

**ANEJO Nº 7: EXPLOTACIÓN Y PARADAS**



• <b>ÍNDICE</b>	
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. ESQUEMA DE RED .....</b>	<b>1</b>
<b>3. ANÁLISIS DE LA EXPLOTACIÓN. DIAGRAMA DE SERVICIO .....</b>	<b>2</b>
<b>4. CÁLCULO DE LA FLOTA NECESARIA .....</b>	<b>7</b>
<b>APÉNDICE 7.1. DIAGRAMAS DE SERVICIO .....</b>	<b>9</b>
<b>APÉNDICE 7.2. PLANOS.....</b>	<b>17</b>



## 1. INTRODUCCIÓN

La primera fase del Tranvía de Bilbao fue puesta en servicio el 18 de Diciembre de 2002. Durante ese primer periodo, el tranvía realizaba 6 paradas entre Atxuri y Uribitarte, dando servicio a dos importantes zonas de Bilbao (Casco Viejo y Abando). Por otra parte, este periodo inicial permitió poner a prueba el grado de convivencia entre peatones, tranvía y otros medios de transporte, dentro de la trama urbana. A lo largo del año 2003 se ejecutaron dos nuevas ampliaciones del recorrido; en el mes de Abril hasta el Guggenheim y, a continuación, hasta San Mamés.

Posteriormente, el 22 de julio de 2004, se inauguró un nuevo tramo de 550 metros de longitud que permitía trasladar a los viajeros hasta la nueva parada de Basurto. De este modo, se completaba el trazado de la primera fase, con un trayecto de 4.870 metros entre Atxuri y Basurto y un total de 12 paradas.

En agosto de 2010 comenzaron las obras de ampliación entre Basurto y la Plaza de La Casilla y desde abril de 2012 la prolongación del tranvía presta servicio a la ciudadanía.

Las paradas actuales, y sus correspondencias con otros sistemas de transporte son las siguientes:

- Bolueta. Correspondencia con Metro Bilbao.
- Abusu.
- Atxuri.
- Ribera.
- Arriaga. Correspondencia con Metro Bilbao, Euskotren.
- Abando. Correspondencia con Metro Bilbao, Renfe Cercanías, Renfe Larga y Media Distancia Renfe, Feve.
- Pío Baroja.
- Uribitarte.
- Guggenheim.
- Abandoibarra.
- Euskalduna.
- Sabino Arana.
- San Mamés. Correspondencia con Metro Bilbao, Renfe Cercanías, Termibús.
- Ospitalea/Hospital. Correspondencia con Renfe, Feve.
- Basurto.
- La Casilla.

Dispone de un diseño estandarizado de parada ya conocido por el usuario, que combina simplicidad en su diseño con facilidad en su utilización, lo que favorece la accesibilidad directa de todo tipo de usuarios al empleo de este medio de transporte.

En el presente anejo se expone el esquema de explotación de la red propuesta y se describe el funcionamiento y diseño de las paradas previstas.

## 2. ESQUEMA DE RED

El esquema general de la red del tranvía de Bilbao que se contempla a futuro será una línea circular, con dos ramales Abando-Atxuri-Kukullaga/Etxebarri y Euskalduna-Zorrotzaurre. Para su consecución es necesario acometer las siguientes actuaciones:

### Creación del anillo tranviario

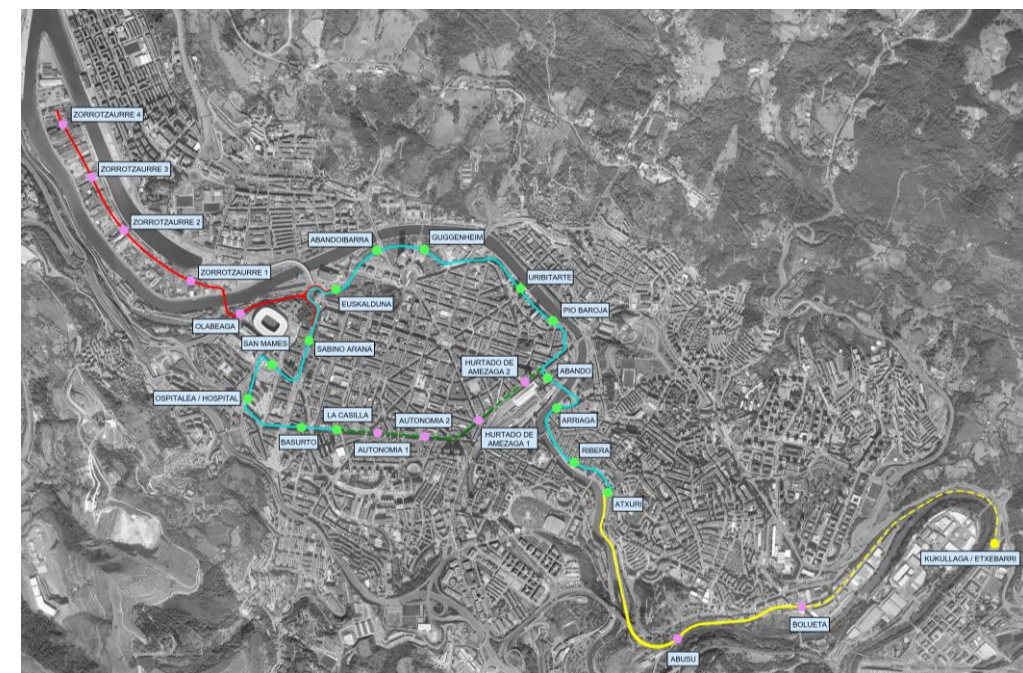
Para cerrar el anillo tranviario y conformar la línea circular se realizó el primer tramo de la línea a través de la calle Autonomía, con paradas en Autonomía y la Plaza de La Casilla. Posteriormente el tranvía seguirá por las calles Autonomía y Hurtado de Amézaga, hasta la Plaza Circular, donde se sitúa la estación de Abando, cerrando de ese modo el anillo. Este proyecto incluye el desdoblamiento del trazado entre Abando y Pío Baroja, actualmente en vía única

### Ampliación a Zorrotzaurre

Con la regeneración de Zorrotzaurre, que comenzó en 2010, se pretende llevar el tranvía hasta la futura isla, ampliando así la línea con un total de 5 nuevas paradas. Tras la llegada del tranvía a Zorrotzaurre, se podría pensar en una posterior extensión a Zorrotza. El 29 de noviembre de 2012 se aprobaba definitivamente el Plan Especial de Zorrotzaurre, que confirma la extensión del tranvía.

