemos que 714 se ubican en la calle en Cartagena urbana y 813 en Cartagena corona, siendo estos los predominantes con diferencia a aparcamiento público y privado. Por tanto la elección de los conductores es clara.

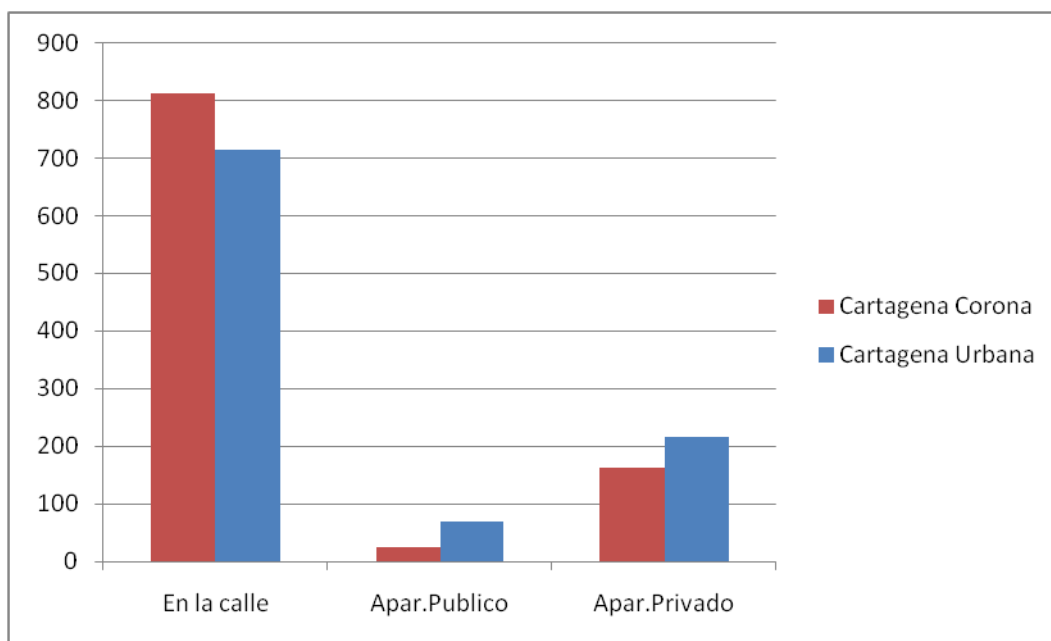


Gráfico 3. Aparcamientos. (Fuente: Ayuntamiento de Cartagena)

Este gráfico nos ayuda a comprender lo presente en la tabla 4, comprobándose esa gran diferencia del tipo de aparcamiento.

4. EL TRANSPORTE PÚBLICO

Si consideramos el municipio de Cartagena podríamos considerar que cumple los criterios de dispersión difusa en el territorio, lo que exige buscar la “compatibilidad” entre los usos y la mejor ubicación de las actividades económicas en las redes que el nuevo urbanismo va dibujando.

Los cambios poblacionales y de movilidad amenazan el equilibrio modal a medio y largo plazo. Aumenta la demanda de movilidad en Cartagena por lo que constituye un reto a canalizar dicha demanda hacia modos sostenibles.

Para todo ello el transporte público es básico, pero el transporte público en Cartagena no parece capaz de luchar contra la hegemonía del automóvil. Es evidente la necesidad de fomentar el transporte público orientando su mejora en la calidad del servicio, la velocidad comercial, la frecuencia, amplitud de horarios y accesibilidad.

Las motivaciones de elección del transporte público colectivo revelan que algo más del **70% de los viajeros** que utilizan este transporte son clientes cautivos ya que no disponen de automóvil.

Los problemas más destacados en el uso del autobús son la falta de autobuses y el diseño de la red en Cartagena Corona, y la calidad del mismo en Cartagena Urbana.

DEFICITS, DEFICIENCIAS Y PROBLEMAS que surgen en relación al transporte público.

- Conflictos con las normas de uso
- Ocupación carril-bus y paradas de autobús por turismos
- Insuficiencia de autobuses, los ciudadanos piden cada 6 o 7 min. Siendo la frecuencia actual de 20 minutos.
- Autobuses del extrarradio sin rampa para minusválidos
- Quejas sobre los retrasos línea 7
- Loma de Canteras se quejan del estado de la parada y de que solo tienen un autobús cada hora

ACTUACIONES Y MEJORAS

- Se adquirieron 15 autobuses nuevos en 2008
- Programa de actuaciones para mejorar el servicio, concretamente para reducir los tiempos de espera a 15 minutos.
- Tarjetas electrónicas
- En 2008 empezó a funcionar la primera línea que llega hasta el Polígono y Espacio Mediterráneo

A continuación se realiza un análisis de las líneas de autobuses para comprender con mayor profundidad el funcionamiento de la ciudad. Y poder realizar un estudio posterior de la reestructuración de las mismas una vez elegido el trazado del tranvía.

4.1. ESTUDIO LINEAS DE AUTOBUSES

Líneas Ciudad

La línea 1 recorre desde Plaza Alicante hasta Casas de Clares, pasando por calles principales como Alfonso XIII, Santiago Ramón y Cajal, Juan Fernández, abasteciendo al barrio Los Barreros, también rodea por el Norte al Barrio Peral.

La línea 2 realiza el recorrido desde el Barrio Peral hasta la Barriada de Virgen de la Caridad, pasando por calles principales como Juan Fernández, Santiago Ramón y Cajal, Paseo de Alfonso XIII, Ronda de Ferrol, Alcalde Manuel y Alcade Ripoll, abasteciendo de forma bastante completa a la Barriada Virgen de la Caridad y Barrio Peral, ya que realiza un recorrido interno por ambos barrios.

La línea 3 realiza el recorrido desde Plaza Bastarreche hasta El Hospital Naval, pasando por carreteras como la de Tentegorra, y calles como Sebastián Feringán, Jorge Juan y Esparta. Abasteciendo al barrio de Tentegorra. Para tener una idea un poco más clara de su recorrido ciudadano, pasa por las calles que delimitan a la diputación de San Antonio de Abad con el Casco Urbano, el Ensache con el barrio de la Virgen de la Caridad, y Ensache con la Barriada de San Ginés.

Las líneas 8 y 9, llamadas ICUE Bus, son de abastecimiento céntrico principalmente (Casco Urbano). La línea 8 pasa por la plaza de España, plaza Bastarreche, y la calle del puerto, abasteciendo el Barrio del Ensanche, Puerto, Barriada de San Ginés y Virgen de la Caridad. La línea 9 pasa por el Corte inglés, Mandarache, Alameda de San Antón con un recorrido más corto que la línea 8, pero más céntrico.

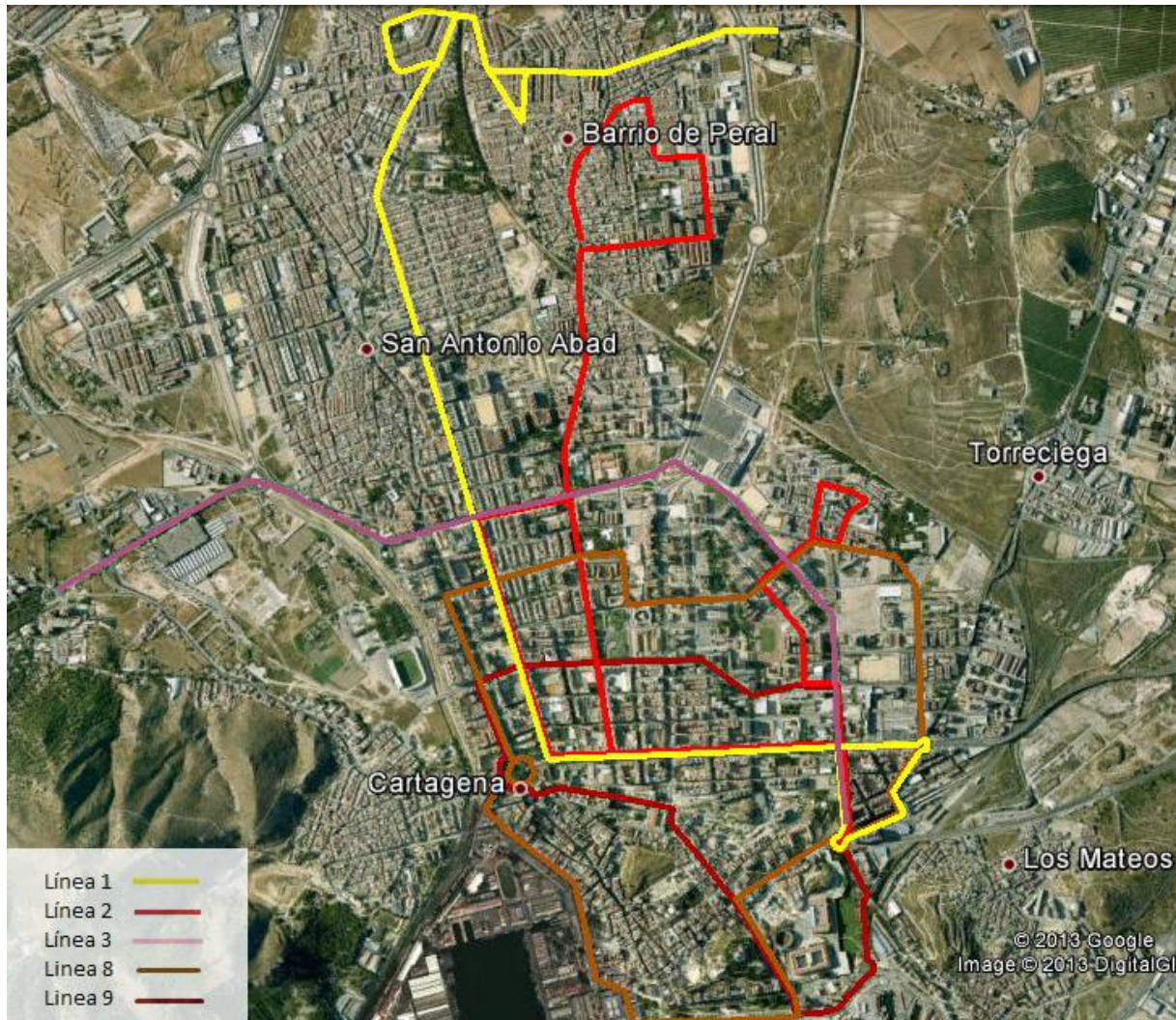


Imagen 1. Líneas Ciudad Autobús. . (Fuente: Elaboración propia)

Líneas Periféricas

Las líneas 4, 5, 6 y 7 son periféricas.

La línea 4 recorre desde Canteras hasta el Polígono Cabezo de Beaza, abasteciendo a barrios como Torreciega, Tentegorra, Concepción y Canteras, pasando por calles como el Peroñino, Alfonso XIII, Pintor Portela.

Línea 5 recorre desde Lo Campano hasta Nueva Cartagena, ramificándose a la Vaguada y a los Gabatos, pasando por calles como Alameda de San Antón, Alfonso XIII, abasteciendo por tanto al Casco Urbano.

Línea 6 desde los Molinos Marfagones a la Plaza Alicante, abastece a barrios como Tentegorra, centro Cartagena (Alameda de San Antón y Alfonso XIII).

Línea 7 abastece Polígono de Santa Ana, San Cristóbal, Los Dolores, barrio de San Antonio de Abad, centro (Alameda de San Antón, Alfonso XIII), y Los Mateos

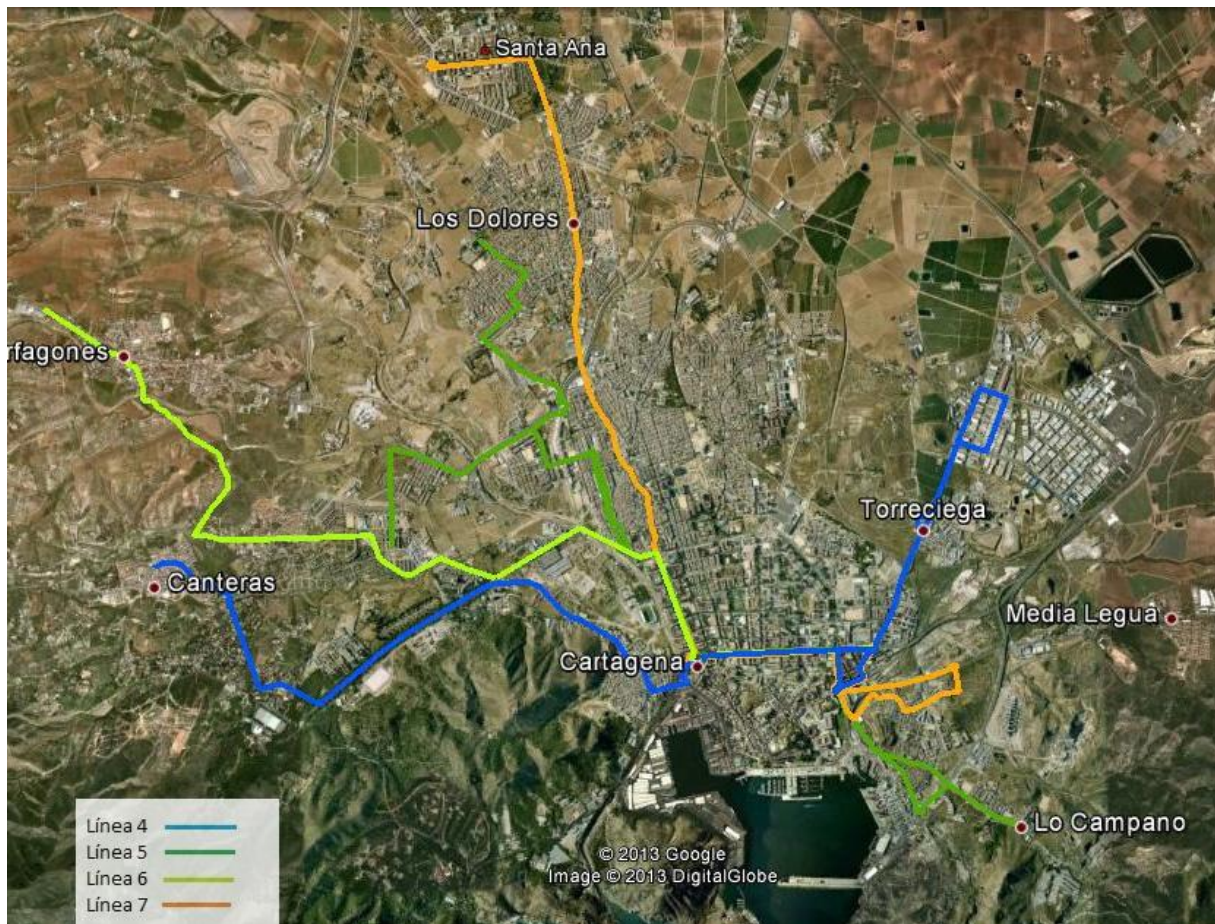


Imagen 2. Líneas Autobús Periféricas. (Fuente: Elaboración propia)

A Continuación se muestra un cuadro explicativo de las características de Frecuencia y Longitud de las líneas existentes:

| Línea | | Frecuencia | | Longitud km |
|--|--------------------|--------------------|--------------------------------|----------------|
| | | Lunes a Viernes | Sábados, Domingos, Festivos | |
| 1 S. Félix ↔ Plz. alicante | | 15 min | 30 min | 7.77 |
| 2 Barrio Peral ↔Virgen de la Caridad | | 15 min | 30 min | 8.3 |
| 3 Plaza Bastarreche ↔ Canteras | | 30 min | 60 min | 4.11 |
| 4 Canteras ↔ Torreciega ↔ Parque Mediterráneo | | 30 min | 30 min | 8.54 |
| 5 La vaguada/Gabatos ↔ Lo campano | | 30 min | 60 min | 13.85 |
| 6 Molinos Marfagones ↔Cartagena | | 30 min | 60 min | 8.18 |
| 7 | S. Ana↔Bastarreche | 15 min | 30 min | 9.11 |
| | S. Ana↔Los Mateos | 60 min | 30 min | 11.82 |
| 8 ICUE Bus | | 15 min | 30 min | 7.1 |
| 9 ICUE Bus | | 15 min | 30 min | 5.04 |

Tabla. Líneas de Autobús. (Fuente: Ayuntamiento de Cartagena)

5. LA BICICLETA EN LA CIUDAD

Es importante señalar que el uso de la bicicleta como medio de transporte aporta beneficios individuales y para la colectividad, tales como:

- Desde el punto de vista social, al mejorar la salud de los usuarios mejora la salud pública.
- La bicicleta no produce contaminación atmosférica.
- La bicicleta contribuye al ahorro energético.
- Es un transporte económico
- Menos automóviles, mayor fluidez del tráfico.
- Menor espacio de estacionamiento

Y esta favorecido por las condiciones climatológicas del lugar.

El servicio BiCITY ofrece a los ciudadanos y visitantes de Cartagena un sistema alternativo sostenible, como es la bicicleta, para que puedan realizar sus desplazamientos por el casco urbano de la ciudad y así potenciar su uso.

Principales problemas

- No todas las calles tienen carril bici (mapa adjunto), suponiendo un gran problema para el desplazamiento y el fomento de este transporte. Los ciclistas tienen graves problemas para desplazarse con este transporte ya que tienen que usar las carreteras o las aceras para desplazarse, dejando su uso a un número muy limitado de personas.



Imagen 3. Mapa Carril Bici. (Fuente: Ayuntamiento de Cartagena)

6. FERROCARRIL DE VÍA ESTRECHA. FEVE

El ferrocarril de vía estrecha que une Cartagena y los Nietos realiza únicamente transporte de pasajeros hoy en día. Como ya hemos comentado en el Análisis Histórico este tranvía comenzó con la idea del transporte de mercancías debido al auge minero que sufrió Cartagena a finales del XIX y principios del XX.

La frecuencia de paso en horas punta es de 30-45 mts.

El recorrido que realiza este tranvía es el siguiente;

| km | Paradas |
|-------------|----------------------------|
| 0 | CARTAGENA |
| 2.2 | Media Legua (ap.) |
| 3 | Vista Alegre (ap.) |
| 4.1 | Abrevadero (ap.) |
| 5.6 | Alumbres (ap.) |
| 7.8 | La Esperanza (ap.) |
| 8.7 | La Unión Vieja (ap.) |
| 9.3 | LA UNION |
| 10.3 | Sierra Minera (ap.) |
| 13.2 | Llano del Beal (ap.) |
| 13.7 | El Estrecho (ap.) |
| 18.0 | Los Nietos Viejos (ap.) |
| 18.6 | Los Nietos-Pescadería(ap.) |
| 19.5 | LOS NIETOS |

Tabla. Paradas FEVE (Fuente: Ferropedia)

En la siguiente foto se muestra el recorrido completo que realiza el ferrocarril.



Imagen 4.Recorrido FEVE. (Fuente: Ferropedia)

En la siguiente foto podemos ver la estación Feve , y el lugar que ocupan las vías en la ciudad. Debemos tener en cuenta el lugar donde se encuentran estas vías para la proyección del tranvía, ya que puede ser muy favorecedor unir el tranvía urbano con el Ferrocarril de vía estrecha.



Imagen 5.Vías FEVE. (Fuente; Elaboración propia)

7. CONCLUSIONES

En resumen, la ciudad de Cartagena ha sufrido grandes cambios de población en la última década creando nuevas necesidades de movilidad en la ciudad, aunque la gran mayoría de la población elige la opción del automóvil. Debemos tener en cuenta en estos usuarios del automóvil que existen graves problemas para optar al aparcamiento. También existe una gran población que no dispone de carnet de conducir y podrían ser usuarios del tranvía. Y en referencia a otros modos de transporte como el autobús o la bicicleta, en el primero existen grandes quejas por parte de los usuarios por una frecuencia reducida, pudiendo dejar las líneas de autobús para la movilidad periférica y algunas líneas para la zona céntrica con la aparición del tranvía. El uso de la bicicleta es muy reducido por la falta de inversión en estructuras para la movilidad en este transporte. Es importante señalar que existe una gran movilidad en ambos sentidos, tanto de Cartagena Corona a Cartagena urbana como viceversa, por tanto la necesidad los viajes generados y atraídos son de gran importancia en esta ciudad.

8. REFERENCIAS

- Ferropedia
- Ayuntamiento de Cartagena
- Pacto ciudadano por una movilidad sostenible.EMS.Septiembre 2008

Anejo 8

Impacto Ambiental

INDICE

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN | 3 |
| 2. DESCRIPCIÓN AMBIENTAL DE LAS ACTUACIONES PROYECTADAS..... | 4 |
| 2.1.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA NUEVA LÍNEA..... | 4 |
| 3. INTEGRACIÓN AMBIENTAL DE LA NUEVA LÍNEA DE TRANVÍAS | 5 |
| 3.1.- CONSIDERACIONES DE CARÁCTER GENERAL | 5 |
| 3.2.- TRASPLANTES | 8 |
| 3.3.- PLANTACIONES..... | 11 |
| 3.4.- SIEMBRAS..... | 12 |
| 4. REFERENCIAS | 13 |

1. INTRODUCCIÓN

Los trabajos desarrollados en el presente Anejo tienen por objeto propiciar la incorporación de consideraciones medioambientales en la elaboración del “Estudio Informativo de la implantación de un tranvía en Cartagena”, así como definir las actuaciones específicas necesarias para posibilitar la correcta integración de la nueva línea de tranvías su entorno.

Estructura y contenido del presente Anejo es la siguiente:

- En primer lugar, se efectúa una breve descripción de las actuaciones integradas en el Proyecto, desde la perspectiva de sus implicaciones ambientales. Dado su carácter eminentemente urbano, se omite un apartado específico de “recorrido ambiental” del trazado.
- Seguidamente, se realiza una descripción ambiental del entorno que deberá acoger la nueva línea.
- A continuación, pasan a describirse las actuaciones de carácter ambiental que deberán desarrollarse de forma paralela e integrada en las meramente constructivas, para propiciar la máxima integración ambiental de la nueva línea. Dada la naturaleza de la actuación que nos ocupa, y el hecho de que esta se circunscriba a un entorno estrictamente urbano, las actuaciones finalmente definidas en el presente anejo se centran en la restauración de las áreas ajardinadas que se verán afectadas por las obras (lo que incluye intensos trabajos de trasplante de árboles y palmeras), y el ajardinamiento y acondicionamiento general del entorno.

2. DESCRIPCIÓN AMBIENTAL DE LAS ACTUACIONES PROYECTADAS

2.1.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA NUEVA LÍNEA

La *sección tranviaria* es la sección en placa dispuesta sobre base drenante y resistente y sobre la que se disponen los carriles. Esta sección tranviaria se dispone de tal forma que discurra exactamente a nivel con la plataforma del vial sobre el que va dispuesto. Asimismo esta sección se adopta en tramos que, aunque no discurren sobre viales, lo hagan sobre bulevares existentes. El fundamento de la adopción de esta plataforma en zonas urbanas se encuentra en la necesaria integración y permeabilidad que debe ofrecer la nueva plataforma.

El *sistema de carriles embutidos* mediante preparados de neopreno amortigua muy bien el ruido y las vibraciones. La diferente pavimentación respecto de superficies anexas mediante baldosas o adoquines ayuda a la percepción de la funcionalidad de plataforma, debida a la falta de costumbre por parte de los conductores de transitar con el tranvía.

En cuanto a las *anchuras*, puede señalarse lo siguiente: El ancho de vía es de 1.000 mm. Este ancho, compatible con el material móvil del mercado y permite la máxima anchura del mismo, y por tanto, la máxima capacidad, permitiendo a su vez una compatibilidad con el FEVE.

El *intereje de vía* viene condicionado por la anchura del material móvil y por los gálipos a los obstáculos laterales (postes de catenaria, principalmente). La integración de los postes de catenaria supone el mayor problema con que se enfrenta una red urbana tranviaria fundamentalmente por la intrusión visual. El gálipo a dejar respecto de dichos postes depende de si las ventanillas de los tranvías son practicables (0,50 m) o no (0,20 m). En todo caso, se considera que este gálipo debe ser de 0,50 m (dado que es usual que existan ventanillas practicables en una zona de tanto calor, y ante eventualidades como el fallo en el sistema de aire acondicionado).

Los *bordes exteriores* de plataforma deberán estar retranqueados respecto de los carriles exteriores una cantidad que es función de la distancia de seguridad que debe existir entre la cara lateral externa del material móvil y las zonas netamente peatonales o de viario convencional.

Esta distancia es muy variable y depende fundamentalmente de la movilidad peatonal en la calle por la que discurra el tranvía. En este proyecto se ha adoptado que esta distancia de seguridad debe ser de 0,85m adoptando así el modelo en funcionamiento en otras ciudades y que tiene en cuenta el aumento de ocupación lateral de los vehículos en su movimiento en curva (gálibo dinámico). En zonas en las que existe escasez de espacio y el trazado es en recta se puede adoptar gálibos mínimos de 0,50 m. Además se ha considerado una franja de protección adicional contra los vehículos para los casos en los que la circulación de estos sea a alta velocidad.

La *plataforma*, cuando existe andén, ha de ensancharse en función de si los andenes son laterales o centrales, y en función del ancho real del andén.

Como se entiende directamente, se trata de un entorno estrictamente urbano, por el que el tranvía discurrirá muy aproximadamente a la cota actual de los actuales jardines y calzadas, de manera que los movimientos de tierras resultarán muy reducidos.

3. INTEGRACIÓN AMBIENTAL DE LA NUEVA LÍNEA DE TRANVÍAS

3.1.- CONSIDERACIONES DE CARÁCTER GENERAL

3.1.1.- Medidas preventivas

Relativas a la circulación de la maquinaria de obra y de camiones

La circulación de la maquinaria de obra, así como el transporte de materiales, debe realizarse exclusivamente por el interior de los límites de ocupación de la zona de obras, o sobre los itinerarios de acceso establecidos a tal efecto, los cuales deberán intentar evitar siempre en la medida de lo posible los viales situados en área residenciales (o al menos los más transitados de estos).

Deberán acondicionarse las pistas de obra necesarias para la circulación de maquinaria. Previamente deberá delimitarse, mediante un jalonamiento y señalización efectivos, la zona a afectar por el desbroce para las explanaciones y otras ocupaciones.

Deberá mantenerse en todo momento un control efectivo de la generación de polvo en el entorno de las obras, adoptando las medidas pertinentes, y entre ellas:

- Realizar periódicamente operaciones de riego sobre los caminos de rodadura.

- Retirar los lechos de polvo y limpiar las calzadas del entorno de actuación, utilizadas para el tránsito de vehículos de obra.
- Emplear toldos de protección en los vehículos que transporten material pulverulento, o bien proporcionar a éste la humedad conveniente.

El cruce o el entronque de las pistas de obra con cualquier vía pública debe establecerse de acuerdo con la Administración responsable, y mantenerse limpios y en buen estado.

El contratista debe obtener las autorizaciones para circular por las carreteras, y proceder a reforzar las vías por las que circulará su maquinaria, o a reparar las vías deterioradas por la circulación de estas últimas. Deberán acatarse las limitaciones de circulación que puedan imponerle las autoridades competentes y en particular: prohibición de utilizar ciertas vías públicas, itinerarios impuestos, limitaciones de peso, de gálibo o de velocidad, limitación de ruido, circulación en un sólo sentido, prohibición de cruce, etc.

Al finalizar las obras, deberán restablecerse las calzadas y sus alrededores y las obras que las atraviesan, de acuerdo con las autoridades competentes.

Relativas al tratamiento y gestión de residuos

Los vertidos de aceites, combustibles, cementos y otros sólidos procedentes de las zonas de instalaciones no serán en ningún caso vertidos a los cursos de agua. La gestión de esos productos residuales deberá estar de acuerdo con la normativa aplicable en cada caso (residuos sólidos urbanos, residuos tóxicos y peligrosos, residuos inertes, etc.).

Los parques de maquinaria incorporarán plataformas completamente impermeabilizadas - y con sistemas de recogida de residuos y específicamente de aceites usados- para las operaciones de repostaje, cambio de lubricantes y lavado.

De manera específica se deberán definir los lugares y sistemas de tratamiento de las aguas procedentes del lavado de hormigoneras.

Para evitar la contaminación de las aguas y del suelo por vertidos accidentales las superficies sobre las que se ubiquen las instalaciones auxiliares deberán tener un sistema de drenaje superficial, de modo que los líquidos circulen por gravedad y se pueda recoger en las balsas de decantación cualquier derrame accidental antes de su infiltración en el suelo.

Relativas a la prevención de molestias a la población

Además de todas las consideraciones expuestas para el tránsito de maquinaria, deberá prestarse especial atención a la prevención de molestias a la población durante la realización de las obras, que en el caso que nos ocupa se relacionan básicamente con la generación de ruidos. Por ello, se deberán ajustar en obra tanto los calendarios como los horarios para la realización de las mismas, evitando cualquier actividad generadora de ruidos entre las 23 y las 8 h, a lo largo de la totalidad del tramo considerado por el presente Proyecto, ya que las obras se localizarán en todo momento insertas en entornos residenciales.

3.1.2.- Restauración de terrenos afectados por las obras

Dada la entidad y naturaleza de las actuaciones que nos ocupan, las cuales se ajustan absolutamente al trazado viario y ferroviario preexistente (sin afectar a terrenos que no se encuentren previamente ocupados por jardines, calzadas, aceras o líneas férreas), y los escasos movimientos de tierras a realizar, es de esperar que sean en la práctica mínimas las superficies de terrenos que se verán afectados por las mismas; obviando, claro está, a aquellos que pasarán a quedar integrados en los viales recorridos, cuyo ajardinamiento se aborda detenidamente en un próximo apartado.

En las circunstancias anteriores, no se resulta necesario tener en consideración las habituales medidas de restauración aplicadas a los proyectos de infraestructuras: hidrosiembra de terraplenes y desmontes, acondicionamiento de préstamos y vertederos, etc. Como decimos, no se prevé la formación de elementos de esa naturaleza, por lo que no procede proyectar medidas para su restauración. Ahora bien, en cualquier caso, se deberá prestar especial atención a que los escasos terrenos que sean efectivamente deteriorados por la ejecución de las obras sean correctamente restaurados a la finalización de las mismas, con particular cuidado a las tareas de limpieza final de obra, restauración de viales y elementos urbanos afectados, etc. En cuanto a los movimientos de tierras, y aún a pesar de su escasa entidad, deberá velarse siempre por que los excedentes de las excavaciones sean depositados en todos los casos en vertederos debidamente autorizados, eludiendo siempre la formación de nuevos vertederos en entornos de interés ambiental o social, como son todos los suelos clasificados por el Planeamiento vigente como Urbanos, toda la orla costera, los escasos reductos arbolados del territorio, los cauces, y las áreas de interés patrimonial (yacimientos arqueológicos, etc.).

Por otra parte, deberá vigilarse siempre que los préstamos proceden de explotaciones en activo, o de vaciados de otras obras, evitando en todo momento la formación de préstamos en aquellas áreas singulares referidas en el párrafo anterior: suelos clasificados por el Planeamiento vigente como Urbanos, toda la orla costera, los escasos reductos arbolados del territorio, los cauces, y las áreas de interés patrimonial (yacimientos arqueológicos, etc.).

3.2.- TRASPLANTES

Los trasplantes son conjunto de operaciones destinadas a retirar de las áreas ajardinadas en las que se ubican a diferentes ejemplares de árboles y arbustos, para después transportarlos y reubicarlos en emplazamientos diferentes, desarrollando todas las tareas necesarias para garantizar la supervivencia y normal desarrollo de dichos ejemplares en su nueva ubicación. En el ámbito del presente Proyecto se contemplan diferentes tipos de trasplantes, atendiendo al porte y naturaleza de los ejemplares a trasplantar, así como a su destino, que en unos casos será definitivo, correspondiéndose entonces con emplazamientos muy próximos a su ubicación preliminar; y en otros de carácter temporal, siendo en este caso dicha ubicación las instalaciones municipales que se definan al efecto. En este segundo caso, las actuaciones y precios contemplados por el presente proyecto incluyen las tareas necesarias para culminar el trasplante desde la ubicación en la que actualmente se emplacen esos ejemplares hasta las instalaciones municipales que se asignen, quedando fuera del presente contexto la posible reimplantación de estos ejemplares en otras áreas ajardinadas de Cartagena.

3.2.1.- Trasplantes completos

El trasplante de palmáceas de gran talla se realizará del siguiente modo:

El trasplante de estos ejemplares deberá efectuarse obligatoriamente en verano, ya que ese es su periodo de mínima actividad vegetativa. La realización de los trasplantes incluirá las siguientes tareas:

- Como primera tarea, se procederá al recogido de la copa, formando un penacho con la totalidad de las hojas, plegadas hacia arriba, de manera que arropen y protejan la yema apical (y única, como le sucede a todas la palmáceas). El penacho se rodeará de cañizo el cual será sujetado con alambres.

- De forma previa, simultánea, o inmediatamente posterior a los trabajos antes referidos, deberán practicarse los hoyos semi adyacentes en los que los ejemplares deberán ser reimplantados. Sin embargo, el acondicionamiento general de las áreas en las que irán estos hoyos, incluidos los bordillos de los parterres, las redes de riego y la formación de pradera, no deberá ejecutarse hasta finalizado el trasplante de las palmeras, ya que las tareas necesarias para el mismos sin duda deteriorarían dichas instalaciones y dispositivos.
 - Una vez habilitados los hoyos para la reubicación de las palmeras, se procederá al desmantelamiento de los parterres en donde actualmente se ubican.
 - A continuación, y empleando para ello métodos manuales, se retirarán cuidadosamente las capas superiores de tierra, hasta que comiencen a aparecer las primeras raíces. Seguidamente se excavará al rededor de los ejemplares, a una distancia de 60 cm del tronco, formando una zanja perimetral a los mismos. Las raíces que aparezcan durante la formación de la zanja deberán ser cortadas de modo adecuado, aplicando a los cortes cicatrizante fitosanitario. Excepcionalmente, y a juicio del Director de la Obra, podrá optarse por alejar la zanja a una distancia superior a los 60 cm de referencia señalados. La profundidad de esta zanja deberá ser de al menos 1,5 m de profundidad.
 - El cepellón de tierra y raíces que quedará circundado por la zanja deberá ser cubierto por un mallado adecuado, recomendándose el empleo de malla de yute sujeta por alambres. Este cepellón será a su vez rodeado por cinchas, de la adecuada resistencia, las cuales se unirán en su extremo por un mosquetón.
 - El Mosquetón que recogerá las cinchas que abrazan el cepellón deberá ser traccionado y elevado, mediante retroexcavadora, al tiempo que se sujeta la parte alta del tronco (pero sin traccionar), para evitar cabeceos. Mientras queda el cepellón suspendido en el aire, se procederá a recortar adecuadamente las raíces que pudieran haber quedado desgarradas (empleando las técnicas y precauciones antes referidas para el resto de cortes), y a cubrir seguidamente con malla la base del cepellón, sujetándola debidamente al conjunto. Bajo ningún concepto se procederá a la extracción de los ejemplares traccionando directamente desde dispositivos instalados en el tronco de las palmeras, en lugar de en torno a los cepellones.
 - Los ejemplares así extraídos serán depositados en el emplazamiento adyacente previamente habilitado, procediendo entonces al desmontaje de la armadura del cepellón, la cubrición del hoyo con tierra y el riego, con carácter inmediato.
- El trasplante del resto de especies se desarrollará del siguiente modo:

- Los trasplantes deberán hacerse obligatoriamente en invierno, periodo de mínima actividad vegetativa de esta especie.

