

ANEJO Nº 11: TRÁFICO Y SEÑALIZACIÓN

• ÍNDICE	
1. INTRODUCCIÓN	1
APÉNDICE 11.1. ESTUDIO DE TRÁFICO	3

1. INTRODUCCIÓN

A continuación, se incluye el “Estudio de Tráfico para la reordenación de la Plaza Sagrado Corazón en Bilbao” redactado por Leber Planificación e Ingeniería por encargo de Euskal Trenbide Sarea (ETS) junio de 2021.

APÉNDICE 11.1. ESTUDIO DE TRÁFICO

Informe preparado para el



**ESTUDIO DE TRÁFICO PARA LA REORDENACIÓN DE LA PLAZA
SAGRADO CORAZÓN EN BILBAO
Ed02**

Junio 2021



Control del Informe:		
Responsable del proyecto:	Iosu Ramirez Freire	
Redactor del documento:	Martín Balseira García	
Revisión:	Iosu Ramírez Freire, Eduardo García Hernández	
Colaboración:	Eduardo García Hernández, Arturo Bonaetxea del Cid	
Historial		
Edición	Fecha	Modo de entrega
01	31/05/2021	Enviado digital
02	15/06/2021	Enviado digital
Fichero: 2119 ETS Trafico Tranvia Sagrado Corazon ed02.docx		

LEBER PLANIFICACIÓN E INGENIERÍA, S.A.

DIRECCIÓN POSTAL:

Apartado 19
48940 - Leioa, Bizkaia

OFICINAS:

Doctor Luis Bilbao Líbano, 10 - 2º A
48940 - Leioa, Bizkaia

Tfno: 94 464 3355
Fax: 94 464 3562

info@leber.org
www.leber.org

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. TRABAJOS PREVIOS.....	3
2.1 AFOROS HISTÓRICOS.....	3
2.2 INTENSIDADES MAYORADAS.....	4
2.2.1 Punta matutina.....	4
2.2.2 Punta vespertina.....	5
2.3 SEMAFORIZACIÓN ACTUAL.....	6
3. DEFINICIÓN DE LA PROPUESTA.....	8
3.1 ALTERNATIVA 1.....	8
3.2 ALTERNATIVA 2.....	9
3.3 ALTERNATIVA 3.....	10
3.4 SEMAFORIZACIÓN PROPUESTA.....	11
3.4.1 programación matutina alternativas 1 y 2.....	12
3.4.2 programación vespertina alternativas 1 y 2.....	14
3.4.3 programación matutina alternativa 3.....	15
3.4.4 programación vespertina alternativa 3.....	16
4. RESULTADOS.....	17
4.1 DEFINICIÓN DEL MODELO MICROSCÓPICO.....	17
4.2 RESULTADOS.....	19
4.2.1 Resultados globales.....	19
4.2.2 Longitud de colas.....	21
5. RESUMEN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	25
6. ÍNDICE DE ELEMENTOS.....	27
6.1 ÍNDICE DE IMÁGENES.....	27
6.2 ÍNDICE DE TABLAS.....	27
6.3 ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	28
6.4 ÍNDICE DE ESQUEMAS.....	28

1. INTRODUCCIÓN

Euskal Trenbide Sarea nos ha contratado para realizar un estudio de tráfico para implementar el nuevo tranvía dirección Zorrotzaurre en el entorno de la rotonda del Sagrado Corazón de Bilbao.

Como resultado, hemos analizado distintas opciones de trazado del tranvía y su afección a la gestión del tráfico en dicha rotonda.



Imagen 1. Ubicación del lugar de estudio.

Para satisfacer los objetivos del estudio hemos realizado una campaña de aforos con objeto de conocer las características de la situación de referencia del tráfico y, basándonos en estos resultados, simular las diferentes propuestas de ordenación del viario derivadas del cambio del trazado del tranvía. Debemos tener en cuenta las actuales restricciones a la movilidad existentes debido a la declaración del estado de emergencia provocado por la Covid-19, por ello hemos caracterizado una situación del tráfico pre-Covid, apoyada en aforos históricos del Ayuntamiento de Bilbao anteriores al inicio de la pandemia.

A partir de estos aforos, ya mayorados a una situación laboral normal, hemos realizado y calibrado un modelo microscópico actual, el cual nos ha servido como referencia o base para comparar la bondad de los escenarios propuestos a través de los resultados obtenidos.

Para finalizar, pormenorizaremos las conclusiones y recomendaciones al respecto de los resultados obtenidos.

2. TRABAJOS PREVIOS

Las tareas previas que hemos desarrollado en este trabajo consisten en registros de tráfico in situ, obtención y tratamiento de aforos del Ayuntamiento de Bilbao.

El jueves 15 de abril de 2021 realizamos el registro de intensidades en las puntas matutina y vespertina en las entradas y salidas de la rotonda del Sagrado Corazón de Bilbao. Estos registros nos han servido para repartir porcentualmente las intensidades previas obtenidas de los aforos del Ayuntamiento de Bilbao.

2.1 AFOROS HISTÓRICOS

A continuación, mostramos aforos de octubre y noviembre de 2019 obtenidos del Ayuntamiento de Bilbao. La punta matutina es de 8:00 a 9:00 y la vespertina de 18:00 a 19:00 y están señaladas en negrita en cada gráfico.

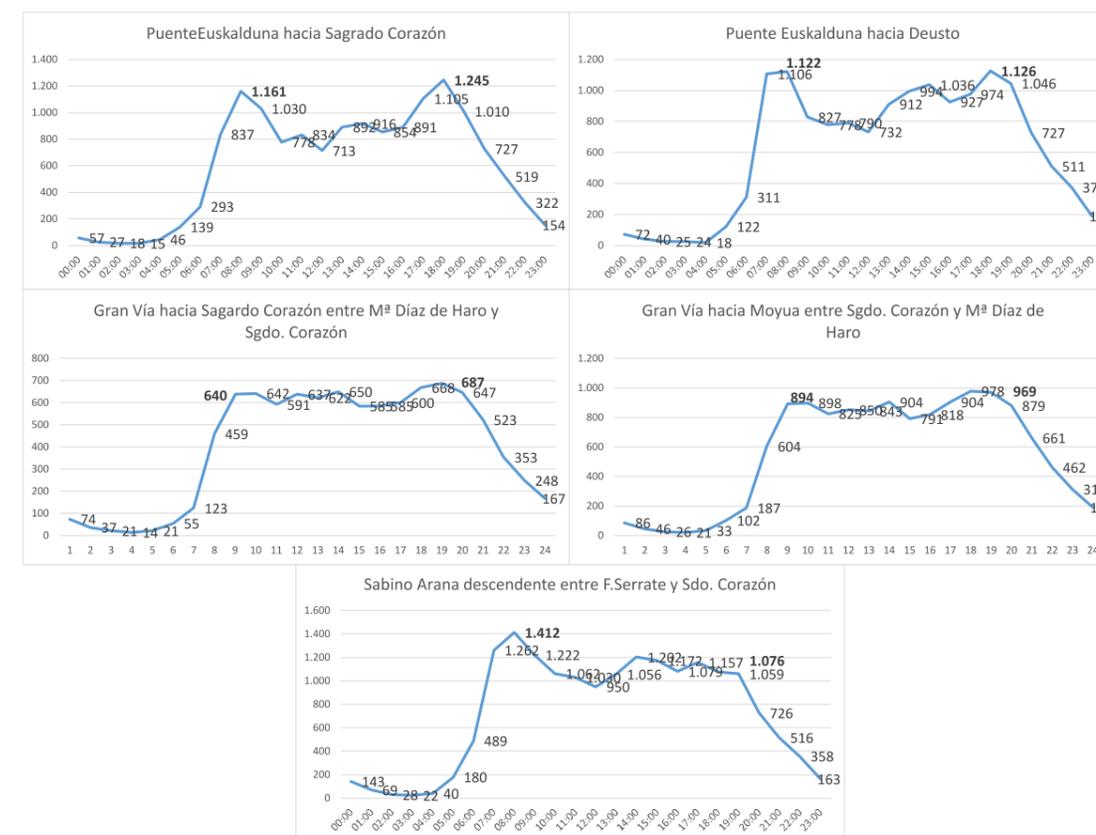


Gráfico 1. Intensidades horarias de accesos del Sagrado Corazón en 2019

A continuación, mostramos las intensidades mayoradas y la matriz de los movimientos para el sagrado Corazón, los cuales serán la base de nuestro estudio.