### Ampliación a Bolueta

Con la puesta en servicio de la Línea 3 de Euskotren se ha producido el cambio de estación terminal de los trenes de Atxuri a la nueva de Casco Viejo, llegando hasta ella a través de la nueva infraestructura desde la estación de San Antonio de Etxebarri. Por tanto, la actual plataforma ferroviaria entre las citadas estaciones de Atxuri y San Antonio de Etxebarri ha quedado fuera de servicio, por lo que se llevará a cabo su tranviarización, para la ampliación del servicio del tranvía entre ellas, incorporando la actual estación de Bolueta como parada. De este modo, ya se han incorporado 2 paradas, Abusu, y Bolueta, quedando pendiente la de Kukullaga/Etxebarri.



Esquema de red posible a futuro

En una primera fase, que es la analizada dentro del alcance de este documento, la tranviarización de la línea ferroviaria se extenderá solamente desde la parada de Atxuri hasta la de Bolueta incluyendo la nueva parada de Abusu. Este tramo ha entrado en servicio en marzo de 2022.

### 3. ANÁLISIS DE LA EXPLOTACIÓN. DIAGRAMA DE SERVICIO

#### 3.1. INTRODUCCIÓN

En este Anejo se analizan algunas de las posibilidades de explotación de la red tranviaria de Bilbao, incluyéndose en ella los ramales de ampliación Atxuri-Bolueta y el de ampliación a Zorrotzaurre objeto de este Estudio Informativo.

A continuación, se incluyen las alternativas de explotación consideradas, que se describirán y analizarán en apartados siguientes:

- Alternativa 1: Línea Bolueta-Zorrotzaurre + Línea Pío Baroja-La Casilla
- Alternativa 2: Línea Zorrotzaurre-La Casilla + La Casilla-Bolueta + Bolueta-Zorrotzaurre (sin cierre del anillo)

Ambas alternativas de explotación analizadas son válidas tanto en el escenario de explotación sin cierre del anillo tranviario como en el escenario con el cierre del anillo tranviario ejecutado.

#### 3.2. DESCRIPCIÓN BÁSICA DEL SERVICIO

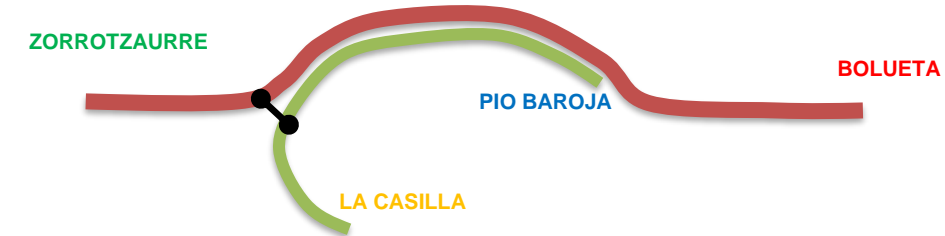
El cálculo de las previsiones para el servicio se obtiene teniendo en cuenta los siguientes datos:

- Se mantienen los tiempos de recorrido entre estaciones activas en la actualidad, que son tomados de la tabla de horarios vigente.
- El intervalo de servicio se considera de 10 minutos en la línea actualmente en servicio y en la futuras líneas que se solapen sobre la infraestructura existente. Esto arroja un intervalo de 5 minutos en el tramo común que comparten entre las actuales paradas de Atxuri y Euskalduna en el caso de la Línea Bolueta-Zorrotzaurre.
- El tiempo de parada en cada estación de trayecto (excepto en cabeceras y terminales) es de 20 segundos.
- La conducción y señalización prevista para esta línea es del tipo "marcha a la vista", no obstante, se dispondrá de señalización ferroviaria donde en explotación comercial normal sea necesario tomar aparatos de vía de punta.
- La operación del tranvía se efectuará teniendo en cuenta que todas las unidades se detendrán en todas las paradas de su recorrido.
- Se limita la velocidad máxima a 50 km/h en zona urbana protegida. La velocidad máxima en cruces es de 40 km/h y 15 km/h en zonas de maniobra.

##### 3.2.1. Alternativa 1: Línea Bolueta-Zorrotzaurre + Línea Pío Baroja-La Casilla

La longitud de la Línea Bolueta-Zorrotzaurre prevista entre paradas de cabecera es de 8,420 metros. Incluyendo las dos paradas de cabecera de línea se considera existirán 16 paradas.

La longitud de la Línea Pío Baroja-La Casilla prevista entre paradas de cabecera es de 3,775 metros. Incluyendo las dos paradas de cabecera de línea se considera existirán 10 paradas.



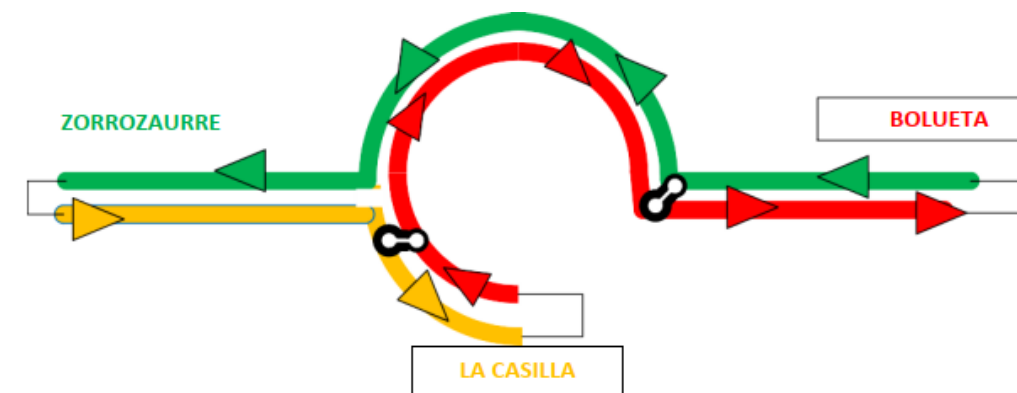
Esta alternativa de explotación incluye la operación simultánea de las dos líneas descritas. Por tanto, en el tramo común a ambas líneas y en las paradas en él existentes (Pío Baroja, Urubitarte, Guggenheim, Abandoibarra y Euskalduna) la frecuencia de prestación del servicio será cada 5 minutos en lugar de cada 10 minutos como en el resto de paradas de las líneas.

##### 3.2.2. Alternativa 2: Línea Zorrotzaurre-La Casilla + La Casilla-Bolueta + Bolueta-Zorrotzaurre

En este caso esta Línea propone una explotación de la infraestructura tranviaria actual o próxima a entrar en servicio. Así se consideran:

- El tramo en servicio entre las paradas de Atxuri y la Casilla
- La tranviarización del tramo Bolueta-Atxuri ya en servicio
- La futura puesta en servicio del ramal de ampliación del tranvía a Zorrotzaurre, objeto del presente Estudio Informativo.

La explotación se considera similar a una línea circular en la que las unidades tranviarias rebotan en las paradas fin de tramo de la infraestructura compuesta por los tramos descritos anteriormente.