3.2.2.- Trasplantes temporales (retirada y conservación)

Una cierta cantidad de los ejemplares de frondosas, palmáceas y arbustos a retirar para la implantación del tranvía, resultan de imposible reubicación en las mismas áreas en las que actualmente se ubican, fundamentalmente a causa de la ocupación física del espacio por parte de la propia plataforma tranviaria. Este es el caso del arbolado situado en las aceras que se sitúan junto a la plataforma tranviaria, y que deberá ser eliminado por su influencia a la catenaria. Por estos motivos los trasplantes incluirán la cuidadosa retirada de los mismos y su traslado a los viveros del Excmo. Ayto. de Cartagena, o las instalaciones equivalentes que establezca al efecto la Dirección de las Obras, con vistas a su posterior reimplantación en otras áreas ajardinadas diferentes de las que nos ocupan. Los trabajos de trasplante temporal de estos ejemplares se realizarán aplicando las mismas técnicas referidas para el trasplante definitivo de palmáceas de gran talla (aplicable igualmente a todas las palmáceas a trasplantar de forma temporal), y de árboles frondosos y arbustos a trasplantar provisionalmente, adaptando en cada caso dichas tareas, de conformidad con la Dirección de las Obras, a la naturaleza y entidad de los ejemplares concretos que se trate.

3.2.3 Realización de trasplantes mediante trasplantadora

Queda a criterio de la Dirección de las Obras la posible combinación de las técnicas clásicas de trasplante anteriormente definidas, con el empleo de modernas máquinas trasplantadoras, tipo:

- OPTIMAL VF 1600: para arbustos y árboles de pequeño porte.
- OPTIMAL VF 2100: para árboles de porte medio.
- OPTIMAL VF 2500: para árboles y palmeras de gran porte.

Este tipo de maquinaria permite efectuar de forma rápida y mecánica la apertura de hoyos de reimplantación, la retirada de ejemplares de su ubicación previa, el traslado (para desplazamientos cortos), y la reubicación de ejemplares, por lo que puede optarse por su empleo para desarrollar estos fines. Pero en todo caso, el posible empleo de esta maquinaria deberá combinarse con las tareas manuales antes referidas: recogida de copa de palmáceas/ poda de copa de frondosas, tratamientos fitosanitarios, riegos, etc.

3.3.- PLANTACIONES

En el presente proyecto sólo se contempla la plantación de palmeras (*Phoenix dactylifera*) en la mediana de nueva construcción en Alameda de San Antón.

Los trabajos de plantación incluyen en cada caso las siguientes tareas:

1.- **Apertura de hoyos**

El tamaño de la planta afecta directamente al tamaño del hoyo por la extensión del sistema radical o las dimensiones del cepellón de tierra que le acompaña. En este caso es la mediana la que limita las dimensiones del hoyo. Tratándose de palmeras datileras, cuyos cepellones tendrán previsiblemente la forma de cilindros del orden de 150 cm de altura por 120/150 cm de anchura total se deberá concretar cuando se disponga de datos concretos respecto a la partida de palmeras de implantación a emplear, y llegado el caso, procederá practicar los hoyos y disponer los ejemplares antes de la formación de dicha mediana

En todos los casos, y como antes se adelantaba, los hoyos habrán de ser de tamaño superior al de los cepellones, de manera que antes de la colocación de estos puedan disponerse en el fondo de los hoyos los abonos previstos, y sobre ellos, una primera capa de tierra suelta, sobre la que se dispondrán los cepellones.

2.- **Incorporación de abonos minerales**

Los abonos locales, como los que corresponden a plantaciones individualizadas, se harán directamente en el hoyo, en el momento de la plantación, y la cantidad variará según el tipo de planta a la que se suministre. Sobre esta aplicación, y antes de colocar el ejemplar, se añadirá una capa de tierra adecuada en cada caso al tamaño del hoyo y de la planta.

3.- **Poda de plantación**

El trasplante, puede ocasionar ciertos desequilibrios iniciales entre las raíces y la parte aérea de la planta; está última, por tanto, debe ser reducida de la misma manera que lo ha sido el sistema radical, para establecer la adecuada proporción y evitar las pérdidas excesivas de agua por transpiración. La poda se realizará inmediatamente antes de colocar el ejemplar dentro del hoyo.

4.- **Colocación de los ejemplares en los hoyos**

Consiste en la disposición de los ejemplares en los hoyos. Los árboles y arbustos deben centrarse, colocarse rectos y orientarse adecuadamente dentro de los hoyos y zanjas, al nivel adecuado para que, cuando prendan, guarden con la rasante la misma relación que tenían en su anterior ubicación.

5.- Relleno de hoyos de plantación

Los rellenos serán del mismo volumen que la excavación realizando un alcorque superficial con la tierra sobrante. Se echarán capas sucesivas compactando ligeramente por tongadas, vigilando que la capa inferior se corresponda con la tierra superficial obtenida en la excavación, de forma que la capa de tierra llegue hasta 10 cm. por debajo del extremo inferior a la raíz y sobre el abono mineral.

6.- Riego de plantación

El riego es la adición de agua a las plantas. El riego de plantación de árboles y arbustos tiene como objetivos fundamentales eliminar el aire contenido entre la tierra adicionada al hoyo, para impedir la desecación de las raíces. Consecuentemente, los riegos se proporcionarán sin solución de continuidad al resto de las tareas de plantación.

Se proyecta una red de riego para el mantenimiento de la hilera de palmeras planteada cuya longitud total será de 480 metros.

Para dicha longitud y una colocación de un ejemplar cada 15 metros tenemos un total de 32 unidades a plantar.

3.4.- SIEMBRAS

Las siembras para la formación de pradera se realizarán exclusivamente en las zonas de parque que se vean perjudicadas por las obras al estar situadas junto a la traza.

Sobre esta superficie se habrá procedido previamente a la adición y extendido de una capa de veinte centímetros (20 cm) de tierra vegetal, por lo que no corresponde considerar aquí de nuevo, en ningún sentido, dicho concepto.

Las siembras para la formación de pradera incluirán las siguientes tareas:

1º Laboreo del terreno, empleando un motocultor y realizando con él dos pasadas por toda la superficie a sembrar, de manera que quede la superficie a sembrar quede perfectamente suelta y removida en una profundidad de al menos treinta cm (30 cm). De esta forma, la tierra vegetal adicionada pasará a mezclarse y homogeneizarse convenientemente con la superficies subyacente del área a sembrar.

2º Semillado a mano, distribuyendo de forma homogénea las semillas por toda la superficie a sembrar, con unas densidades totales de treinta gramos de semillas por metro cuadrado (30 gr/m²).

Las semillas a emplear serán las siguientes:

- Gramíneas
Agrostis castellana, Poa pratensis, Festuca spp, Cynodon dactylon, Bromus tectorum, Lolium perenne, Dactylis glomerata.
- Leguminosas
Trifolium repens, Vinca pervinca.

La mezcla incluirá un 25 % en peso de semillas de leguminosas, y un 75% de gramíneas.

3º Tapado de las semillas, con una capa de uno a tres centímetros (1 a 3 cm) de mantillo. Este tapado se realizará manualmente, por paleado del mantillo sobre el terreno. Para la distribución del mantillo por la zona, se empleará un Dúmper de 750 l. el cual recogerá el mantillo transportado a pie de obra por un camión. El Dúmper irá formando pequeños montones, desde los que será tomado directamente para su extendido.

4º Asentamiento de la cubrición de mantillo, para impedir su redistribución por el agua y el viento, aumentar la cohesión de las capas de mantillo y tierra y la adhesión de las semillas al terreno; se realizará mediante el paso manual de rodillos, del tipo característico en este tipo de trabajos.

5º Riego de la totalidad de la superficie sembrada, mediante la puesta en funcionamiento de la red de riegos prevista, la cual deberá de encontrarse ya totalmente instalada en el momento de ejecutarse las siembras.

6º Resiembra Se procederá a realizar resiembras, ajustadas a las mismas características antes señaladas para las siembras, si aparecen superficies superiores a los 100 m² o al 20% de alguna de las zonas sembradas, en las que la ausencia de nascencia y desarrollo de las plántulas sea patente.

7º Primera siega. Se considerará incluida dentro de las tareas propias de siembra y formación de la pradera la realización de una primera siega de la totalidad de la superficie sembrada, una vez que las plantas hayan alcanzado una altura superior a 5 e inferior a 10 cm.

4. REFERENCIAS

- Wikipedia.
Cultivo Cartagena
Plantaciones en la Región de Murcia

Anejo 9

Estudio de Alternativas

INDICE

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 3 |
| 2. ESTUDIO DE LAS CALLES | 3 |
| 1º Categoría | 3 |
| 2º Categoría | 6 |
| 3º Categoría | 7 |
| 4º Categoría | 9 |
| 5º Categoría | 10 |
| 3. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE REDES DE TRANVÍA..... | 14 |
| 3.1 DATOS DE PARTIDA | 14 |
| 3.2 ALTERNATIVAS | 15 |
| 3.2.1 Introducción..... | 15 |
| 3.2.2 Alternativa 1..... | 17 |
| 3.2.3 Alternativa 2..... | 20 |
| 3.2.4 Alternativa 3..... | 24 |

| | |
|--|----|
| 3.3 ANÁLISIS MULTICRITERIO | 27 |
| 3.3.1 Plataforma exclusiva | 28 |
| 3.3.2 Población servida | 28 |
| 3.3.3. Disposición Paradas..... | 28 |
| 3.3.4 Cercanías lugares de Interés | 29 |
| 3.3.5 Efecto Barrera | 29 |
| 3.3.6 Trazado | 30 |
| 3.3.7 Coste | 30 |
| 3.4. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA..... | 31 |
| 4. REFERENCIAS | 32 |

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de alternativas del presente proyecto consta de tres partes diferenciadas: En primer lugar se realiza un estudio de las calles de Cartagena, donde se comentan las características de las mismas. En segundo lugar se presentan diversas alternativas de redes del tranvía para la ciudad, que reestructure el transporte público de Cartagena. En tercer lugar, se realiza un análisis multicriterio en el cual se tienen en cuenta los aspectos más relevantes para la ciudad, y se selecciona la red de tranvía más adecuada.

2. ESTUDIO DE LAS CALLES

En esta parte se va a estudiar la fisonomía de las calles de Cartagena y el Ensache, separándolas en diversos grupos para su clasificación según sus dimensiones: ancho de calzada, arcenes, aceras y medianas (cuando existan). Esta clasificación ayudará a la toma de decisiones sobre el trazado de la futura línea del tranvía.

El Estudio de las Calles se ha realizado en el Casco Antiguo de Cartagena, ya que son las zonas con mayor densidad de población a las que el tranvía daría servicio.

1º Categoría

Calles de un solo carril y por tanto un solo sentido de circulación, sin mediana, con aceras a ambos lados y/o aparcamientos.

En la Imagen 1 se ven trazadas en color “amarillo” las calles que pertenecen a esta primera categoría. Como podemos ver la gran mayoría de estas calles se encuentran como ramales de las calles principales.

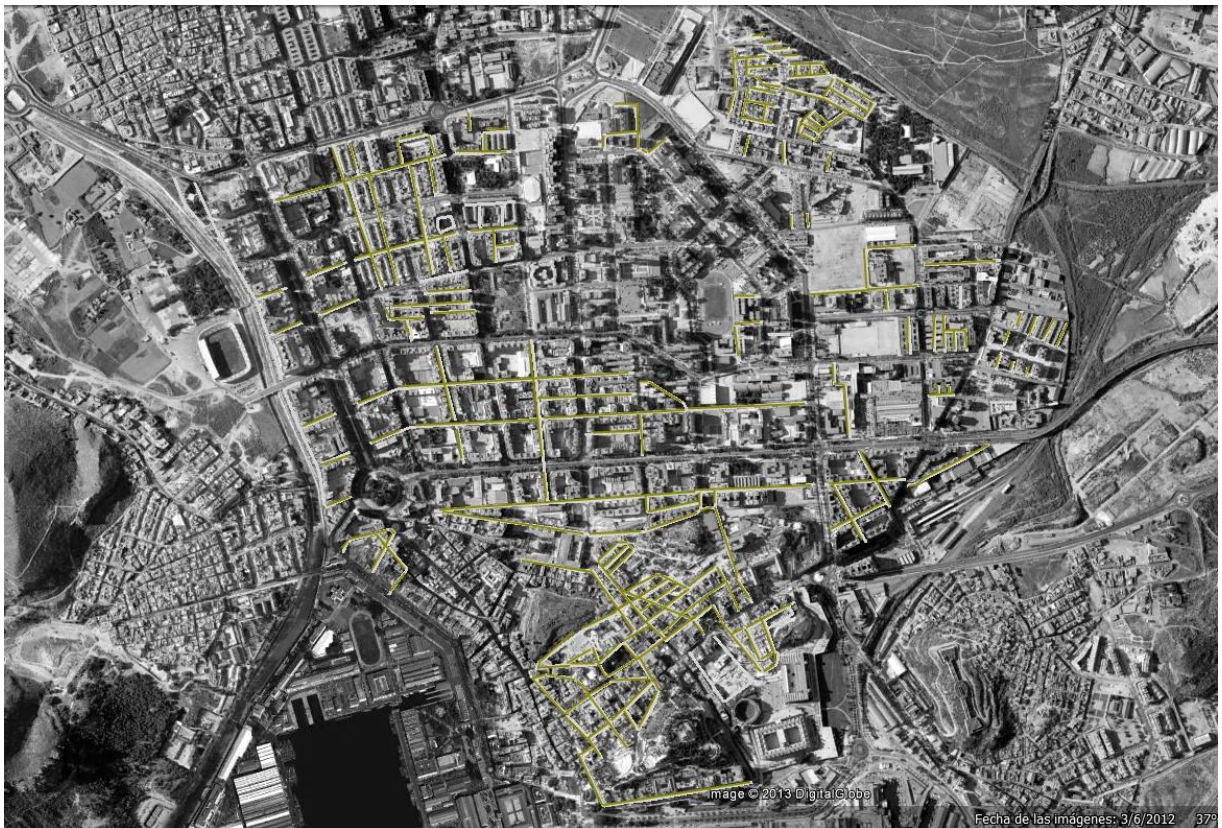


Imagen 1. Calles Categoría 1. (Fuente: Elaboración propia)

Nos encontramos principalmente con dos tipos de calles, la primera con un solo carril y aparcamiento en batería, aceras en ambos lados, y la segunda con un solo carril y aparcamiento en línea con aceras en ambos extremos. Estas dos tipos de calzadas pueden presentar variaciones tales como; ausencia de aceras y ausencia de aparcamientos en alguno de los lados.

En la Figura 1 se observa la calle con un solo carril y sentido de circulación. La longitud total que presentan estas calles es de alrededor de unos 17 metros. Calles como Jiménez de la Espada tienen esta fisonomía.

El segundo caso de una calle y un solo sentido de circulación (Figura 2) con aparcamientos en ambos extremos, en línea. La longitud total de estas calles es de 12 metros. Esta geometría junto con la anterior se repite continuamente en las calles de Cartagena, siendo un ejemplo la calle de Príncipe de Asturias.

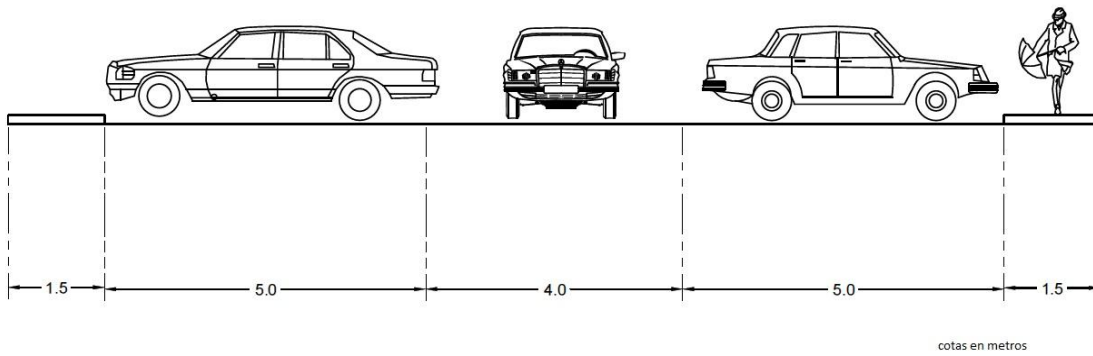


Figura 1. Categoría 1 con aparcamientos en batería (Fuente: Elaboración propia)

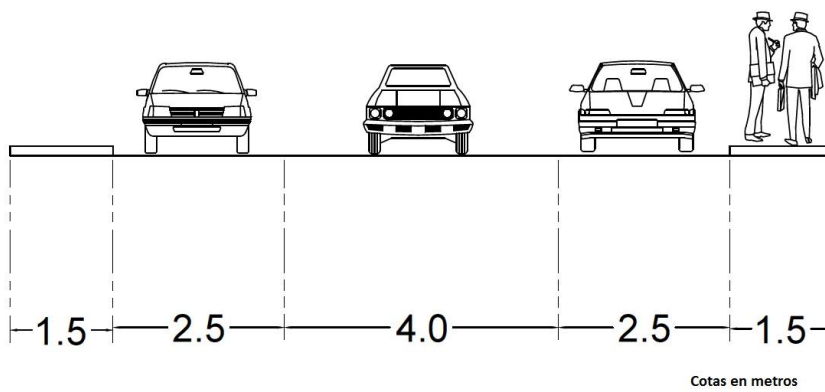


Figura 2. Categoría 1 con aparcamientos en línea (Fuente: Elaboración propia)

2º Categoría

En esta categoría se encuentran las calles peatonales. En la Imagen 2 podemos ver dónde se encuentran la mayoría en el centro histórico de Cartagena, principal eje entre plaza de España y el puerto, destacando por su anchura e importancia turística y de ocio; la calle mayor con 9 metros de ancho, puertas de Murcia con 20 metros, y calle del Carmen con 20 metros.



Imagen 2. Categoría 2 calles peatonales

3º Categoría

En esta categoría se incluyen las calles que tienen un carril por sentido de circulación y con o sin mediana. En la Imagen 4 podemos ver los diferentes colores que nos indican; el morado, las calles sin mediana y el amarillo, con mediana.



Imagen 3. Categoría 3. (Fuente: elaboración propia)

Para tener una idea más precisa de sus dimensiones podemos ver la figura 3. En total tiene una longitud de 15.5 metros. Las únicas dos calles que presentan estas características son la calle Estrella de Altair y la calle Estrella Sirio diferenciadas en amarillo en la Imagen 3.

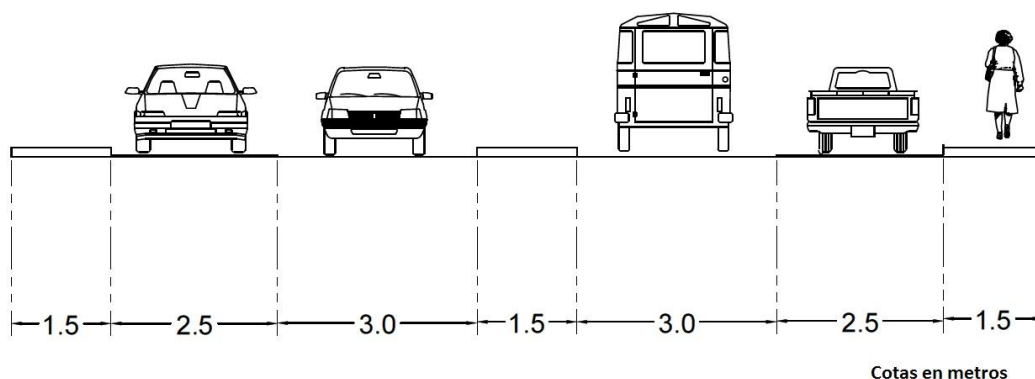


Figura 3. Categoría 3 con mediana. (Fuente: Elaboración propia)

En la Figura 4 vemos las mismas características que la anterior pero con la variación de la ausencia de la mediana. Su longitud total es de 14 metros. Todas las calles moradas presentan esta fisionomía (Imagen 3). Un ejemplo de esta calle es Juan Fernández.

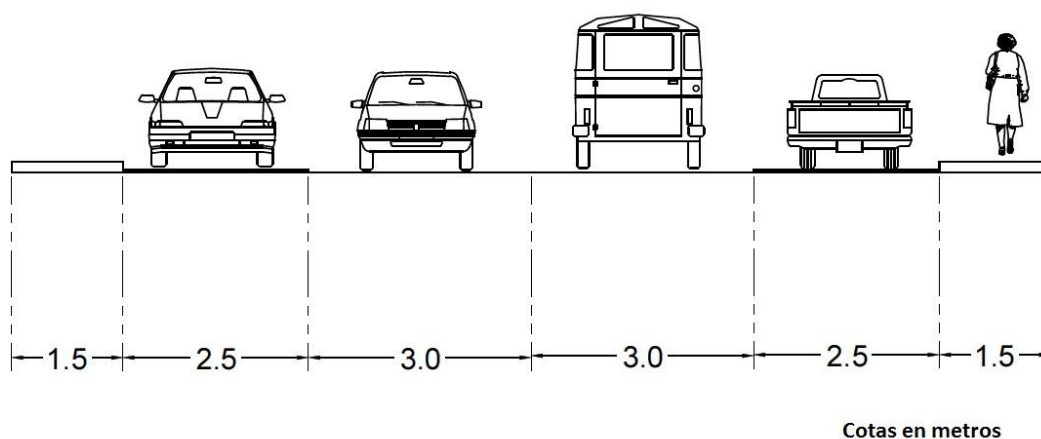


Figura 4. Categoría 3 sin mediana. (Fuente: Elaboración propia)

4º Categoría

En esta categoría se muestran las calles que solo tienen un sentido de circulación con dos carriles, señaladas en naranja en la siguiente imagen.

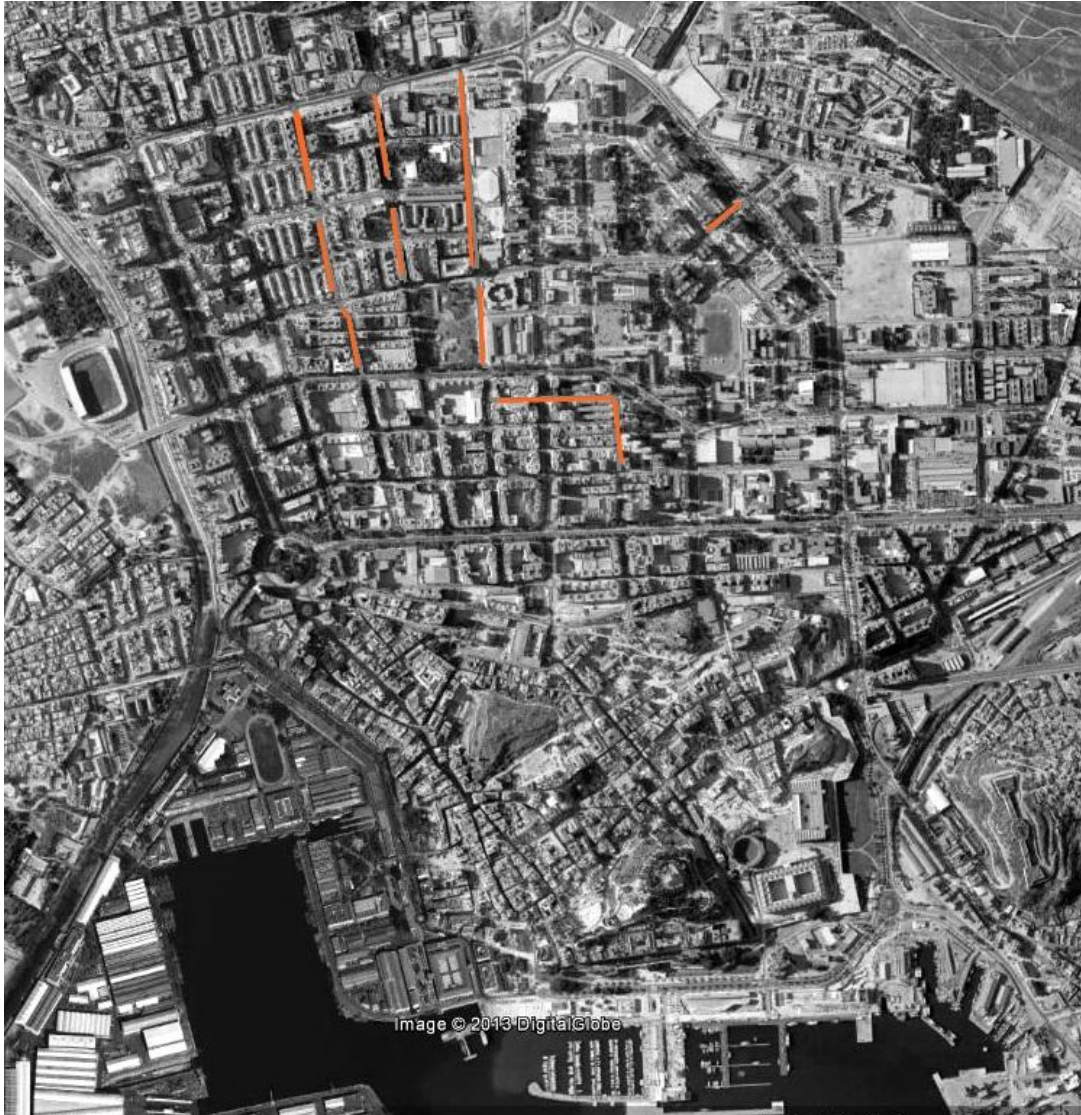


Imagen 4. Categoría 4. (Fuente: Elaboración propia)

Casi todas estas calles suelen presentar aparcamientos laterales en batería, aunque pueden diferir en la ausencia de aparcamientos en algún lado.

La medida de sección transversal de estas calles es de 14 metros. Uno de los ejemplos de este tipo, es la Calle Wssell de Guimbarda. En la figura 5 se presenta la calle estándar de la categoría 4.

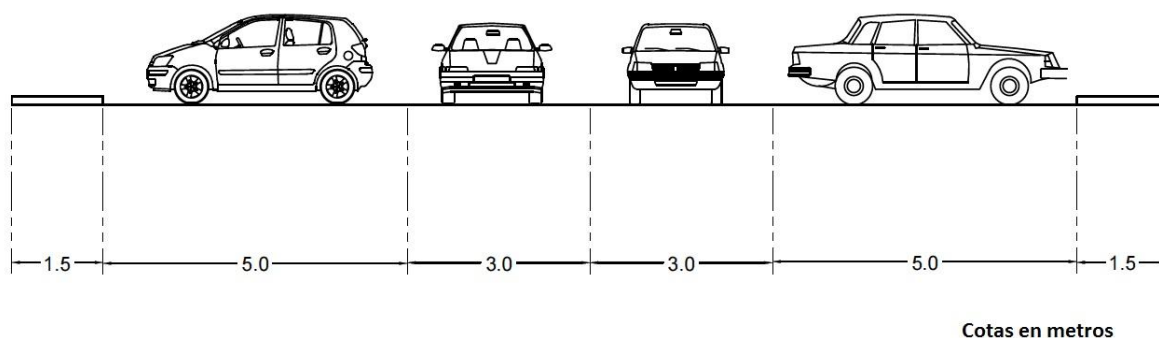


Figura 5. Categoría 4. (Fuente: Elaboración propia)

5º Categoría

En esta categoría se presentan las calles que tienen anchuras superiores a todas las anteriores y que prácticamente son ejes de mayor circulación de la ciudad.

En la Imagen 5 podemos diferenciar cinco colores diferentes; Rojo, verde, azul, marrón y blanco. El color rojo y mayoritario presenta dos carriles en cada sentido de circulación y una mediana. El color verde dos carriles en cada sentido de circulación pero sin mediana. El color azul tres carriles en cada sentido de circulación y mediana. El color marrón dos carriles en un sentido de circulación y solo un carril en sentido contrario, sin mediana

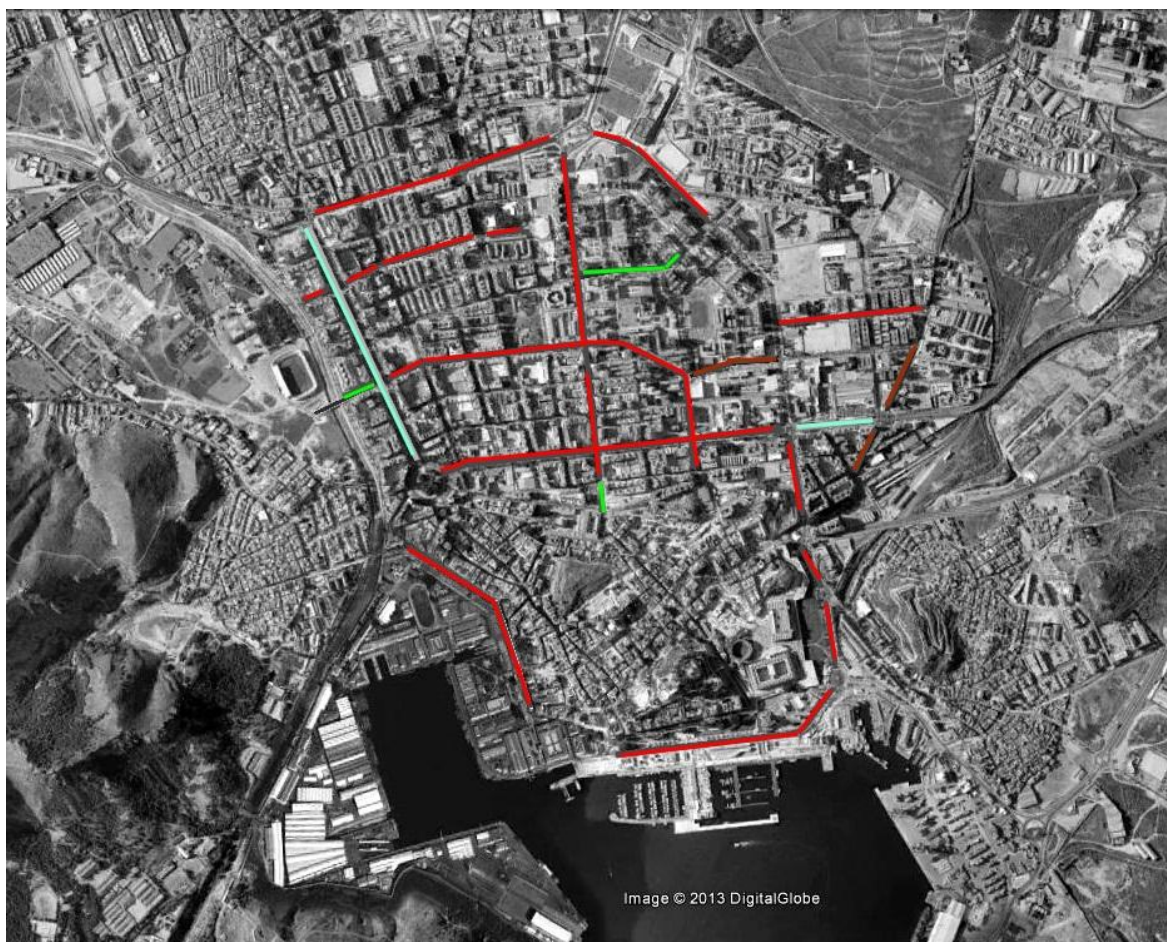


Imagen 5. Calles categoría 5. (Fuente; Elaboración propia)

En las siguientes figuras se muestran las características de las calles anteriormente mencionadas.

En la figura 6 se detalla la calle de color rojo. Las calles señaladas en la Imagen 5 pueden sufrir variaciones respecto a la anchura de la mediana o la anchura de las aceras. En la gran mayoría de estas calles se presentan anchuras de aceras superiores a las mostradas en la Figura 6, pero nos sirve para conocer sus dimensiones mínimas. La anchura total de estas calles ronda el valor de 26,5 metros. Podemos encontrar también variaciones en los aparcamientos de los lados, que en alguno de ellos no tenga. Aunque esta es la fisonomía de casi todas las calles, como Alfonso XIII.

La figura 6 también nos sirve para explicar las calles de color verde, que siendo menos que las anteriores. La variación con las calles de color rojo es la ausencia de mediana. Las dos calles que presentan esta configuración son un tramo de la calle Ángel Bruna, no tiene aparcamiento en los lados y tiene aceras de anchura superior a 1,50 metros. La otra calle es la Avenida de Murcia, ésta presenta aparcamientos en sus extremos en fila.

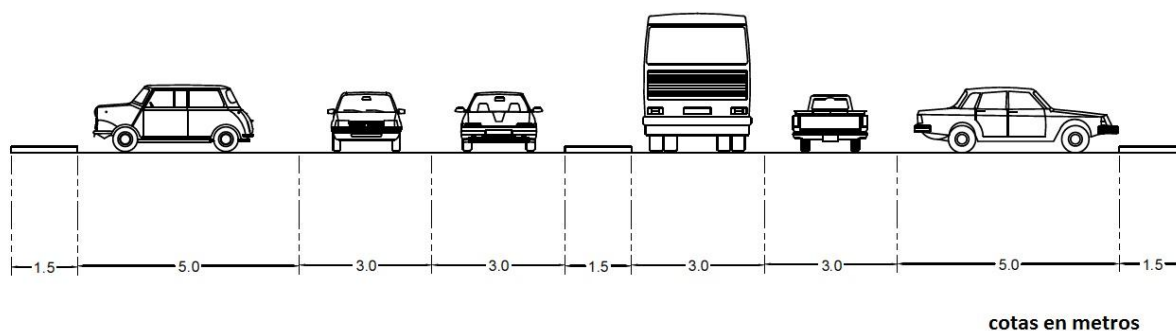


Figura 6. Categoría cinco, color rojo y verde sin considerar mediana. (Fuente: Elaboración propia)

En la figura 7 , 8 se muestran las calles en azul de la Imagen 5. Debido a su importancia como ejes principales de circulación de Cartagena, las estudiamos en detalle.

En la figura 7 se muestra la parte de calle de Alfonso XIII que muestra 3 carriles por sentido , mediana, aparcamientos en batería en ambos lados, aunque dependiendo del tramo de la calle que analicemos, podremos encontrar aparcamientos o no. La dimension de la calzada se mantiene a lo largo de toda la calle, por lo que en los casos en que alguno de los lados no haya aparcamiento ese espacio sea destinado a aceras. Tiene una anchura total de 37,50 metros.