2.2 INTENSIDADES MAYORADAS

2.2.1 PUNTA MATUTINA

Los aforos de la punta matutina se corresponden con el periodo de 8:00 a 9:00 de la mañana. A continuación, mostramos las intensidades obtenidas ya mayoradas de los accesos y la matriz de los movimientos internos



Imagen 2. Intensidades en los accesos correspondientes a la punta matutina.

AM	Sabino Arana	Gran Vía	Anselmo Clavé	Abandoibarra	Parking Euskalduna	Puente Euskalduna	Olabeaga	Entrando
Sabino Arana	121	295	33	253	49	641	20	1.412
Lateral	45	140	9	6	9	100	4	313
Gran Vía	237	61	50	28	23	225	16	640
Abandoibarra	83	0	2	13	4	65	15	182
Puente Euskalduna	501	340	30	165	41	7	77	1.161
Olabeaga	7	25	4	7	3	68	15	129
Saliendo	994	861	128	472	129	1.106	147	3.837

Imagen 3. Matriz de movimientos correspondiente a la punta matutina.

En la matriz la columna izquierda indica el origen y la fila superior el destino.

2.2.2 PUNTA VESPERTINA

Los aforos de la punta vespertina se corresponden con el intervalo de 18:00 a 19:00 de la tarde.



Imagen 4. Intensidades en los accesos correspondientes a la punta vespertina.

	Sabino Arana	Gran Vía	Anselmo Clavé	Abandoibarra	Parking Euskalduna	Puente Euskalduna	Olabeaga	Entrando
Sabino Arana	109	233	54	120	15	508	18	1.057
Lateral	22	134	16	9	3	64	4	252
Gran Vía	272	61	47	41	9	223	21	674
Abandoibarra	105	0	3	13	4	187	3	315
Parking Euskalduna	17	14	2	5	0	19	3	60
Puente Euskalduna	526	429	31	91	17	18	112	1.224
Olabeaga	24	23	0	12	2	46	8	115
Saliendo	1.075	894	153	291	50	1.065	169	3.697

Imagen 5. Matriz de movimientos correspondiente a la punta vespertina.

2.3 SEMAFORIZACIÓN ACTUAL

A continuación, mostramos la regulación semafórica actual del cruce a estudio. El ciclo es de 110 segundos y los semáforos no son actuados cuando pasa el tranvía, es decir, los tranvías tienen que esperar a que se le activen sus grupos, esperando al igual que el tráfico privado.

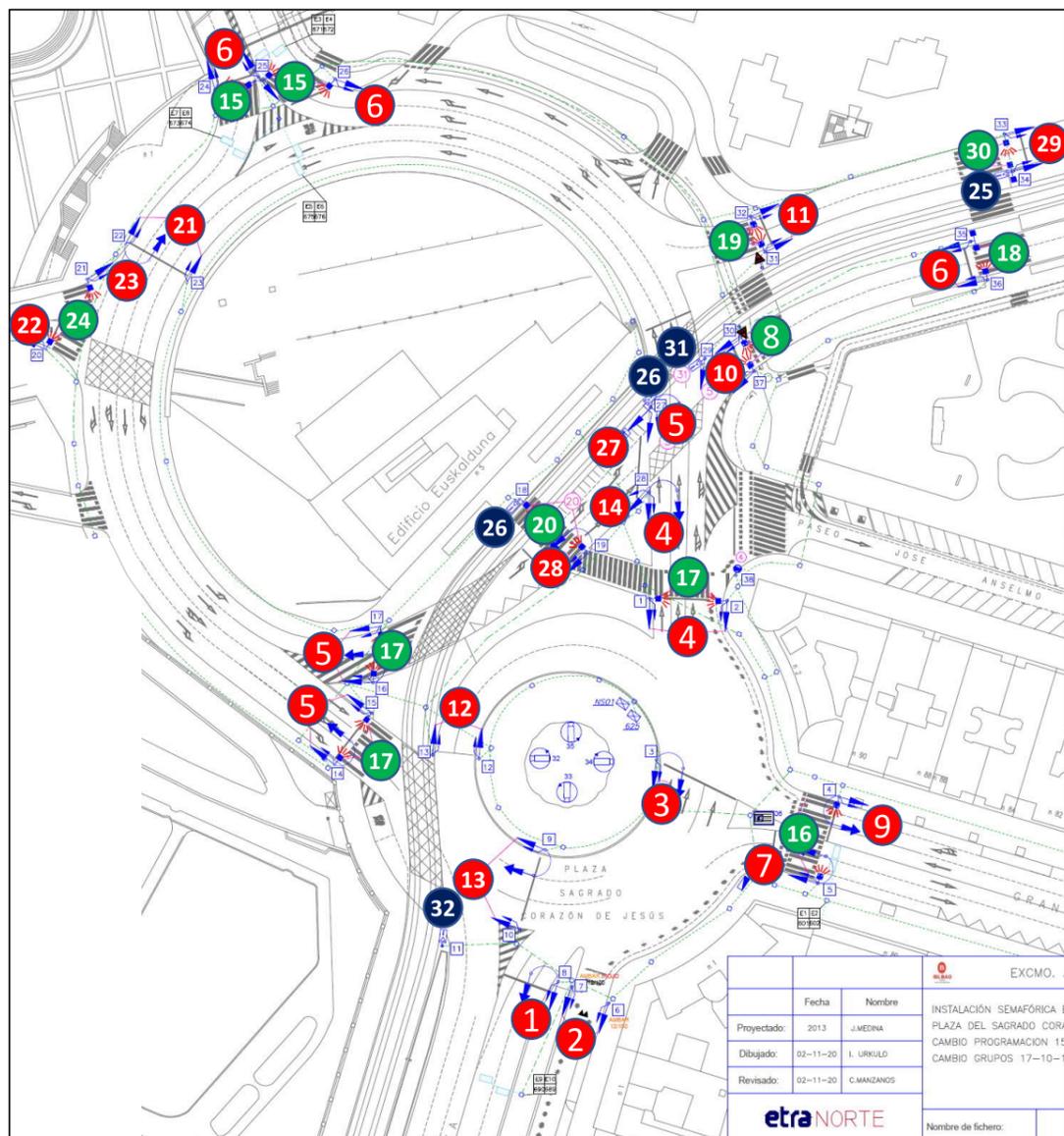
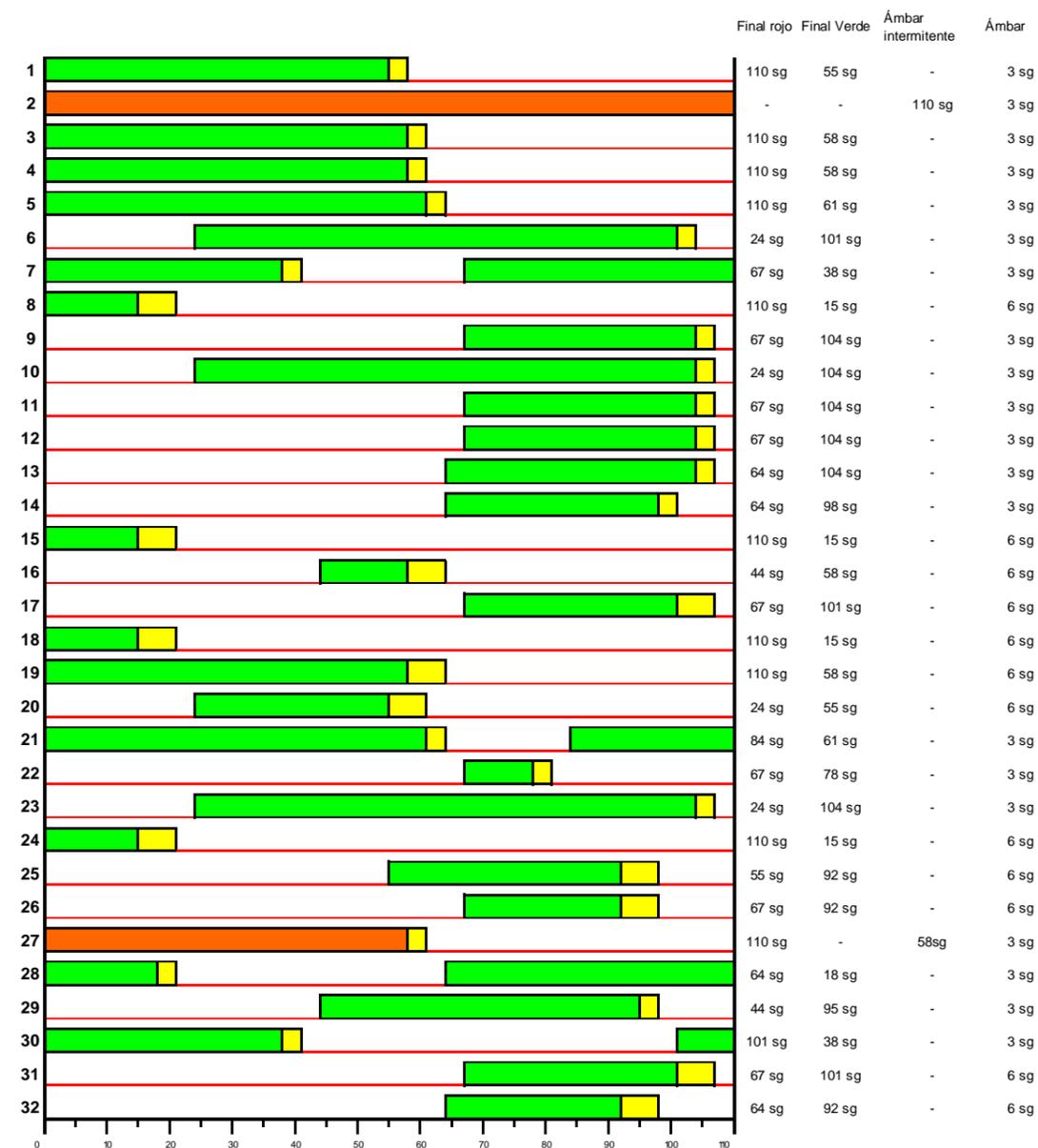