Las características de los recorridos parciales que componen la Línea completa se recogen a continuación:

- Zorrotzaurre-La Casilla: Longitud de 4,134 m y 10 paradas incluidas inicio y fin de tramo
- La Casilla-Bolueta: Longitud de 8,957 m y 16 paradas incluidas inicio y fin de tramo

- Bolueta-Zorrotzaurre: Longitud de 9,522 m y 16 paradas incluidas inicio y fin de tramo

### 3.2.3. Resumen características de Líneas de explotación analizadas

En la siguiente tabla se recogen las principales características de los tramos analizados en este Estudio Informativo y que se considera integrarán la red del tranvía de Bilbao, a efectos de los análisis realizados dentro del alcance de este Anejo y de su explotación a futuro:

TRAMO AL QUE PERTENECEN LAS PARADAS	PARADAS	DISTANCIA ENTRE PARADAS (m)	L TRAMO (m)	LÍNEAS DE SERVICIO
RAMAL BOLUETA-ATXURI-ABANDO	1. Bolueta	-	3,560	ALT-1 LÍNEA BOLUETA-ZORROTZAURRE ALT-2 LÍNEA ZORROTZAURRE-LA CASILLA-BOLUETA-ZORROTZAURRE
	2. Abusu	906		
	3. Atxuri	1,434		
	4. Ribera	340		
	5. Arriaga	450		
	6. Abando	430		
INFRAESTRUCTURA ACTUAL ABANDO-EUSKALDUNA	7. Pío Baroja	520	2,310	ALT-1 LÍNEA BOLUETA-ZORROTZAURRE ALT-1 LÍNEA PIO BAROJA-LA CASILLA ALT-2 LÍNEA ZORROTZAURRE-LA CASILLA-BOLUETA-ZORROTZAURRE
	8. Uribitarte	310		
	9. Guggenheim	770		
	10. Abandoibarra	330		
	11. Euskalduna	380		
INFRAESTRUCTURA ACTUAL EUSKALDUNA-LA CASILLA	12. Sabino Arana	420	1,985	ALT-1 LÍNEA PIO BAROJA-LA CASILLA ALT-2 LÍNEA ZORROTZAURRE-LA CASILLA-BOLUETA-ZORROTZAURRE
	13. San Mamés	450		
	14. Hospital	420		
	15. Basurto	310		
	16. La Casilla	385		
RAMAL ZORROTZAURRE	17. Olabeaga	697	2,550	LÍNEA BOLUETA-ZORROTZAURRE LÍNEA ZORROTZAURRE-LA CASILLA-BOLUETA-ZORROTZAURRE
	18. Zorrotzaurre 1	471		
	19. Zorrotzaurre 2	562		
	20. Zorrotzaurre 3	415		
	21. Zorrotzaurre 4	405		

### 3.3. MODELIZACIÓN

Se ha realizado una modelización del recorrido completo de la línea mediante la estimación de las velocidades medias de circulación en los tramos entre paradas. A partir de éstas y de los correspondientes coeficientes correctores aplicables, además de los tiempos de parada y espera se obtendrá la velocidad comercial de circulación por la línea. Con ella se dimensionará el plan de explotación, tanto en material móvil como el personal necesario.

Los datos de circulación del tranvía se han obtenido de fuentes de diversas procedencias. Así, por tramos se especifican a continuación:

- Tramo entre paradas de Euskalduna y Zorrotzaurre 4, incluyendo longitud de vía hasta fin de línea:

Simulación de marcha mediante el programa Tysatren de los dos recorridos del tramo, tomando los siguientes datos del material móvil y geometría de trazado para la realización de la misma:

Aceleración máxima: 1 m/s<sup>2</sup>.

Deceleración máxima: 0,8 m/s<sup>2</sup>.

Datos de trazado en planta y alzado según diseño geométrico del Tranvía.

Limitación de velocidad según sección tipo.

Para poder tomar como válidos los datos obtenidos de este programa se calibra el mismo con los datos reales y simulados de los tranvías de Bilbao y Vitoria, obteniéndose un factor corrector (Real / Simulado) de 1,15. Con este factor, podemos ver cómo el tiempo real de recorrido es superior al simulado, ya que en esta simulación no se tienen en cuenta ciertas características del recorrido y de la propia ciudad que son ajenas al trazado propiamente dicho.

- Tramo entre paradas de Atxuri y La Casilla, actualmente en explotación:

Se han tomado tiempos de recorrido y paradas directamente de circulaciones reales de la explotación.

- Tramo entre paradas de Bolueta y Atxuri, a tranviarizar a futuro:

Se han extrapolado los datos de la simulación efectuada en Euskalduna-Zorrotzaurre, aplicando las limitaciones de velocidad y casuísticas propias del tramo en estudio.

- Tramo entre La Casilla y Abando correspondiente al cierre del anillo tranviario:

Se han tomado tiempos de viaje del Estudio Informativo del Tramo La Casilla-Zabalburu-Pío Baroja-Atxuri del tranvía de Bilbao.

#### 3.3.1. Mallas de servicio teóricas

A partir de la simulación del trazado del tranvía y de la experiencia en la explotación del tranvía de Bilbao y Vitoria, se procede a la realización de las mallas de servicio, en los tramos modelizados. Éstas resultan imprescindibles para poder dimensionar el plan de explotación, tanto en material móvil como en personal necesario para explotación.



### 3.3.2. Tiempo en paradas

El tiempo necesario para realizar la salida de los viajeros del tranvía y el acceso de los nuevos pasajeros al mismo, se fija en 20 segundos.

### 3.3.3. Tiempo en itinerario

A partir de los datos teóricos de tiempos de recorrido entre paradas, obtenidos por los medios descritos en cada sub-tramo, se puede determinar el tiempo de itinerario pudiéndose definir como el resultante de añadir al tiempo de recorrido el tiempo de espera en parada:

**Tiempo de itinerario = Tiempo en movimiento entre paradas + Tiempo de espera en paradas.**

### 3.3.4. Tiempo mínimo en Cabecera

El tiempo en cabecera mínimo es el tiempo necesario entre la llegada del tranvía a una parada terminal y el momento en el que puede salir de la misma, después de haber realizado los movimientos y maniobras necesarios.

De esta forma, tanto la disposición de los andenes de la parada como la configuración de los aparatos de vía influyen directamente en el mismo.

El tiempo en parada terminal incluye el cambio de puesto del conductor y el tiempo de espera en parada para subida y bajada de viajeros. El tiempo mínimo en esta parada para realizar las operaciones mencionadas se ha estimado en 1.33 minutos (80 seg).

Estos tiempos se consideran en las paradas fin de trayecto de cada uno de los itinerarios de explotación simulados, que son las de Bolueta, La Casilla y Zorrotzaurre 4.