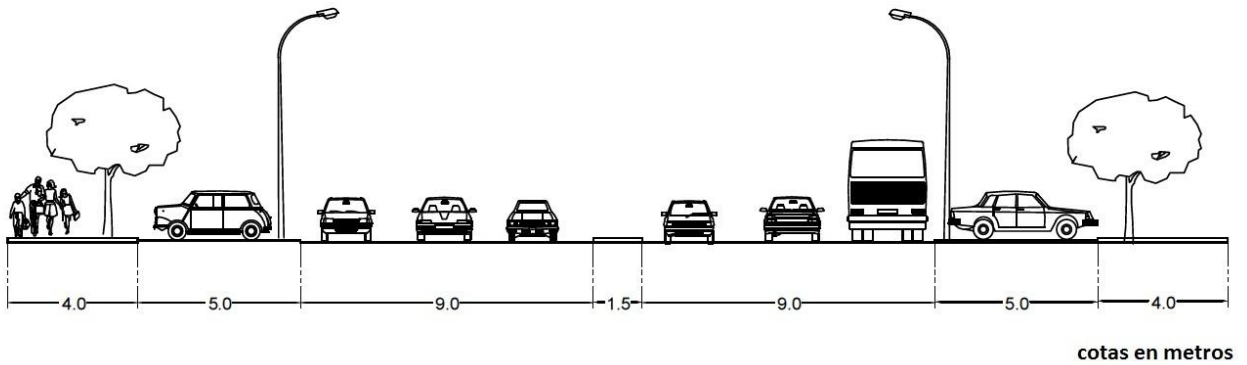


Figura 7. Calle Alfonso XIII color azul. (Fuente: Elaboración propia)

En la figura 8 se muestra las características de la Alameda de San Antón. Esta calle muestra una mediana de grandes dimensiones. Dos carriles de 3 metros y un carril bus de 3,20 metros por sentido de circulación. Las dimensiones de la calzada se mantienen a lo largo de toda la calle, ocurriendo lo mismo que en el caso anterior, existen zonas con aparcamiento en batería en ambos lados, y zonas en las que solo tiene en un lado y el otro se sustituye por acera. En total tenemos un ancho de 54 metros.

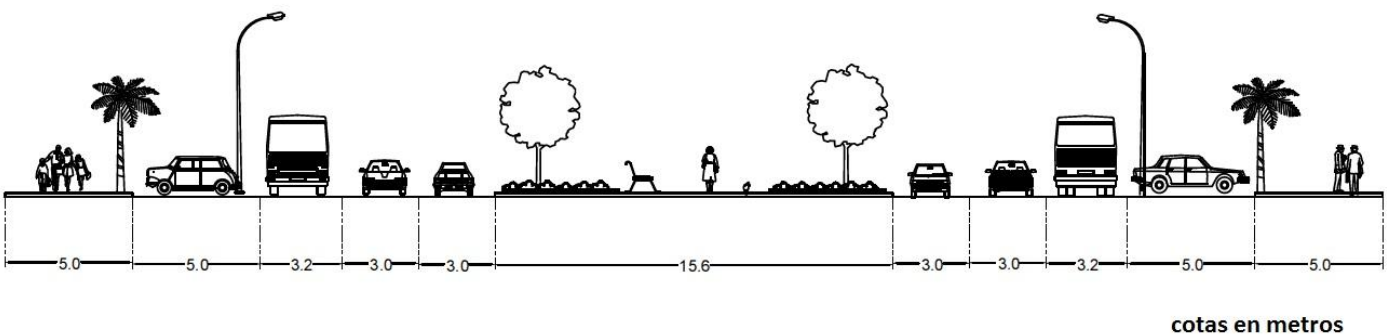


Figura 8. Alameda de San Antón color azul. (Fuente: Elaboración propia)

Cabe señalar la importancia de la Calle Real , siendo un eje importante de circulación . En la figura 9 se muestra las características de esta vía. Teniendo una mediana de dos metros, un carril en cada sentido de circulación y acera amplia con carril bici. Una anchura total de 23.50 metros.

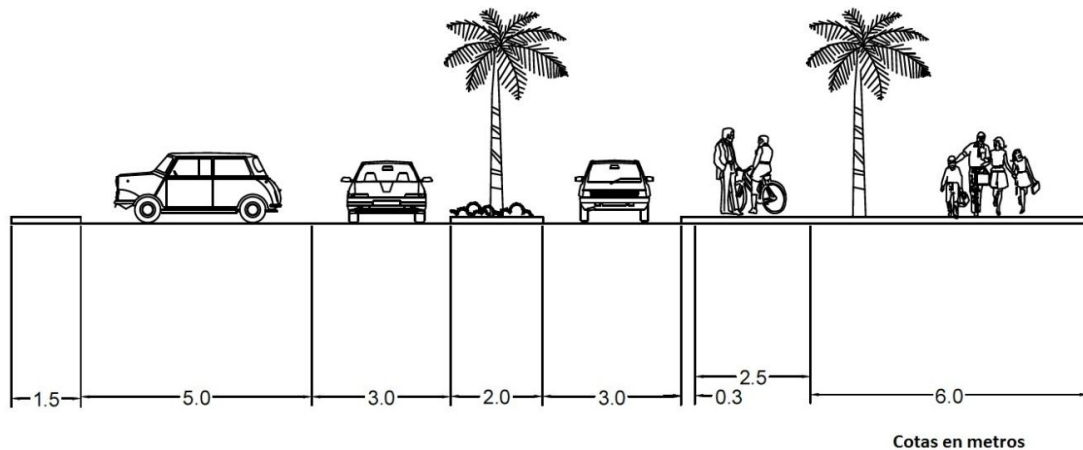


Figura 9. Categoría 5. Calle Real. (Fuente: Elaboración propia)

Las calles de color marrón son de dos carriles en un sentido de circulación y con un solo carril en sentido opuesto. Con esta fisonomía nos encontramos solo dos calles; parte de la Avenida Pintor Portela y la calle Jacinto Benavente, con una anchura de 18 metros.

3. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE REDES DE TRANVÍA

3.1 DATOS DE PARTIDA

Basándonos en el Anejo 2 del Estudio de Soluciones Análogas obtenemos los datos de partida necesarios para realizar nuestras alternativas.

- El ancho elegido del tranvía; **Vía estrecha de 1000 mm**, para poder unirlo con el Tren FEVE.
- Ancho de Plataforma para **vía única 4 m, vía doble 6.20**,
- **Pendiente máxima 7 %**
- Material móvil **Citadis 302** , elegimos este modelo por su Sistema de «APS», (de alimentación por suelo) consiste en alimentación integrada en la plataforma tranviaria, permite que el tranvía Citadis recorra largas distancias sin catenaria aérea. Esto nos permitiría el paso del tranvía por zonas complicadas de electrificación, y un aspecto más agradable por la ausencia del cableado. También dispone de batería en distancias cortas lo que permitiría el uso del tranvía en caso de fallo de la electrificación o transportar los pasajeros del Tranvía Feve. Capacidad de 188 pasajeros.

3.2 ALTERNATIVAS

3.2.1 Introducción

En este apartado comentaremos las distintas Alternativas que hemos elegido para nuestro tranvía, basándonos en los datos de partida anteriormente mencionados y el estudio de las calles (Punto 2 de este Anejo). El hecho de que nuestras alternativas se encuentren únicamente en la Diputación del Casco Urbano de Cartagena se debe a la existencia actual de la Red de Autobuses de Cartagena, para evitar conflictos entre las compañías como ha ocurrido en otras ciudades Españolas. Por tanto la red de autobuses abastecerá a todas los barrios alrededor del Casco Urbano como San Antonio de Abad, Barrio Peral, Nueva Cartagena, Urbanización Villalba, Barrio de la Concepción, Los Dolores, Polígono Santa Ana, Torreciega etc. La red de tranvía complementará a las líneas del centro de la ciudad.

En cada una de las alternativas se ofrecen los siguientes datos, para la realización del posterior análisis multicriterio.

- Área abastecida: es obtenida a partir del radio de influencia del tranvía, teniendo en cuenta un desplazamiento máximo hasta la parada más próxima de 500 metros, unos 7 minutos andando.
- Densidad de Cartagena: No trabajaremos con el dato oficial de 388, 21hab/km², ya que no se corresponde con la densidad del casco antiguo de Cartagena, debido a las grandes extensiones sin habitar de las distintas diputaciones (Anejo 4). La densidad real del casco urbano es de 16.651 hab /km². Este dato de densidad real ha sido obtenido con la población del casco (Anejo 4) 61610 habitantes y el área de la misma 3,7 km² con un resultado de 16.651 hab /km².
- Habitantes por kilómetro cuadrado de línea: Con el dato de densidad real y el área abastecida de cada alternativa obtenemos el número de habitantes que podrían usar la línea. Se aplica un coeficiente del 30 % a la capacidad de viajeros por la suposición de que no todos los habitantes atraídos en esos 500 m van a optar por el tranvía.
- Longitud de la línea: Son los kilómetros que tiene la línea.
- Pasajeros por kilómetro de línea: Es la relación entre los habitantes por kilómetro cuadrado de línea y la longitud total de la línea.

Una vez obtenidos estos datos para cada alternativa, calculamos en número de trenes necesarios y el intervalo de los mismos dimensionando para la hora punta, para ello tomamos el tramo más cargado para realizar el cálculo:

$$\frac{\text{Trenes}}{\text{Hora}} = \frac{\text{Capacidad hora punta}}{\text{Capacidad tren}}$$

El intervalo de espera en parada será;

$$\text{Intervalo (i)} = \frac{60\text{min}}{\text{Trenes/hora}}$$

Para calcular el número de vehículos que serán necesarios (VEH):

$$\text{VEH} = \frac{\text{TVR}}{i}$$

$$\text{TVR} = \frac{\text{Longitud Recorrido}}{\text{Velocidad Comercial}}$$

Teniendo en cuenta que la Velocidad comercial en tramo urbano (20 km/h), en la cual se incluye el tiempo necesario para la realización de cada una de las paradas.

Una vez obtenidos los vehículos necesarios, se necesitan entre un 10%/15% más para la reserva en cocheras.

El coste total estimado se obtiene a partir del análisis de otras obras similares obteniéndose un coste medio de 6.000.000 de euros por kilómetro de línea.

Por último, la capacidad de la línea es el número de pasajeros por kilómetro de línea obtenido con anterioridad.

Nótese que las estaciones están colocadas a 500 metros, teniendo en cuenta donde se encuentran las paradas de Autobus, para usar éstas mismas para nuestro tranvía, y dónde se encuentran los lugares de interés, indicado en el Anejo 6.

A continuación se presentan las tres redes de tranvía propuestas para Cartagena. Para determinación de estas alternativas se han tomado como criterios de elección todos los estudios realizados en los anejos previos.

3.2.2 Alternativa 1

Como primera opción se plantea una red de tranvía con un recorrido en forma de ocho, cuyo eje común en ambos sentidos sería la calle Alfonso XIII.

Para saber cuál es la zona que abarca el trazado de esta Alternativa y calcular su área correspondiente, se ha trazado alrededor del corredor de la línea una franja de 500 metros de ancho, obteniendo los siguientes resultados:



Imagen 6. Alternativa 1 Área de influencia. (Fuente: Elaboración propia)

Esta Alternativa cuyo eje común a ambos sentidos es la calle Alfonso XIII, tiene su recorrido por las siguientes calles; calle Trovero Marín, Cuesta del Batel, Paseo Alfonso XII, calle Pescadería, calle Real, calle Menéndez Pelayo, Paseo Alfonso XIII, calle

Esparta, Ronda Ciudad de la Unión, calle Jorge Juan y Alameda de San Antón, Alfonso XIII, calle Capitanes Ripoll y Calle Trovero Marín.



Imagen 7 . Alternativa 1. (Fuente elaboración propia)

- El área abastecida es de 2,86 km².
- Demanda estimada de usuarios del tranvía : $\frac{2.86 \cdot 16651}{1} = 47622.86 \frac{hab}{km^2} \cdot 0.30 = 14287 \text{ usuarios}$
- Longitud línea: 7,32km
- Pasajeros/km de línea: 1952 pas/km
- Trenes/hora : $\frac{1952}{188} = 10.4 \text{ t/h}$
- Intervalo (i) : $\frac{60}{10.4} = 5.78 \text{ min}$
- TVR : $\frac{7.32}{20} = 0.366 \text{ h} \sim 22 \text{ min}$
- VEH : $\frac{22}{5.78} = 3.80 \sim 4 \text{ vehículos a la hora}$
- +10% - 15% vehículos + reserva $\approx 5 \text{ vehículos}$

Distribución de las paradas:

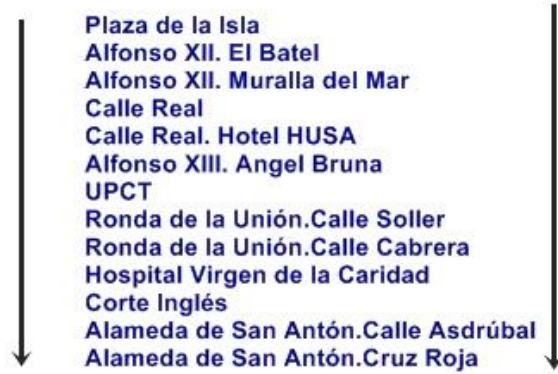


Imagen 8. Itinerario Alternativa 1. (Fuente: Elaboración propia)

Características del Recorrido:

- Longitud de la Línea: 7320 metros
- Coste estimado: 48 millones de Euros
- Tipo Vía: Única
- Nº de paradas: 14
- Velocidad Comercial: 20 Km/h
- Capacidad del Vehículo: 188 pasajeros
- Nº Vehículos Hora: 4
- Capacidad Línea: 1952
- Intervalo: 6 minutos
- TVR : 22 minutos

3.2.3 Alternativa 2

Como segunda opción se plantea una red formada por dos líneas circulares independientes entre sí.

Para saber cuál es la zona que abarca el trazado de esta Alternativa y calcular su área correspondiente, se ha trazado alrededor del corredor de la línea una franja de 500 metros de ancho.



Imagen 9 .Alternativa 2 Área de influencia. (Fuente: Elaboración propia)

Esta alternativa está formada por dos líneas circulares, una indicada en amarillo y otra en azul .La línea azul tiene su recorrido por Calle Trovero Marín, Cuesta del Batel, Paseo Alfonso XII, Calle Pescadería, Calle Real, Alfonso XIII y Capitanes Ripoll.La línea amarilla tiene su recorrido por Ronda Ciudad de la Unión, calle Esparta , Alfonso XIII, Alameda de San Antón y calle Jorge Juan.

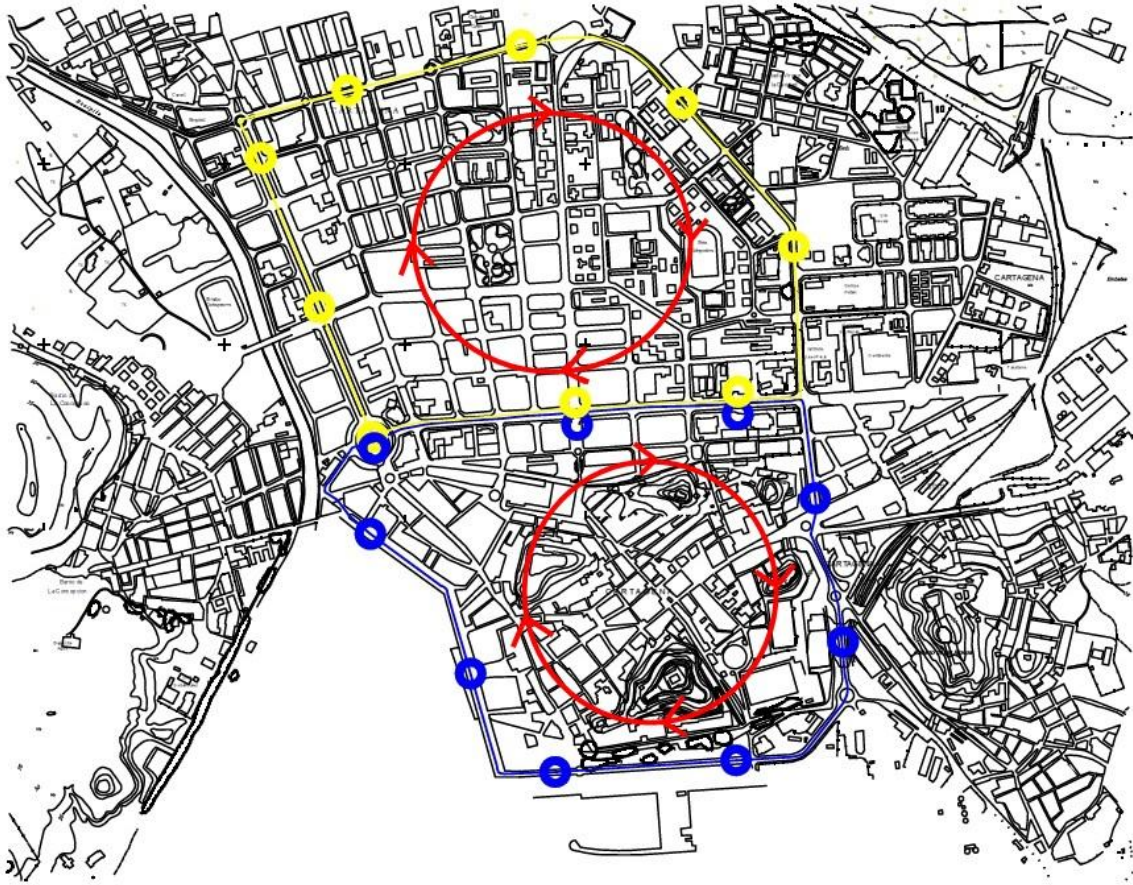


Imagen 10. Alternativa 2 (Fuente: Elaboración propia Autocad).

- El área abastecida es de 2,86 km².
- Demanda estimada de usuarios del tranvía : $\frac{2.86 \cdot 16651}{1} = 47622.86 \frac{\text{hab}}{\text{km}^2} \cdot 0.30 = 14287 \text{ usuarios}$
- Línea circular 1 (Amarilla) :
 - Demanda estimada de usuarios del tranvía : 7143.5 hab/km²
 - Longitud línea: 4,225 km
 - Pasajeros/km de línea : 1690.8 hab/km
 - Trenes/hora : $\frac{1690.8}{188} = 10 \text{ t/h}$
 - Intervalo (i) : $\frac{60}{10} = 6 \text{ min}$
 - TVR : $\frac{4.225}{20} = 0.21 \text{ h} \sim 12.7 \text{ min}$
 - VEH : $\frac{12.7}{6} = 2.11 \text{ vehículos a la hora} \cong 2 \text{ veh/h}$

- Línea Circular 2 (Azul) :
 - Demanda estimada de usuarios del tranvía : 7143.5 *usuarios*
 - Longitud línea: 4,225 km
 - Pasajeros/km de línea : 1690.8 *hab/km*
 - Trenes/hora : $\frac{1690.8}{188} = 10 \text{ t/h}$
 - Intervalo (i) : $\frac{60}{10} = 6 \text{ min}$
 - TVR : $\frac{4.225}{20} = 0.21 \text{ h} \sim 12.7 \text{ min}$
 - VEH : $\frac{12.7}{6} = 2.11 \text{ vehículos a la hora} \cong 2 \text{ veh/h}$
- +10% - 15% vehículos + reserva $\approx 5 \text{ vehículos}$
- Distribución de las paradas:



Imagen 11. Itinerario Alternativa 2, líneas circulares. (Fuente: Elaboración propia)

Características del Recorrido:

- Longitud de la Línea: 8450 metros
- Coste estimado: 55.8 millones de Euros
- Tipo Vía: Unica
- Nº de paradas: 18
- Velocidad Comercial: 20 Km/h
- Capacidad del Vehículo: 188 pasajeros
- Nº Vehículos Hora: 5
- Capacidad Línea: 1690.8
- Intervalo : 6 minutos/cada línea
- TVR : 12.7 min /cada línea

3.2.4 Alternativa 3

Como tercera y última alternativa, se propone una línea circular con recorrido en forma de ocho siendo el eje común a ambos sentidos la calle Angel Bruna y la calle Gisbert.

Para saber cuál es la zona que abarca el trazado de esta Alternativa y calcular su área correspondiente, se ha trazado alrededor del corredor de la línea una franja de 500 metros de ancho.

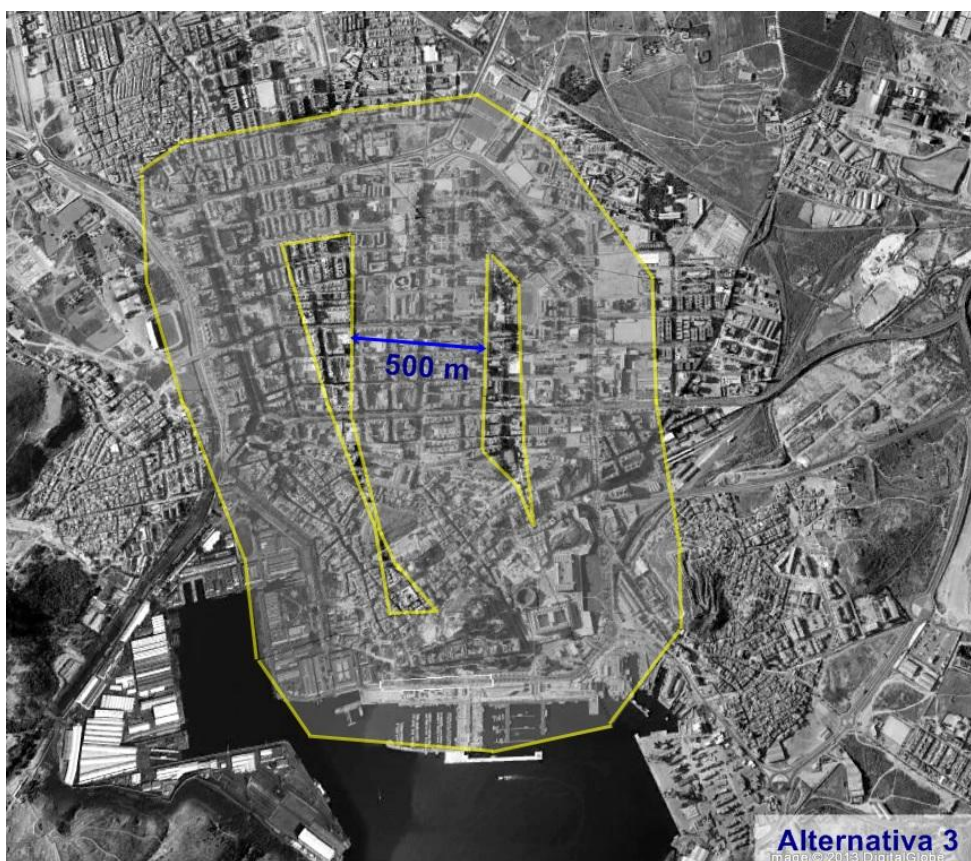


Imagen 12. Alternativa 3. (Fuente: Elaboración propia)

Esta alternativa está formada por una línea con eje común en Ángel Bruna y Calle Gisbert. Siendo su recorrido por la calle Capitanes Ripoll, Cuesta del Batel, Paseo Alfonso XII, calle Gisbert, calle Caridad, calle Serreta, Ángel Bruna, Jorge Juan, Paseo Alameda de San Antón, Calle Real, Paseo Alfonso XII, Ronda Ciudad de la Unión y calle Esparta.

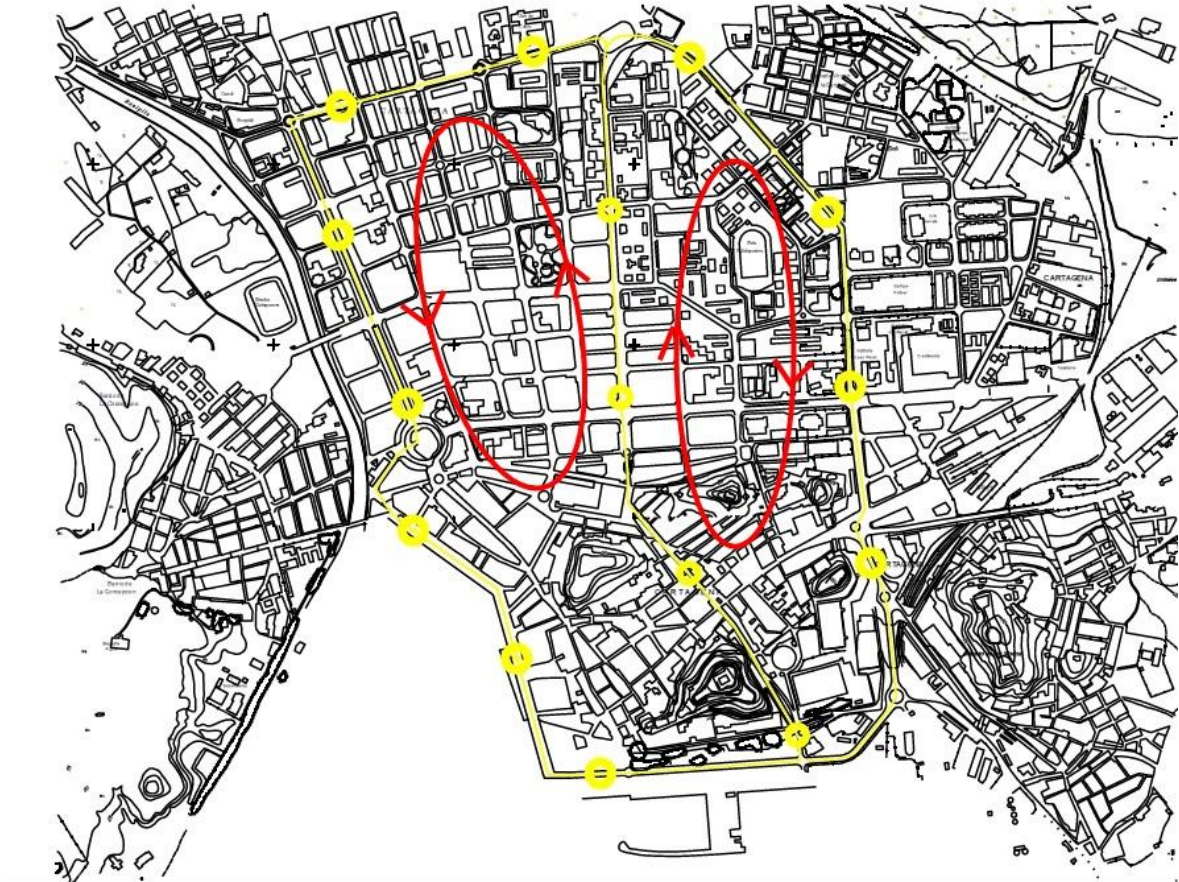


Imagen 13. Alternativa 3. (Fuente: Elaboración propia)

- El área abastecida es de 3,44 km².
- Demanda estimada de usuarios del tranvía: $\frac{2.44 \cdot 16651}{1} = 57279 \frac{\text{hab}}{\text{km}^2} \cdot 0.30 = 17188.7 \text{ usuarios}$
- Área línea circular : 2,33 km²
 - Longitud línea: 8.30 km
 - Pasajeros/km de línea : 2070
 - Trenes/hora : $\frac{2070}{188} = 11 \text{ t/h}$
 - Intervalo (i) : $\frac{60}{11} = 5.45 \text{ minutos}$
 - TVR : $\frac{8.30}{20} = 0.415 \text{ h} \sim 24.9 \text{ min}$
 - VEH : $\frac{24.9}{5.45} = 4.57 \frac{\text{veh}}{\text{h}} \sim 5 \text{ vehículos a la hora}$
- +10% - 15% vehículos + reserva $\approx 6 \text{ vehículos}$

Distribución de las paradas:

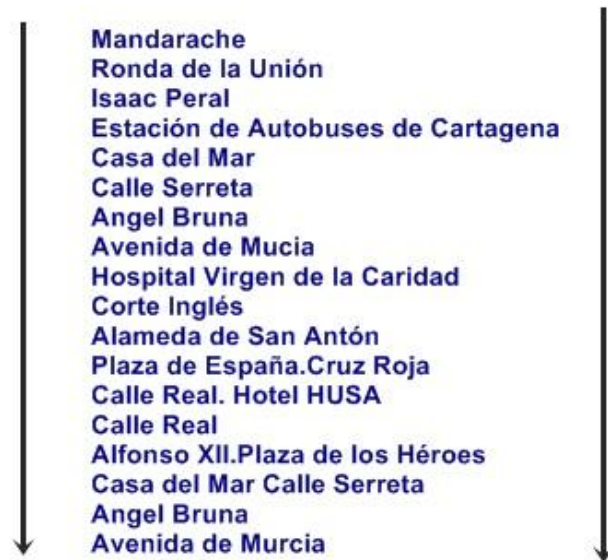


Imagen 14. Itinerario Alternativa 3. (Fuente: Elaboración propia)

Características del recorrido:

- Longitud de la Línea: 8300 metros
- Coste estimado: 55 millones de Euros
- Tipo Vía: Única
- Nº de paradas: 15
- Velocidad Comercial: 20 Km/h
- Capacidad del Vehículo: 188 pasajeros
- Nº Vehículos Hora: 5
- Capacidad Línea: 2070
- Intervalo : 5.45 minutos
- TVR: 24.9 minutos

3.3 ANÁLISIS MULTICRITERIO

Una vez caracterizadas las 3 alternativas se procede al análisis multicriterio para conocer cuál es la opción más adecuada a la ciudad.

Los objetivos a analizar por orden de importancia son:

1. Plataforma exclusiva.
2. Que la población servida sea lo mayor posible.
3. Paradas accesibles y próximas.
4. Cercanía de puntos de singular importancia, comercial o social.
5. Limitada ocupación de viario y de intersecciones.
6. Geometría de trazado lo más sencilla posible.
7. Menor coste posible.

Los objetivos enumerados anteriormente implican a su vez unos criterios e indicadores que nos permitirán comparar unas alternativas con otras y, otorgando un peso a cada criterio, elegir la alternativa óptima.

Estos indicadores serán valorados con una puntuación que oscila entre 1 y 5. Siendo el valor 5 el más positivo, donde el criterio señalado se cumple al 100 % y el valor 1 el más negativo donde dicho criterio no se cumple en ninguna situación.

Los criterios generales tenidos en cuenta son los que siguientes:

1. Para obtener **plataforma exclusiva** es necesario disponer de una franja de 7 metros y medio de anchura que quede liberada del tráfico rodado. En este caso un 5 representa un 100 del trazado en plataforma exclusiva y un 1 todo el trazado sin posibilidad de plataforma exclusiva.
2. **Población servida**. Se ordenarán las alternativas de mayor a menor población a menos de 500 metros de distancia de la línea. Valorando con un 5 la mejor alternativa y repartiendo el resto de puntuaciones de manera proporcional.
3. Se primarán las alternativas que dispongan de **paradas** con acceso directo desde la acera frente a las que dispongan de paradas situadas en el centro de bulevares o parques que impliquen que el viajero debe recorrer mayor distancia para acceder al tranvía.
4. Valoración del **trazado** de la alternativa desde el punto de vista del número de elementos de importancia en la ciudad que se benefician del paso del tranvía.

5. **Efecto barrera:** se valorará la afección del tranvía al resto del tráfico contabilizando el número de intersecciones de calles y cruces de glorietas, lo que implica una obligada semaforización.

6. **Valoración del trazado** de las alternativa, con un 5 aquellos trazados más rectos y directos frente aquellos más sinuosos y que impliquen curvas de radios inferiores.

7. **Coste** de cada alternativa, estimado a partir del dato medio de 6.000.000 de euros de coste por km.

3.3.1 Plataforma exclusiva

En la única zona donde podríamos gozar de plataforma exclusiva es en la Alameda de San Antón, ya que debido a su ancha mediana, podríamos realizar en esa zona la plataforma exclusiva. Ya que todas las Alternativas pasan por esta zona todas podrían gozar de la plataforma exclusiva en esa calle. Por tanto le damos la máxima puntuación a todas las alternativas.

| | Alternativa 1 | Alternativa 2 | Alternativa 3 |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|
| Plataforma Exclusiva | 5 | 5 | 5 |

Tabla 1. Plataforma exclusiva (Fuente: Elaboración propia)

3.3.2 Población servida

La alternativa uno (forma de 8, eje común a ambos sentidos de la calle Alfonso XIII) abastece a 1952 usuarios/km, la alternativa dos (2 líneas circulares independientes) abastece a 1690.8 viajeros/km y la alternativa tres 2070 pasajeros por kilómetro de línea. La Alternativa tres (forma de 8, eje común a ambos sentidos de la calle Angel Bruna y calle Gisbert) le damos la puntuación máxima, a la alternativa dos el valor de 4, y a la alternativa 2 un valor de 2 más bajo ya que difiere con las otras dos alternativas en un número considerable de habitantes servidos por kilómetro de línea.

| | Alternativa 1 | Alternativa 2 | Alternativa 3 |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|
| Población Servida | 3 | 2 | 5 |

Tabla 2. Población servida. (Fuente: Elaboración propia)

3.3.3. Disposición Paradas

La única zona donde el pasajero tuviera que desplazarse sería en la Alameda de San Antón ya que se dispondría su trazado en el lugar donde se encuentra la mediana ahora

mismo, esto mismo ocurre en las tres alternativas. En todas las alternativas se han dispuesto las paradas en lugares donde se podría aprovechar la misma parada de autobús existente, o en lugares donde no habría problema al dimensionar una nueva. La alternativa dos es la que puede presentar mayores complicaciones al tener que introducir en Alfonso XIII paradas a ambos lados de la calzada, lo que implica un transbordo para aquellos usuarios que necesiten coger los dos tranvías para poder ir desde su origen a destino. Por tanto el valor más bajo se lo daremos a la alternativa dos.

| | Alternativa 1 | Alternativa 2 | Alternativa 3 |
|---------|---------------|---------------|---------------|
| Paradas | 5 | 3 | 5 |

Tabla 3. Disposición de paradas. (Fuente: Elaboración propia)

3.3.4 Cercanías lugares de Interés

Las dos primeras alternativas abarcan los mismos lugares de interés, y la alternativa tres es la que más lugares abarca. Esta alternativa abarca prácticamente todo el casco urbano de Cartagena dándole por tanto el valor de 5. A las otras dos alternativas le daremos un valor de 3 a ambas ya que abarcan muchos lugares, no obstante algunos de gran importancia están fuera del radio de 500 metros como puede ser el Anfiteatro, Casa de la Fortuna o el Museo de la Guerra Civil.

| | Alternativa 1 | Alternativa 2 | Alternativa 3 |
|------------------|---------------|---------------|---------------|
| Cercanía lugares | 3 | 3 | 5 |

Tabla 4. Cercanía lugares de interés. (Fuente: Elaboración propia)

3.3.5 Efecto Barrera

La alternativa uno cruza 14 glorietas, la alternativa dos cruza las mismas glorietas que la alternativa 1, pero la intersección en plaza de España requiere una semaforización más complicada debido a la glorieta y ambos tranvías. La Alternativa tres 15 glorietas. El número de intersecciones es bastante similar en todas por tanto, se tiene en cuenta solamente las glorietas. A la alternativa dos le damos ese valor más bajo debida a la intersección en plaza de España.

| | Alternativa 1 | Alternativa 2 | Alternativa 3 |
|----------------|---------------|---------------|---------------|
| Efecto Barrera | 5 | 2 | 4 |

Tabla 5. Efecto Barrera. (Fuente: Elaboración propia)

3.3.6 Trazado

La alternativa dos es la que tiene un trazado más sinuoso debido a la existencia de ambas líneas, se valora negativamente el problema de trazado que pueda tener en plaza de España a la entrada de ambas líneas en Alfonso XIII. Las otras dos alternativas al ser solo una línea no presentan radios pequeños de curvatura, y ya que las calles por las que tiene su traza son bastante amplias, como se vio en el punto 2 de este Anejo, no presentan grandes sinuosidades.

| | Alternativa 1 | Alternativa 2 | Alternativa 3 |
|---------|---------------|---------------|---------------|
| Trazado | 5 | 3 | 5 |

Tabla 6. Trazado. (Fuente: Elaboración propia)

3.3.7 Coste

Siguiendo de guía el tranvía de Murcia. Tomaremos un valor de 6,6 millones de Euros por kilómetro de tranvía. La alternativa uno tendrá un coste de 48 millones de Euros. La alternativa dos, 55.8 millones de Euros y la Alternativa 3 un coste de 55 millones de Euros. Las dos últimas alternativas tienen un valor similar en coste, y la más económica con una diferencia de 7 millones de euros. Por tanto la alternativa uno le daremos un valor de 5, y a la alternativa dos y tres un valor de 3 puntos, ya que existe una diferencia notable de otro kilómetro de tranvía construido.

| | Alternativa 1 | Alternativa 2 | Alternativa 3 |
|-------|---------------|---------------|---------------|
| Coste | 5 | 3 | 3 |

Tabla 7. Coste (Fuente: Elaboración propia)

3.4. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA

Para la elección de la alternativa realizamos el análisis multicriterio. El total obtenido en la tabla para cada alternativa es resultado del valor dado en el apartado anterior y la ponderación proporcionada. Los valores correspondientes de ponderación adquieren su mayor valor con la cercanía de lugares de interés y situación de las paradas ya que ambas son las condiciones con mayor importancia, a continuación el trazado y el coste y luego población servida, plataforma exclusiva y efecto barrera.

| Criterio | Plataforma Exclusiva | | Población Servida | | Paradas | | Cercanía L.Interés | |
|----------------------|----------------------|------|-------------------|------|---------|------|--------------------|------|
| | Valor | Pond | Valor | Pond | Valor | Pond | Valor | Pond |
| Ponderación | 1 | 0.1 | 1 | 0.1 | 1 | 0.2 | 1 | 0.2 |
| Alternativa 1 | 5 | 0.1 | 3 | 0.1 | 5 | 0.2 | 3 | 0.2 |
| Alternativa 2 | 5 | 0.1 | 2 | 0.1 | 3 | 0.2 | 3 | 0.2 |
| Alternativa 3 | 5 | 0.1 | 5 | 0.1 | 5 | 0.2 | 5 | 0.2 |

| Criterio | Efecto Barrera | | Trazado | | Coste | | Total |
|----------------------|----------------|------|---------|------|-------|------|-------|
| | Valor | Pond | Valor | Pond | Valor | Pond | |
| Ponderación | 1 | 0.1 | 1 | 0.15 | 1 | 0.15 | |
| Alternativa 1 | 5 | 0.1 | 5 | 0.15 | 5 | 0.15 | 4,4 |
| Alternativa 2 | 3 | 0.1 | 3 | 0.15 | 3 | 0.15 | 3,1 |
| Alternativa 3 | 4 | 0.1 | 5 | 0.15 | 3 | 0.15 | 4,6 |

Tabla 8. Análisis Multicriterio (Fuente: Elaboración propia)

Como se ve en la tabla 8 Tras aplicar la ponderación a cada criterio, la alternativa como el valor más alto es la Alternativa 3, línea circular con eje por calles Ángel Bruna y Gisbert, por tanto será la que desarrollaremos con más detalle.