Imagen 6. Grupos semafóricos actuales para el cruce del Sagrado Corazón de Bilbao.

SAGRADO CORAZÓN

Ciclo = 110 sg



Esquema 1. Fases semafóricas actuales para el cruce del Sagrado Corazón de Bilbao.

3. DEFINICIÓN DE LA PROPUESTA

A continuación, mostramos las diferentes alternativas de trazado del tranvía que hemos analizado en este estudio. Mostramos también la frecuencia de paso del tranvía por ramal en ambos sentidos.

3.1 ALTERNATIVA 1

En la primera alternativa, las líneas Atxuri – La Casilla y Atxuri Olabeaga circunvalarán la rotonda y el tranvía interrumpirá el flujo de entrada desde Abandoibarra y los accesos (entrada más salida) desde/hacia el Puente Euskalduna y Olabeaga, una vez se actúen los semáforos a su paso. Estudiaremos una frecuencia de paso de 10 minutos por sentido en ambas líneas. Por lo tanto, entre Atxuri y el acceso de Olabeaga habrá un paso máximo en ambos sentidos de dos minutos y medio y en el resto de los ramales cada cinco minutos.

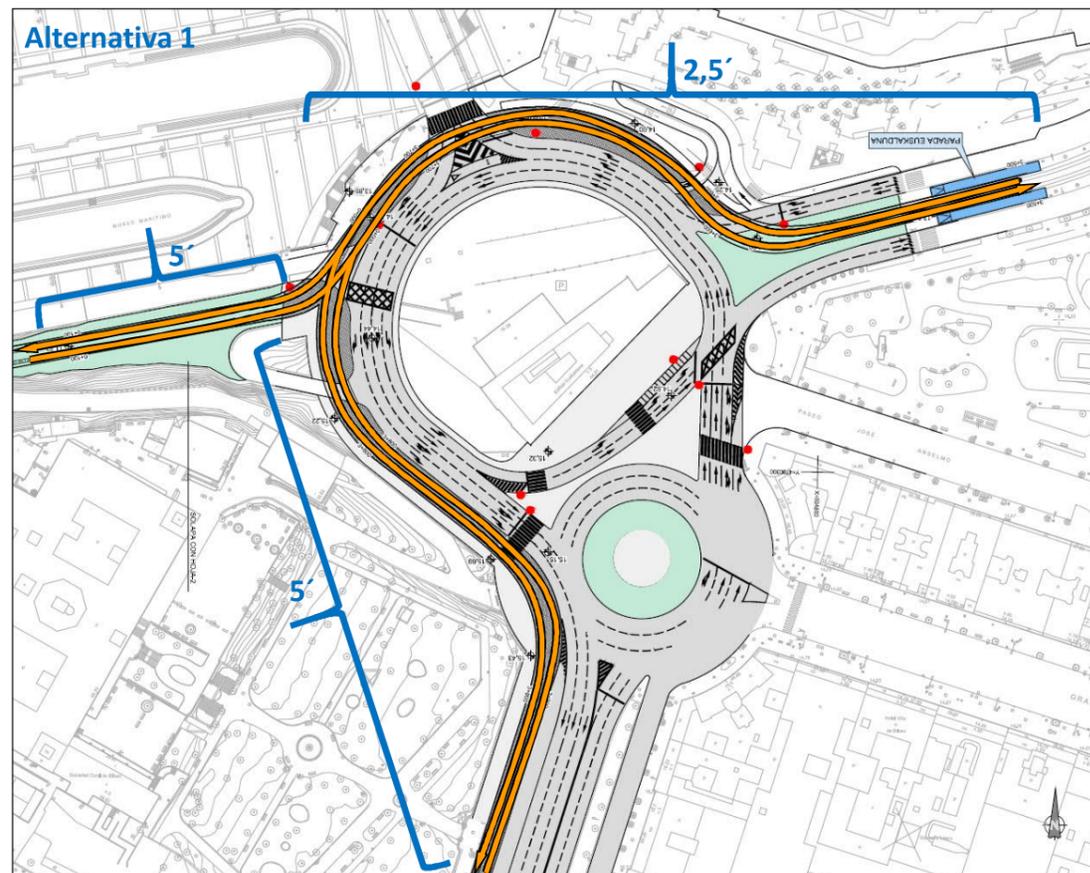


Imagen 7. Alternativa 1.

3.2 ALTERNATIVA 2

En la segunda alternativa, los tranvías discurrirán de forma similar a la alternativa 1 pero la explotación será diferente. Como se puede observar en la siguiente imagen, solo habría tres movimientos: Desde Atxuri hacia Zorrotzaurre por Olabeaga, desde Zorrotzaurre hacia La casilla y desde La casilla hacia Atxuri. De esta forma logramos, un paso máximo por ramal de cinco minutos, con lo cual esta alternativa sería la que menos interrumpe el tráfico rodado.