### 3.3.5. Mallas de servicio real

#### 3.3.5.1. Frecuencia

La frecuencia de servicios ofrecida está basada en los datos de demanda obtenidos. Se adapta la oferta de servicios a las previsiones de demanda para ofrecer así mayor calidad.

Las diferencias de las intensidades de demanda que se presentan a lo largo de un día, conllevan a dividir el estudio en diferentes periodos que varían en función de dicha intensidad.

En la siguiente tabla se indican las franjas horarias y las frecuencias consideradas que se presentan a lo largo del día, que son las utilizadas por el servicio actual de Euskotran.

- **Laborables:** 6:26-7:11 cada 15 min., 7:11-21:11 cada 10 min., 21:11-23:26 cada 15 min.
- **Sábados:** 7:26-15:11 cada 15 min., 15:11-21:11 cada 10 min., 21:11-23:11 cada 15 min. (último servicio 23:34)
- **Domingos y festivos:** 7:26-23:11 cada 15 min. (último servicio 23:34)

### 3.3.5.2. Tiempo en paradas

El tiempo de espera en parada para subida y bajada de viajeros se ha establecido para el análisis en 20 seg.

Estos tiempos en parada son susceptibles de ajuste a la realidad una vez se obtengan datos reales de la explotación del sistema, optimizando así los recursos necesarios para la operación de la línea.

### 3.3.5.3. Número de paradas

En el punto 3.2.4 Resumen de características de Líneas de explotación analizadas, se detallan las paradas previstas, así como las características generales del recorrido para cada una de las Líneas analizadas.

No se muestran PP.KK. puesto que el alcance del Estudio Informativo incluye únicamente el tramo comprendido entre la glorieta Euskalduna y la península de Zorrotzaurre. Por tanto, no existe un eje de trazado del recorrido previsto para la explotación de la Línea completa.

El número de paradas, incluidas principio y fin de línea, para cada una de las líneas estudiadas para explotación se incluyen a continuación:

- Alternativa 1: Línea Bolueta-Zorrotzaurre: 16 paradas
- Alternativa 1: Línea Pío Baroja-La Casilla: 10 paradas
- Alternativa 2: Línea Zorrotzaurre 4-La Casilla + La Casilla-Bolueta + Bolueta-Zorrotzaurre 4: 40 paradas

### 3.3.5.4. Tiempo del Ciclo Total de Circulación (CTC)

En el Apéndice nº 7.1: Diagramas de Servicio, se han incluido las tablas con los tiempos de paso por cada estación y para cada línea (ambos sentidos), en la situación futura descrita.

A los resultados de la simulación de recorridos se le aplica el sistema de corrección (C=1,15) comentado anteriormente, necesarios para obtener el tiempo de itinerario real.

Una vez obtenidos los tiempos de recorrido se consideran los siguientes conceptos de ajuste para la obtención del tiempo total del ciclo de circulación y de la velocidad comercial de explotación. Así:

- T<sub>min</sub> cabecera: Es el tiempo mínimo de cabecera, estrictamente necesario para realizar las operaciones en el material móvil que permiten el cambio de sentido de circulación. Básicamente se refiere al cambio del puesto de conducción. Este tiempo mínimo de estancia en cabecera se estima en 1.33 minutos (80 segundos).
- T<sub>mr</sub>: Tiempo de margen de retraso. Es la amplitud de la horquilla de tiempo con la que pueden llegar los tranvías sin que se consideren retrasados. Incluye los retrasos producidos por pequeñas incidencias y factores de la conducción no tasables. Se considera este margen de retraso de 1 minuto (60 segundos).
- a: Tiempo disponible para absorber los posibles retrasos producidos durante el recorrido del ciclo entre paradas terminales. Se estima este tiempo en 3 minutos (180 segundos).



Así, en la siguientes tabla aparecen recogidos los tiempos correspondientes a los conceptos señalados, obtenidos para las simulaciones de marcha del tranvía en la Líneas de explotación analizadas:

▪ **Alternativa 1: Línea Bolueta-Zorrotzaurre**

<b>Ciclo recorrido Bolueta-Zorrotzaurre 4</b>	<b>25.04</b>	<b>min</b>
<b>Tiempo maniobra final Línea Zorrotzaurre 4</b>	0.00	min
<b>Tiempo parada en cabecera</b>	1.33	min
<b>Margen de retraso</b>	1.00	min
<b>Longitud tramo Bolueta-Zorrotzaurre 4</b>	8,400	m
<b>Ciclo explotación Bolueta-Zorrotzaurre 4</b>	27.37	min
<b>Velocidad comercial Bolueta-Zorrotzaurre 4</b>	18.41	km/h
<b>Ciclo recorrido Zorrotzaurre 4-Bolueta</b>	<b>25.04</b>	<b>min</b>
<b>Tiempo maniobra inicio Línea Bolueta</b>	1.33	min
<b>Margen de retraso</b>	1.00	min
<b>Tiempo de resguardo incidencias circulación</b>	3.00	min
<b>Longitud tramo Bolueta-Zorrotzaurre 4</b>	8,400	m
<b>Ciclo explotación Zorrotzaurre 4-Bolueta</b>	30.37	min
<b>Velocidad comercial Zorrotzaurre 4-Bolueta</b>	16.59	km/h
<b>Ciclo Total Circulación en explotación CTC</b>	<b>57.74</b>	<b>min</b>
<b>Tiempo total de ciclo</b>	60.00	min
<b>Velocidad comercial- de explotación</b>	17.46	Km/h

De los cálculos y estimaciones realizados se ha obtenido que la velocidad comercial de explotación en un ciclo Bolueta a Zorrotzaurre 4 es de 18.41 Km/h. Esta velocidad incluye las operaciones necesarias para iniciar la marcha en sentido contrario. La longitud del recorrido correspondiente a este ciclo es de 8.40 Km. El tiempo empleado en efectuar el recorrido citado a la velocidad comercial calculada es de 27.37 minutos, incluido un margen de retraso de 1 minuto.

Para el caso del ciclo de sentido de circulación contrario Zorrotzaurre 4 a Bolueta, la velocidad comercial de explotación obtenida es de 16.59 Km/h. La longitud del recorrido en este caso es la misma y no incluye en ninguno de los dos sentidos de circulación maniobras de posicionamiento en parada para el cambio de sentido de marcha, puesto que en ambas paradas la bretelle de cambio de vía se encuentra situada antes de éstas y por tanto, el posicionamiento en vía de salida se hace a la salida o llegada de la circulación. La longitud del recorrido es de 8.40 Km. El tiempo empleado por una circulación en la realización del ciclo es de 30.37 minutos, incluidos margen de retraso tasado en 1 min y un resguardo por incidencias en la circulación de 3 minutos.