Para concluir, se van a desarrollar parámetros básicos de trazado, superestructura, plataforma y diseño de las paradas, dejando los detalles del diseño de semaforización,

procedimientos de construcción y montaje, reposiciones de servicios, propiedades y derechos afectados, plan de obra y estudio de seguridad y salud para la realización del proyecto de construcción.

4. REFERENCIAS

- Mapas elaborados con google earth
- Autocad para realización de vistas
- Apuntes Ferrocarriles Ingeniería Civil. Pilar Jiménez Gómez

Anejo 10

Trazado y Planeamiento Urbanístico

INDICE

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCCION..... | 3 |
| 2. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO | 3 |
| 3. TRAZADO..... | 5 |
| 3.1. INTRODUCCIÓN | 5 |
| 3.2 CRITERIOS Y PARÁMETROS DE DISEÑO | 5 |
| 4. ESTUDIO DE GÁLIBOS | 8 |
| 4.1 GÁLIBOS MÍNIMOS NORMALES | 8 |
| 5. DISEÑO NUEVAS LINEAS AUTOBUSES | 9 |
| 6. REFERENCIAS | 11 |

1. INTRODUCCION

En el presente anejo se trata una breve descripción de la clasificación del suelo por dónde discurre el tranvía, obteniendo unos parámetros de diseño basado en unos criterios ya establecidos, se dispone una breve información sobre gálibos mínimos, para finalizar con unas breves ideas sobre la remodelación de líneas de autobuses y así mejorar la compatibilidad de ambos modos de transporte.

2. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO

Para realizar un análisis del suelo de Cartagena a groso modo, se realiza una descripción del suelo por el que discurre el tranvía diseñado.

A modo general es suelo urbanizable, por lo que no tenemos problemas para llevar a cabo del proyecto.

- Suelo urbanizable sin sectorizar: la calle Trovero Marín, Cuesta del Batel, un tramo de Alfonso XII es, la calle Real, calle Capitanes Ripoll, calle Serreta, Calle Caridad y Calle Gisbert
- Sistema general de comunicaciones: tramo de Alfonso XII, Alameda de San Antón, calle Jorge Juan, Ronda Ciudad de la Unión, calle Ángel Bruna y Alfonso XIII.

El suelo es urbanizable en todo el Casco Antiguo y alrededores

3. TRAZADO

3.1. INTRODUCCIÓN

En este apartado se explican los parámetros elegidos para la definición del trazado tanto en planta como en alzado para cada punto del tramo de línea a proyectar y su justificación por criterios técnicos o urbanísticos.

El trazado discurre íntegramente por trama urbana consolidada, siendo esto el mayor condicionante de diseño, puesto que el trazado debe adaptarse a la estructura urbana preexistente pero tratando siempre de cumplir con unos criterios mínimos de diseño que aseguren el éxito del proyecto.

Para el trazado en planta se ha optado por la definición de un eje de la vía doble circular.

Para el trazado en alzado la premisa fue la misma. La adecuación del alzado a la cota de la trama urbana existente.

3.2 CRITERIOS Y PARÁMETROS DE DISEÑO

El trazado en planta y alzado correspondiente al presente proyecto se caracteriza por el fuerte condicionamiento que, desde el punto de vista de su encaje, le confiere la penetración en un ámbito consolidado de marcado carácter urbano.

A falta de un programa de trazado, a continuación se describen las directrices básicas a seguir para que el trazado cumpla la normativa. Así, la definición del trazado en planta comportará básicamente la inserción de curvas circulares de conexión entre las diversas alineaciones rectas que se encuentran clara y rígidamente determinadas teniendo en cuenta la total consolidación urbana característica del entorno atravesado (o el planeamiento urbanístico previsto en su defecto), y la definición del trazado en alzado comportará, por otro lado, la razonable adaptación de la rasante tranviaria a la correspondiente al viario existente en el entorno, salvo en zonas concretas donde su variación resulte justificable desde el punto de vista de la integración urbanística resultante.

En definitiva y como procedimiento general, el cálculo de clotoides se realizará para la velocidad máxima a la que el material móvil pueda circular por la curva circular, función en este caso exclusivamente de la aceleración no compensada máxima permitida, teniendo

en cuenta la inexistencia de peralte característica de la plataforma tranviaria única prevista en la totalidad de la doble línea circular. No obstante, para grandes radios en los que el valor de la velocidad máxima de circulación asociada resulte superior que el máximo permitido para tramos de explotación tranviaria se limitará ésta a los correspondientes 50 km/h, límite de velocidad permitido en viario urbano.

El *peralte teórico* necesario para equilibrar los efectos derivados de la circulación por una curva circular de radio R a una velocidad v, aplicando la condición de que la resultante de las fuerzas (despreciando el efecto del rozamiento y teniendo en cuenta los pequeños ángulos asociados a los peraltes de tipo ferroviario) resulte perpendicular al plano de la vía, viene dado por la siguiente expresión, donde a es el ancho entre ejes de carriles (ancho de vía más ancho de cabeza de carril) y g es la aceleración de la gravedad:

$$z_t(m) = \frac{a(m)}{g(m/s^2)} \frac{v^2(m/s)}{R(m)}$$

El peralte práctico es una solución de compromiso ya que el tren no circula siempre a 50km/h, ya que si dispusiéramos el peralte teórico(calculado a velocidad máxima) habría zonas con exceso de peralte, por tanto tomamos como velocidad media 30 km/h para el cálculo del peralte práctico.

La *aceleración transversal no compensada* α_{nc} que, dirigida hacia el exterior de una curva, se genera al circular por ella a una velocidad mayor que la equilibrada por el peralte teórico, viene dada por su parte por la siguiente expresión, donde v_r es la velocidad real de circulación:

$$\alpha_{nc}(m/s^2) = \frac{v_r^2(m/s)}{R(m)} - \frac{g(m/s^2) \cdot z_t(m)}{a(m)}$$

En esta situación el peralte teórico no basta por tanto para compensar el efecto de las aceleraciones, produciéndose en consecuencia *una insuficiencia de peralte* que vendrá dada por la siguiente expresión:

$$I(m) = \frac{\alpha_{nc}(m/s^2) \cdot a(m)}{g(m/s^2)}$$

En definitiva, la *aceleración no compensada máxima* corresponderá a una determinada insuficiencia de peralte.

Finalmente, el dimensionamiento de clotoides de entrada y salida de la curva calculada se realizará mediante cálculo de la longitud mínima de clotoide a partir de la condición de confort (única aplicable para el cálculo de curvas correspondientes a plataforma tranviaria teniendo en cuenta la citada inexistencia de peralte), una vez determinada la cual calcularemos el parámetro A de la clotoide según la siguiente expresión, donde L corresponde a la longitud mínima de clotoide y R al radio de la curva circular:

$$A^2 = L \cdot R$$

En cuanto al trazado en alzado, el cálculo de acuerdos verticales de transición entre las diferentes rasantes que (con la citada rigidez que caracteriza esta línea teniendo en cuenta la total consolidación urbana del entorno atravesado) definen el perfil longitudinal, se realiza, aprovechando como criterio fundamental de partida la explotación tranviaria y por tanto el valor de la velocidad máxima permitida para la circulación de su material móvil, teniendo en cuenta que el parámetro del acuerdo vertical viene relacionado con la aceleración vertical y con la velocidad de circulación según la siguiente expresión:

$$a_v = \frac{v^2}{K_v}$$

Finalmente, en el cuadro siguiente se incluyen los parámetros adoptados para el cálculo tanto del trazado en planta como del trazado en alzado.

| Parámetros de Trazado En planta y alzado | Valores Extremos de Diseño | |
|--|----------------------------|--------------------|
| | Situación Normal | Situación especial |
| Velocidad máxima(km/h) | 50 | - |
| Velocidad mínima(km/h) | 15 | 0 |
| Radio mínimo(m) | 25 | 16 |
| Peralte máximo(mm) | 56 | - |
| Peralte práctico(mm) | 34 | |
| Aceleración transversal no compensada | 1.66 m/s ² | - |
| Aceleración vertical máxima | 1 m/s ² | - |
| Máxima inclinación rasante | 3.000‰ | 29 ‰ |
| Máxima inclinación rasante andén | 2.500‰ | 36.7 ‰ |

Tabla 1. Resultados (Fuente: Elaboración propia)

Las situaciones especiales señaladas en el cuadro anterior se refieren respectivamente a detención en paradas, circulación por desvíos y entornos de complicada adaptación al entorno urbano.

4. ESTUDIO DE GÁLIBOS

Se recogen inicialmente los gálibos considerados como mínimos normales para el paso de los tranvías bajo pasos superiores o túneles para el conjunto de la red tranviaria.

Se pasa a continuación a realizar una breve descripción de las estructuras existentes o proyectadas en el tramo.

4.1 GÁLIBOS MÍNIMOS NORMALES

Los gálibos mínimos normales (Fig.1) considerados en el presente Proyecto son:

A. Gálibo vertical estructura: Distancia desde cota de carril a cara inferior de losa o vigas para pasos superiores y a bóveda en caso de túnel.

B. Intereje de vía.

C. Gálibo horizontal a paramento derecho: Distancia desde eje derecho a paramento derecho.

D. Gálibo horizontal a paramento izquierdo: Distancia desde eje izquierdo a paramento izquierdo.

E. Gálibo catenaria: distancia desde cota de carril a H.C.

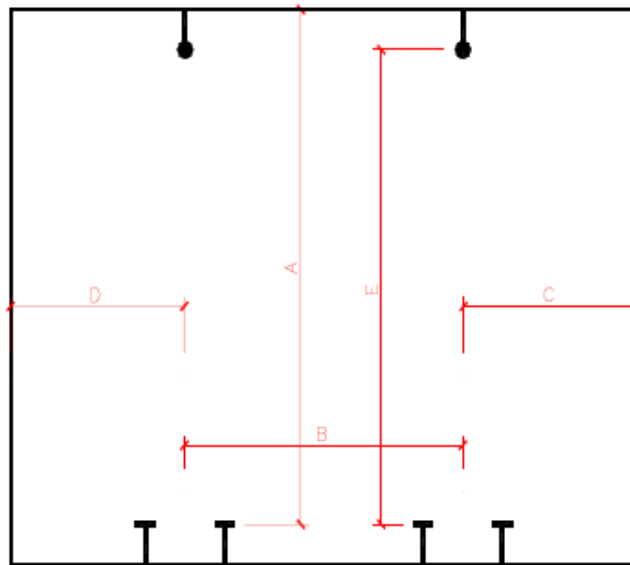


Figura 2. Valores mínimos. (Fuente: Proyecto de Construcción del tranvía de Córdoba)

Siendo los valores mínimos normales para los mismos los recogidos en la siguiente tabla:

| GALIBO | DISTANCIA(m) |
|--------|--------------|
| A | 5.5 |
| B | 3.5 |
| C | 2.2 |
| D | 2.2 |
| E | 4.5 |

Tabla 1. Valores mínimos. (Fuente: Proyecto de Construcción del tranvía de Córdoba)

En el presente proyecto no se da el caso de que el tranvía circule bajo estructuras

5. DISEÑO NUEVAS LINEAS AUTOBUSES

En este apartado se propone un nuevo diseño de la red de autobuses de Cartagena para compatibilizar dicha red con el servicio tranviario. En Anejo de Estudio de Movilidad, se realizó un análisis de todas las líneas, haciendo referencia al mismo, nos encontramos con líneas céntricas y líneas periféricas, con un total de 5 y 4 respectivamente.

A continuación se muestra el cuadro resumen actual de estas líneas:

| Línea | Frecuencia | | Longitud km |
|--|------------|---------------|----------------|
| | L a V | S,D, Festivos | |
| 1 S. Félix ↔ Plz. alicante | 15 min | 30 min | 7.77 |
| 2 Barrio Peral ↔Virgen de la Caridad | 15 min | 30 min | 8.3 |
| 3 Plaza Bastarreche ↔ Canteras | 30 min | 60 min | 4.11 |
| 4 Canteras ↔ Torre ciega ↔ Parque Mediterráneo | 30 min | 30 min | 8.54 |
| 5 La vaguada/Gabatos ↔ Lo campano | 30 min | 60 min | 13.85 |

| | | | | |
|--|---------------------------|--------|--------|-------|
| 6 Molinos Marfagones ↔Cartagena | | 30 min | 60 min | 8.18 |
| 7 | S. Ana↔Bastarreche | 15 min | 30 min | 9.11 |
| | S. Ana↔Los Mateos | 60 min | 30 min | 11.82 |
| 8 ICUE Bus | | 15 min | 30 min | 7.1 |
| 9 ICUE Bus | | 15 min | 30 min | 5.04 |

Tabla 2. Líneas de Autobus actual de Cartagena. (Fuente:Elaboración propia)

Como el trazado tranviario abastece a la zona centro y al ensanche de Cartagena, las líneas de autobuses que se ven afectadas son la 1, 2, 3, 7 A y 8, tal y como se indica en la Tabla 3.

El cambio propuesto en la línea 1 se debe a que esta línea pasaría a ser una línea de conexión entre San Félix y la línea de tranvía, aunque se estudiaría con más detalle. Lo mismo ocurriría con la Línea 2, y el resto de las líneas afectadas se suprimirían, para no solapar servicios.

Los cambios propuestos se deben al trazado del tranvía que abastece a toda la zona céntrica del casco antiguo, por lo que el área de servicio de las líneas de autobús quedaría limitada, principalmente, a la zona periférica de Cartagena. Lógicamente estas propuestas deberán estudiarse en detalle, para llegar a un acuerdo entre ambas compañías prestatarias de los servicios públicos.

| Línea | | Frecuencia | | Longitud | |
|---|-----------------------------|------------|----------------|----------|--|
| | | L - V | S-D y Festivos | km | |
| 1 S. Félix ↔ Plz. alicante | | 15 min | 30 min | 7.00 | Se elimina trozo hasta plaza de España |
| 2 Barrio Peral ↔ Virgen de la Caridad | | 15 min | 30 min | 2.70 | Se mantiene hasta Jorge Juan |
| 3 Plaza Bastarreche ↔ Canteras | | 30 min | 60 min | - | Se suprime |
| 4 Canteras ↔ Torre ciega ↔ Parque Mediterráneo | | 30 min | 30 min | 8.54 | Se mantiene |
| 5 La vaguada/Gabatos ↔ Lo campano | | 30 min | 60 min | 13.85 | Se mantiene |
| 6 Molinos Marfagones ↔ Cartagena | | 30 min | 60 min | 8.18 | Se mantiene |
| 7 | S. Ana ↔ Bastarreche | 15 min | 30 min | - | Se suprime |
| | S. Ana ↔ Los Mateos | 60 min | 30 min | 11.82 | Se mantiene |
| 8 ICUE Bus | | 15 min | 30 min | - | Se suprime |
| 9 ICUE Bus | | 15 min | 30 min | 5.04 | Se mantiene |

Tabla 3. Rediseño líneas de autobús. (Fuente: Elaboración propia)

6. REFERENCIAS

- www.cartagena.es
- *Proyecto de Construcción del tranvía de Córdoba*

Anejo 11

Reportaje Fotográfico

INDICE

| | |
|---|----|
| 1. EXPLICACIÓN DE LAS FOTOGRAFÍAS DEL ANEXO | 3 |
| 3. REFERENCIAS | 18 |

1. EXPLICACIÓN DE LAS FOTOGRAFÍAS DEL ANEXO

En este anejo se plasman las fotografías realizadas a lo largo del itinerario elegido como solución alternativa.



Foto 1. Parada 1 Estación de Autobuses. Fuente: Cartagena.es)



Foto 2.Parada 1.Estación de Autobuses. (Fuente: Elaboración propia)

Fotografía 1 y 2: Parada 1 en la Estación de Autobuses. Disposición de la parada en los carriles de la izquierda, sentido de la marcha hacia el Puerto de Cartagena.



Foto 3. Cuesta del Batel. (Fuente: Elaboración propia)

Fotografía 3: Cuesta del Batel por dónde discurre el tranvía en el carril izquierdo, sentido de la marcha hacia el puerto de Cartagena.



Foto 4. Intersección Paseo Alfonso XII y calle Gisbert. (Fuente: Elaboración propia)

Fotografía 4: Intersección entre calle Gisbert y Paseo Alfonso XII. En este punto se dispone la parada 2.



Foto 5. Calle Gisbert Fuente: Cartagena.es)

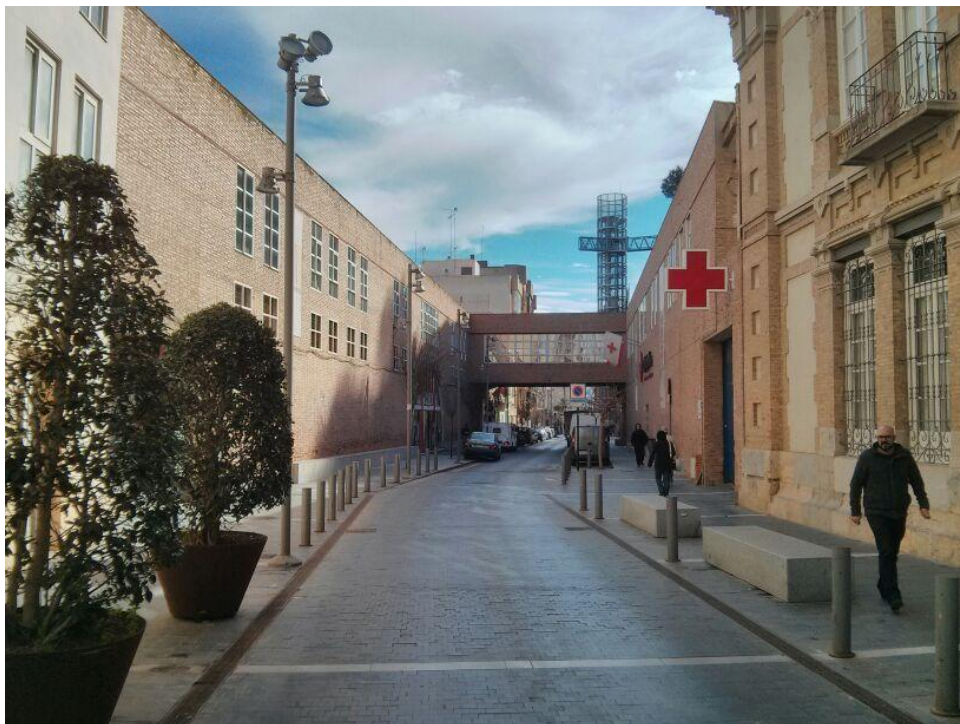


Foto 6. Calle Gisbert. (Fuente: Elaboración propia)

Fotografía 5 y 6: Calle Gisbert por la que discurre el tranvía en el sentido de la calle Caridad. Esta calle se convertiría en peatonal y con plataforma exclusiva para el tranvía.



Foto 7. Calle de la Caridad. (Fuente: Elaboración propia)

Fotografía 7: Calle de la Caridad por la que discurre el tranvía en el sentido de la marcha hacia calle Serreta. Esta calle se convertiría en peatonal y con plataforma exclusiva para el tranvía, por tanto esta calle podría convertirse en zona 30.



Foto 8. Calle Serreta. (Fuente: Elaboración propia)

Fotografía 8: Calle Serreta dónde se dispondría la parada 3. Esta calle se convertiría en peatonal y con plataforma exclusiva para el tranvía, por tanto esta calle podría convertirse en zona 30.



Foto 9. Calle Ángel Bruna. (Fuente: Elaboración propia)

Fotografía 9: Principio de la calle Ángel Bruna, el tranvía discurre por el carril izquierdo. Esta rotonda sería objeto de estudio en el proyecto constructivo.



Foto 10. Calle Ángel Bruna Fuente: Cartagena.es)

Fotografía 10: Calle Ángel Bruna. En este punto se dispondría la parada 4. El tranvía discurriría por el carril izquierdo pegado a la acera como en los casos anteriores. Sentido de la marcha hacia Severo Ochoa.



Foto 11.Calle Ángel Bruna.(Fuente: Elaboración propia)

Fotografía 11: Calle Ángel Bruna. El tranvía discurre por el carril izquierdo pegado a la acera. Sentido de la marcha hacia Severo Ochoa. Parada 5 en el cruce con Avenida de Murcia.



Foto 12.Plaza Severo Ochoa Fuente: Cartagena.es)

Fotografía 12: Plaza Severo Ochoa. Lugar dónde se encuentra uno de los desvíos, en la primera vuelta el tranvía gira hacia la izquierda (hacia Jorge Juan) y en la segunda vuelta, para volver al lugar de partida gira a la derecha (hacia Ronda de la Unión).



Foto 13.Plaza Severo Ochoa con Jorge Juan. (Fuente: Elaboración propia)



Foto 14.Calle Jorge Juan.(Fuente : Elaboración propia)

Fotografía 13 y 14: Carril por el que discurre el tranvía pegado a la acera, por este punto se dispondría la parada 6. Se eliminarían los aparcamientos laterales. El tranvía vendría de Ángel Bruna pasando por Severo Ochoa hasta este punto. Sentido de la marcha hacia el Corte Inglés por Jorge Juan.



Foto 15 . Calle Jorge Juan. (Fuente: elaboración propia)

Fotografía 15: Calle Jorge Juan por la que discurre el tranvía por el carril derecho como en caso anterior. Sentido de la marcha hacia el Corte Inglés.



Foto 16.Plaza María Infanta Cristina. (Fuente: Elaboración propia)

Fotografía 16: El tranvía viene de calle Jorge Juan, calle a la derecha, la rotonda sería objeto de estudio en el proyecto constructivo, hacia Alameda de San Antón. Hasta este punto el tranvía discurría por plataforma compartida (menos en las calles peatonales anteriormente mencionadas), pero en este punto tiene plataforma exclusiva atravesando el bulevar. Sentido hacia Plaza de España.

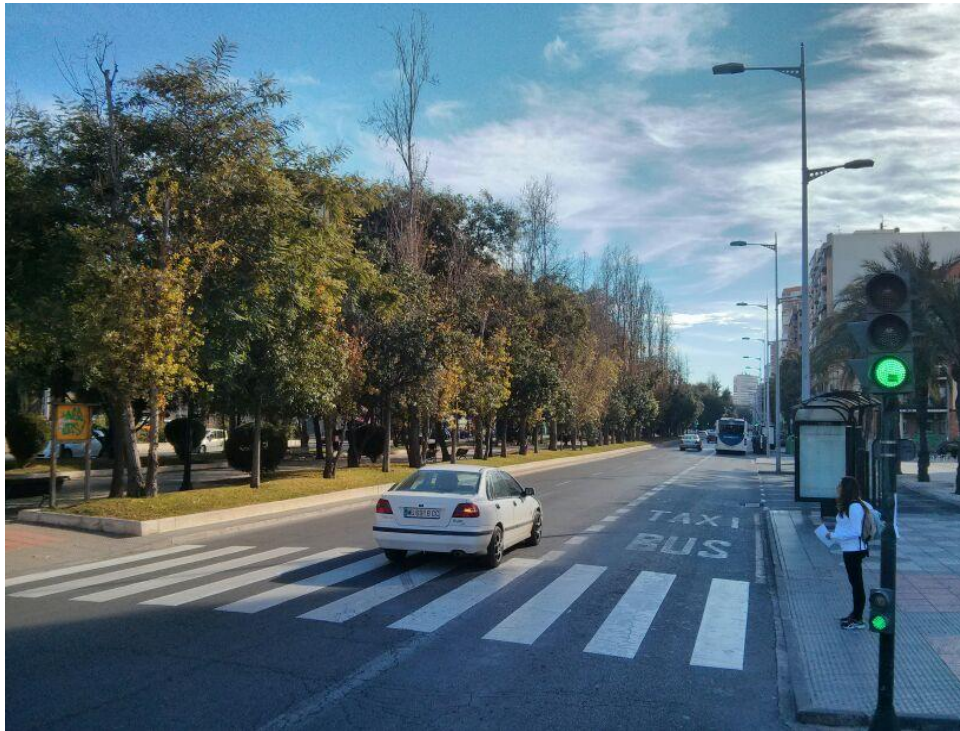


Foto 17. Alameda de San Antón. (Fuente: Elaboración propia)



Foto 18. Alameda de San Antón. (Fuente: Manuel Hernández Lafuente)



Foto 19. Alameda de San Antón. (Fuente: elaboración propia)

Fotografía 17, 18 y 19: Alameda de San Antón por la que discurre el tranvía hacia Plaza de España. En la fotografía 18, bulevar más cercano a plaza de España se dispone la parada 8.



Foto 20. Plaza de España con Calle Real. (Fuente: Elaboración propia)

Fotografía 20: Plaza de España y Calle Real. El tranvía discurre por el bulevar de la Alameda dirigiéndose hacia la calle Real. Poco antes de la rotonda se encuentra la parada 9 Esta rotonda sería objeto de estudio en el proyecto de construcción.



Foto 21. Calle real. (Fuente: Elaboración propia)

Fotografía 21: Calle Real por que discurre el tranvía por el carril derecho en sentido de la marcha hacia el puerto Alfonso XII. En este punto se dispondría la parada 10.



Foto 22. Calle Real Fuente: Cartagena.es)

Fotografía 22: Calle Real por la que discurre el tranvía por el carril izquierdo en sentido de la marcha hacia el puerto Alfonso XII. Poco después de la rotonda que aparece en la imagen se dispone la parada 11.



Foto 23.Calle Real

Fotografía 23: Calle Real. Fotografía escogida para una mejor visión de la calle.



Foto 24.Paseo Alfonso XII.(Fuente: Elaboración propia)

Fotografía 24: Paseo Alfonso XII. El tranvía discurre por el carril izquierdo con sentido de la marcha hacia Calle Gisbert pegado a la acera como en casos anteriores. La parada 12 se dispone al principio de esta calle.



Foto 25. Paseo Alfonso XII. (Fuente: Elaboración propia)



Foto 26. Paseo Alfonso XII. (Fuente: cartegan.es)

Fotografía 25 y 26: Tomadas para una mejor visión del paseo Alfonso XIII.

Una vez llegados a este punto, el tranvía vuelve a transitar por la Calle Gisbert, Serreta, Ángel Bruna hasta llegar a Severo Ochoa. Por tanto volvería por las paradas 2, 3,4 y 5.



Foto 27.Ronda Ciudad de la Unión.(Fuente: Cartagena.es)



Foto 28.Calle Ronda Ciudad de la Unión. (Fuente: Elaboración propia)

Fotografía 27 y 28: Calle Ronda ciudad de la Unión por donde discurre el tranvía por el carril derecho hacia Calle Esparta, con plataforma compartida. En la fotografía 27 se dispone la parada 13.



Foto 29.Calle Esparta. (Fuente: Elaboración propia)

Fotografía 29: Calle Esparta por la que discurre el tranvía por el carril izquierdo, con plataforma compartida. Se eliminan los aparcamientos en batería. Sentido de la marcha hacia Estación de Autobuses.



Foto 30.Calle Capitanes Ripoll.(Fuente: Elaboración propia)

Fotografía 30: Calle Capitanes Ripoll por la que discurre el tranvía en su bulevar central, con plataforma exclusiva, eliminando los aparcamientos en el bulevar central y liberando espacio tanto para la calzada como para la plataforma tranviaria. Sentido de la marcha hacia Estación de Autobuses



Foto 31.Plaza Bastarreche. (Fuente: Elaboración propia)

Fotografía 31: Plaza Bastarreche. El tranvía viene de la Calle Capitanes Ripoll para atravesar esta rotonda y volver de nuevo a la Parada 1. La rotonda será objeto de estudio en el proyecto de construcción.

3. REFERENCIAS

- www.cartagena.es

Anejo 12

Plataforma y Superestructura de la vía

INDICE

| | |
|--|---|
| 1. INTRODUCCION..... | 3 |
| 2. VIA EN PLACA..... | 3 |
| 2.1. DESCRIPCIÓN. SECCIÓN Y ACABADOS | 4 |
| 2.2 PROCESO CONSTRUCTIVO | 5 |
| 2.3. CARRIL..... | 7 |
| 3. APARATOS DE VIA | 7 |
| 4. REFERENCIAS | 8 |

1. INTRODUCCION

En el presente anejo se tratan de explicar los tipos de plataformas tranviarias y secciones utilizadas en los diversos tramos de la línea doble circular de tranvía proyectado y la justificación de la elección para cada caso, a su vez también se tratan los aparatos de vía utilizados.

Así mismo se describen con detalle los materiales y acabados elegidos y el proceso constructivo necesario.

2. VIA EN PLACA

La disposición de plataforma tranviaria en la totalidad del trazado de la línea circular contempla una serie de condicionantes como la necesidad de integración de la plataforma tranviaria junto a la destinada al tráfico rodado, la existencia de puntos singulares en los que existan cruces entre ellas, la existencia de pasos peatonales transversales al tranvía, la necesidad de amortiguación de los ruidos y vibraciones producidos por la rodadura y la necesidad de una fácil conservación de la plataforma tranviaria.

Teniendo en cuenta la evidente consolidación urbana del entorno atravesado, se ha optado por la tipología plataforma con carril de garganta embebido, solución caracterizada por un muy buen comportamiento en cuanto a atenuación tanto del ruido como de la vibración producida por la rodadura.

El carril de garganta, por otro lado, resuelve de forma óptima los posibles problemas asociados a las zonas de cruce entre tráfico viario y tranviario.

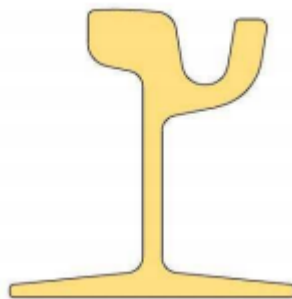


Figura 1. Perfil de carril de garganta (Fuente: www.arcelormittal.com)

2.1. DESCRIPCIÓN. SECCIÓN Y ACABADOS

La sección tipo considerada se define apoyando sobre la explanación una capa de subbase granular y sobre esta se dispone una losa de hormigón armado HA-25 para evitar los asientos diferenciales entre los carriles. La losa, de 32 cm de espesor, presenta unas entalladuras de 21 cm de ancho y 7 cm de profundidad donde se alojan los carriles, quedando bajo estos por tanto reducidos el espesor de la losa a 25 cm de espesor.

Encima de esta base de hormigón armado van situados los carriles Phoenix Ri 60 embutidos en el material elastomérico, tanto por los laterales como por su parte inferior, lo que le proporciona unas características muy interesantes como amortiguador de los ruidos y vibraciones ocasionadas por la rodadura. Con el fin de disminuir la cantidad necesaria de material elastomérico, se confina el carril con dos piezas prefabricadas de hormigón.

Entre los carriles se disponen otras losas de hormigón en masa HM-20, y sobre ellas el acabado correspondiente, para zonas generales en asfalto, para zonas peatonalizadas en adoquines de hormigón y losas de granito y para zonas ajardinadas acabado en césped artificial. En el segundo y tercer caso, sobre las losas mencionadas se compacta una cama de arena de 4 cm y sobre ella los acabados correspondientes en adoquín o césped artificial. En el primer caso, sobre las losas mencionadas se dispone una doble capa de mezclas bituminosas, por un lado una capa de base G-20 de 6 cm de espesor y por otro una capa de rodadura S-12 de 6 cm de espesor.

El criterio para la elección de los acabados anteriores ha sido la mimetización de la plataforma tranviaria en cada entorno. Es decir, la terminación de la superficie del espacio entre raíles indica el entorno sobre el que circula el tranvía. Para el caso de plataforma tranviaria en viario general el acabado es asfalto. Esto permite que en cruces e intersecciones con el tráfico rodado, esta parte de la plataforma pueda albergar cierta señalización horizontal de guiado para los vehículos. Para el caso de viario peatonal, el acabado será como hemos dicho anteriormente en losas de granito y adoquines de hormigón coloreado. Por último, para entorno ajardinado, lo más indicado sería que dicho espacio entre raíles dispusiera de césped natural, pero el clima analizado en el anejo de Climatología aconseja, por condiciones de mantenimiento, adoptar como acabado césped artificial.

Los bordillos tienen una misión común para todos los casos, confinar el adoquinado o las mezclas bituminosas empleados para el remate de la sección. Para el caso de plataforma en viario con tráfico rodado, varían su morfología en la parte superior, creando la banda de protección contra el tráfico, delimitando y separando la zona de la plataforma destinada a la circulación de tranvía.