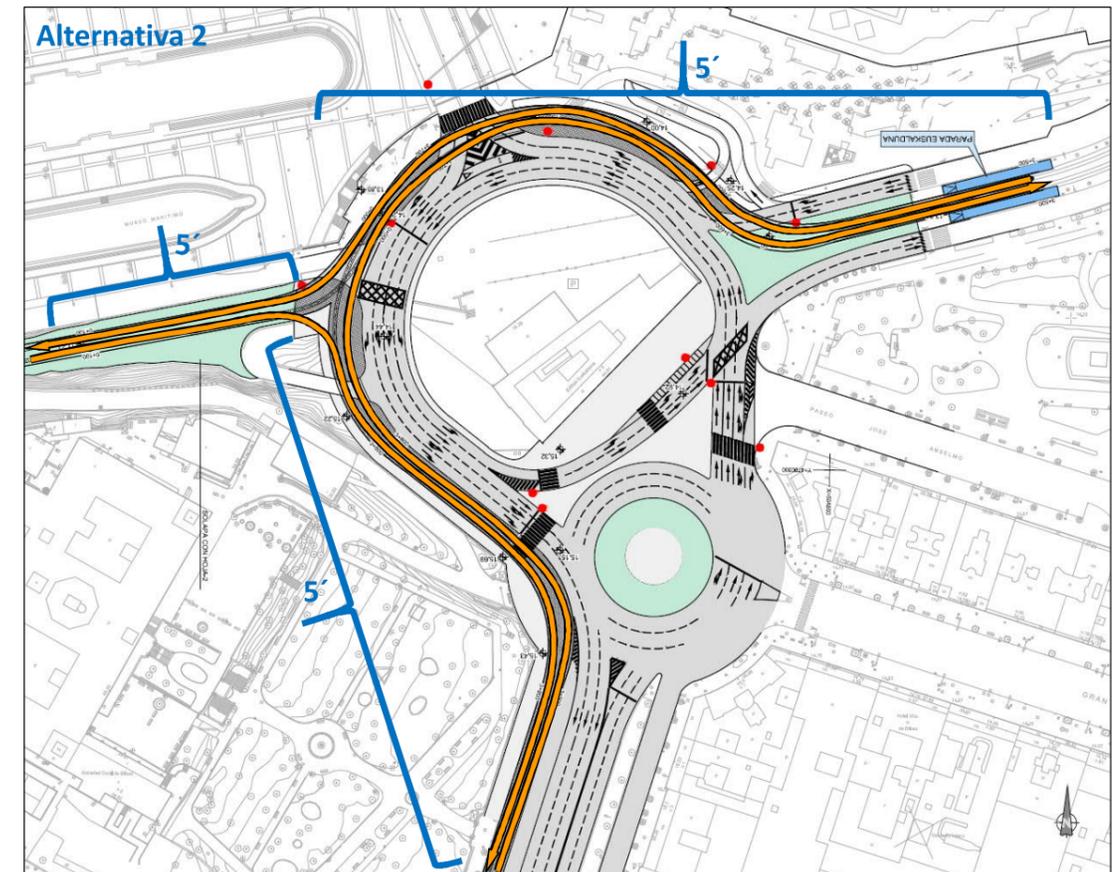


Imagen 8. Alternativa 2.

3.3 ALTERNATIVA 3

En la tercera alternativa, la línea Atxuri – La Casilla discurre atravesando la plaza en ambos sentidos al igual que hoy en día, pero los tranvías actuarían los semáforos a su paso circulando libremente. La línea Atxuri – Zorrotzaurre circunvalaría la rotonda al igual que en la alternativa 1. Así se lograrían tiempos máximos de paso de dos minutos y medio en el ramal común, desde Atxuri hasta el acceso al sagrado Corazón por Abandoibarra y en el resto de ramales una frecuencia de cinco minutos.

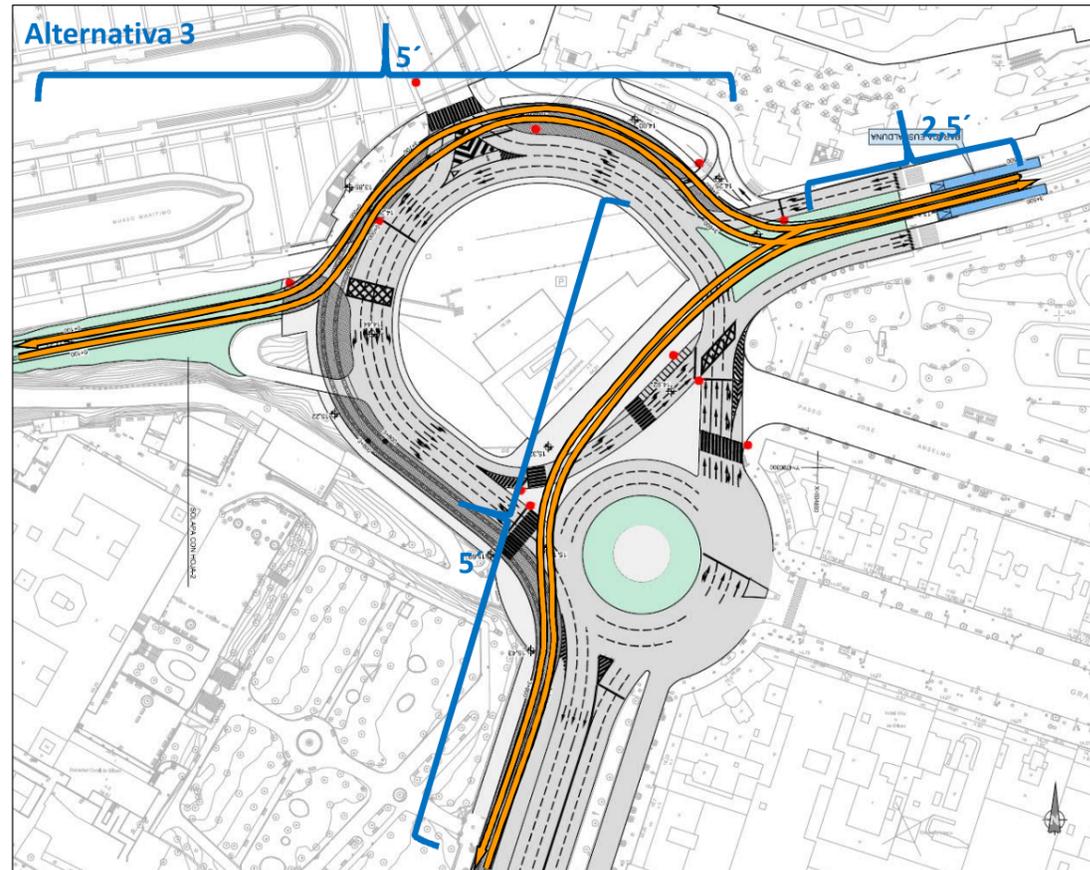


Imagen 9. Alternativa 3.

3.4 SEMAFORIZACIÓN PROPUESTA.

A la hora de diseñar la semaforización a implementar en las diferentes propuestas partimos de los siguientes supuestos:

- Los tranvías actuarán los semáforos de los vehículos privados, cerrándolos, para que su paso sea siempre franco.
- Suponemos que la cuarta espira estará implementada, lo cual trae los siguientes beneficios:
 - Se pueden subdividir los cruces por donde pasa el tranvía en cruces más pequeños con objeto de interrumpir el menor tiempo posible al tráfico. Para que esto sea posible entre subcruce y subcruce debe haber un espacio mínimo de 30 metros (longitud del tranvía) que le permita detenerse en caso de fallo semafórico.
 - Al implementar la cuarta espira al pasar el tranvía el cruce se vuelve a activar inmediatamente para permitir el paso del tráfico.
 - Hemos respetado los tiempos mínimos de verde de las fases que se actúan.