Para el ciclo de explotación completo se tiene una longitud de  $2 \times 8.40 = 16.80$  Km y un tiempo de recorrido suma de los dos ciclos anteriores igual a  $27.37+30.37 = 57.74$  minutos. Ello arroja una velocidad comercial de explotación para un ciclo completo Bolueta – Zorrotzaurre 4 – Bolueta de 17.46 Km/h.

A continuación, se incluyen una tabla resumen en donde se indican los parámetros más relevantes:

<b>ALTERNATIVA 1. LÍNEA BOLUETA-ZORROTZAURRE. RECORRIDO BOLUETA - ZORROTZAURRE 4- BOLUETA</b>	
Número de paradas	31
Longitud total recorrido	16.800 m
Velocidad comercial del recorrido	17.46 Km/h
Tiempo en parada previsto	20 segundos por parada
Tiempo total de recorrido	57.74 minutos
Tiempo máximo de espera en cabecera de Línea	2.36 minutos
<b>TIEMPO DE CICLO TOTAL</b>	<b>60.00 minutos</b>

▪ **Alternativa 1: Línea Pío Baroja-La Casilla**

<b>Ciclo recorrido La Casilla-Pío Baroja</b>	<b>14.30</b>	<b>min</b>
<b>Tiempo maniobra final Línea Pío Baroja</b>	0.00	min
<b>Tiempo parada en cabecera</b>	1.33	min
<b>Tiempo espera en parada</b>	0.00	min
<b>Margen de retraso</b>	1.00	Min
<b>Longitud tramo La Casilla-Pío Baroja</b>	3,775	m
<b>Ciclo explotación La Casilla-Pío Baroja</b>	16.63	min
<b>Velocidad comercial La Casilla-Pío Baroja</b>	13.62	km/h

<b>Ciclo recorrido Pío Baroja-La Casilla</b>	<b>14.30</b>	<b>min</b>
<b>Tiempo maniobra final Línea La Casilla</b>	1.33	min
<b>Tiempo espera en parada</b>	0.00	min
<b>Margen de retraso</b>	1.00	min
<b>Tiempo de resguardo incidencias circulación</b>	3.00	min
<b>Longitud tramo Pío Baroja-La Casilla</b>	3,775	m
<b>Ciclo explotación Pío Baroja-La Casilla</b>	19.63	min
<b>Velocidad comercial Pío Baroja-La Casilla</b>	11.54	km/h

<b>Ciclo Total Circulación en explotación CTC</b>	<b>36.26</b>	<b>min</b>
<b>Tiempo total de ciclo</b>	40.00	min
<b>Velocidad comercial- de explotación</b>	12.49	Km/h

De los cálculos y estimaciones realizados se ha obtenido que la velocidad comercial de explotación en un ciclo Pío Baroja a La Casilla es de 12.49 Km/h. Esta velocidad incluye las operaciones necesarias para iniciar la marcha en sentido contrario. La longitud del recorrido correspondiente a este ciclo es de 3,78 Km. El tiempo empleado en efectuar el recorrido citado a la velocidad comercial calculada es de 16.63 minutos, incluido un margen de retraso de 1 minuto.

Para el caso del ciclo de sentido de circulación contrario La Casilla a Pío Baroja, la velocidad comercial de explotación obtenida es de 11.54 Km/h. La longitud del recorrido en este caso es la misma y no incluye en ninguno de los dos sentidos de circulación maniobras de posicionamiento en parada para el cambio de sentido de marcha. La longitud del recorrido es de 3.78 Km. El tiempo empleado por una circulación en la realización del ciclo es de 19.63 minutos, incluidos margen de retraso tasado en 1 min y un resguardo por incidencias en la circulación de 3 minutos.

Para el ciclo de explotación completo se tiene una longitud de  $2 \times 3.775 = 7.55$  Km y un tiempo de recorrido suma de los dos ciclos anteriores igual a  $16.63+19.63 = 36.26$  minutos. Ello arroja una velocidad comercial de explotación para un ciclo completo Pío Baroja-La Casilla-Pío Baroja de 12.49 Km/h.

ALTERNATIVA 1. LÍNEA PÍO BAROJA-LA CASILLA. RECORRIDO PÍO BAROJA-LA CASILLA-PÍO BAROJA	
Número de paradas	19
Longitud total recorrido	7,550 m
Velocidad comercial del recorrido	12.49 Km/h
Tiempo en parada previsto	20 segundos por parada
Tiempo total de recorrido	36.26 minutos
Tiempo máximo de espera en cabecera de Línea	3.74 minutos
<b>TIEMPO DE CICLO TOTAL</b>	<b>40.00 minutos</b>

▪ **Alternativa 2: Línea Zorrotzaurre 4-La Casilla + La Casilla-Bolueta + Bolueta-Zorrotzaurre 4**

<b>Ciclo recorrido Zorrotzaurre 4 - La Casilla</b>	<b>16.34</b>	<b>min</b>
<b>Tiempo maniobra final Línea La Casilla</b>	1.33	min
<b>Margen de retraso</b>	1.00	min
<b>Longitud tramo Zorrotzaurre 4-La Casilla</b>	4,134	m
<b>Ciclo explotación Zorrotzaurre 4 - La Casilla</b>	18.67	min

<b>Velocidad comercial Zorrotzaurre 4 - La Casilla</b>	13.28	km/h
<b>Ciclo recorrido La Casilla - Bolueta</b>	27.73	min
<b>Tiempo maniobra final Línea Bolueta</b>	1.33	min
<b>Margen de retraso</b>	1.00	min
<b>Tiempo de resguardo incidencias circulación</b>	3.00	min
<b>Longitud tramo La Casilla-Bolueta</b>	7,855	m
<b>Ciclo explotación La Casilla - Bolueta</b>	33.06	min
<b>Velocidad comercial La Casilla - Bolueta</b>	14.26	km/h
<b>Ciclo recorrido Bolueta - Zorrotzaurre 4</b>	25.27	min
<b>Tiempo maniobra final Línea Zorrotzaurre 4</b>	1.33	min
<b>Margen de retraso</b>	1.00	min
<b>Tiempo de resguardo incidencias circulación</b>	3.00	min
<b>Longitud tramo Bolueta-Zorrotzaurre 4</b>	8,420	m
<b>Ciclo explotación Bolueta - Zorrotzaurre 4</b>	30.60	min
<b>Velocidad comercial Bolueta - Zorrotzaurre 4</b>	16.51	km/h
<b>Ciclo Total Circulación en explotación CTC</b>	<b>82.33</b>	<b>min</b>
<b>Tiempo total de ciclo</b>	90.00	min
<b>Velocidad comercial- de explotación</b>	14.87	Km/h

De los cálculos y estimaciones realizados se ha obtenido que la velocidad comercial de explotación en un ciclo Zorrotzaurre 4 a La Casilla es de 13.28 Km/h. Esta velocidad incluye las operaciones necesarias para iniciar la marcha en sentido contrario. La longitud del recorrido correspondiente a este ciclo es de 4.134 Km. El tiempo empleado en efectuar el recorrido citado a la velocidad comercial calculada es de 18.67 minutos, incluido un margen de retraso de 1 minuto.