Para el caso de plataforma en vía peatonal y jardines, como la Alameda de San Antón, la única función de dicho bordillo es la meramente estructural, variando la parte externa del mismo. Siendo en el primer caso uniforme al resto de la superficie, y permitiendo en el segundo una pequeña sobre elevación de la plataforma por motivos de drenaje de 12 cm.

La anchura de las plataformas de vía única es de 4 m. Y su sección es asimétrica, puesto que un lateral de la plataforma necesitará de la banda de protección al tráfico comentada anteriormente, y el otro lateral, el que se sitúa junto a la acera, sólo necesitará del bordillo en su configuración tradicional.

2.2 PROCESO CONSTRUCTIVO

Aunque este proyecto no es constructivo se describe el proceso constructivo de la superestructura (vía en placa) por ser el aspecto característico del mismo, sin tener en cuenta movimientos de tierra previos ni acabados posteriores.

Inicialmente, se realiza la subbase mediante aportación de zahorra artificial, que se compacta hasta los valores requeridos, así como el drenaje longitudinal y la cimentación de los postes de catenaria. Se ha considerado necesario realizar, en todos los casos, la aportación de esta zahorra artificial por motivos fundamentales de saneo, drenaje y aumento de capacidad portante.

A continuación se ejecutan las losas de hormigón armado, interponiendo previamente la cama de hormigón de limpieza según planos. Las losas, que se disponen bajo carriles tienen una sección de 1,97m de ancho por 0,32 m de espesor, se ejecutan con HA-25 armado con un mallazo, previa disposición de los encofrados necesarios para moldear las entalladuras sobre las que a continuación se ajustarán los carriles Phoenix. La losa que se dispone entre vías, así como las que se interponen entre éstas y los bordillos perimetrales a la plataforma, son de hormigón HM-20 con un espesor de 15 cm.

Seguidamente se descarga el carril Phoenix en barras de 18 m de longitud. Las curvas del trazado llevarán carril precurvado para aquellas de radio inferior a 100 metros, por lo que durante la descarga de las mismas se comprobará que su curvatura coincide con la definida en el Proyecto. Tras la descarga, por otro lado, permanecerán acopiados en los laterales de los cajetines.

Posteriormente se procede a soldar los carriles, operación realizada fuera del cajetín y con desbaste de la soldadura en la totalidad de la sección del carril para evitar dificultades en las posteriores operaciones de nivelado y asiento en el elastómero de los carriles. Terminada la soldadura se procede al pegado con resina de las piezas prefabricadas de hormigón en las dos caras del alma del carril.

Finalmente se procede a la nivelación y alineación mediante los medios que a tal efecto se propongan (pórticos, cuñas, etc). Una vez situada y fijada la vía en su posición final y comprobada su exactitud mediante métodos topográficos, se vierte el elastómero, una vez rematada la forma del cajetín mediante las piezas de adoquín especiales similares a las utilizadas para el resto del acabado. Una vez que el elastómero vertido haya alcanzado la resistencia suficiente para resistir las cargas que le ocasionará el carril sin deformarse, se retirarán los elementos utilizados para conseguir la alineación y nivelación de éste. Por último, una vez que el elastómero haya alcanzado la resistencia definitiva, se pavimentará finalmente la plataforma.

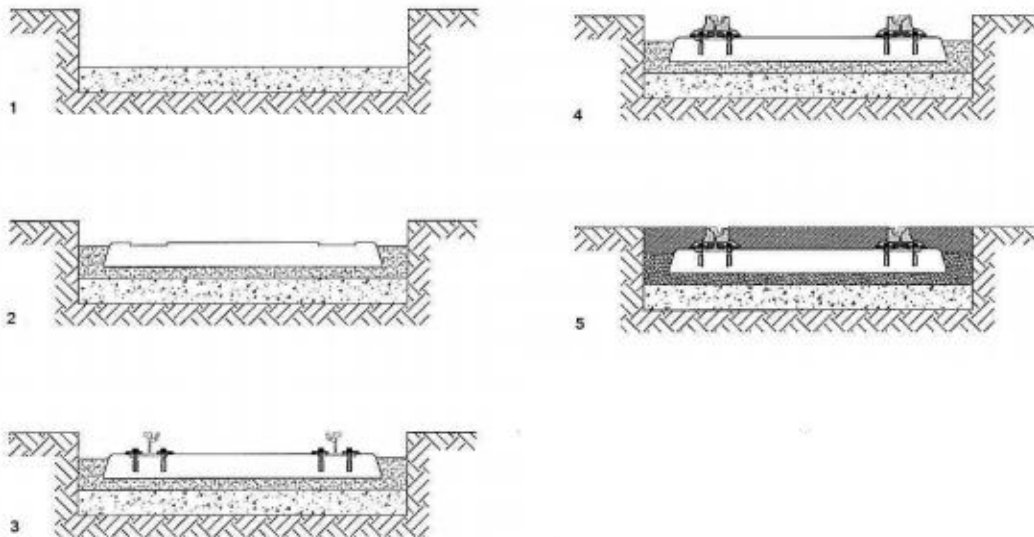


Figura 2. Proceso Constructivo del sistema carril embebido. (Fuente: Web Vía libre)

2.3. CARRIL

Se dispondrá como carril tranviario el denominado Phoenix , carril utilizado en todos los tranvías en uso, en obras o en proyectos en Murcia

3. APARATOS DE VIA

Los aparatos que permiten la continuidad de nuestro tranvía son los desvíos. En el trazado del tranvía contamos con dos de ellos (Imagen 1)

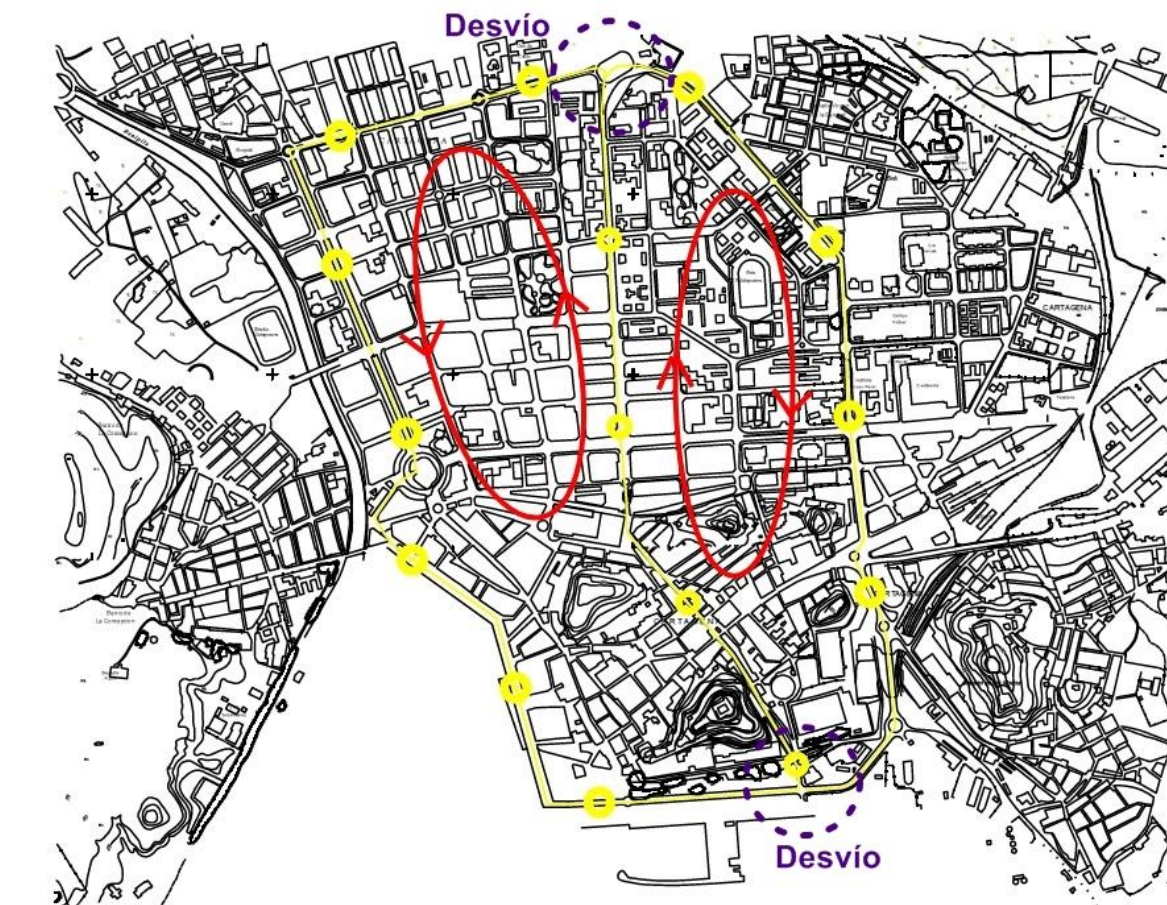


Imagen 1. Desvíos tranvía. (Fuente: Elaboración propia)

La Tipología que a nosotros nos ocupa tiene una configuración estándar que está formada por;

- *Las agujas o espadines:* son las piezas interiores del cambio, son móviles y giran respecto a uno de sus extremos.
- *Las contraagujas :* son las dos piezas fijas exteriores del cambio.

- *Tirantes*: son las piezas que unen las agujas, con el fin de solidarizar sus movimientos.
- *Cerrojos de agujas*: mantienen inmóviles la unión de aguja y contraaguja, evitando que se separen al paso de los trenes.

En el proyecto constructivo se especificará el tipo de desvío concreto para la línea de tranvía.

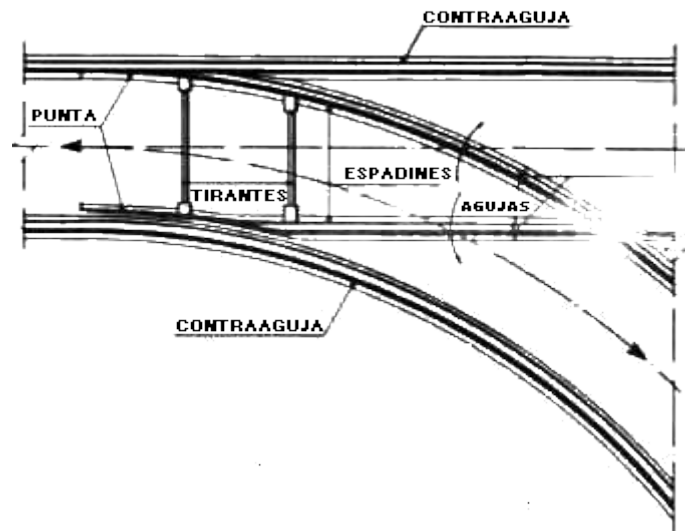


Imagen 2. Desvío estándar. (Fuente: www.gitel.unizar.es)

4. REFERENCIAS

- www.vialibre-ffe.com
- www.gitel.unizar.es
- www.ciccp.es

Vía en placa .Aplicación en entornos metropolitanos

Anejo 13

Diseño de las Paradas

INDICE

| | |
|--|---|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 3 |
| 2 .ANDEN TIPO..... | 3 |
| 3. DESCRIPCIÓN DE LAS PARADAS DEL RECORRIDO..... | 5 |
| Parada 1..... | 5 |
| Parada 2..... | 6 |
| Parada 3..... | 7 |
| Parada 4..... | 7 |
| Parada 5..... | 8 |
| Parada 6..... | 8 |
| Parada 7..... | 9 |
| Parada 8..... | 9 |

| | |
|-------------------------|----|
| Parada 9..... | 10 |
| Parada 10..... | 10 |
| Parada 11..... | 11 |
| Parada 12..... | 11 |
| Parada 13..... | 12 |
| Parada 14..... | 12 |
| Parada 15..... | 13 |
| 3.1 SECCIONES TIPO..... | 13 |
| 4. REFERENCIAS | 18 |

1. INTRODUCCIÓN.

En el presente anejo se trata de explicar la morfología que tendrán las 15 paradas del recorrido propuesto. Para ello se explica en primer término el andén tipo que como se verá a continuación dependerá de la tipología de la parada donde se ubique.

A continuación se procederá a explicar una por una las paradas del trazado, sus particularidades y razones de la elección.

Por último se procederá a mostrar una planta y una sección de paradas con cada andén tipo.

2 .ANDEN TIPO

Cuenta con una longitud de **40 metros** .Los andenes se dispondrán con un adoquinado, ya que en todos los casos están al lado de la misma acera y utilizar el mismo pavimento dará una sensación de mayor uniformidad y limpieza. La cota del andén es de + 0.3 m sobre la cara superior del carril y el borde del mismo se sitúa a 1.4 metros del eje del carril.

La plataforma del andén se configura mediante muros perimetrales de hormigón, creando una plataforma elevada. El frente de esta plataforma se resuelve con piezas de granito natural de 85,0 x 83,2 cm y 10 cm de espesor, que vuelan 5,0 cm sobre los muros de hormigón. El uso de este material natural de gran resistencia y magnífico aspecto es apropiado desde el punto de vista del mantenimiento, dado que el andén es la zona sometida a un mayor desgaste por el uso. El resto del andén, incluso rampas de acceso, se pavimenta con adoquines de hormigón.

En cuanto a la anchura del andén, depende de la tipología de parada en la que nos encontremos, siendo en su gran mayoría de **2 metros**. En algunos casos sufrirá variaciones en función del espacio disponible. Por tanto, aquellas paradas que se sitúen en calles en las que no se disponga de sección suficiente para andén ancho se optará por el andén más estrecho. Por el contrario, en los casos en que la sección del viario y de acerado permite la implantación del andén ancho, se optará por este sin excepción.

Anden

En los andenes, cuyas paradas no coincidan con las de autobús o se haga una remodelación de las existentes, se instalarán marquesinas, además de paneles informativos y una máquina expendedora de billetes.

Mobiliario*Bancos*

El modelo de banco previsto es el tradicional de listones de madera barnizada con respaldo anatómico y estructura y pies de hierro fundido, por su probada comodidad y adecuada funcionalidad y estética.

Se incluyen dos bancos bancos en cada andén, dos a cada lado de la marquesina.

Papeleras

El modelo previsto es de recipiente interior de chapa galvanizada de capacidad 90 litros y envolvente opaca (que impide la visión del interior) y extraíble con llave, de resina de poliéster, con bocas frontales y tapa de protección contra la lluvia. El anclaje a suelo es de tipo buzón, antivandálico.

Se incluyen dos papeleras en cada andén, dos a cada lado de la marquesina.

3. DESCRIPCIÓN DE LAS PARADAS DEL RECORRIDO

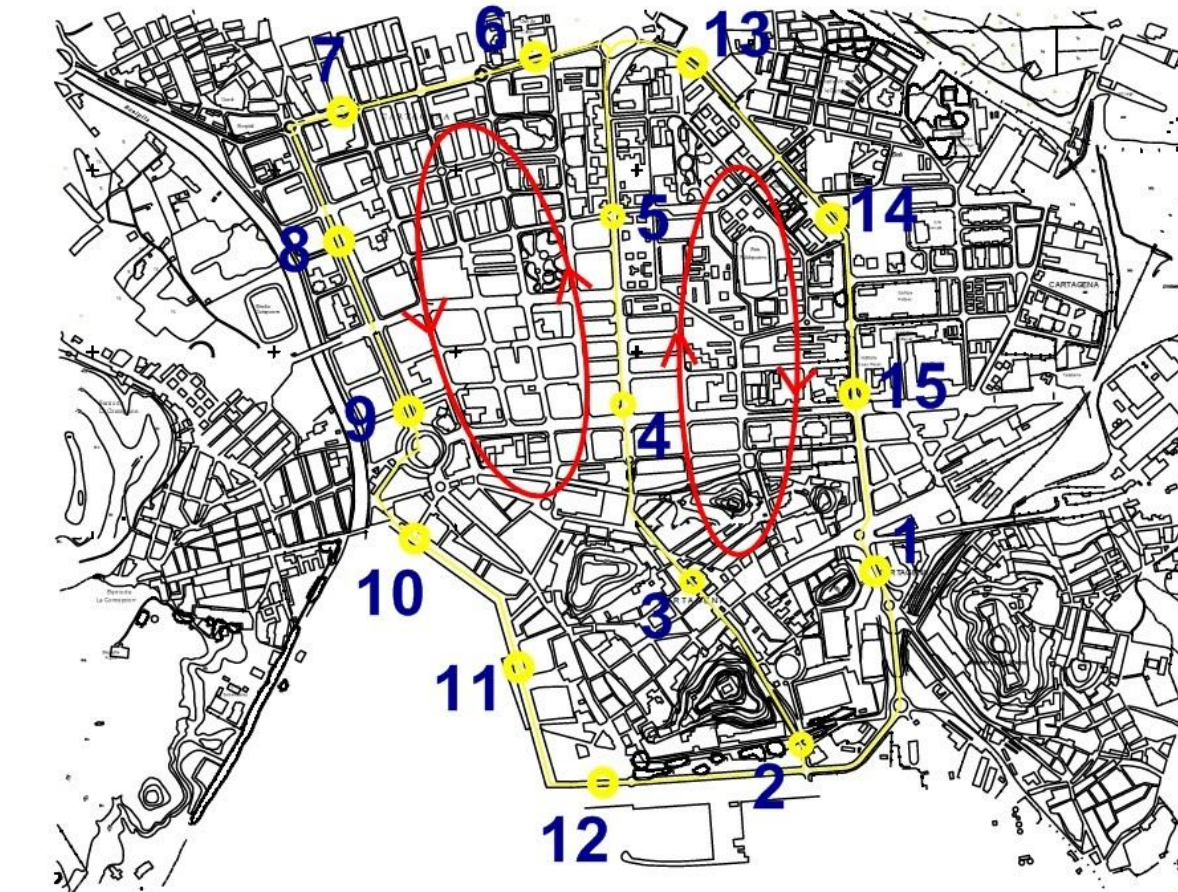


Imagen 1. Distribución de las paradas. (Fuente: Elaboración propia)

Parada 1

La primera parada del trazado se sitúa en la Estación de Autobuses, en la Avenida Trovero Marín.

| Parada 1 :Estación de Autobuses | | | |
|---------------------------------|-------------------|-------------------|------------|
| Tipo de Andén | Eje de Referencia | Longitud anden(m) | Anchura(m) |
| Lateral | Izquierdo | 40 | 2 |

Tabla 1 .Características parada 1. (Fuente: Elaboración propia)

Este tramo presenta un andén tipo, una plataforma de cuatro metros de anchura, un carril en el mismo sentido para la circulación no tranviaria, una pequeña mediana y los otros dos carriles para la circulación. La plataforma del tranvía también permite la circulación de los vehículos no tranviarios, será adoquinado para avisar a los conductores de su presencia.

Se mantiene la misma fisonomía de la calzada, pero para realizar la el andén en la parte izquierda de la calzada se deberá disminuir la cota de las jardineras y eliminar las mismas.

El mobiliario urbano, marquesina, bancos, farolas, etc, será el mismo que para el andén tipo.

Parada 2

La segunda parada se sitúa al principio de la Calle Gisbert.

| Parada 2: Calle Gisbert | | | |
|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------|
| Tipo de Andén | Eje de Referencia | Longitud anden(m) | Anchura(m) |
| Lateral | Izquierdo | 25 | 2 |

Tabla 2 .Características parada 2. (Fuente: Elaboración propia)

Debido al espacio más reducido tendremos que hacer un andén de 30 metros. Al ser una calle de dos sentidos de circulación pero con una vía para cada sentido, los vehículos y el tranvía compartirán la vía. El ancho de la plataforma no podrá ser de 4 metros debido a la fisonomía de la calle, así que se realizará una plataforma de 3 metros.

Esta calle al ser de unos 30 metros de largo, por problemas de coste, no merece la pena rediseñar toda la calle para conseguir la plataforma de 4 metros, será una calle dónde se dispondrán los sistemas de seguridad pertinentes para que no haya problemas de circulación.

Parada 3

La siguiente parada está situada en la calle Serreta. Esta calle es adoquinada de un solo sentido de circulación y mixta, esto significa que es una calle peatonal pero también circulan los vehículos.

| Parada 3 :Calle Serreta | | | |
|-------------------------|-------------------|-------------------|------------|
| Tipo de Andén | Eje de Referencia | Longitud anden(m) | Anchura(m) |
| Lateral | Izquierdo | 40 | 2 |

Tabla 3 .Características parada 3. (Fuente: Elaboración propia)

En nuestro proyecto esta calle va a dejar de ser de circulación permitida para vehículos, y sólo discurrirá nuestro tranvía. Al eliminarse la parte de circulación de vehículos también los coches estacionados en uno de los laterales y los pivotes que delimitan la zona de circulación, creando un espacio más abierto , una calle más ancha y transitable.

El andén será de 40 metros, como el andén tipo, y de 2 metros de anchura, estará al mismo nivel que el resto de la calle. Al ganar todo el espacio mencionado, se dispondrán jardineras y toda la calzada será adoquinada. Tanto la plataforma del tranvía como la toda la calle peatonal, para dar una sensación de homogeneidad.

Parada 4

Esta parada está situada en la Calle Ángel Bruna, la parte perpendicular más cercana con el paseo Alfonso XIII.

| Parada 4 : Calle Ángel Bruna | | | |
|------------------------------|-------------------|-------------------|------------|
| Tipo de Andén | Eje de Referencia | Longitud anden(m) | Anchura(m) |
| Lateral | Izquierdo | 40 | 2 |

Tabla4 .Características parada 4. (Fuente: Elaboración propia)

Esta calle de dos carriles de doble sentido de circulación nos permite eliminar los aparcamientos de la parte izquierda de la calle, crear una plataforma de 4 metros, y un andén de 40 metros y dos metros de ancho respetando la acera contigua.

Parada 5

Esta parada está situada en la Calle Ángel Bruna en el cruce con Alfonso X el Sabio.

| Parada 5 : Alfonso X el Sabio | | | |
|-------------------------------|-------------------|-------------------|------------|
| Tipo de Andén | Eje de Referencia | Longitud anden(m) | Anchura(m) |
| Lateral | Izquierdo | 40 | 2 |

Tabla 5 .Características parada 5. (Fuente: Elaboración propia)

Esta calle con dos carriles por sentido de circulación tiene la misma fisonomía que la Parada 4, por tanto las características son las mismas. Deberemos eliminar los aparcamientos laterales para conseguir el andén y la anchura de 4 metros de la plataforma. Esta calle tiene una gran extensión de acera manipulable a ambos lados, teniendo en el lado opuesto el carril bici.

Parada 6

Esta parada está situada en la calle Jorge Juan.

| Parada 6 : Calle Jorge Juan | | | |
|-----------------------------|-------------------|-------------------|------------|
| Tipo de Andén | Eje de Referencia | Longitud anden(m) | Anchura(m) |
| Lateral | Izquierdo | 40 | 2 |

Tabla 6 .Características parada 6. (Fuente: Elaboración propia)

Esta calle con dos carriles por sentido de circulación tiene la misma fisonomía que la Parada 4 y 5. Deberemos eliminar también los aparcamientos laterales para realizar la plataforma y conseguir un andén de 2 metros y 40 metros, respetando una anchura de acera de 1,50 metros.

Parada 7

Esta parada está situada al final de la calle Jorge Juan, aproximándose a la Alameda de San Antón.

| Parada 7 :Calle Jorge Juan 2 | | | |
|------------------------------|-------------------|-------------------|------------|
| Tipo de Andén | Eje de Referencia | Longitud anden(m) | Anchura(m) |
| Lateral | Izquierdo | 40 | 2 |

Tabla 7. Características parada 7. (Fuente: Elaboración propia)

Es la misma calle que la parada 6 por tanto es de las mismas características, diferenciándose únicamente en que los aparcamientos en el lado del tranvía están en batería, y una acera un poco más estrecha, pero con suficiente espacio para realizar la plataforma, andén y conservar la acera.

Parada 8

Esta parada está situada en la Alameda de San Antón, a la altura del cruce con las calles de Carlos V y Asdrúbal.

| Parada 8 :Alameda de San Antón | | | |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|------------|
| Tipo de Andén | Eje de Referencia | Longitud anden(m) | Anchura(m) |
| Central | Central | 40 | 2 |

Tabla 8 .Características parada 8. (Fuente: Elaboración propia)

Debido al gran espacio que existe en la mediana, el tranvía tendrá su recorrido por el centro de la calzada con plataforma exclusiva, atravesando la mediana. La anchura a nuestra disposición es de unos 16 metros. El andén estará a la misma cota que el resto de la mediana, creando una zona peatonal alrededor del tranvía y se reducirán las jardineras laterales en ese tramo.

Parada 9

Esta parada está situada al final de la Alameda de San Antón llegando a la plaza de España.

| Parada 9 :Alameda de San Antón 2 | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|-------------------|
| Tipo de Andén | Eje de Referencia | Longitud anden(m) | Anchura(m) |
| Central | Central | 40 | 2 |

Tabla 9 .Características parada 9. (Fuente: Elaboración propia)

Esta parada será igual que la Parada 8, al ser igual que la anterior.

Parada 10

Esta parada está situada en la Calle Real a la altura de la calle Marcos Redondo.

| Parada 10 :Calle Real | | | |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------|
| Tipo de Andén | Eje de Referencia | Longitud anden(m) | Anchura(m) |
| Lateral | Izquierdo | 40 | 2 |

Tabla 10. Características parada 10. (Fuente: Elaboración propia)

Esta calle presenta en el lateral, donde se sitúa nuestro tranvía una acera de 1,5 metros, la cual no podemos eliminar, y aparcamientos en batería, al ser de un solo carril por sentido de circulación y muy transitada, no podemos compartir la misma vía para vehículos y el tranvía al mismo tiempo. Por tanto eliminaremos la mediana de 2 metros y los aparcamientos en batería de una longitud de 5 metros, dejando el espacio necesario para el andén la plataforma y mantener los dos carriles por sentido. Si fuera necesario le ganaríamos espacio a la acera opuesta de 6 metros, desplazando el carril bici de 2,5 metros.

Parada 11

Esta parada se sitúa en la Calle Real a la altura de la Calle Conducto.

| Parada 11 :Calle Real | | | |
|-----------------------|-------------------|-------------------|------------|
| Tipo de Andén | Eje de Referencia | Longitud anden(m) | Anchura(m) |
| Lateral | Izquierdo | 40 | 2 |

Tabla 11. Características parada 11. (Fuente: Elaboración propia)

Al tener las mismas características que la parada 10, se realizarán las mismas especificaciones anteriores.

Parada 12

Esta parada se sitúa en el Paseo Alfonso XII, junto a la plaza del Ayuntamiento.

| Parada 12: Paseo Alfonso XII | | | |
|------------------------------|-------------------|-------------------|------------|
| Tipo de Andén | Eje de Referencia | Longitud anden(m) | Anchura(m) |
| Lateral | Izquierdo | 40 | 2 |

Tabla 12. Características parada 12. (Fuente: Elaboración propia)

Esta calle puede presentar algún problema de circulación ya que es de un carril por sentido de circulación, pero el ser un tramo bastante corto no merece la pena aumentar tanto el coste para habilitar otro carril, por tanto el tranvía tendrá plataforma compartida con los vehículos. El andén se situará en la acera del puerto, teniendo gran espacio de maniobra.

Al tener un trazado en forma de lazo, la siguiente parada sería de nuevo la segunda. Por tanto obviamos la repetición de la parada 2, 3, 4 y 5, y por numeración lineal continuamos con la parada 13.

Parada 13

Esta parada se sitúa en Ronda ciudad de la Unión a la altura del Mandarache.

| Parada 13 :Ronda ciudad de la Unión | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|-------------------|
| Tipo de Andén | Eje de Referencia | Longitud anden(m) | Anchura(m) |
| Lateral | Izquierdo | 40 | 2 |

Tabla 13 .Características parada 13. (Fuente: Elaboración propia)

Esta calle presenta las mismas características que la parada 1, 4, 5, 6, 7,13. Tendrá plataforma compartida con dos carriles por sentido de circulación. El andén será lateral de 40 metros y 2 metros de ancho.

Parada 14

| Parada 14 :Ronda ciudad de la Unión 2 | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|-------------------|
| Tipo de Andén | Eje de Referencia | Longitud anden(m) | Anchura(m) |
| Lateral | Izquierdo | 40 | 2 |

Tabla 14 .Características parada 14. (Fuente: Elaboración propia)

Esta calle es de las mismas características que la 1, 4, 5, 6, 7,13. Por tanto se eliminaran los aparcamientos en batería del lado por donde discurre el tranvía, se dispondrá el andén de 40 metros con 2 metros de ancho, y se realizará una acera un poco más amplia en ese extremo. La plataforma será compartida de 4 metros de ancho.

Parada 15

Esta calle está situada en la calle Esparta, en las inmediaciones con Alfonso XIII.

| Parada 15 :Calle Esparta | | | |
|--------------------------|-------------------|-------------------|------------|
| Tipo de Andén | Eje de Referencia | Longitud anden(m) | Anchura(m) |
| Lateral | Izquierdo | 40 | 2 |

Tabla 15 .Características parada 15. (Fuente: Elaboración propia)

Esta calle es de las mismas características que la 1, 4, 5, 6, 7, 13,14. Por tanto se eliminarán los aparcamientos en batería del lado por donde discurre el tranvía, se dispondrá el andén de 40 metros con 2 metros de ancho, y se realizará una acera un poco más amplia en ese extremo. La plataforma será compartida y adoquinada de 4 metros de ancho.

3.1 SECCIONES TIPO

Sección tipo 1: Andén lateral, plataforma compartida

| | |
|------------------------------|---------------------------------------|
| Parada 1: Estación Autobuses | Parada 7: Jorge Juan 2 |
| Parada 4: Ángel Bruna | Parada 13: Ronda ciudad de la Unión |
| Parada 5: Alfonso X el Sabio | Parada 14: Ronda ciudad de la Unión 2 |
| Parada 6: Jorge Juan | Parada 15: Calle Esparta |

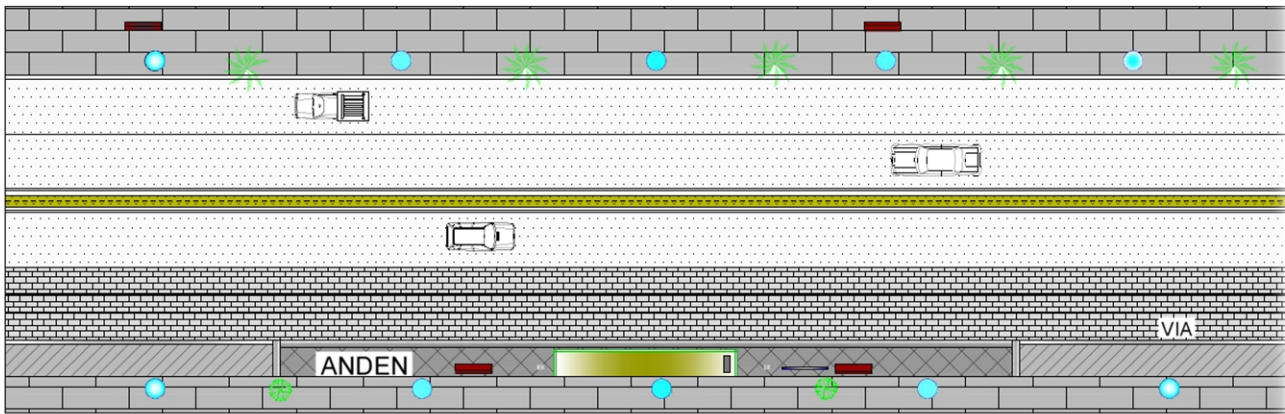


Figura 1. Sección tipo 1. (Fuente: Elaboración propia)

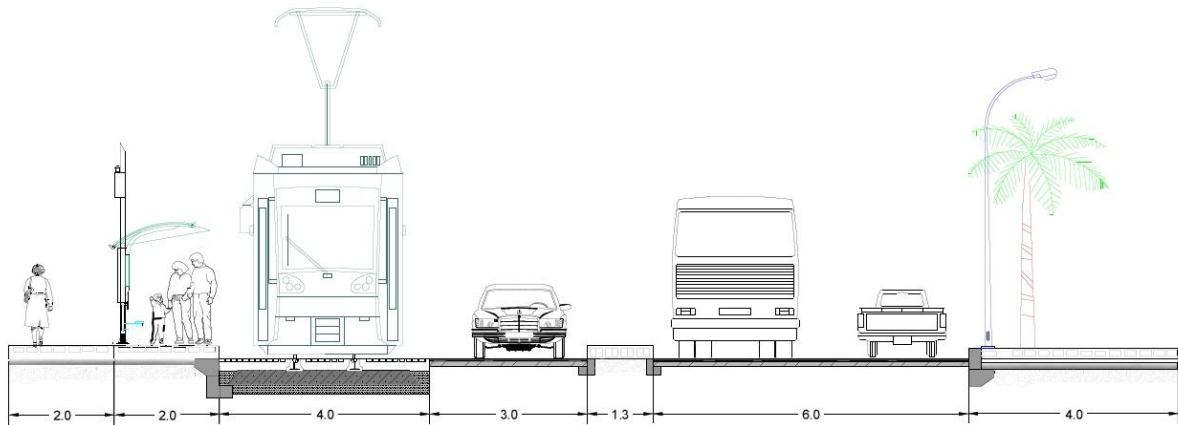


Figura 2. Sección tipo 1. (Fuente: elaboración propia autocad)

Sección tipo 2: Andén Central, calle peatonal, plataforma exclusiva

Parada 3: Calle Serreta

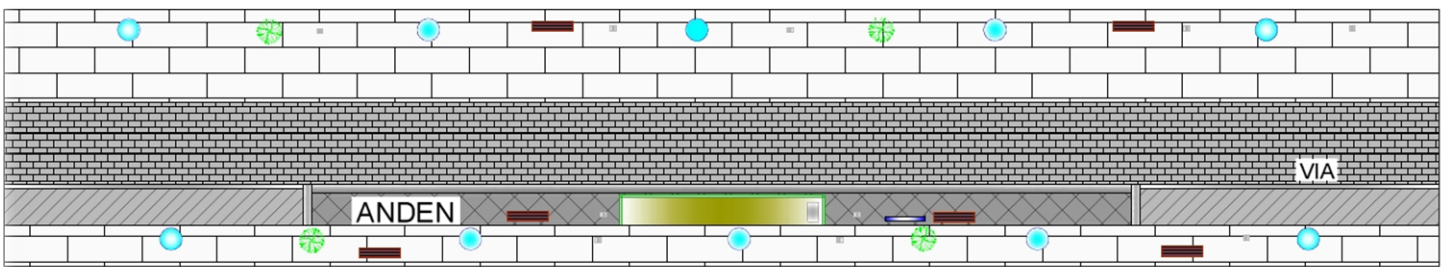


Figura 3 .Sección tipo 2. (Fuente: Elaboración propia)