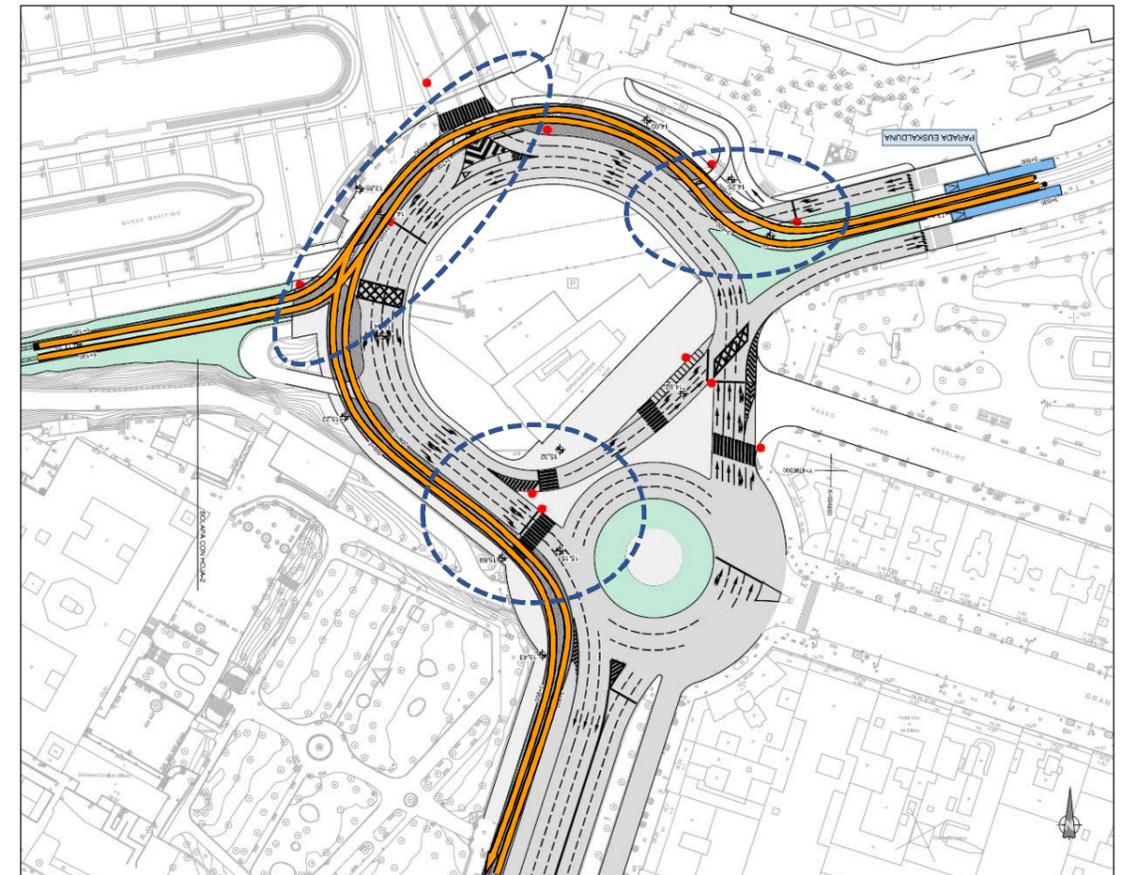


Imagen 10. Ejemplo de división en subcruces.

- Suponemos una velocidad de paso de tranvía de ente 15 y 20 km/h. Esta velocidad sería baja a consecuencia de la curvatura del trazado.
- Hemos utilizado diferentes programaciones para las puntas matutina y vespertina

3.4.1 PROGRAMACIÓN MATUTINA ALTERNATIVAS 1 Y 2

La semaforización propuesta para la alternativa 1 y 2 en la punta matutina es la siguiente la siguiente:

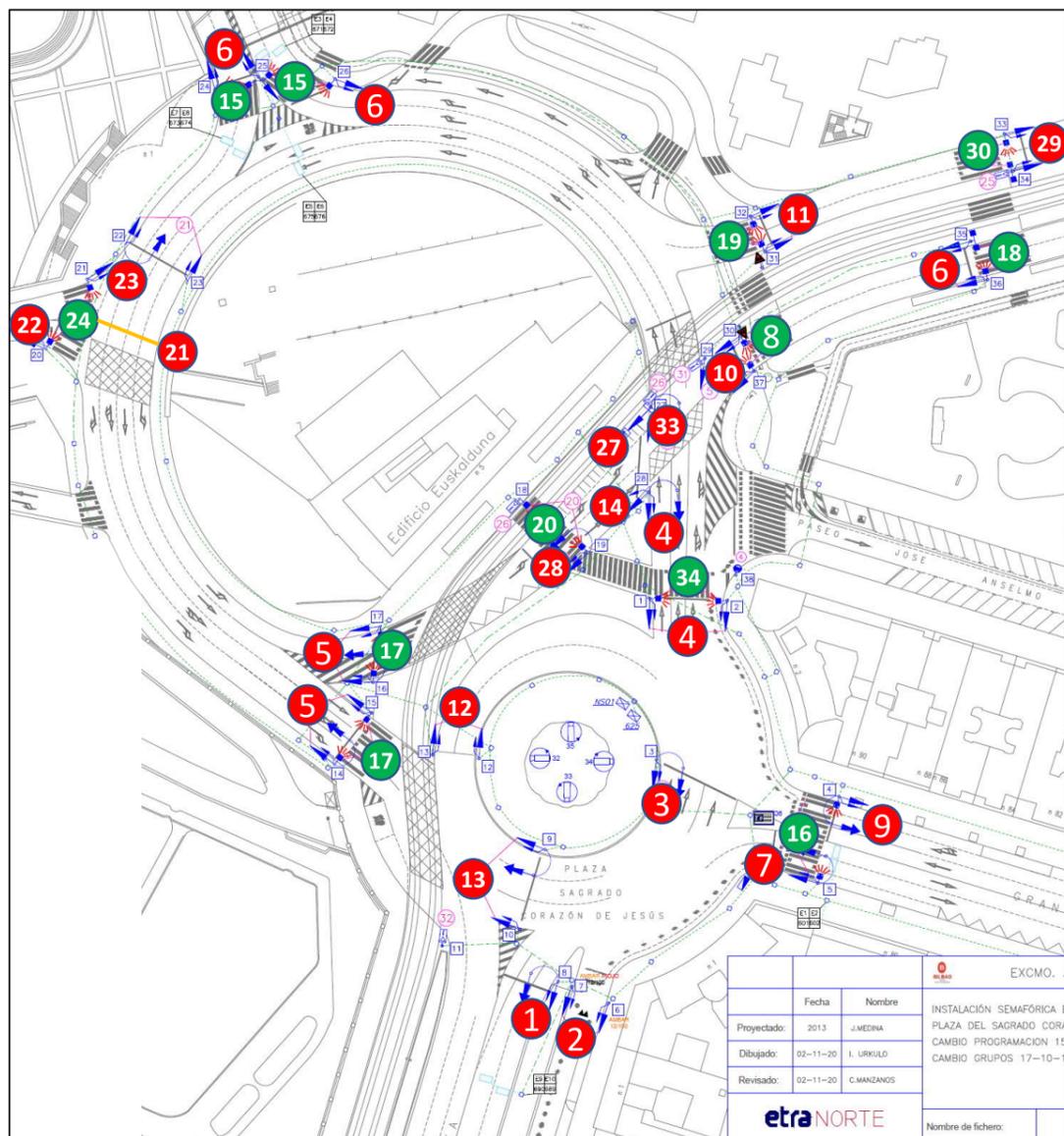


Imagen 11. Grupos semafóricos propuestos la rotonda del sagrado corazón en todas las alternativas propuestas.



Esquema 2. Fases semafóricas propuestas para las Alternativas 1 y 2 punta matutina.

En todas las propuestas realizamos los siguientes cambios:

- Adelantamos la posición de la línea de detención del grupo 21 para maximizar la salida del grupo 23 hacia Olabeaga.
- Aumentamos las fases de los grupos 4 (de 58 a 71 segundos) y 33 (de 61 a 73 segundos) para potenciar la capacidad de salida de la rotonda. Esta acción conlleva la reducción de los grupos 34, 14 y 11, los cuales cuentan con capacidad suficiente.
- Los grupos 21 y 34 se activan al paso del tranvía, es decir, se abren también cuando pasa para maximizar la capacidad de la rotonda.