Para el caso del ciclo La Casilla a Bolueta, la velocidad comercial de explotación obtenida es de 14.26 Km/h. La longitud del recorrido en este caso es de 7.855 Km. El tiempo empleado por una circulación en la realización del ciclo es de 33.06 minutos, incluidos margen de retraso tasado en 1 min y un resguardo por incidencias en la circulación de 3 minutos.

En el caso del ciclo Bolueta a Zorrotzaurre 4, la velocidad comercial de explotación obtenida es de 16.51 Km/h. La longitud del recorrido en este caso es de 8.420 Km. El tiempo empleado por una circulación en la realización del ciclo es de 30.60 minutos, incluidos margen de retraso tasado en 1 min y un resguardo por incidencias en la circulación de 3 minutos.

Para el ciclo de explotación completo se tiene una longitud de 20.409 Km y un tiempo de recorrido suma de los dos ciclos parciales anteriores igual a 82.33 minutos. Ello arroja una velocidad comercial de explotación para un ciclo completo Zorrotzaurre 4-La Casilla-Bolueta – Zorrotzaurre 4 de 14.87 Km/h.

A continuación, se incluye una tabla resumen en donde se indican los parámetros más relevantes:

ALTERNATIVA 2. LÍNEA ZORROTZAURRE 4-LA CASILLA + LA CASILLA-BOLUETA + BOLUETA ZORROTZAURRE 4. RECORRIDO ZORROTZAURRE 4-LA CASILLA-BOLUETA-ZORROTZAURRE 4	
Número de paradas	40
Longitud total recorrido	20,409 m
Velocidad comercial del recorrido	14.87 Km/h
Tiempo en parada previsto	20 segundos por parada
Tiempo total de recorrido	82.33 minutos
Tiempo máximo de espera en cabecera de Línea	7.67 minutos
TIEMPO DE CICLO TOTAL	90.00 minutos

### 3.3.5.5. Velocidad comercial

En el apartado anterior se han detallado los tiempos estimados de recorrido entre paradas, los tiempos de espera en paradas, los tiempos de espera en cabecera mínimos para explotación, el tiempo de margen de retraso en explotación y el tiempo de reserva para retrasos no previstos.

Con ellos se ha obtenido el tiempo del ciclo total de circulación y por tanto, la velocidad comercial de explotación del tranvía en la Línea, que han quedado recogidas en el citado apartado para cada línea estudiada.

## 4. CÁLCULO DE LA FLOTA NECESARIA

El cálculo del número de unidades necesarias en la explotación será:

$$N = CTC / i$$

Siendo:

CTC = Duración del ciclo total de circulación

i = Tiempo del intervalo de servicio

Alternativas de explotación	Línea	Ciclo Total de Circulación CTC	Número de tranvías frecuencia entre circulaciones de 10 minutos
Alternativa 1	Bolueta - Zorrotzaurre	57.74 minutos	6 + 1 tranvías
	Pío Baroja-La Casilla	36.26 minutos	4 + 1 tranvías
Alternativa 2	Zorrotzaurre-La Casilla + La Casilla-Bolueta + Bolueta-Zorrotzaurre	82.33 minutos	9 + 1 tranvías

En el caso de la alternativa 1 de explotación con la operación de las Líneas Bolueta-Zorrotzaurre y Pío Baroja-La Casilla la necesidad de tranvías, para frecuencia de 10 minutos entre circulaciones, es de 10 más uno adicional de reserva, que podrían ser dos, uno por línea. En el caso de considerar un único tranvía de reserva para ambas líneas serían necesarios 11 tranvías.

En el caso de explotación de la alternativa 2 con la operación de una única Línea Zorrotzaurre 4-La Casilla + La Casilla-Bolueta + Bolueta-Zorrotzaurre 4 la necesidad de tranvías, para frecuencia de 10 minutos entre circulaciones, es de 9 más uno adicional de reserva, lo que hace un total de 10 tranvías necesarios.

Actualmente la flota del tranvía de Bilbao está compuesta por 8 unidades, por lo que sería necesario la incorporación de 3 unidades adicionales para poder prestar el servicio con la frecuencia de 10 minutos en el caso de la alternativa 1 de explotación y la incorporación de 2 unidades adicionales en el caso de la alternativa 2 de explotación considerada.



**APÉNDICE 7.1. DIAGRAMAS DE SERVICIO**





**ALTERNATIVA 1. LÍNEA BOLUETA-ZORROTZAURRE**

	PARADAS															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Bolueta	Abusu	Atxuri (2/2)	Ribera	Arriaga	Abando	Pio Baroja	Uribitarte	Guggenheim	Abandoibarra	Euskalduna	Olabeaga	Zorrotzaurre 1	Zorrotzaurre 2	Zorrotzaurre 3	Zorrotzaurre 4
Long. Tramo (m)		906	1,434	340	450	430	500	310	770	330	380	697	471	562	415	405
Tiempo Parada (seg)		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
V media tramo (Km/h)		32.84	29.71	16.54	18.00	20.92	16.67	27.22	46.98	32.11	26.31	21.10	18.84	27.19	25.28	28.00
Tiempo Recorrido (seg)		99	174	74	90	74	108	41	59	37	52	119	90	74	59	52
Tiempo Total con parada (seg)		119	194	94	110	94	128	61	79	57	72	139	110	94	79	72
V media tramo con parada (Km/h)		27.34	26.64	13.02	14.73	16.47	14.06	18.30	35.09	20.84	19.00	18.07	15.42	21.43	18.89	20.23
V media acumulada en la línea (Km/h)		27.34	26.91	23.70	21.79	20.97	19.78	19.66	21.05	21.04	20.89	20.55	20.10	20.19	20.12	20.13
<b>Tiempo ciclo (min)</b>		<b>1.99</b>	<b>5.22</b>	<b>6.78</b>	<b>8.62</b>	<b>10.18</b>	<b>12.32</b>	<b>13.33</b>	<b>14.65</b>	<b>15.60</b>	<b>16.80</b>	<b>19.12</b>	<b>20.95</b>	<b>22.52</b>	<b>23.84</b>	<b>25.04</b>

Ciclo recorrido Bolueta-Zorrotzaurre	25.04	min
Tiempo maniobra final Línea Zorrotzaurre	0.00	min
Tiempo parada en cabecera	1.33	min
Tiempo espera en parada	0.00	min
Margen de retraso	1.00	min
Longitud tramo Bolueta-Zorrotzaurre 4	8,400	m
Ciclo explotación Bolueta-Zorrotzaurre	27.37	min
Ciclo recorrido Zorrotzaurre-Bolueta	25.04	min
Tiempo maniobra inicio Línea Bolueta	1.33	min
Margen de retraso	1.00	min
Tiempo de resguardo incidencias circulación	3.00	min
Longitud tramo Bolueta-Zorrotzaurre 4	8,400	m
Ciclo explotación Zorrotzaurre-Bolueta	30.37	min
Ciclo Total Circulación en explotación CTC	57.74	min
Tiempo total de ciclo	60.00	min
Frecuencia entre unidades	10.00	min
Número de unidades estrictas	6.00	unidades