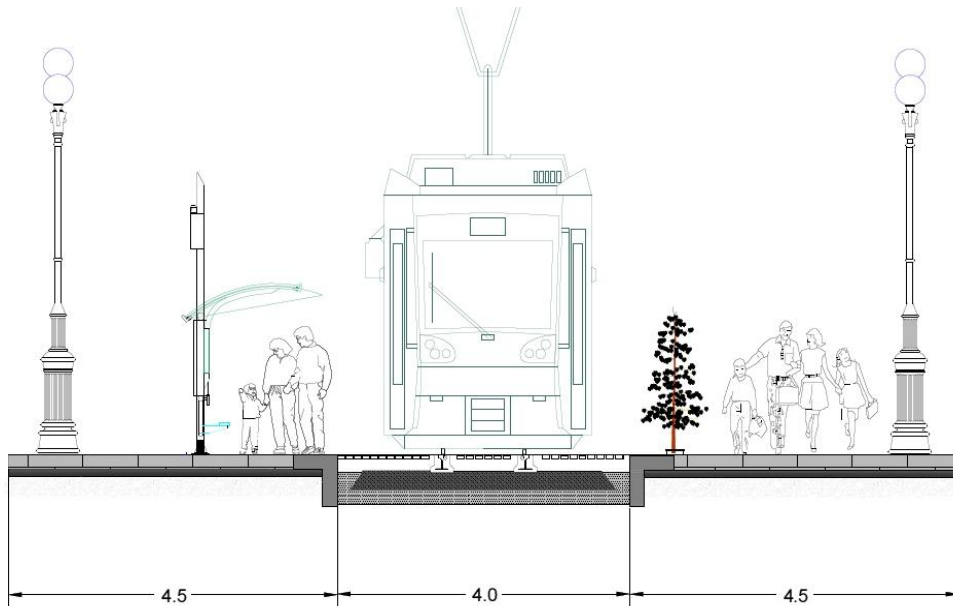


Figura 4. Sección tipo 2. (Fuente: Elaboración propia)

Sección tipo 3: Andén lateral, plataforma compartida

- Parada 2: Calle Gisbert
- Parada 10: Calle Real
- Parada 11: Calle Real 2
- Parada 12: Avenida Alfonso XII

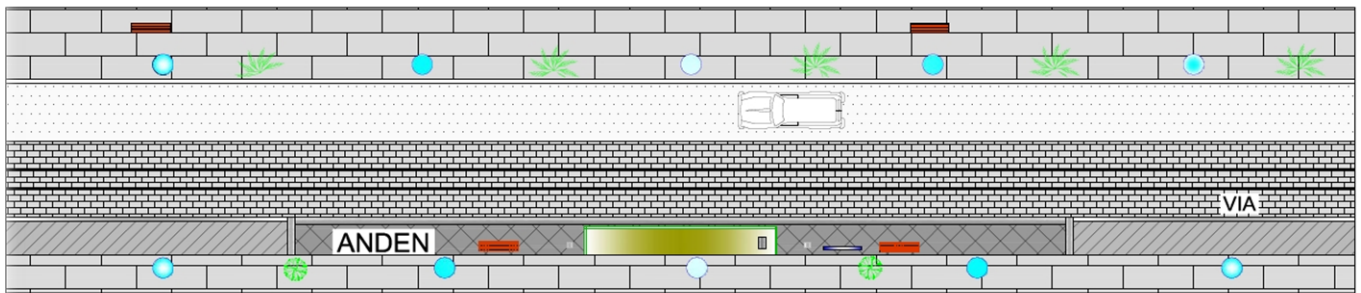


Figura 5. Sección tipo 3. (Fuente: *Elaboración propia*)

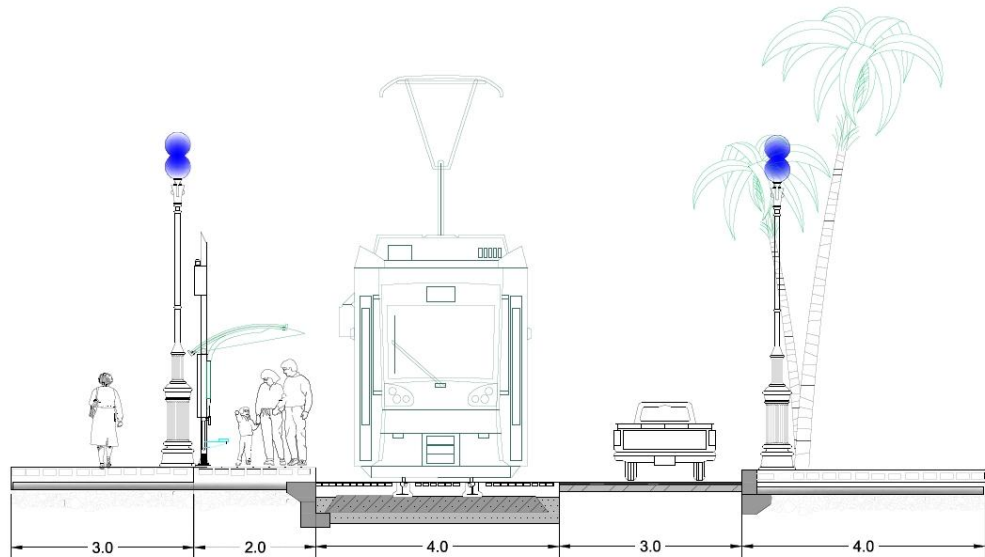


Figura 6. Sección tipo 3. (Fuente: *Elaboración propia*)

Sección tipo 4: Plataforma exclusiva

Parada 8: Alameda de San Antón
Parada 9: Alameda de San Antón 2

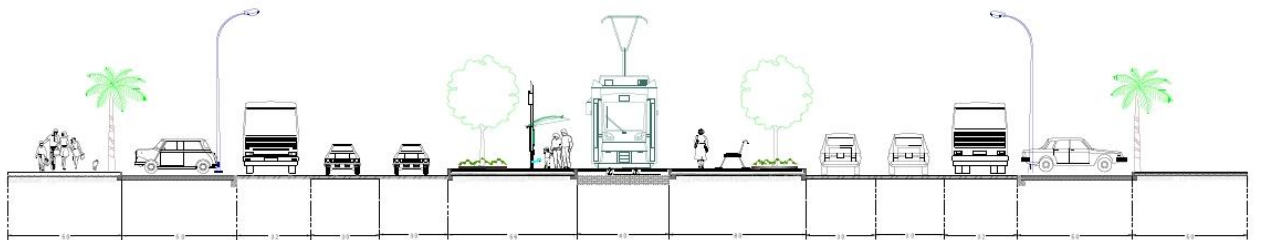


Figura 7. Sección tipo 4. (Fuente: Elaboración propia)

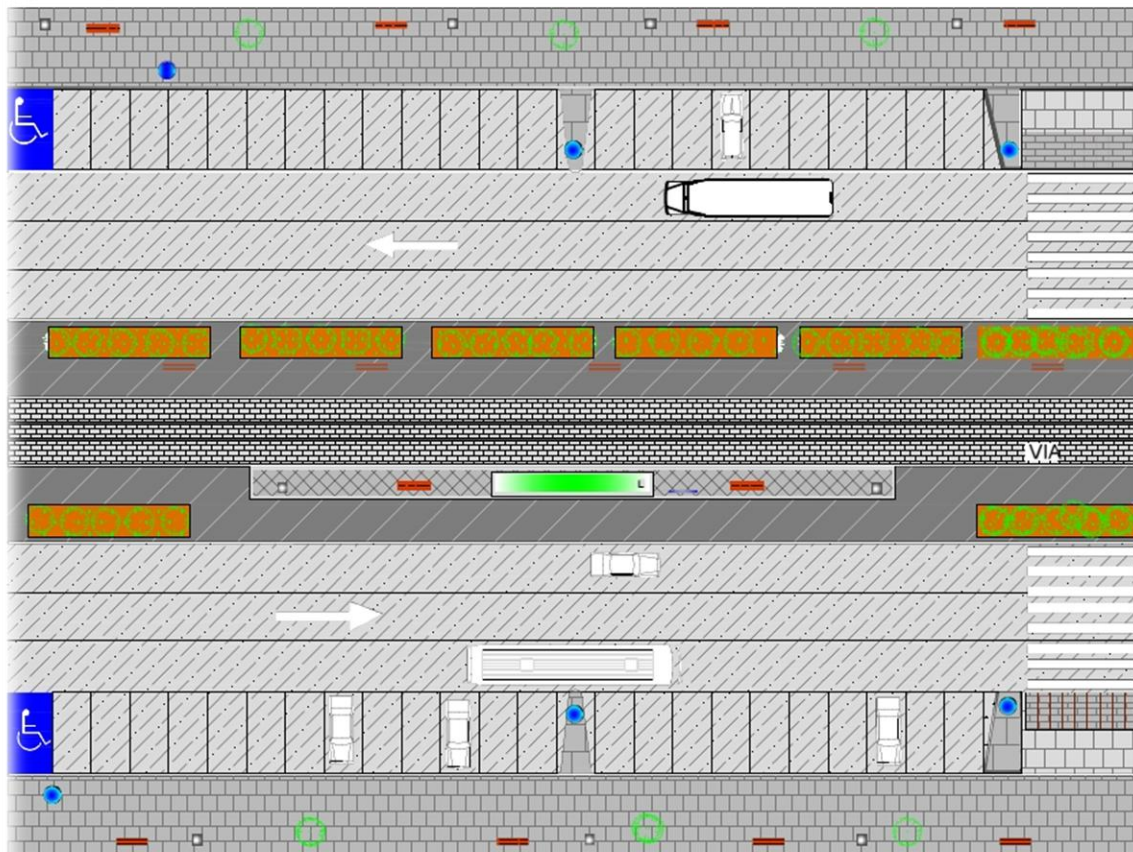


Figura 8. Sección tipo 3. (Fuente: Elaboración propia)

4. REFERENCIAS

- Planos elaborados en Autocad

Anejo 14

Análisis Funcional

INDICE

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 3 |
| 2. OBJETIVOS..... | 3 |
| 3. DATOS DE PARTIDA..... | 3 |
| 3.1. TRAZADOS, PARADAS Y SERVICIOS A IMPLANTAR | 3 |
| 3.2. MATERIAL MÓVIL CIRCULANTE | 4 |
| 4. VARIABLES DE EXPLOTACIÓN..... | 5 |
| 4.1. INTRODUCCIÓN | 5 |
| 4.2. VELOCIDAD COMERCIAL | 5 |
| 4.3. CAPACIDAD DE LA LÍNEA | 7 |
| 4.4. VEHÍCULOS POR KILÓMETRO OFRECIDOS | 9 |
| 4.5 POTENCIA DE TRANSPORTE..... | 10 |
| 5. REFERENCIAS | 12 |

1. INTRODUCCIÓN.

El estudio de la viabilidad de una red tranviaria en la ciudad de Cartagena ha dado como resultado una línea circular con forma de ocho que recorre el casco antiguo de Cartagena.

En el presente anejo se trata de marcar las pautas de funcionamiento de los servicios a implantar en la referida infraestructura y que fueron ya esbozados levemente en el anejo de alternativas.

2. OBJETIVOS

El objetivo del presente anejo es establecer las condiciones en que se realizará la explotación del servicio de la línea de tranvía en Cartagena. Estas condiciones se concretan en diversos índices y parámetros que definen la estrategia de explotación a la vez que proporcionan valiosos datos sobre:

- Velocidad Comercial
- Intervalos de explotación
- Tiempos de recorrido
- Número de unidades
- Capacidad de las líneas

Estos parámetros definen la explotación de la red.

3. DATOS DE PARTIDA.

3.1. TRAZADOS, PARADAS Y SERVICIOS A IMPLANTAR

Se cuenta con los datos de trazado en planta y alzado de los trazados definidos en el anejo 12 de presente proyecto.

Asimismo se cuenta con un prediseño de la estrategia de explotación maestra que se realizó en el anejo de Estudio de Alternativas y que, recordemos, se concretaba en los siguientes servicios:

- *Longitud de la Línea: 8300 metros*
- *Coste estimado: 55 millones de Euros*
- *Tipo Vía: Única*
- *Nº de paradas: 15*
- *Velocidad Comercial: 20 Km/h*
- *Capacidad del Vehículo: 188 pasajeros*
- *Nº Vehículos Hora: 5*
- *Capacidad Línea: 2070*
- *Intervalo : 5.45 minutos*
- *TVR: 24.9 minutos*

En cuanto a las paradas se han considerado básicamente las mismas que las definidas en dicho anejo

Estas consideraciones del trazado, paradas y los servicios básicos de explotación antes definidos son los datos de partida fundamentales.

3.2. MATERIAL MÓVIL CIRCULANTE

Tanto el dimensionamiento de la plataforma, como el de las paradas y ciertos parámetros de trazado han sido elegidos específicamente para un material rodante tipo: tranvía de 32,3 metros de longitud y 2,4 m de anchura.

La elección definitiva del material rodante se regirá por el pliego técnico de un concurso para la línea circular. A pesar de esto, en este proyecto se ha considerado como material de referencia el modelo Alstom Citadis, puesto que es el más utilizado para redes de tranvía equivalentes a la aquí propuesta; como son el caso de Murcia y Parla.

Cada unidad tiene una longitud de 3.230 milímetros, una anchura de 2.400 y una altura máxima de 3.600. El piso tiene una altura desde el suelo de 320 milímetros en las puertas y de 350 en el resto de la superficie de la unidad, y las puertas una anchura de 1.300 milímetros, las dobles y de 800, las sencillas.

El peso de la unidad vacía es de 40 toneladas y en carga de unas 56,5 toneladas con una ocupación de cuatro pasajeros por metro cuadrado. Dispone de un equipo de tracción con cuatro motores de 120 kW. La tensión de alimentación es de 750 Voltios en corriente continua.

4. VARIABLES DE EXPLOTACIÓN.

4.1. INTRODUCCIÓN

Tres son los conceptos fundamentales que se acaban definiendo en las relaciones que se expondrán a continuación:

- a) Capacidad de la línea
- b) Grado de ocupación
- c) Potencia de transporte

Son el primero y el último los relativos únicamente a la oferta, siendo el segundo consecuencia de su relación con la demanda.

4.2. VELOCIDAD COMERCIAL

Se denomina velocidad comercial en una línea de transporte a la velocidad media que tiene en cuenta los tiempos totales de parada en las estaciones y vuelta en los bucles terminales, normalmente expresada en km/h.

Si se tiene en cuenta el tiempo total de recorrido de la línea desde que sale de una cabecera hasta que vuelve a la misma, denominado tiempo de viaje redondo, expresado en minutos, se puede establecer la siguiente relación:

$$\frac{T}{60} = \frac{L}{V_c}$$

Donde:

T = Tiempo de viaje del bucle: minutos

L = Longitud total de la línea: kilómetros

V_c = Velocidad comercial: km / hora

luego:

$$T = \frac{60 L}{V_c} \quad [1]$$

Teniendo en cuenta que L es la longitud total del recorrido -ida y vuelta- y que el intervalo de tiempo entre tranvías es:

$$I = \frac{T}{N} \quad [2]$$

siendo N el número de tranvías en la línea en explotación, eliminando T entre [1] y [2], se obtiene:

$$V_c \cdot N \cdot I = L \cdot 60$$

Que para una longitud constante resulta:

$$V_c \cdot N \cdot I = cte$$

De donde se obtienen las consecuencias siguientes:

1. Para un mismo intervalo, un aumento de la velocidad comercial significa una disminución del número de tranvías en línea
2. Si permanece constante la velocidad comercial, un aumento del número de unidades hace disminuir el intervalo
3. Si el número de tranvías en la línea no varía, un aumento de la velocidad comercial implica una disminución del intervalo entre unidades

La relación entre el número de unidades en circulación, el intervalo de tiempo en que circulan y el tiempo de viaje redondo viene determinada por la igualdad:

$$N \cdot I = T$$

Es decir, en una circulación de unidades continua y a igual intervalo, se tiene para una determinada línea:

$$\text{Números de tranvía} \times \text{Intervalo} = \text{tiempo de viaje redondo}$$

La relación indicada expresa la forma en que están relacionadas las variables que constituyen aspectos fundamentales que inciden en el grado en que se satisface la demanda (intervalo) y en una parte importante del coste de implantación del sistema (número de unidades a disponer). Realizando tiempos de viaje lo más cortos posibles (mejorando el trazado, aumentando el porcentaje de tramos con plataforma reservada, disminuyendo las interferencias con el tráfico rodado, deteniéndose el menor tiempo posible en las paradas, mejorando las prestaciones del material móvil), es decir, aumentando la velocidad comercial, se obtiene la mejor economía y mejor atención a la demanda, como se deduce de la relación antes indicada.

4.3. CAPACIDAD DE LA LÍNEA

Antes de definir la capacidad de una línea de transporte, conviene establecer las siguientes variables:

- Número de unidades por hora:

Se entiende por unidades/hora, el número de éstas, en nuestro caso tranvías, que pasan por un punto cualquiera de la línea en una hora.

Dicha variable, U_n , puede escribirse:

$$U_n = \frac{60}{I}$$

O en virtud de [2]

$$U_n = \frac{60 \cdot N}{T}$$

Sustituyendo T, según la expresión [1]

$$U_n = \frac{N \cdot V_c}{L} \quad [3]$$

Con las definiciones expuestas y llamando c a la capacidad de un tranvía y supuesto que los mismos circulan en la línea a un mismo intervalo, la capacidad de la línea (considerando un solo tranvía, es decir, no acoplados) se define Ch como el número de viajeros que pueden pasar por un punto de la línea en una hora (capacidad horaria).

$$Ch = c \cdot U_n$$

Sustituyendo U_n por el valor expuesto en [3] se llega a:

$$Ch = c \frac{N \cdot V_c}{L}$$

Expresión fundamental para el cálculo de la capacidad, de donde se deduce que la capacidad de una línea puede aumentarse:

- Incrementando la velocidad comercial
- Incrementando la capacidad de cada vehículo o el número de vehículos por cada unidad en circulación
- Incrementando el número de unidades

4.4. VEHÍCULOS POR KILÓMETRO OFRECIDOS

El producto de una empresa de transporte público colectivo es el número de plazas por kilómetro ofertadas, o expresado de otro modo, el número de vehículos o coches por kilómetro en servicio.

Si se reduce el análisis a una hora determinada, el número de vehículos por kilómetro ofrecido (VKO) en esa hora puede calcularse multiplicando el total de vehículos en la línea durante esa hora por el valor que expresa su velocidad comercial en Km/hora. Es decir:

$$VKO = n \cdot N \cdot Vc$$

donde n sería el número de tranvías que formarían una unidad de circulación. Las plazas por kilómetro ofertadas (PKO) en esa hora, serían por tanto:

$$PKO = VKO \cdot c = n \cdot N \cdot Vc \cdot c$$

Si se quiere expresar PKO en función de T y L, sería:

$$PKO = \frac{60 \cdot L \cdot n \cdot c}{I}$$

Si se realizaran en una hora determinada v viajes en la línea, las plazas por kilómetro serían:

$$PKU = v \cdot l$$

Donde l es la longitud media en km recorrida por el viajero.

Entonces el coeficiente de utilización de la línea vendría definido por:

$$r = \frac{PKU}{PKO}$$

Que expresaría la utilidad de la línea.

4.5 POTENCIA DE TRANPORTE

Se denomina como potencia de transporte de una línea (PT), al producto de la capacidad horaria, Ch, por la velocidad comercial:

$$Ch = \frac{N \cdot n \cdot c \cdot Vc}{L}$$

Luego:

$$PT = \frac{N \cdot n \cdot c}{L} \cdot Vc^2$$

Sustituyendo por las variables expresadas anteriormente:

$$PT = \frac{PKO}{\frac{T}{60}}$$

Lo que define también la potencia de transporte de una línea como el cociente de las plazas por kilómetro ofertadas, viajeros por kilómetro en potencia y el tiempo total de recorrido, viaje redondo, en horas.

La dimensión de la potencia de transporte queda aclarada de esta forma:

$$Pt = \frac{\text{Viajeros}}{\text{Hora}} \cdot \frac{\text{Kilometro}}{\text{Hora}} = \frac{\text{Viajeros} \cdot \text{Kilómetro}}{\text{Hora}^2}$$

Similar a la fórmula hidrodinámica

$$\text{Potencia} = \text{caudal} \cdot \text{velocidad}$$

Se debe de tener en cuenta que la potencia de transporte está referida, funcionalmente, al caso en que fuesen utilizadas todas las plazas kilómetro ofrecidas, es decir, trabajando al completo la línea.

La potencia de transporte realmente utilizada sería:

$$Pt_u = \frac{PKU}{T/60}$$

Con lo que:

$$\frac{Pt_u}{Pt} = \frac{PKU}{PKO} = r$$

En nuestro caso todos estos conceptos se calculan a continuación suponiendo capacidad de cada unidad de 188 personas. Para cada frecuencia entre tranvías se proporcionan a continuación los parámetros explicados:

| Frecuencia (min) | Nº de Unidades Tiempo Recorrido :24 min y 54 seg | Capacidad Nºviaj/hora/sentido | PKO Veh x hora | PT |
|---------------------|--|----------------------------------|-------------------|--------------|
| 3 | 9 | 4077,10843 | 31208 | 75200 |
| 5 | 5 | 2265,06024 | 18724,8 | 45120 |
| 7,5 | 4 | 1812,04819 | 12483,2 | 30080 |
| 10 | 3 | 1359,03614 | 9362,4 | 22560 |
| 15 | 2 | 906,024096 | 6241,6 | 15040 |
| 20 | 2 | 906,024096 | 4681,2 | 11280 |
| 25 | 1 | 453,012048 | 3744,96 | 9024 |

Tabla 1. Resultados (Fuente: Elaboración propia)

Estos datos obtenidos nos permiten decidir el intervalo necesario entre circulaciones para cada momento del día, y por tanto el número de vehículos necesarios.

Para el caso de hora punta vimos en el estudio de alternativas que el tramo con mayor demanda en hora punta para la alternativa tres era de 2070 , por lo que en hora punta, para satisfacer esa demanda es necesario un intervalo de 5 minutos y un total de 5 vehículos.

Este dato de demanda fue obtenido para un porcentaje del 30 % para uso de la nueva infraestructura. Si consideramos que ese porcentaje no se alcanza hasta los 5 años de la puesta en servicio, considerando para estos una utilización de la mitad, más adecuada para la puesta en marcha de una infraestructura, obtenemos una demanda de 1035 viajes en hora punta, que sería satisfecha de manera eficiente con 3 vehículos por sentido y frecuencias de 10 minutos. Incluso, ajustándonos mucho se podría trabajar con 2 tranvías y frecuencias de 15 minutos.

De tal manera queda el número máximo de vehículos necesarios para el inicio de explotación debe ser de 3, con previsión de ampliación de 2 vehículos más.

El dimensionamiento de las cocheras se realizará por tanto para un total de 6 vehículos.

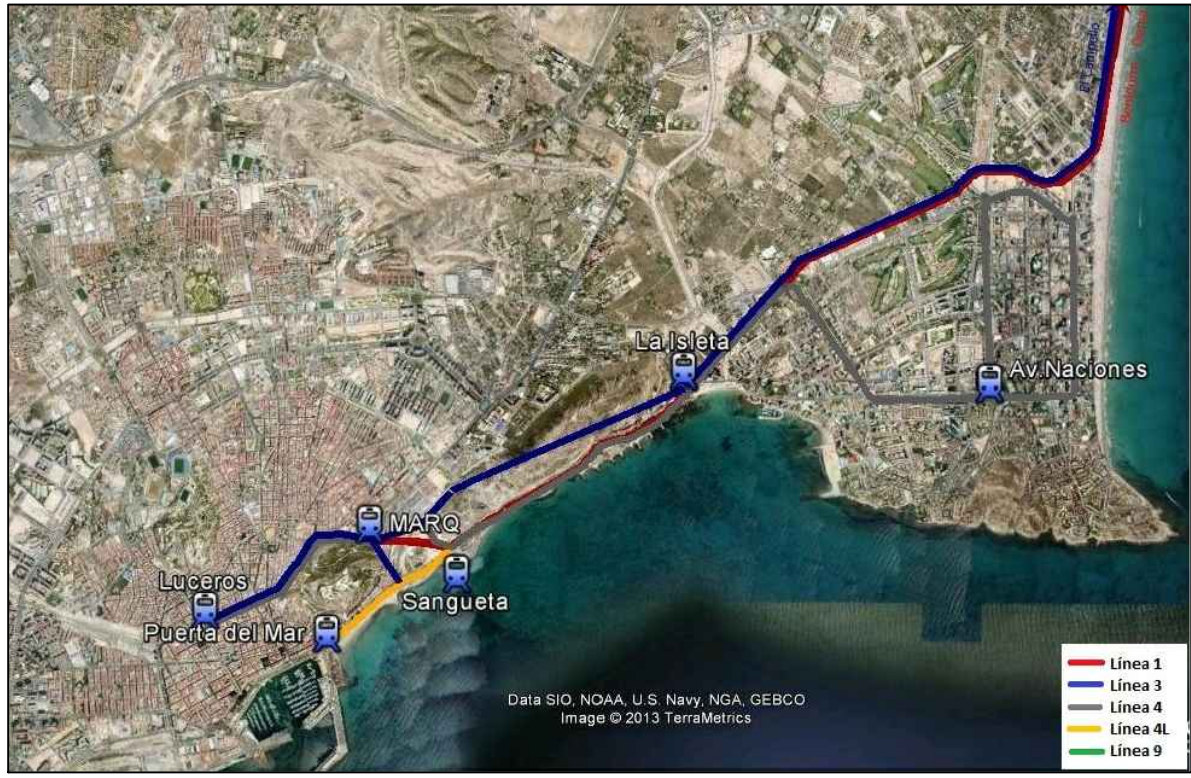
5. REFERENCIAS

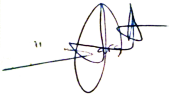
- Proyecto de construcción del tranvía de Córdoba
- Apuntes Ferrocarriles Ingeniería Civil. Pilar Jiménez Gómez

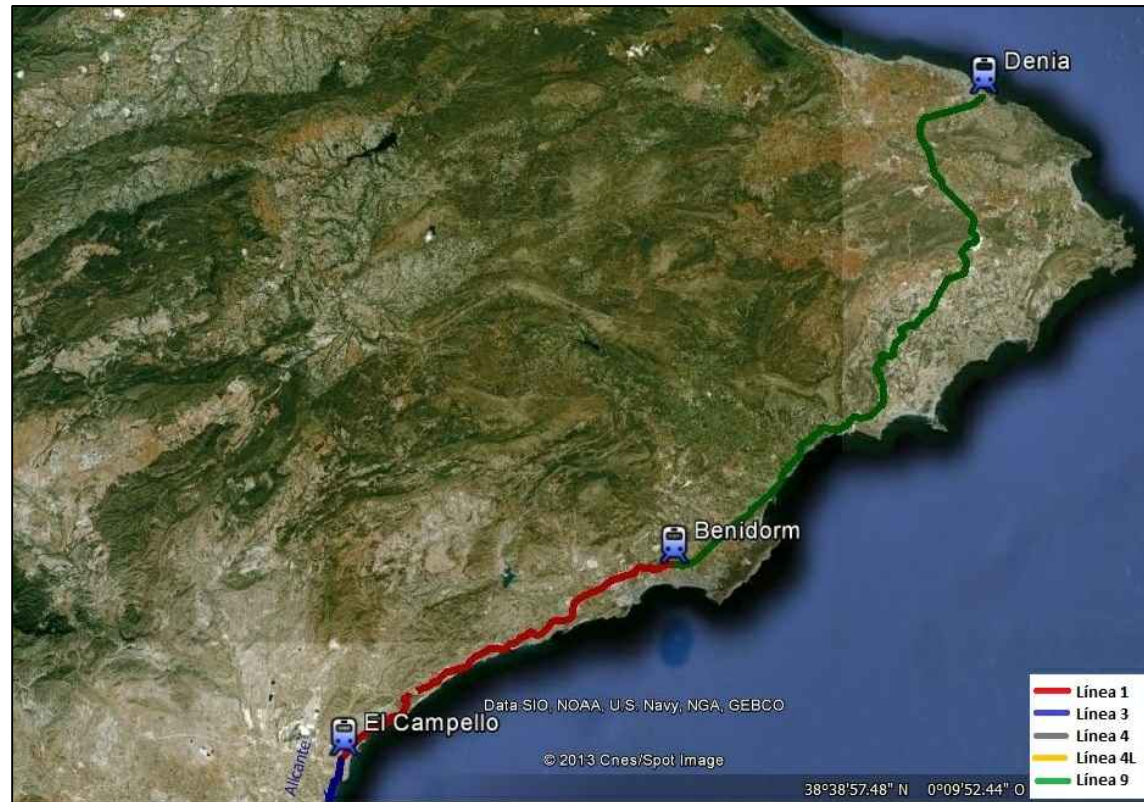
Documento N^o 2

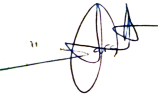
Planos

1. Planos

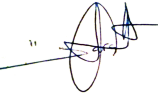


| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>Escala:</i> | Escuela de Caminos Canales y Puertos | <i>Lamina n.</i> |
|-------------------|--------------|----------------------|---|----------------|--------------------------------------|---|
| <i>Dibujado</i> | 2014 | Sara Rodriguez López |  | 1:66600 | | |
| <i>Comprobado</i> | 2014 | Pilar Jiménez Gómez | | | | Mapa del trazado de las líneas Urbanas e Interurbanas del tranvía de Alicante |
| | | | | | | <i>Curso:</i> Pasarela Civil |

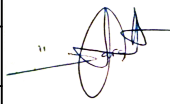


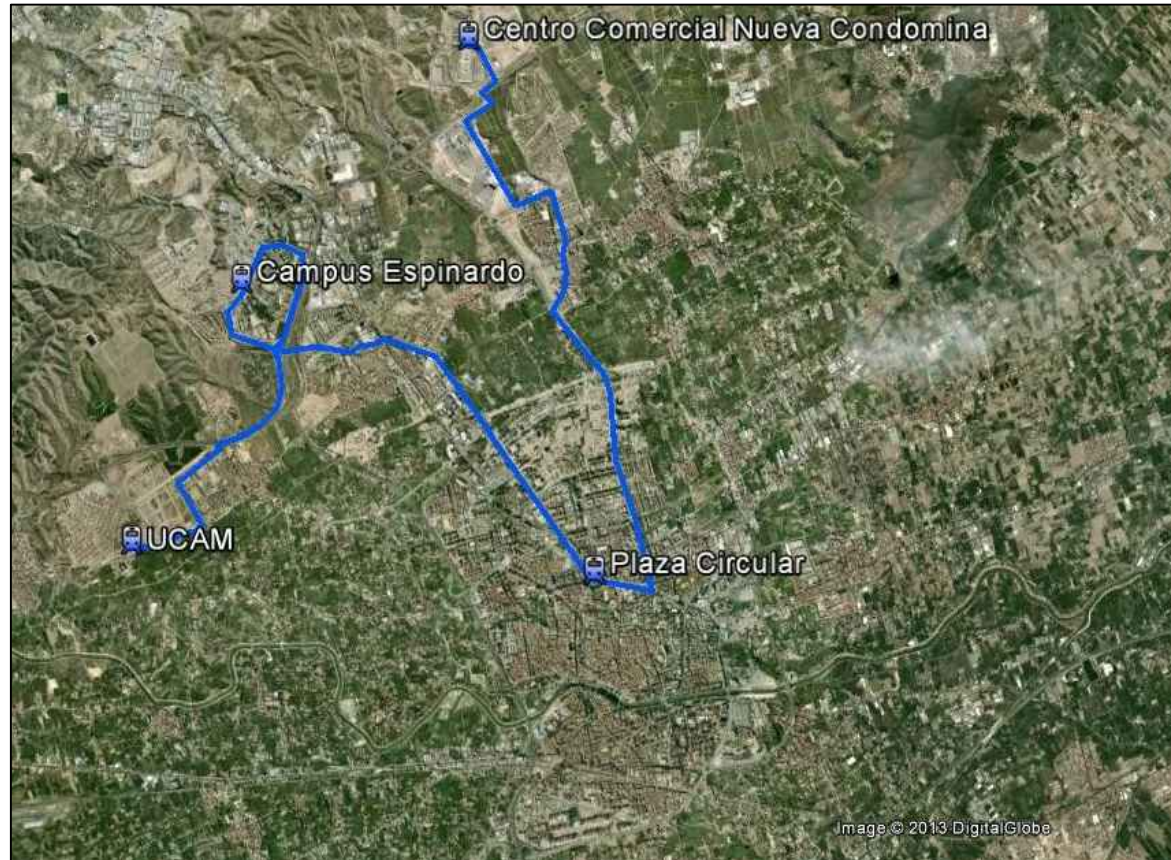
| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>Escala:</i> | Escuela de Caminos Canales y Puertos | <i>Lamina n.</i> |
|-------------------|--------------|----------------------|---|----------------|--|-----------------------|
| <i>Dibujado</i> | 2014 | Sara Rodriguez López |  | 1:553400 | Mapa del trazado del tranvía de Alicante de líneas periféricas | 02 |
| <i>Comprobado</i> | 2014 | Pilar Jiménez Gómez | | | | <i>N. Alumno:</i> 529 |
| | | | | | <i>Curso:</i> Pasarela Civil | |

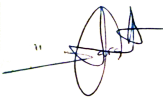


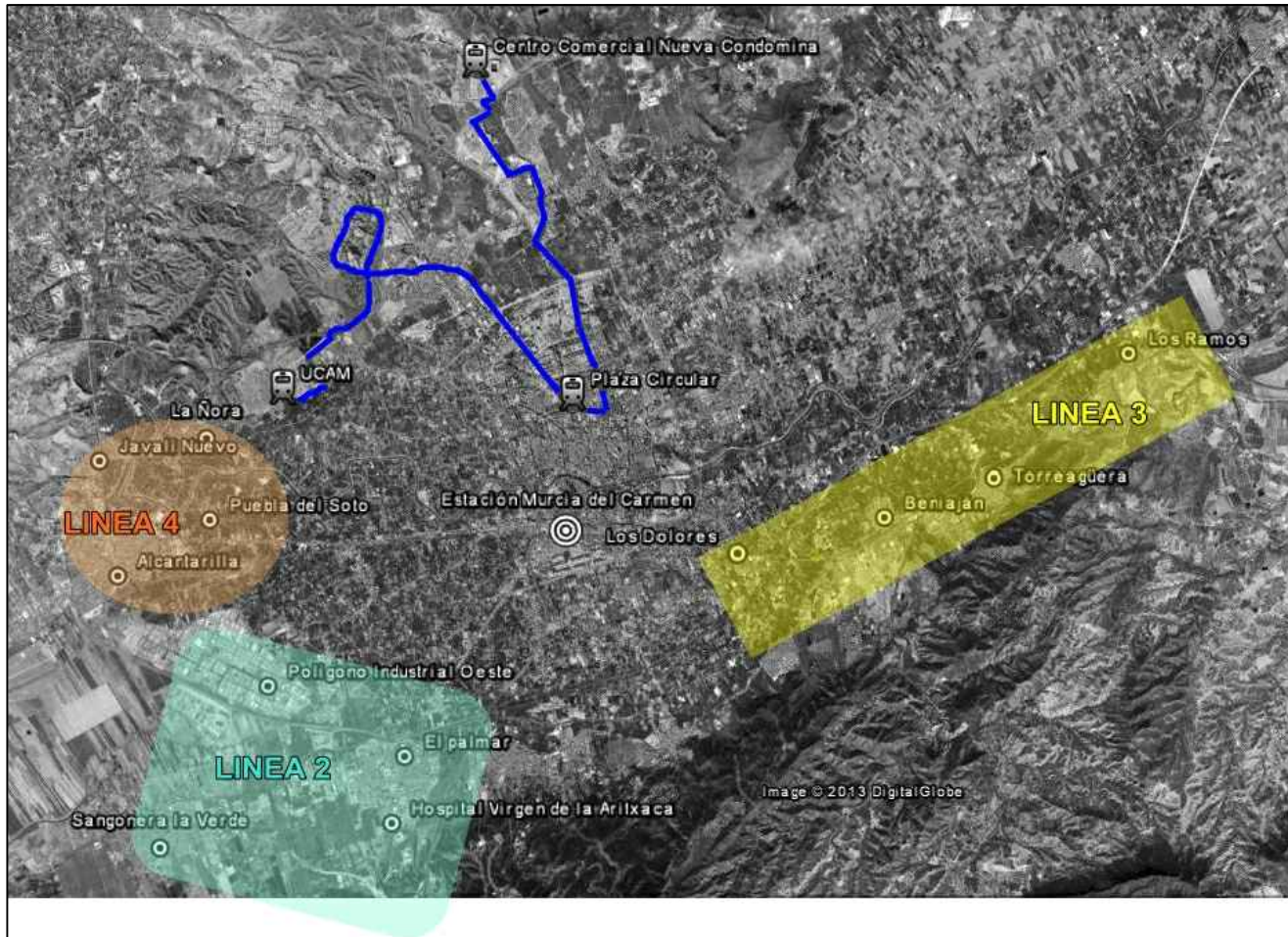
| | | | | | | | |
|-------------------|--------------|----------------------|---|----------------|--------------------------------------|--|-------------------|
| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>Escala:</i> | Escuela de Caminos Canales y Puertos | <i>Lamina n.</i> | |
| <i>Dibujado</i> | 2014 | Sara Rodriguez López |  | 1:850000 | | | 03 |
| <i>Comprobado</i> | 2014 | Pilar Jiménez Gómez | | | | Mapa de las futuras líneas del tranvía de Alicante | <i>N. Alumno:</i> |
| | | | | | | <i>Curso:</i> | Pasarela Civil |