Específicamente para esta propuesta hemos:

- Hemos aumentado el grupo 13 en 5 segundos, reduciendo el 1. Esto es debido a que delante de la Misericordia se reduce el espacio de paso.
- Aumentamos la salida del grupo 27, implementando una fase en verde, ya que el tranvía no pasa por el medio de la rotonda.

3.4.2 PROGRAMACIÓN VESPERTINA ALTERNATIVAS 1 Y 2

La semaforización propuesta para la alternativa 1 y 2 en la punta vespertina es la siguiente:



Esquema 3. Fases semafóricas propuestos para las Alternativas 1 y 2 punta vespertina.

Específicamente para esta propuesta:

- Hemos aumentado el grupo 13 en 15 segundos, reduciendo el 1. Esto es debido a que delante de la Misericordia se reduce el espacio de paso.
- Aumentamos la salida del grupo 27, implementando una fase en verde, ya que el tranvía no pasa por el medio de la rotonda.

3.4.3 PROGRAMACIÓN MATUTINA ALTERNATIVA 3

La semaforización propuesta para la alternativa 3 en la punta matutina es la siguiente:



Esquema 4. Fases semafóricas propuestos para la Alternativa 3 punta vespertina.

Específicamente para esta propuesta:

- Hemos aumentado el grupo 13 en 5 segundos, reduciendo el 1. Esto es debido a que delante de la Misericordia se reduce el espacio de paso.
- Mantenemos el grupo 27 como en la actualidad.

3.4.4 PROGRAMACIÓN VESPERTINA ALTERNATIVA 3

La semaforización propuesta para la alternativa 3 en la punta vespertina es la siguiente:



Esquema 5. Fases semafóricas propuestos para la Alternativa 3 punta vespertina.

Específicamente para esta propuesta:

- Hemos aumentado el grupo 13 en 10 segundos, reduciendo el 1. Esto es debido a que delante de la Misericordia se reduce el espacio de paso.
- Mantenemos el grupo 27 como en la actualidad.

4. RESULTADOS

4.1 DEFINICIÓN DEL MODELO MICROSCÓPICO

Hemos simulado los periodos matutino y vespertino del tráfico en las situaciones actual (prepandemia) y en las alternativas futuras con el paso del tranvía actuado y cuarta espira.

A continuación, mostramos capturas de la punta matutina en las situaciones actual y alternativa 1.

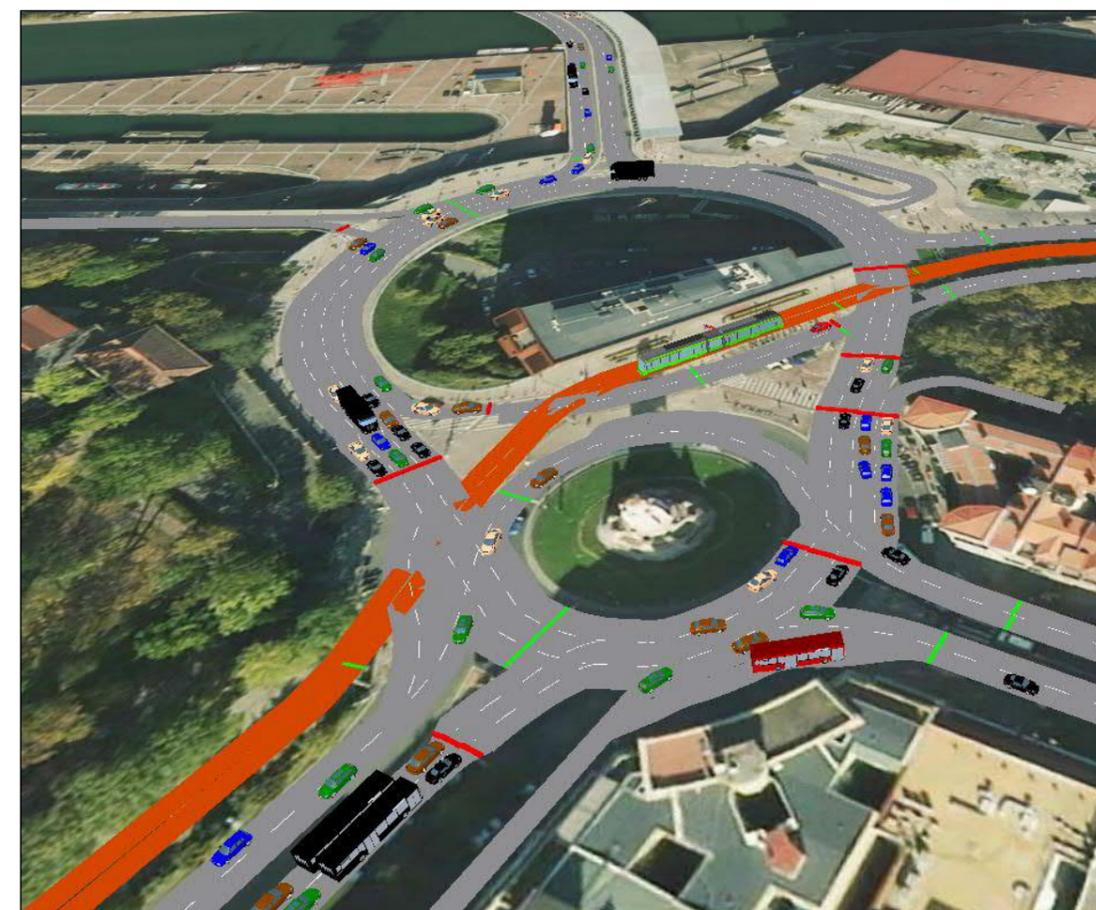


Imagen 12. Modelo de tráfico en las situaciones actual punta matutina.



Imagen 13. Modelo de tráfico en las situaciones alternativa 1 punta matutina.

4.2 RESULTADOS

A continuación, mostramos los resultados obtenidos para las puntas matutina y vespertina en los escenarios actuales y propuestos.

Para cada escenario no realizamos una única simulación, sino que realizamos 10 simulaciones, en las que introducimos variaciones aleatorias en la distribución y comportamiento de los vehículos. De esta manera reproducimos las variaciones habituales que se aprecian en días similares, pero siempre diferentes.

Hemos simulado cuatro escenarios para cada punta: situación actual y alternativas 1, 2 y 3.

4.2.1 RESULTADOS GLOBALES

De forma tabular, mostramos el retraso medio, velocidad media y número de paradas del conjunto de vehículos que circulan por el modelo.

	AM	AM Alt. 1	AM Alt. 2	AM Alt. 3
Retraso Medio por Vehículo (Segundos)	61	75	67	95
Número Medio de Paradas por Vehículo	2,3	2,6	2,4	3,1
Velocidad Media [km/h]	18,7	16,9	17,8	14,8
	PM	PM Alt. 1	PM Alt. 2	PM Alt. 3
Retraso Medio por Vehículo (Segundos)	55	74	64	70
Número Medio de Paradas por Vehículo	2,0	2,7	2,4	2,3
Velocidad Media [km/h]	19,4	16,8	18,1	17,4

Tabla 1. Resultados globales del modelo de tráfico.

S continuación mostramos los gráficos de retraso y velocidad medios.