**ALTERNATIVA 1. LÍNEA LA CASILLA-PIO BAROJA**

	PARADAS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	La Casilla	Basurto	Hospital	San Mamés	Sabino Arana	Esukalduna	Abandoibarra	Guggenheim	Uribitarte	Pío Baroja
Long. Tramo (m)		385	310	420	450	420	380	330	770	310
Tiempo Parada (seg)		20	20	20	20	20	20	20	20	20
V media tramo (Km/h)		16.70	13.29	10.50	16.53	18.90	26.31	32.11	46.98	27.22
Tiempo Recorrido (seg)		83	84	144	98	80	52	37	59	41
Tiempo Total con parada (seg)		103	104	164	118	100	72	57	79	61
V media tramo con parada (Km/h)		13.46	10.73	9.22	13.73	15.12	19.00	20.84	35.09	18.30
V media acumulada en la línea (Km/h)		13.46	12.09	10.82	11.52	12.13	12.88	13.51	15.65	15.84
<b>Tiempo ciclo (min)</b>		<b>1.72</b>	<b>3.45</b>	<b>6.18</b>	<b>8.15</b>	<b>9.82</b>	<b>11.02</b>	<b>11.97</b>	<b>13.28</b>	<b>14.30</b>

Ciclo recorrido La Casilla-Pío Baroja	14.30	min
Tiempo maniobra final Línea Pío Baroja	0.00	min
Tiempo parada en cabecera	1.33	min
Tiempo espera en parada	0.00	min
Margen de retraso	1.00	min
Longitud tramo La Casilla-Pío Baroja	3,775	m
Ciclo explotación La Casilla-Pío Baroja	16.63	min
Ciclo recorrido Pío Baroja-La Casilla	14.30	min
Tiempo maniobra final Línea La Casilla	1.33	min
Tiempo espera en parada	0.00	min
Margen de retraso	1.00	min
Tiempo de resguardo incidencias circulación	3.00	min
Longitud tramo Pío Baroja-La Casilla	3,775	m
Ciclo explotación Pío Baroja-La Casilla	19.63	min
Ciclo Total Circulación en explotación CTC	36.26	min
Tiempo total de ciclo	40.00	min
Frecuencia entre unidades	10.00	min
Número de unidades estrictas	4.00	unidades



**ALTERNATIVA 2. LÍNEA ZORROTZAURRE-LA CASILLA + LACASILLA-BOLUETA + BOLUETA-ZORROTZAURRE**

	PARADAS																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Zorrotzaurre 4	Zorrotzaurre 3	Zorrotzaurre 2	Zorrotzaurre 1	Olabeaga	Sabino Arana	San Mamés	Hospital	Basurto	La Casilla	Basurto	Hospital	San Mamés	Sabino Arana	Euskalduna	Abandoibarra	Guggenheim	Uribitarte	Pio Baroja	Abando
Long. Tramo (m)	-	405	415	562	471	716	450	420	310	385	385	310	420	450	420	380	330	770	310	520
Tiempo Parada (seg)	-	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
V media tramo (Km/h)		28.00	25.28	27.19	18.84	22.23	16.53	10.50	13.29	16.70	16.70	13.29	10.50	16.53	18.90	26.31	32.11	46.98	27.22	8.80
Tiempo Recorrido (seg)		52	59	74	90	116	98	144	84	83	83	84	144	98	80	52	37	59	41	213
Tiempo Total con parada (seg)		72	79	94	110	136	118	164	104	103	103	104	164	118	100	72	57	79	61	233
V media tramo con parada (Km/h)		20.23	18.89	21.43	15.42	18.96	13.73	9.22	10.73	13.46	13.46	10.73	9.22	13.73	15.12	19.00	20.84	35.09	18.30	8.04
V media acumulada en la línea (Km/h)		20.23	19.53	20.26	18.76	18.81	17.83	16.00	15.38	15.18	15.01	14.64	13.98	13.96	14.03	14.25	14.47	15.39	15.49	14.65
<b>Tiempo ciclo (min)</b>		<b>1.20</b>	<b>2.52</b>	<b>4.09</b>	<b>5.93</b>	<b>8.19</b>	<b>10.16</b>	<b>12.89</b>	<b>14.63</b>	<b>16.34</b>	<b>18.06</b>	<b>19.79</b>	<b>22.53</b>	<b>24.49</b>	<b>26.16</b>	<b>27.36</b>	<b>28.31</b>	<b>29.63</b>	<b>30.64</b>	<b>34.52</b>

	PARADAS																			
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
	Arriaga	Ribera	Atxuri	Abusu	Bolueta	Abusu	Atxuri	Ribera	Arriaga	Abando	Pio Baroja	Uribitarte	Guggenheim	Abandoibarra	Euskalduna	Olabeaga	Zorrotzaurre 1	Zorrotzaurre 2	Zorrotzaurre 3	Zorrotzaurre 4
Long. Tramo (m)	430	450	340	1,434	906	906	1,434	340	450	430	520	310	770	330	380	697	471	562	415	405
Tiempo Parada (seg)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
V media tramo (Km/h)	20.92	18.00	16.54	34.37	38.52	38.52	34.37	16.54	18.00	20.92	8.80	27.22	46.98	32.11	26.31	19.17	68.00	27.19	25.28	28.00
Tiempo Recorrido (seg)	74	90	74	150	85	85	150	74	90	74	213	41	59	37	52	131	25	74	59	52
Tiempo Total con parada (seg)	94	110	94	170	105	105	170	94	110	94	233	61	79	57	72	151	45	94	79	72
V media tramo con parada (Km/h)	16.47	14.73	13.02	30.33	31.16	31.16	30.33	13.02	14.73	16.47	8.04	18.30	35.09	20.84	19.00	16.63	37.74	21.43	18.89	20.23
V media acumulada en la línea (Km/h)	14.73	14.73	14.66	15.71	16.32	16.89	17.67	17.53	17.43	17.40	16.77	16.80	17.20	17.25	17.29	17.26	17.50	17.59	17.62	17.66
<b>Tiempo ciclo (min)</b>	<b>36.09</b>	<b>37.92</b>	<b>39.49</b>	<b>42.32</b>	<b>44.07</b>	<b>45.81</b>	<b>48.65</b>	<b>50.22</b>	<b>52.05</b>	<b>53.62</b>	<b>57.50</b>	<b>58.51</b>	<b>59.83</b>	<b>60.78</b>	<b>61.98</b>	<b>64.49</b>	<b>65.24</b>	<b>66.82</b>	<b>68.13</b>	<b>69.34</b>