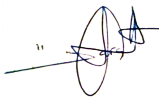


| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>Escala:</i> | Escuela de Caminos Canales y Puertos | <i>Lamina n.</i> |
|-------------------|--------------|----------------------|---|----------------|--|-----------------------|
| <i>Dibujado</i> | 2014 | Sara Rodríguez López |  | 1:36100 | Mapa del trazado del tranvía de Bilbao | 04 |
| <i>Comprobado</i> | 2014 | Pilar Jiménez Gómez | | | | <i>N. Alumno:</i> 529 |
| | | | | | <i>Curso:</i> Pasarela Civil | |

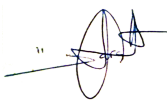


| | | | | | | |
|-------------------|--------------|----------------------|---|----------------|--|------------------------------|
| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>Escala:</i> | Escuela de Caminos Canales y Puertos | <i>Lamina n.</i> 05 |
| <i>Dibujado</i> | 2014 | Sara Rodriguez López |  | 1:80000 | Mapa del trazado del tranvía de Murcia | <i>N. Alumno:</i> 529 |
| <i>Comprobado</i> | 2014 | Pilar Jiménez Gómez | | | | <i>Curso:</i> Pasarela Civil |

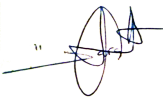


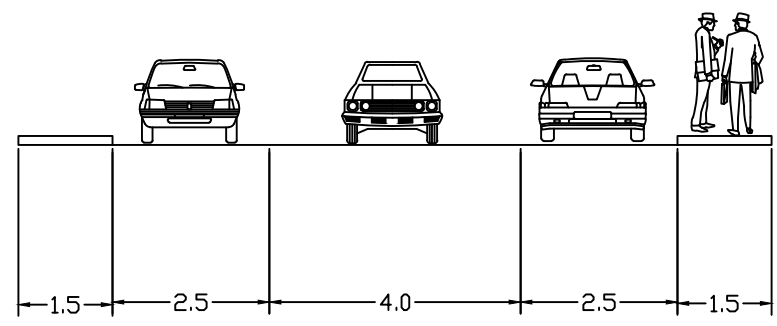
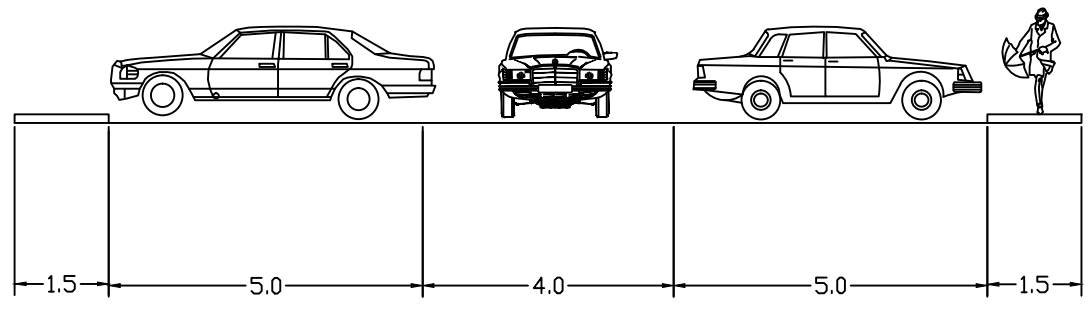
| | | | | | | |
|-------------------|--------------|----------------------|---|----------------|--|------------------------|
| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>Escala:</i> | Escuela de Caminos Canales y Puertos | <i>Lamina n.</i> 06 |
| <i>Dibujado</i> | 2014 | Sara Rodríguez López |  | 1:128000 | Mapa de las futuras ampliaciones del tranvía de Murcia | <i>N. Alumno:</i> 529 |
| <i>Comprobado</i> | 2014 | Pilar Jiménez Gómez | | | <i>Curso:</i> Pasarela Civil | |

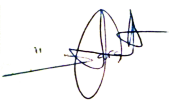


| | | | | | | |
|-------------------|--------------|----------------------|---|----------------|---------------------------------------|------------------------------|
| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>Escala:</i> | Escuela de Caminos Canales y Puertos | <i>Lamina n.</i> |
| <i>Dibujado</i> | 2014 | Sara Rodríguez López |  | 1:29800 | Mapa del trazado del tranvía de Parla | 07 |
| <i>Comprobado</i> | 2014 | Pilar Jiménez Gómez | | | | <i>N. Alumno:</i> 529 |
| | | | | | | <i>Curso:</i> Pasarela Civil |

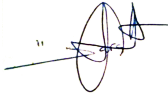


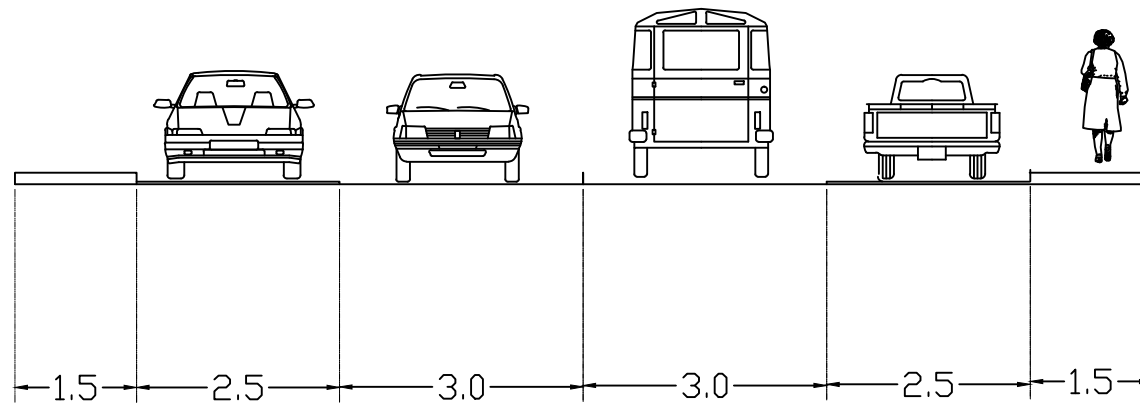
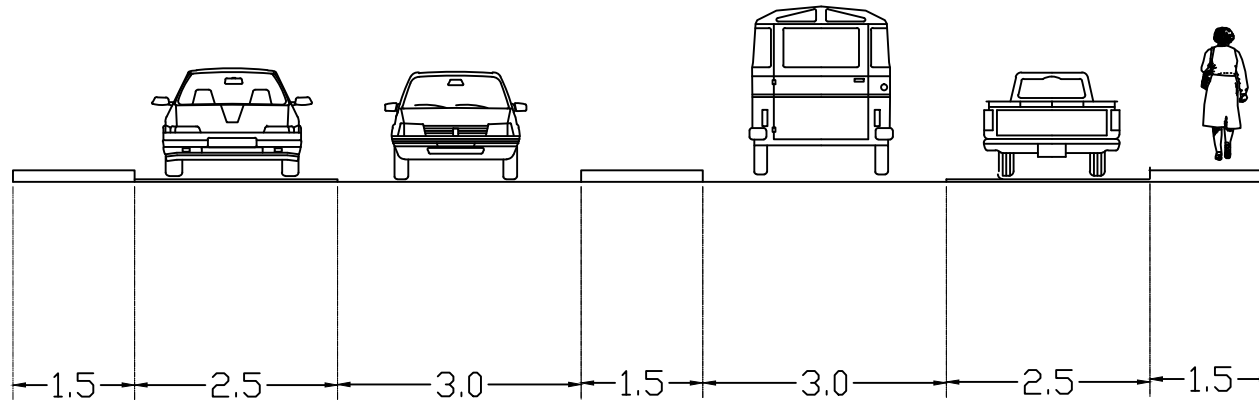
| | | | | | | |
|-------------------|--------------|----------------------|---|----------------|--|------------------------------|
| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>Escala:</i> | Escuela de Caminos Canales y Puertos | <i>Lamina n.</i> 08 |
| <i>Dibujado</i> | 2014 | Sara Rodriguez López |  | 1:22000 | Categoría 1 | <i>N. Alumno:</i> 529 |
| <i>Comprobado</i> | 2014 | Pilar Jiménez Gómez | | | Un carril, sin mediana y/o aparcamientos y/o acera | <i>Curso:</i> Pasarela Civil |



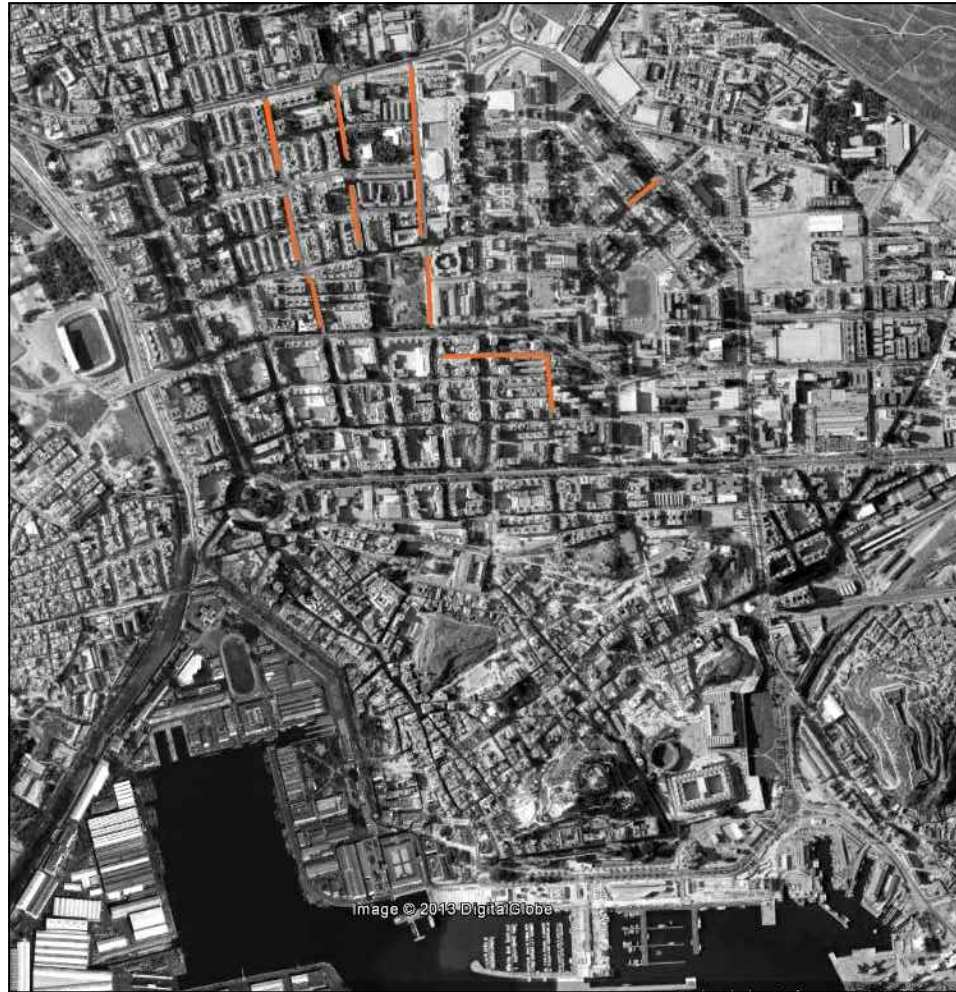
| | | | | | | | |
|-------------------|--------------|----------------------|---|----------------|--------------------------------------|------------------------------------|-------------------|
| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>Escala:</i> | Escuela de Caminos Canales y Puertos | <i>Lamina n.</i> | |
| <i>Dibujado</i> | 2014 | Sara Rodriguez López |  | 1:130 | | | 09 |
| <i>Comprobado</i> | 2014 | Pilar Jiménez Gómez | | | | Vistas en alzado de la categoría 1 | <i>N. Alumno:</i> |
| | | | | | | <i>Curso:</i> | Pasarela Civil |

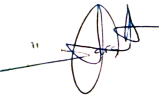


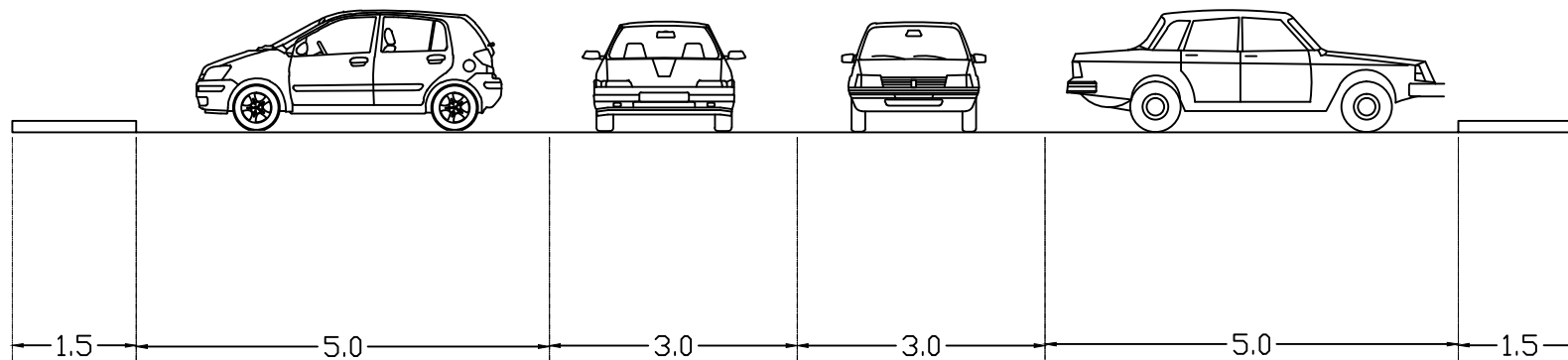
| | | | | | | |
|-------------------|--------------|----------------------|---|----------------|--------------------------------------|------------------------------|
| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>Escala:</i> | Escuela de Caminos Canales y Puertos | <i>Lamina n.</i> 10 |
| <i>Dibujado</i> | 2014 | Sara Rodriguez López |  | 1:22000 | Categoría 2 | <i>N. Alumno:</i> 529 |
| <i>Comprobado</i> | 2014 | Pilar Jiménez Gómez | | | Calles peatonales | <i>Curso:</i> Pasarela Civil |

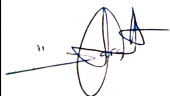


| | | | | | | |
|-------------------|--------------|----------------------|---------------|----------------|--------------------------------------|------------------------------|
| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>Escala:</i> | Escuela de Caminos Canales y Puertos | <i>Lamina n.</i> 12 |
| <i>Dibujado</i> | 2014 | Sara Rodríguez López | | 1:100 | Vistas en alzado de la categoría 3 | <i>N. Alumno:</i> 529 |
| <i>Comprobado</i> | 2014 | Pilar Jiménez Gómez | | | | <i>Curso:</i> Pasarela Civil |



| | | | | | | |
|-------------------|--------------|----------------------|---|----------------|---|------------------------------|
| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>Escala:</i> | Escuela de Caminos Canales y Puertos | <i>Lamina n.</i> |
| <i>Dibujado</i> | 2014 | Sara Rodríguez López |  | 1:22000 | Categoría 4 | <i>N. Alumno:</i> 529 |
| <i>Comprobado</i> | 2014 | Pilar Jiménez Gómez | | | Dos carriles por sentido de circulación | <i>Curso:</i> Pasarela Civil |



| | | | | | | |
|-------------------|--------------|----------------------|---|----------------|--------------------------------------|------------------------------|
| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>Escala:</i> | Escuela de Caminos Canales y Puertos | <i>Lamina n.</i> 14 |
| <i>Dibujado</i> | 2014 | Sara Rodríguez López |  | 1:100 | Vista en alzado de la categoría 4 | <i>N. Alumno:</i> 529 |
| <i>Comprobado</i> | 2014 | Pilar Jiménez Gómez | | | | <i>Curso:</i> Pasarela Civil |

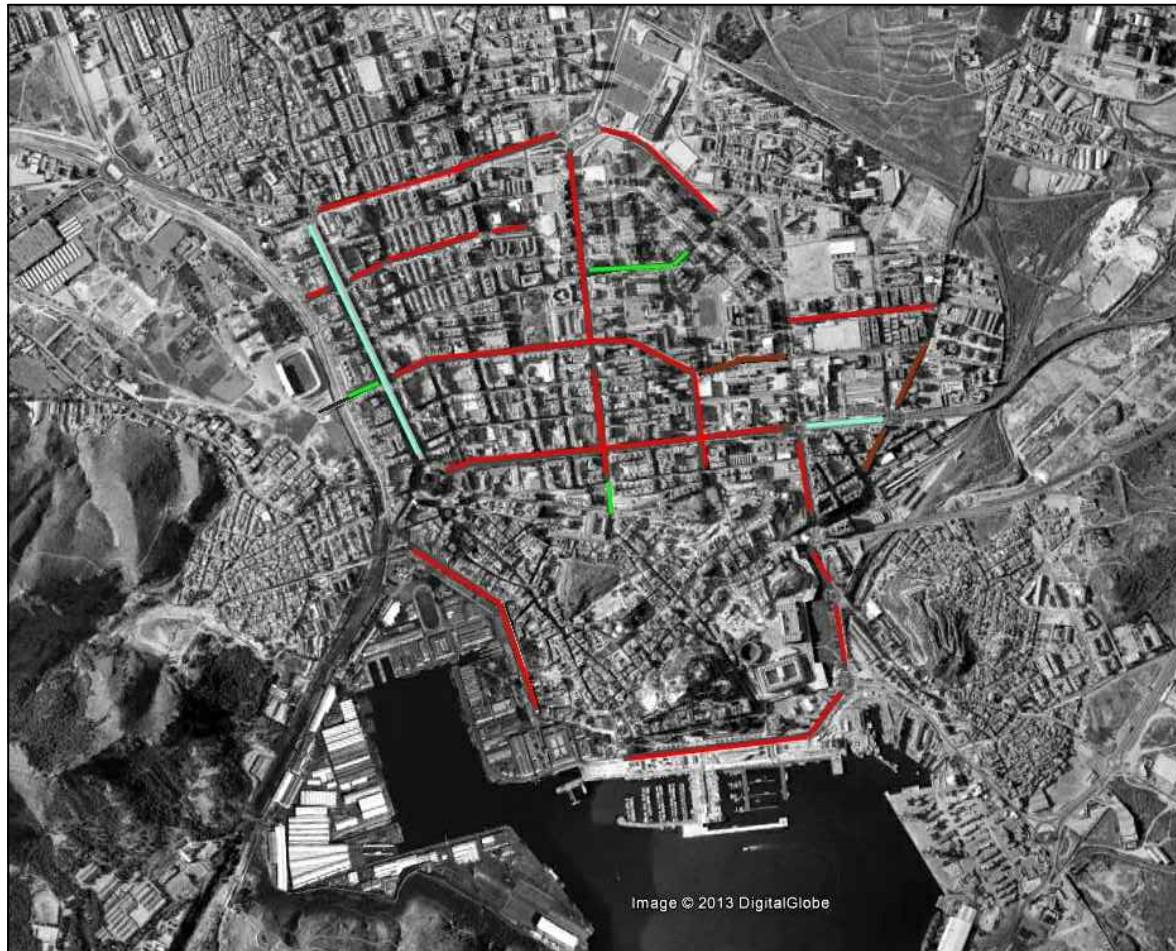
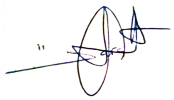
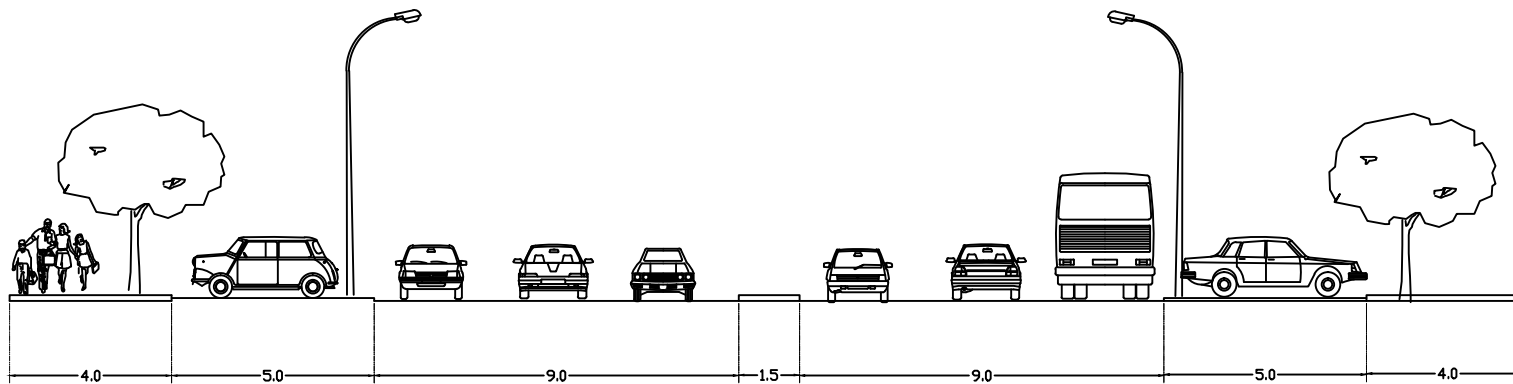
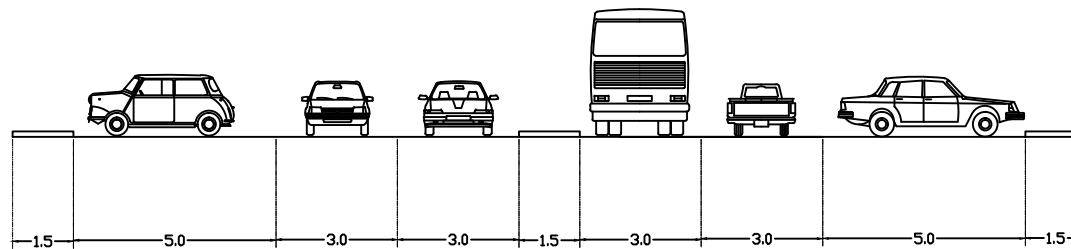
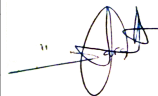
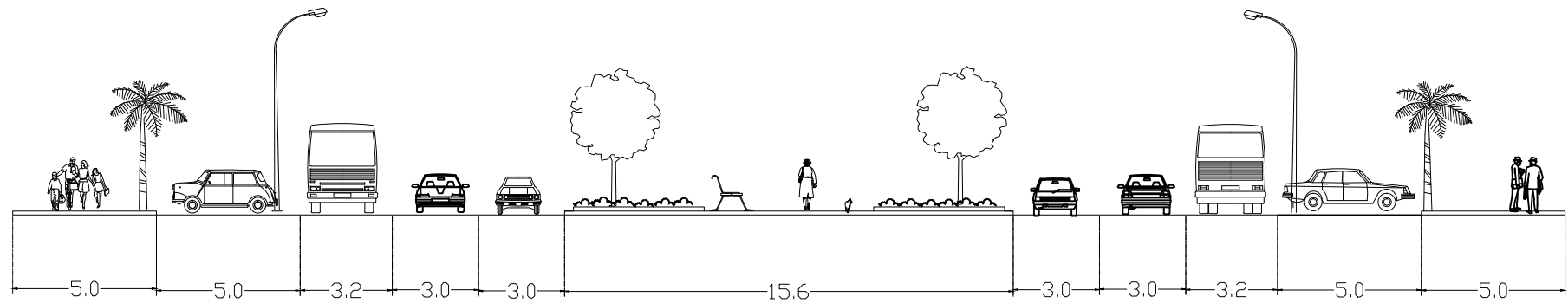


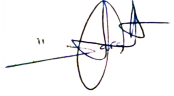
Image © 2013 DigitalGlobe

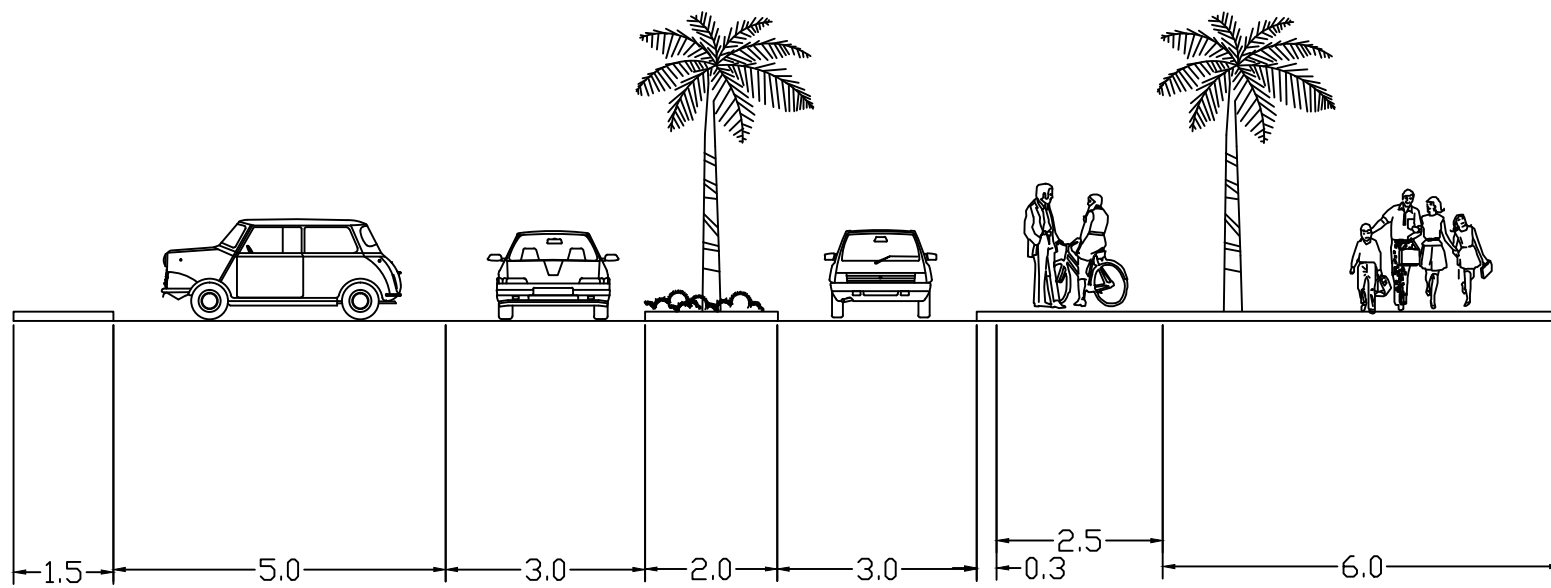
| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>Escala:</i> | Escuela de Caminos Canales y Puertos | <i>Lamina n.</i> 15 |
|-------------------|--------------|----------------------|---|----------------|---|------------------------------|
| <i>Dibujado</i> | 2014 | Sara Rodríguez López |  | 1:23300 | Categoría 5 Calles con varios carriles por sentido con/sin mediana, aceras y aparcamientos | <i>N. Alumno:</i> 529 |
| <i>Comprobado</i> | 2014 | Pilar Jiménez Gómez | | | | <i>Curso:</i> Pasarela Civil |

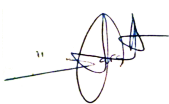


| | | | | | | |
|-------------------|--------------|----------------------|---|----------------|--------------------------------------|------------------------------|
| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>Escala:</i> | Escuela de Caminos Canales y Puertos | <i>Lamina n.</i> |
| <i>Dibujado</i> | 2014 | Sara Rodríguez López |  | 1:200 | | 16 |
| <i>Comprobado</i> | 2014 | Pilar Jiménez Gómez | | | Vista en alzado de Categoría 5 | <i>N. Alumno:</i> 529 |
| | | | | | | <i>Curso:</i> Pasarela Civil |

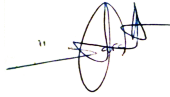


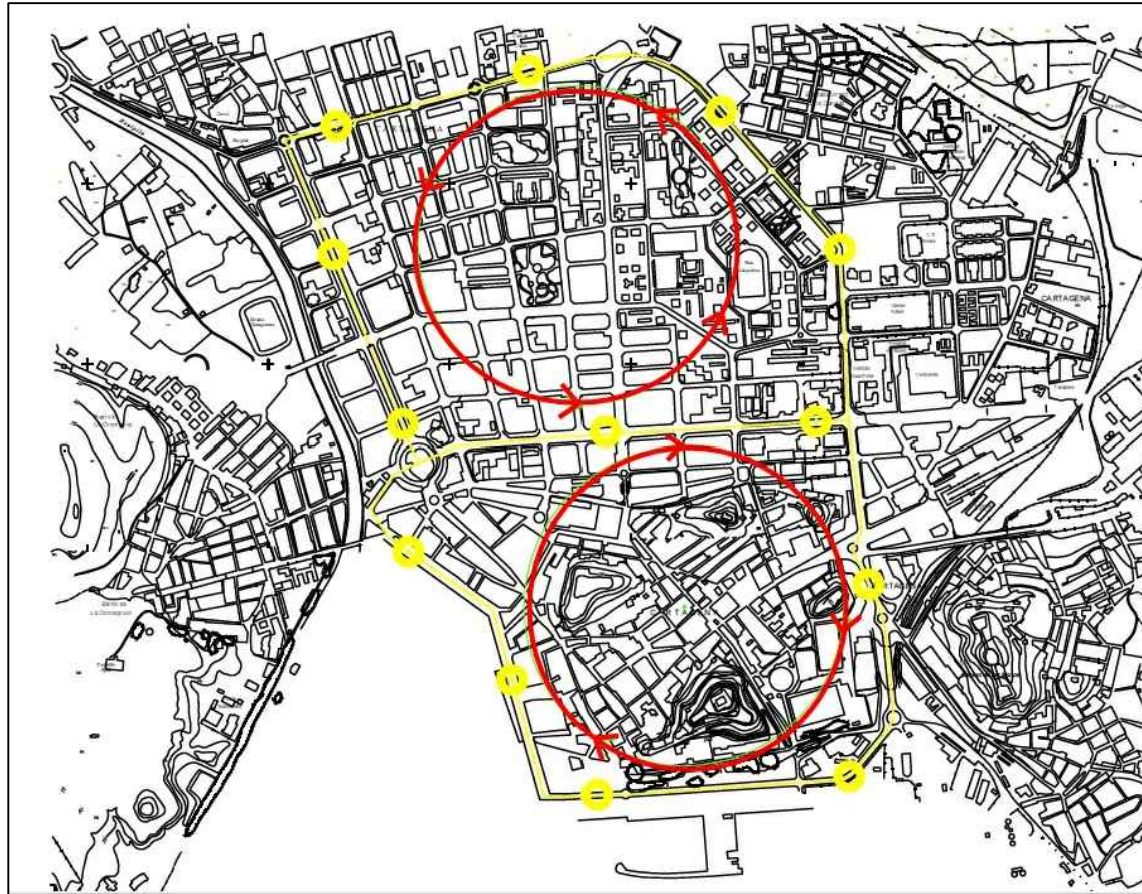
| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>Escala:</i> | Escuela de Caminos Canales y Puertos | <i>Lamina n.</i> 17 |
|-------------------|--------------|----------------------|---|----------------|--------------------------------------|------------------------------|
| <i>Dibujado</i> | 2014 | Sara Rodríguez López |  | 1:250 | Vista en alzado de la Categoría 5 | <i>N. Alumno:</i> 529 |
| <i>Comprobado</i> | 2014 | Pilar Jiménez Gómez | | | Alameda de San Antón | <i>Curso:</i> Pasarela Civil |

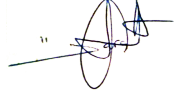


| | | | | | | |
|-------------------|--------------|----------------------|---|----------------|--------------------------------------|------------------------------|
| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>Escala:</i> | Escuela de Caminos Canales y Puertos | <i>Lamina n.</i> |
| <i>Dibujado</i> | 2014 | Sara Rodríguez López |  | 1:120 | Vista en alzado de la categoría 5 | <i>N. Alumno:</i> 529 |
| <i>Comprobado</i> | 2014 | Pilar Jiménez Gómez | | | Calle Real | <i>Curso:</i> Pasarela Civil |