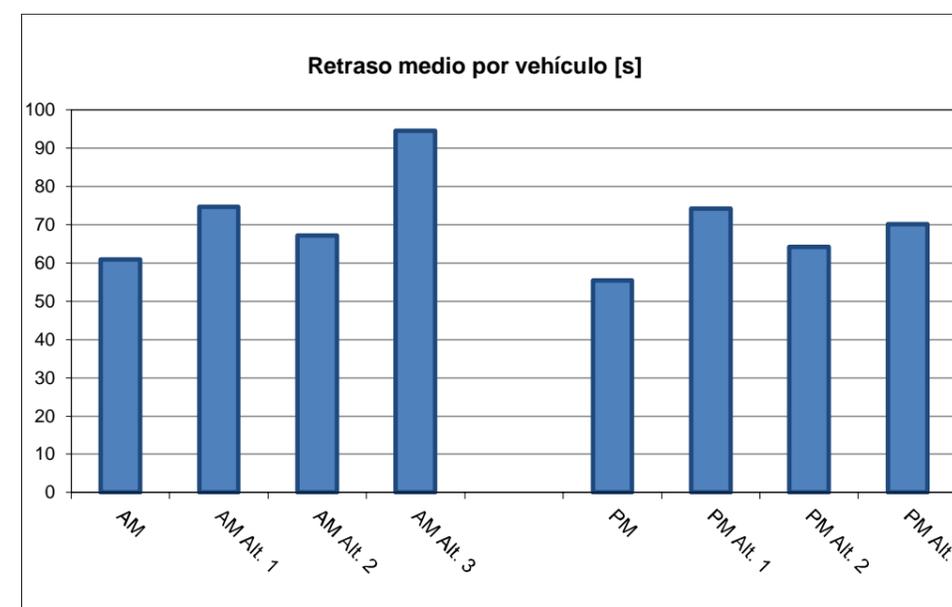


Gráfico 2. Retraso medio para los diferentes escenarios del modelo.

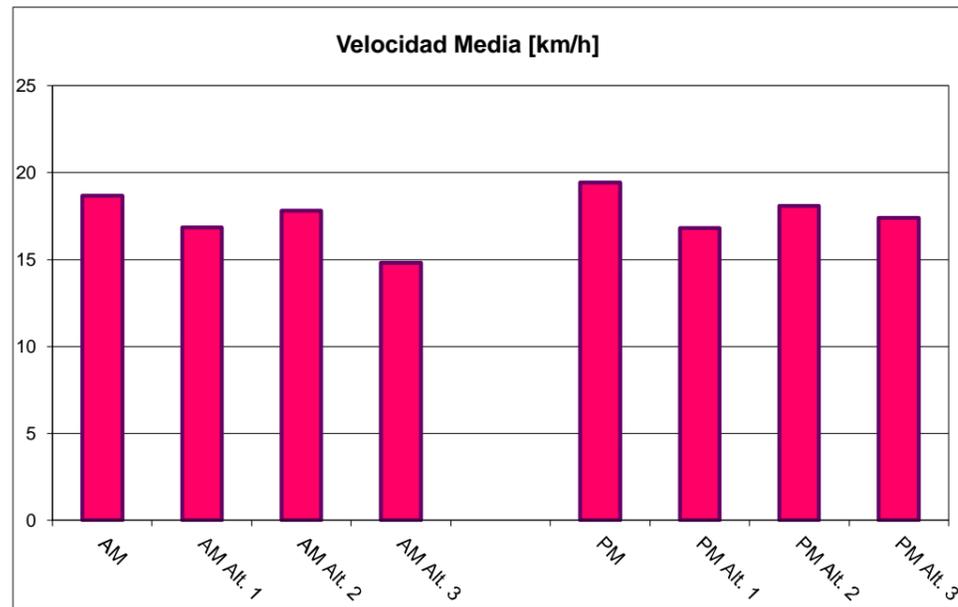


Gráfico 3. Velocidad media para los diferentes escenarios del modelo.

Se observa que la Alternativa que mejor funcionalidad tiene es la 2. Esto es debido a la menor frecuencia de los tranvías y que la línea Zorrotzaurre - La Casilla no interrumpe el tráfico. La alternativa 3 ofrece el peor resultado de todas ya que se corta mucho el recorrido interno de la rotonda al actuar los tranvías los semáforos a su paso en la línea La Casilla - Atxuri en ambos sentidos.

4.2.2 LONGITUD DE COLAS

Hemos obtenidos tres parámetros diferentes:

1. Cola media (m): Se mide la cola cada intervalo de tiempo y de esos valores se calcula la media aritmética.
2. Cola máxima (m): Se mide la cola cada intervalo de tiempo y de esos valores nos quedamos con el valor máximo.
3. Número de paradas: Cuando un vehículo entra en condición de cola. A menos de 10 km/h ya se considera que forma parte de la cola.

En primer lugar, mostramos la situación de estos puntos.



Imagen 14. Ubicación de los puntos de cola analizados.

A continuación, mostramos los resultados de forma tabular.

	Punto	AM	AM Alt. 1	AM Alt. 2	AM Alt. 3	PM	PM Alt. 1	PM Alt. 2	PM Alt. 3
Cola media (m)	1	15	44	26	26	17	62	33	33
Cola máxima (m)		133	192	157	179	145	247	180	206
Número de paradas		508	1.176	791	719	584	1.536	968	863
Cola media (m)	2	14	37	31	17	25	33	29	22
Cola máxima (m)		68	114	103	75	85	97	95	78
Número de paradas		136	217	178	147	141	186	159	153
Cola media (m)	3	18	35	36	26	37	42	44	43
Cola máxima (m)		89	161	153	123	131	160	165	160
Número de paradas		760	943	952	969	1.145	1.243	1.353	1.370
Cola media (m)	4	17	15	14	13	14	13	13	11
Cola máxima (m)		113	101	92	102	108	65	74	75
Número de paradas		279	245	239	231	237	204	205	198
Cola media (m)	5	73	86	91	241	32	58	58	80
Cola máxima (m)		264	278	277	347	164	210	208	273
Número de paradas		1.388	1.461	1.519	3.107	703	957	956	1.165
Cola media (m)	6	44	23	25	22	3	2	2	3
Cola máxima (m)		197	138	151	134	51	54	48	60
Número de paradas		554	360	365	333	93	89	91	102
Cola media (m)	7	34	30	30	30	31	30	31	30
Cola máxima (m)		128	125	121	124	127	120	122	121
Número de paradas		601	556	548	552	581	578	587	578
Cola media (m)	8	3	10	7	7	4	17	10	11
Cola máxima (m)		46	74	66	64	60	102	79	87
Número de paradas		129	172	158	157	224	325	280	286
Cola media (m)	9	24	32	32	35	11	14	13	14
Cola máxima (m)		136	196	201	168	77	123	127	117
Número de paradas		390	450	461	568	154	180	182	213

Tabla 2. Colas medias, máximas y número de paradas para cada punto analizado.

Pasamos a analizar cada punto de forma detallada:

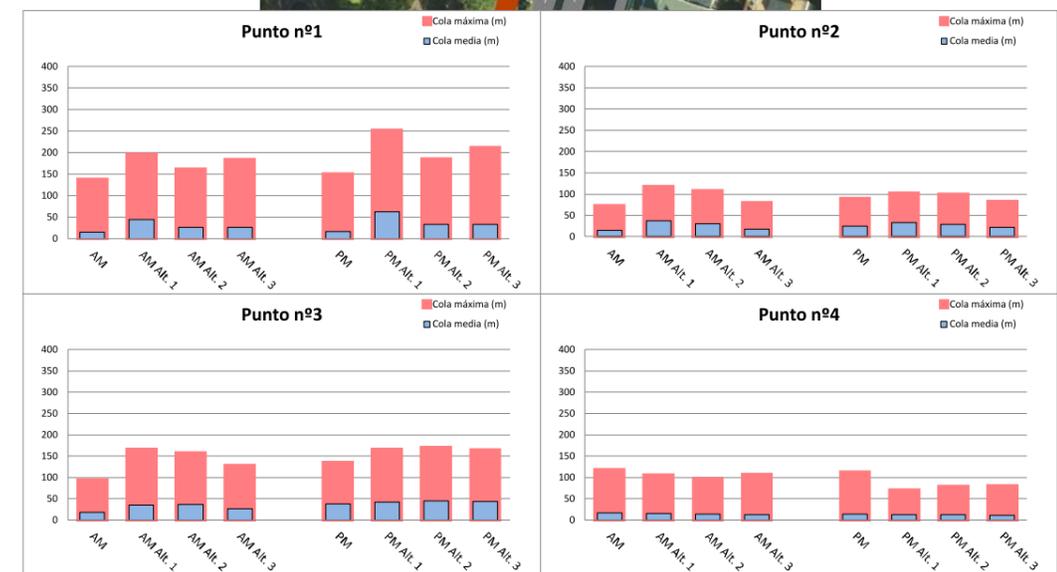


Gráfico 4. Resultados de colas en los puntos 1, 2, 3 y 4.