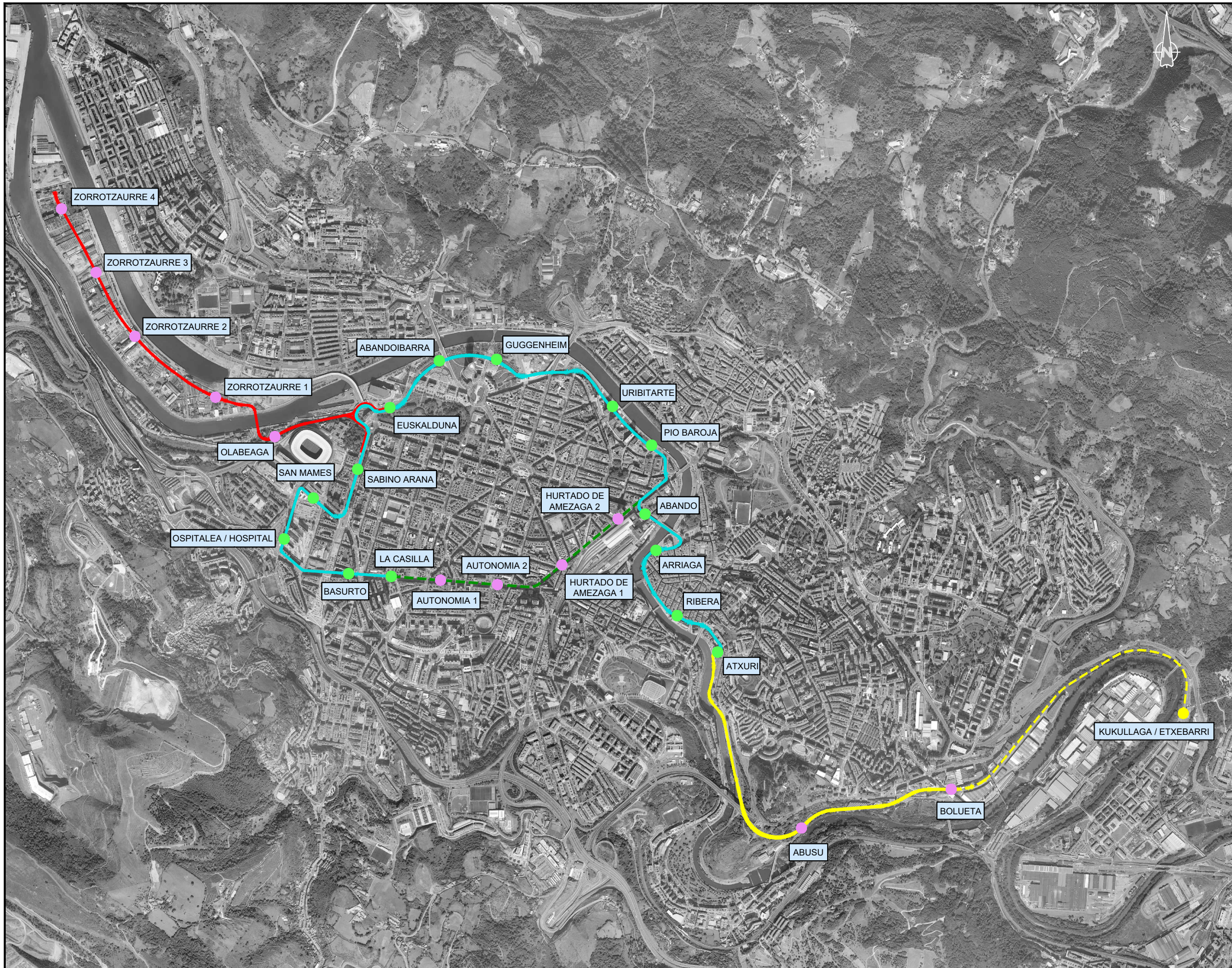
Ciclo recorrido Zorrotzaurre 4 - La Casilla	16.34	min
Tiempo maniobra final Línea La Casilla	0.00	min
Tiempo parada en cabecera	1.33	min
Tiempo espera en parada	0.00	min
Margen de retraso	1.00	min
Longitud tramo Zorrotzaurre 4-La Casilla	4,134	m
Ciclo explotación Zorrotzaurre 4 - La Casilla	18.67	min
Ciclo recorrido La Casilla - Bolueta	27.73	min
Tiempo maniobra final Línea Bolueta	1.33	min
Tiempo espera en parada	0.00	min
Margen de retraso	1.00	min
Tiempo de resguardo incidencias circulación	3.00	min
Longitud tramo La Casilla-Bolueta	7,855	m
Ciclo explotación La Casilla - Bolueta	33.06	min
Ciclo recorrido Bolueta - Zorrotzaurre 4	25.27	min
Tiempo maniobra final Línea Zorrotzaurre 4	1.33	min
Tiempo espera en parada	0.00	min
Margen de retraso	1.00	min
Tiempo de resguardo incidencias circulación	3.00	min
Longitud tramo Bolueta-Zorrotzaurre 4	8,420	m
Ciclo explotación Bolueta - Zorrotzaurre 4	30.60	min
Ciclo Total Circulación en explotación CTC	82.33	min
Tiempo total de ciclo	90.00	min
Frecuencia entre unidades	10.00	min
Número de unidades estrictas	9.00	unidades



**APÉNDICE 7.2. PLANOS**








OHARRAK :  
NOTAS :

LEYENDA	
<span style="color: green;">●</span>	PARADAS EXISTENTES
<span style="color: magenta;">●</span>	PARADAS FUTURAS
<span style="color: cyan;">—</span>	TRAMO ATXURI - LA CASILLA EN SERVICIO
<span style="color: green;">—</span>	FUTURA TRANVIARIZACIÓN CIERRE ANILLO
<span style="color: red;">—</span>	RAMAL AMPLIACIÓN TRANVÍA A ZORROTZAURRE
<span style="color: yellow;">—</span>	TRANVIARIZACIÓN ATXURI - BOLUETA
<span style="color: yellow;">- - -</span>	FUTURA TRANVIARIZACIÓN BOLUETA - KUKULLAGA

REV.	CLASE DE MODIFICACION	FECHA	NOMBRE	COMP.	OBRA
BERRIKUSPENAK / REVISIONES					
AHOLKULARIA / CONSULTOR 				INGENIARI EGILEA INGENIERO AUTOR	
AHOLKULARIAREN ERREFERENTZIA REFERENCIA CONSULTOR				ERREFERENTZIA REFERENCIA	
FM2125-ALTZA-AX-07-01-EXPLOTACION-002					