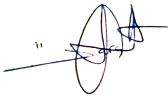


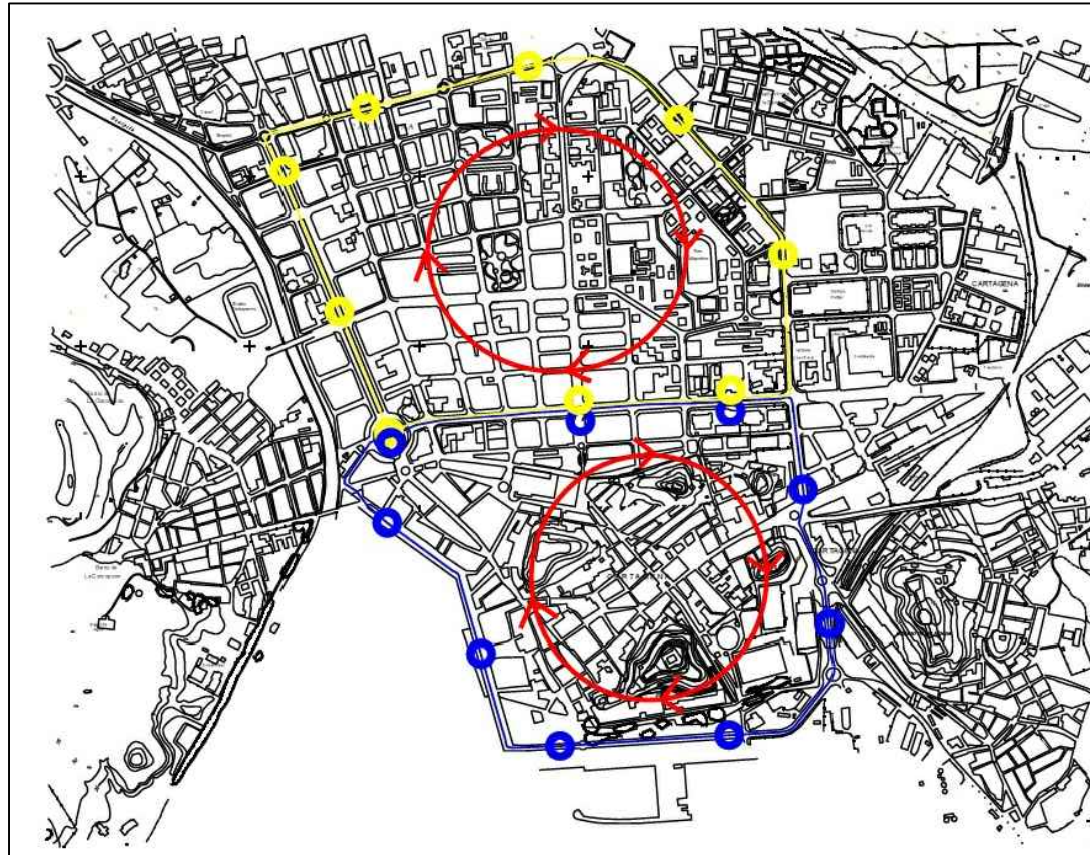
| | | | | | | |
|-------------------|--------------|----------------------|---|----------------|--------------------------------------|------------------------------|
| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>Escala:</i> | Escuela de Caminos Canales y Puertos | <i>Lamina n.</i> 19 |
| <i>Dibujado</i> | 2014 | Sara Rodríguez López |  | 1:25600 | Área de influencia Alternativa 1 | <i>N. Alumno:</i> 529 |
| <i>Comprobado</i> | 2014 | Pilar Jiménez Gómez | | | | <i>Curso:</i> Pasarela Civil |

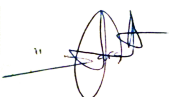


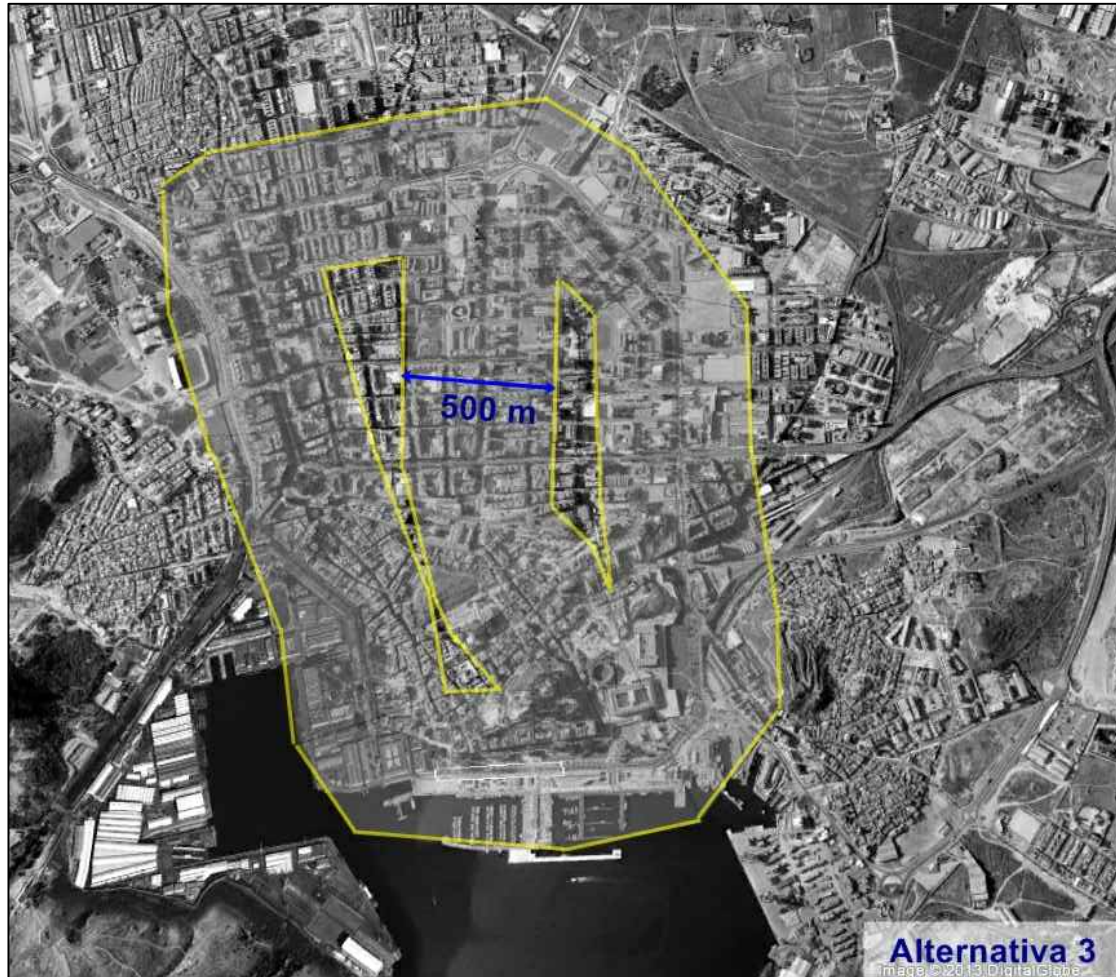
| | | | | | | |
|-------------------|--------------|----------------------|---|----------------|--|------------------------------|
| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>Escala:</i> | Escuela de Caminos Canales y Puertos | <i>Lamina n.</i> 20 |
| <i>Dibujado</i> | 2014 | Sara Rodríguez López |  | 1:22000 | Trazado, paradas y sentido de la Alternativa 1 | <i>N. Alumno:</i> 529 |
| <i>Comprobado</i> | 2014 | Pilar Jiménez Gómez | | | | <i>Curso:</i> Pasarela Civil |




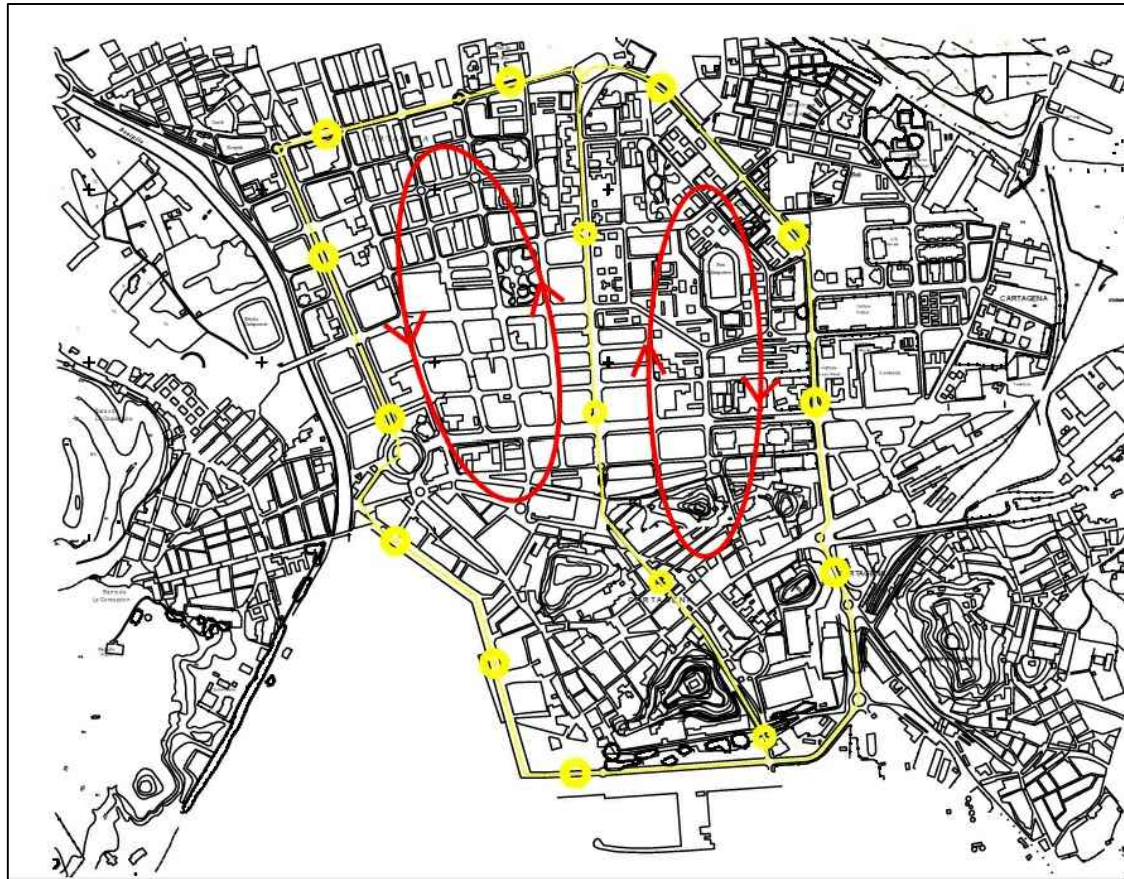
| | | | | | | |
|-------------------|--------------|----------------------|---|----------------|--|------------------------------|
| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>Escala:</i> | Escuela de Caminos Canales y Puertos | <i>Lamina n.</i> 21 |
| <i>Dibujado</i> | 2014 | Sara Rodríguez López |  | 1:25600 | Área de influencia de la Alternativa 2 | <i>N. Alumno:</i> 529 |
| <i>Comprobado</i> | 2014 | Pilar Jiménez Gómez | | | | <i>Curso:</i> Pasarela Civil |

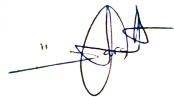


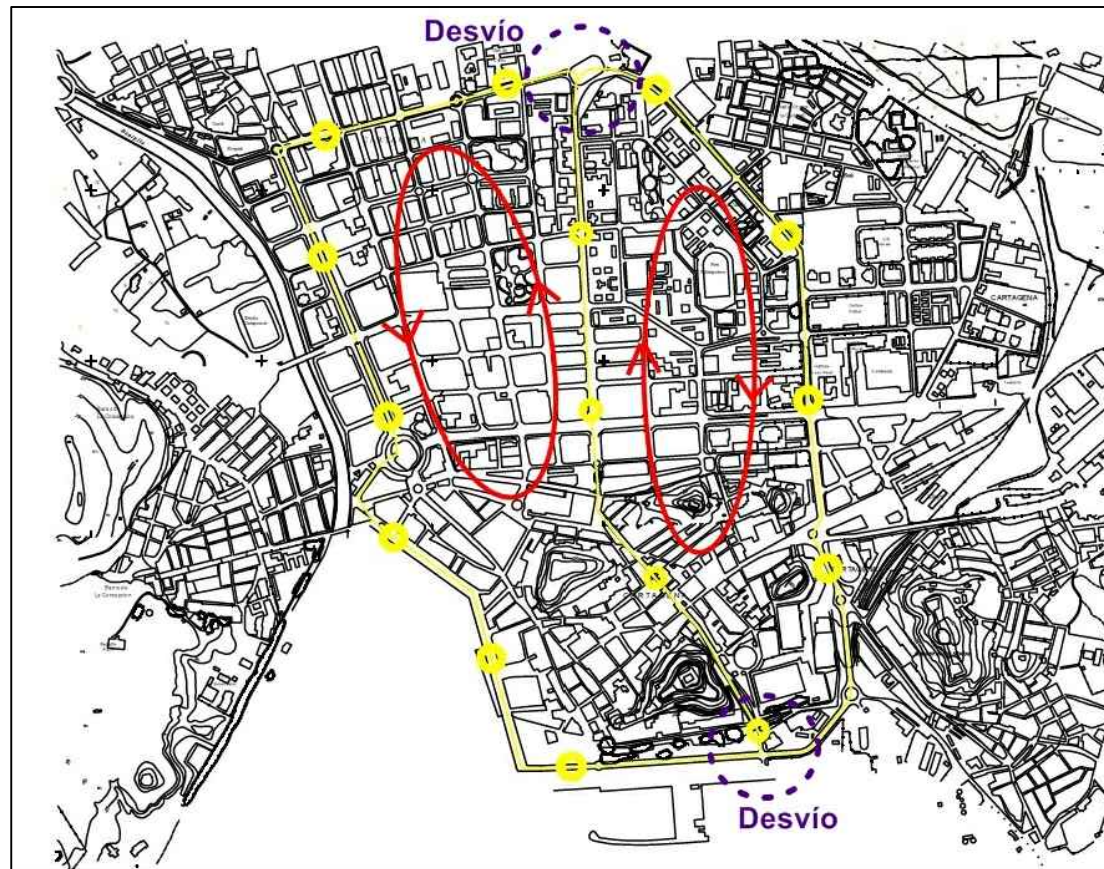
| | | | | | | |
|-------------------|--------------|----------------------|---|----------------|---|------------------------------|
| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>Escala:</i> | Escuela de Caminos Canales y Puertos | <i>Lamina n.</i> 22 |
| <i>Dibujado</i> | 2014 | Sara Rodríguez López |  | 1:22000 | Trazado,paradas y sentido de la Alternativa 2 | <i>N. Alumno:</i> 529 |
| <i>Comprobado</i> | 2014 | Pilar Jiménez Gómez | | | | <i>Curso:</i> Pasarela Civil |

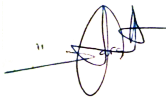


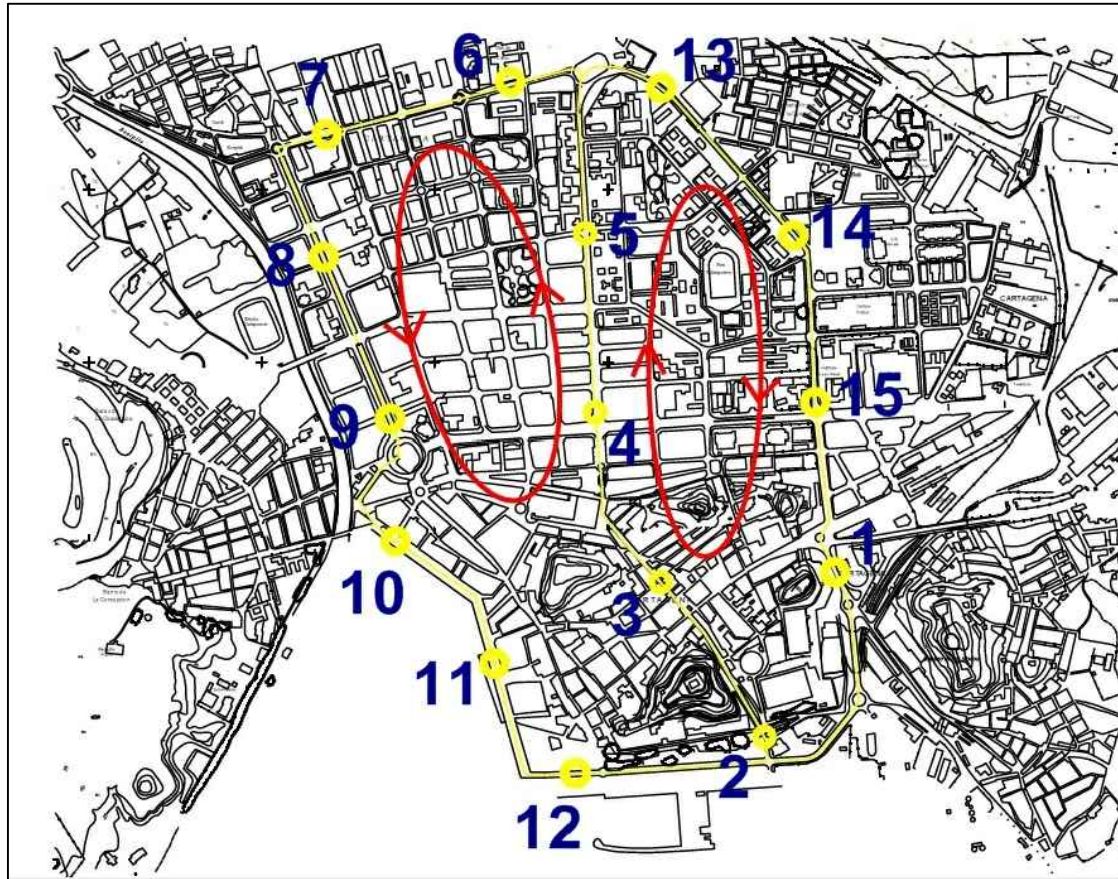
| | | | | | | |
|-------------------|--------------|----------------------|---|----------------|--|------------------------------|
| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>Escala:</i> | Escuela de Caminos Canales y Puertos | <i>Lamina n.</i> 23 |
| <i>Dibujado</i> | 2014 | Sara Rodríguez López |  | 1:25600 | Área de influencia de la alternativa 3 | <i>N. Alumno:</i> 529 |
| <i>Comprobado</i> | 2014 | Pilar Jiménez Gómez | | | | <i>Curso:</i> Pasarela Civil |

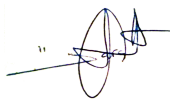


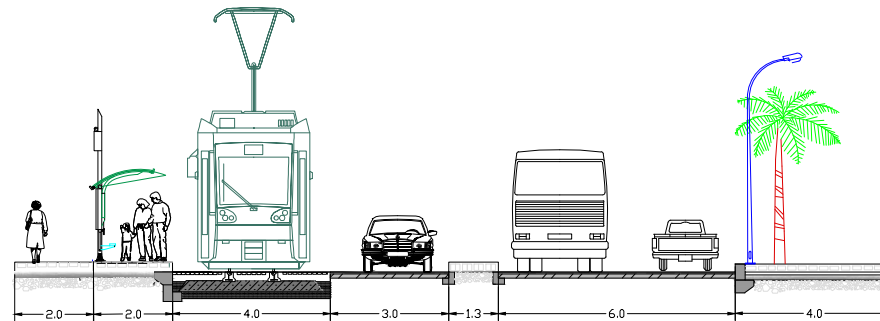
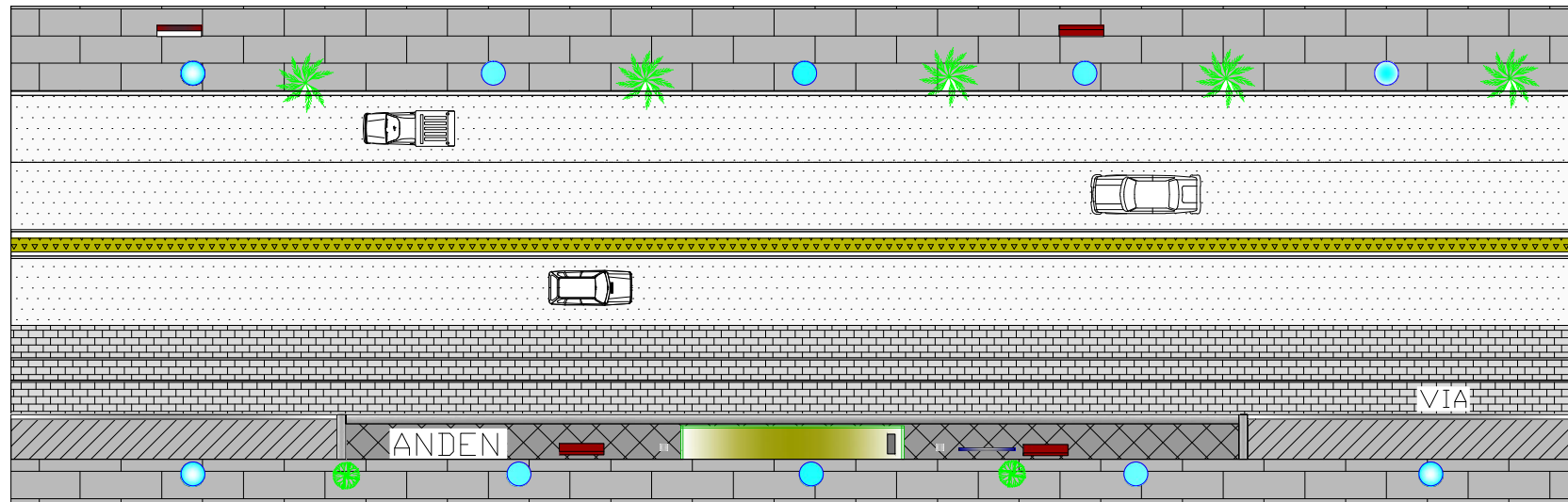
| | | | | | | |
|-------------------|--------------|----------------------|---|----------------|--|------------------------------|
| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>Escala:</i> | Escuela de Caminos Canales y Puertos | <i>Lamina n.</i> 24 |
| <i>Dibujado</i> | 2014 | Sara Rodríguez López |  | 1:22000 | | <i>N. Alumno:</i> 529 |
| <i>Comprobado</i> | 2014 | Pilar Jiménez Gómez | | | Trazado, paradas y sentido de la Alternativa 3 | <i>Curso:</i> Pasarela Civil |

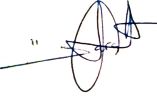


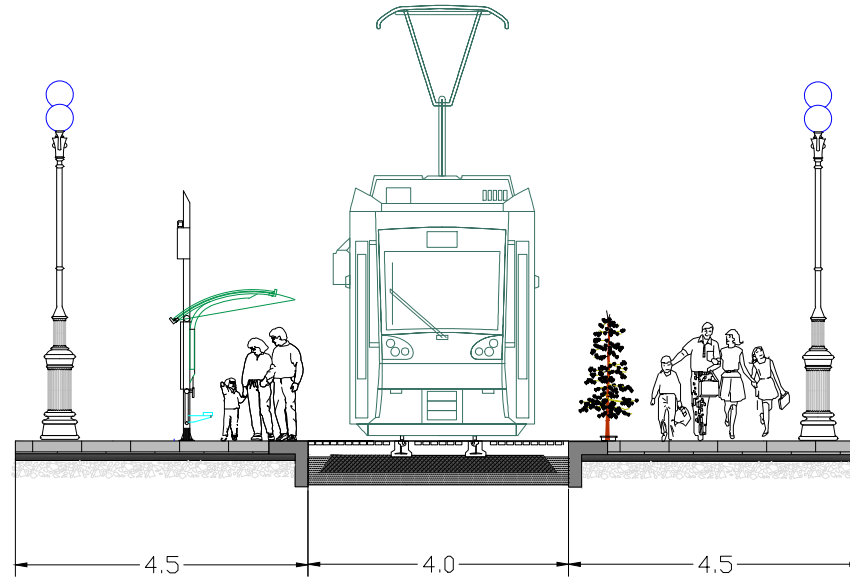
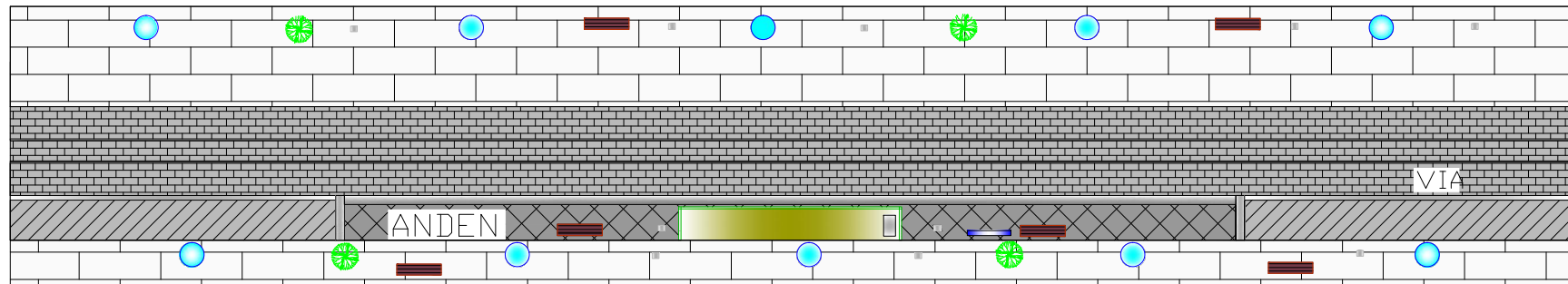
| | | | | | | |
|-------------------|--------------|----------------------|---|----------------|--------------------------------------|------------------------------|
| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>Escala:</i> | Escuela de Caminos Canales y Puertos | <i>Lamina n.</i> 25 |
| <i>Dibujado</i> | 2014 | Sara Rodríguez López |  | 1:22000 | Desvíos en Alternativa 3 | <i>N. Alumno:</i> 529 |
| <i>Comprobado</i> | | Pilar Jiménez Gómez | | | | <i>Curso:</i> Pasarela Civil |

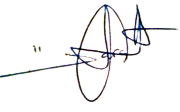


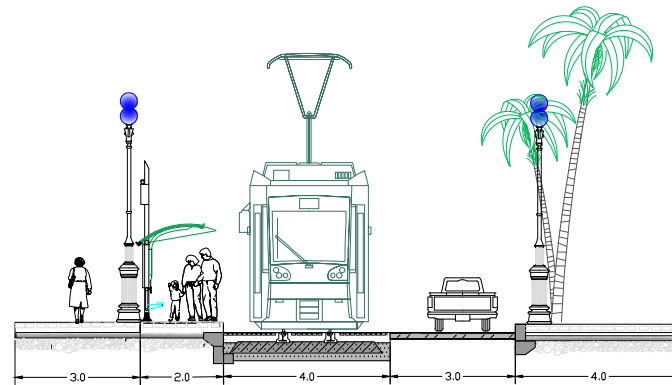
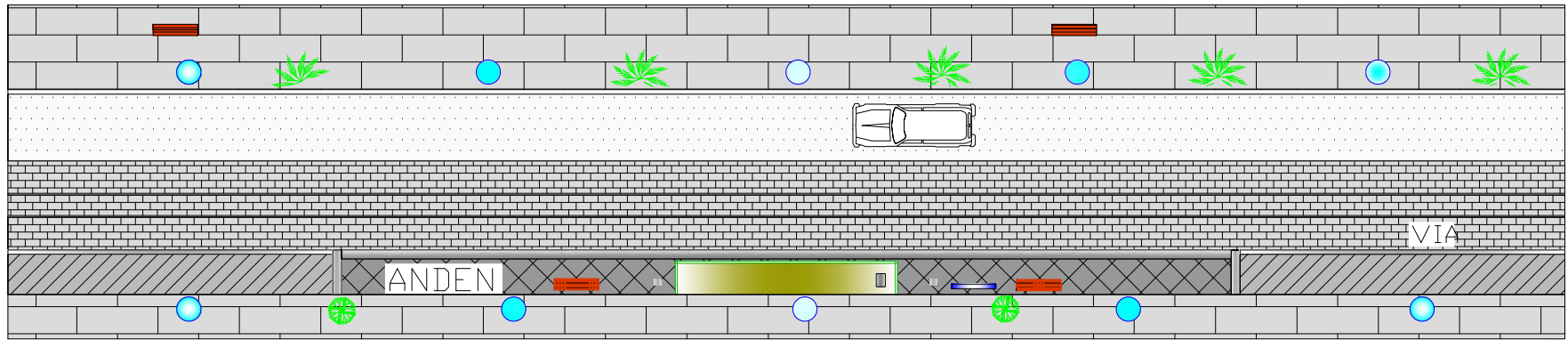
| | | | | | | |
|-------------------|--------------|----------------------|---|----------------|--|------------------------------|
| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>Escala:</i> | Escuela de Caminos Canales y Puertos | <i>Lamina n.</i> 26 |
| <i>Dibujado</i> | 2014 | Sara Rodríguez López |  | 1:22000 | Distribución paradas alternativa 3 elegida | <i>N. Alumno:</i> 529 |
| <i>Comprobado</i> | 2014 | Pilar Jiménez Gómez | | | | <i>Curso:</i> Pasarela Civil |

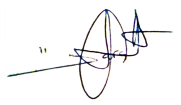


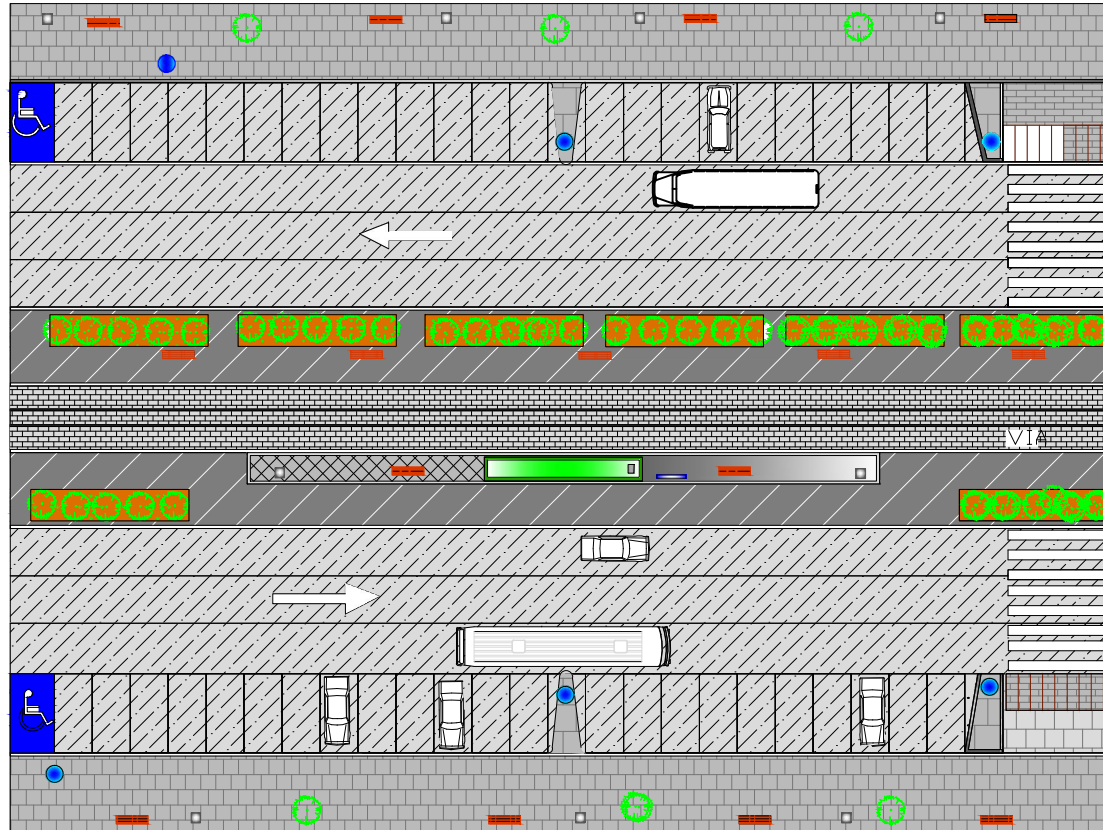
| | | | | | | |
|-------------------|--------------|----------------------|---|----------------|---|------------------------------|
| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>Escala:</i> | Escuela de Caminos Canales y Puertos | <i>Lamina n.</i> |
| <i>Dibujado</i> | 2014 | Sara Rodríguez López |  | 1:333 | | |
| <i>Comprobado</i> | 2014 | Pilar Jiménez Gómez | | 1:200 | Sección 1 Vista en planta y alzado de parada tipo | <i>N. Alumno:</i> 529 |
| | | | | | | <i>Curso:</i> Pasarela Civil |




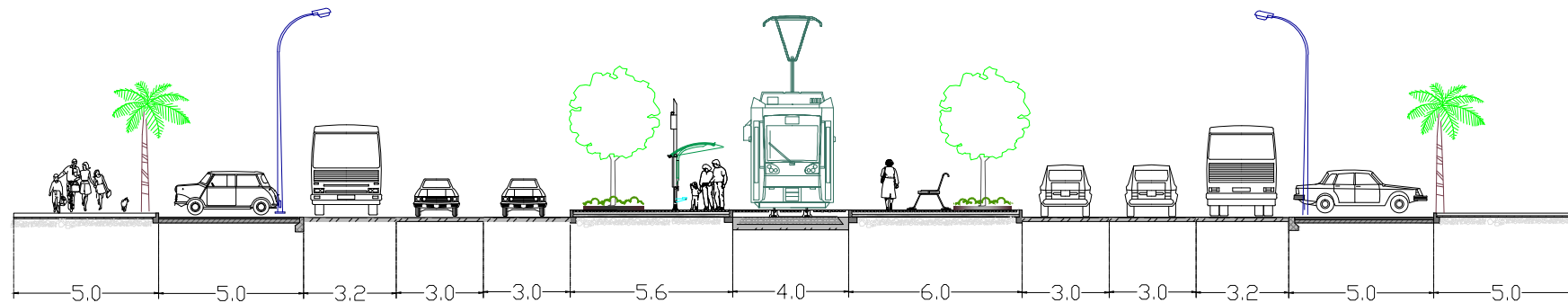
| | | | | | | |
|-------------------|--------------|----------------------|---|----------------|--------------------------------------|---|
| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>Escala:</i> | Escuela de Caminos Canales y Puertos | <i>Lamina n.</i> |
| <i>Dibujado</i> | 2014 | Sara Rodríguez López |  | 1:210 | | Sección 2 Vista en planta y alzado de parada tipo |
| <i>Comprobado</i> | 2014 | Pilar Jiménez Gómez | | 1:125 | <i>N. Alumno:</i> 529 | |
| | | | | | <i>Curso:</i> Pasarela Civil | |

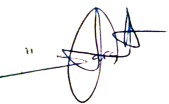


| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>Escala:</i> | Escuela de Caminos Canales y Puertos | <i>Lamina n.</i> 29 |
|-------------------|--------------|----------------------|---|----------------|--------------------------------------|---|
| <i>Dibujado</i> | 2014 | Sara Rodríguez López | "  | 1:333 | | Sección 3 Vista en planta y alzado de parada tipo |
| <i>Comprobado</i> | 2014 | Pilar Jiménez Gómez | | 1:190 | <i>Curso:</i> Pasarela Civil | |



| | | | | | | |
|-------------------|--------------|----------------------|---|----------------|--|------------------------------|
| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>Escala:</i> | Escuela de Caminos Canales y Puertos | <i>Lamina n.</i> |
| <i>Dibujado</i> | 2014 | Sara Rodríguez López |  | 1:460 | | |
| <i>Comprobado</i> | 2014 | Pilar Jiménez Gómez | | | Sección 4 Vista en planta de parada tipo | <i>N. Alumno:</i> 529 |
| | | | | | | <i>Curso:</i> Pasarela Civil |



| | | | | | | |
|-------------------|--------------|----------------------|---|----------------|--|------------------------------|
| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>Escala:</i> | Escuela de Caminos Canales y Puertos | <i>Lamina n.</i> |
| <i>Dibujado</i> | 2014 | Sara Rodríguez López |  | 1:250 | Sección 4 Vista en alzado de parada tipo | 31 |
| <i>Comprobado</i> | 2014 | Pilar Jiménez Gómez | | | | <i>N. Alumno:</i> 529 |
| | | | | | | <i>Curso:</i> Pasarela Civil |