Analizando punto por punto, obtenemos las siguientes conclusiones:

1. El punto 1 es uno de los más importantes del sistema, ya que se ve interrumpido constantemente por el tranvía. Hemos intentado potenciarlo modificando la posición del grupo 21 y programándolo para que se active al paso del tranvía. La mejor alternativa de funcionamiento es la 2 porque en la alternativa 1 este acceso se ve muy interrumpido y en la alternativa 3 no tiene capacidad de salida por la interrupción que se produce en el grupo semafórico 5 (ante la puerta de la Misericordia).
2. Las colas se mantienen más o menos constantes.
3. Crecen algo las colas en todas las alternativas por el aumento de capacidad del grupo 21.
4. Las colas se mantienen más o menos constantes.



Gráfico 5. Resultados de colas en los puntos 5, 6, 7, 8 y 9.

Analizando punto por punto obtenemos las siguientes conclusiones:

5. En el punto 5 se demuestra que la alternativa 3 no sería viable, ya que la rotonda no tiene capacidad para gestionar las intensidades que acceden por esta entrada.
6. Las colas se mantienen más o menos constantes.
7. Las colas se mantienen más o menos constantes.
8. A pesar de restarle tiempo de fase en todas las alternativas, las colas son mínimas.
9. Las colas máximas crecen mínimamente.

5. RESUMEN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este estudio hemos analizado el impacto de tráfico en el Sagrado Corazón que podría tener la implementación del futuro tranvía de la línea que dará servicio a Zorrotzaurre y el incremento de frecuencias motivado por la implementación de la nueva línea tranviaria.

Para realizar la caracterización del tráfico, Una vez medidos los movimientos en el interior de la rotonda los hemos mayorado a través de aforos históricos, prepandemia, del Ayuntamiento de Bilbao.

Hemos estudiado tres alternativas:

1. En la primera alternativa las líneas de cierre del anillo y Bolueta Zorrotzaurre circunvalarán la rotonda; hemos estudiado una frecuencia de paso de 10 minutos por sentido en ambas líneas.
2. En la segunda alternativa los tranvías discurrirán de forma similar a la alternativa 1, pero la explotación será diferente. Solo funcionarían tres movimientos: desde Bolueta hacia Zorrotzaurre por Olabeaga, desde Zorrotzaurre sentido La Casilla y desde La Casilla hacia Bolueta. Hemos estudiado un paso máximo por ramal de cinco minutos.
3. En la tercera alternativa la línea Cierre del anillo discurre atravesando la plaza en ambos sentidos al igual que hoy en día, pero los tranvías actuarían los semáforos a su paso circulando libremente. La línea Bolueta – Zorrotzaurre circunvalaría la rotonda al igual que en la alternativa 1.

En las todas alternativas los tranvías actuarán los semáforos de los vehículos privados, cerrándolos, para que su paso sea siempre franco; suponemos que la cuarta espira estará implementada, lo cual trae los siguientes beneficios:

- Se pueden subdividir los cruces por donde pasa el tranvía en cruces más pequeños con objeto de interrumpir el menor tiempo posible al tráfico. Para que esto sea posible entre subcruce y subcruce debe haber un espacio mínimo de 30 metros (longitud del tranvía), que le permita detenerse en caso de fallo semafórico.
- Al implementar la cuarta espira al pasar el tranvía el cruce se vuelve a activar inmediatamente para permitir el paso del tráfico.
- Hemos respetado los tiempos mínimos de verde de las fases que se actúan.
- Suponemos una velocidad de paso de tranvía de ente 15 y 20 km/h. Esta velocidad sería baja a consecuencia de la curvatura del trazado.

Además, hemos realizado cambios en la semaforización actual para potenciar la capacidad de la rotonda.

Una vez vistos los resultados de los análisis podemos concluir lo siguiente:

- El escenario que mejor funciona es el segundo, A ello contribuye su trazado y el número de servicios de tranvía que lo utilizan, que es más reducido que en las otras alternativas.
- El escenario 1 también podría ser aceptable si bien produce unos resultados ajustados al límite de capacidad especialmente en el tráfico que proviene del puente Euskalduna, donde aumentan las colas comparadas con el escenario actual. Hay que tener en cuenta que hemos probado este escenario al máximo de frecuencia para el servicio del tranvía y con prioridad absoluta para el mismo. Es decir, con menos servicios de los utilizados en los análisis (10' por sentido para las dos líneas: el anillo y Atxuri-Zorrotzaurre) los resultados de tráfico serían mejores.
- Finalmente, la alternativa 3 no es viable dado que no tiene capacidad de proceso ni almacenamiento lo cual hace que se bloquee la rotonda, especialmente en el tráfico proveniente de Sabino Arana y con los mismos problemas en el puente Euskalduna que la alternativa 1.

A la vista de los resultados anteriores, los escenarios 1 y 2 serían escenarios viables de explotación tranviaria con prioridad semafórica, que, si bien suponen la actuación sobre la semaforización del tráfico rodado, reducen las situaciones de riesgo con éste al eliminar los cruces actuales.

Para analizar el tráfico inducido por los futuros desarrollos de Zorrotzaurre o de Olabeaga, será necesario determinar con más detalle el origen-destino de estos desplazamientos, teniendo en cuenta los accesos previstos a estos entornos, y de otras alternativas de recorridos hacia vías de mayor capacidad.

6. ÍNDICE DE ELEMENTOS

6.1 ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Ubicación del lugar de estudio.....	2
Imagen 2. Intensidades en los accesos correspondientes a la punta matutina...4	
Imagen 3. Matriz de movimientos correspondiente a la punta matutina.4	
Imagen 4. Intensidades en los accesos correspondientes a la punta vespertina.5	
Imagen 5. Matriz de movimientos correspondiente a la punta vespertina.5	
Imagen 6. Grupos semafóricos actuales para el cruce del Sagrado Corazón de Bilbao.....6	
Imagen 7. Alternativa 1.....8	
Imagen 8. Alternativa 2.....9	
Imagen 9. Alternativa 3.....10	
Imagen 10. Ejemplo de división en subcruces.11	
Imagen 11. Grupos semafóricos propuestos la rotonda del sagrado corazón en todas las alternativas propuestas.12	
Imagen 12. Modelo de tráfico en las situaciones actual punta matutina.....17	
Imagen 13. Modelo de tráfico en las situaciones alternativa 1 punta matutina.18	
Imagen 14. Ubicación de los puntos de cola analizados.21	

6.2 ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados globales del modelo de tráfico.19	
Tabla 2. Colas medias, máximas y número de paradas para cada punto analizado.22	

6.3 ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Intensidades horarias de accesos del Sagrado Corazón en 2019	3
Gráfico 2. Retraso medio para los diferentes escenarios del modelo.	19
Gráfico 3. Velocidad media para los diferentes escenarios del modelo.....	20
Gráfico 4. Resultados de colas en los puntos 1, 2, 3 y 4.....	23
Gráfico 5. Resultados de colas en los puntos 5, 6, 7, 8 y 9.....	24

6.4 ÍNDICE DE ESQUEMAS

Esquema 1. Fases semafóricas actuales para el cruce del Sagrado Corazón de Bilbao.....	7
Esquema 2. Fases semafóricas propuestos para las Alternativas 1y 2 punta matutina.....	13
Esquema 3. Fases semafóricas propuestos para las Alternativas 1 y 2 punta vespertina.....	14
Esquema 4. Fases semafóricas propuestos para la Alternativa 3 punta vespertina.....	15
Esquema 5. Fases semafóricas propuestos para la Alternativa 3 punta vespertina.....	16

