

ANEJO N° 5: EVALUACIÓN DE IMPACTO DE LAS INFRAESTRUCTURAS VIARIAS EN LA SEGURIDAD

Índice

5. Evaluación de impacto en la seguridad viaria	5	<i>5.7.6. Análisis de las condiciones de seguridad para los usuarios</i>	<i>30</i>
5.1. Introducción	5	<i>5.7.7. Evaluación de los factores de seguridad analizados</i>	<i>31</i>
5.2. Descripción del estudio y sus antecedentes	6	5.8. Estimación del tráfico y la accidentalidad en función de las características de las alternativas consideradas.....	35
5.2.1. Principales características del estudio.....	6	5.9. Conclusiones.....	36
5.2.2. Antecedentes.....	7		
5.3. Delimitación del ámbito de la evaluación	8		
5.4. Análisis de la situación actual del tráfico y la accidentalidad	8		
5.4.1. Análisis del tráfico	8		
5.4.2. Análisis de la accidentabilidad.....	10		
5.5. Estimación de la evolución del tráfico y la accidentalidad.....	12		
5.6. Objetivos de reducción de accidentes y víctimas en tramos TCA y TAPM frente al supuesto de inacción	13		
5.7. Análisis de las condiciones de seguridad de las alternativas	13		
5.7.1. Análisis de los efectos de la ejecución del proyecto en la seguridad de las vías existentes.....	13		
5.7.2. Análisis de los efectos de la estacionalidad y condiciones meteorológicas.....	15		
5.7.3. Análisis de los efectos de la orientación de los corredores de trazado.....	16		
5.7.4. Análisis de la necesidad de zonas de descanso y aparcamientos de emergencia	29		
5.7.5. Análisis del potencial riesgo para la circulación asociado a la actividad sísmica.....	29		

5. Evaluación de impacto en la seguridad viaria

5.1. Introducción

La incorporación al ordenamiento jurídico español de la **Directiva 2008/96/CE**, de 19 de noviembre de 2008, sobre gestión de la seguridad de las infraestructuras viarias, a través del **Real Decreto 345/2011**, de 11 de marzo, sobre gestión de la seguridad de las infraestructuras viarias en la Red de Carreteras del Estado, completó los mecanismos de evaluación y gestión de la seguridad de las infraestructuras.

Por ejemplo, dentro del RD 345/2011 se establece la necesidad de realizar una “**evaluación de impacto de las infraestructuras viarias en la seguridad**” (en adelante EISV) desde la fase inicial de planificación (como es el caso del presente Estudio Informativo) con el fin de determinar las previsibles repercusiones de la actuación o proyecto sobre la seguridad viaria.

En desarrollo del mismo RD 345/2011, la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento instó la **Orden Circular 30/2012**, por la que se aprueban las directrices de los procedimientos para la gestión de la seguridad de las infraestructuras viarias en la red de carreteras del estado. Entre aquellas se incluyen las ‘Directrices del procedimiento para la realización de evaluaciones de impacto de las infraestructuras viarias en la seguridad en la Red de Carreteras del Estado’ que establecen las siguientes condiciones generales:

- Las EISV formarán parte del desarrollo de los Estudios Informativos y los elaborarán los equipos redactores conforme a las instrucciones de los directores de Estudio.
- La realización de la EISV incluirá un análisis cualitativo y cuantitativo del efecto de las alternativas contempladas sobre la seguridad facilitando la información necesaria para la selección de la alternativa óptima mediante análisis coste-beneficio.

Teniendo en cuenta que el ámbito objeto del presente Estudio Informativo (un tramo de la Ronda Litoral B-10 entre la Zona Franca y El Morrot) forma parte de la

Red Transeuropea de Carreteras (TEN-T) **debe realizarse la evaluación del impacto de las infraestructuras viarias en la seguridad viaria.**

Por tanto, el presente Anejo tiene por finalidad dar cumplimiento a este requerimiento incorporando el pertinente EISV. El contenido, alcance y estructura del mismo se definen según lo dispuesto en el art. 4 y Anexo I del RD 345/2011 y en las referidas directrices, resultando la siguiente estructura:

1. Introducción
2. Descripción del estudio informativo y antecedentes
3. Delimitación del ámbito de evaluación
4. Análisis de la situación actual del tráfico y la accidentabilidad
5. Estimación de la evolución del tráfico y la accidentabilidad en la hipótesis de inacción.
6. Objetivos de reducción de accidentes y víctimas en tramos TCA y TAPM frente al supuesto de inacción
7. Análisis de las condiciones de seguridad de las alternativas
 - i. Análisis de los efectos de la ejecución del proyecto en la seguridad de las vías existentes
 - ii. Análisis de los efectos de la estacionalidad y las condiciones meteorológicas
 - iii. Análisis de efectos de la orientación de los corredores de trazado
 - iv. Análisis de la necesidad de zonas de descanso y aparcamientos de emergencia
 - v. Análisis del potencial riesgo para la circulación asociado a la actividad sísmica
 - vi. Análisis de las condiciones de seguridad para los usuarios
8. Evaluación de condiciones de seguridad
 - a. Definición de Indicadores
 - b. Valoración, pesos relativos y justificación
9. Estimación de la evolución del tráfico y la accidentabilidad de las alternativas

5.2. Descripción del estudio y sus antecedentes

5.2.1. Principales características del estudio

El Estudio Informativo en el que se enmarca este Anejo tiene como **objetivo aumentar la capacidad de la Ronda Litoral (B-10)** en el tramo comprendido entre los P.K. 11,5 y 18. Este tramo se inicia en el entorno del enlace de acceso a la Zona Franca y al Puerto de Barcelona desde la salida 18 de la Ronda y concluye en las proximidades de la estación ferroviaria de mercancías de El Morrot, punto a partir del cual la Ronda discurre de forma soterrada bajo el Moll de la Fusta durante aproximadamente 1,5 kilómetros para proseguir bordeando el entramado urbano de Barcelona en dirección norte.

Este corredor de acceso al centro urbano cuenta con intensidades de tráfico muy elevadas y en la zona de Estudio únicamente cuenta con dos carriles por sentido de circulación que resultan insuficientes, especialmente durante el periodo punta de mañana (7:00 – 9:00 am), generándose colas que interfieren en el correcto funcionamiento de la Ronda y de los diferentes enlaces existentes.

Como resultado del proceso de evaluación llevado a cabo en la primera etapa del Estudio Informativo fueron seleccionadas dos alternativas:

- La **Alternativa 1**, que contempla la ampliación del tronco con la implantación de 1 a 2 carriles adicionales, según el tramo actual, con el objetivo de mantener una sección constante de 4 carriles por sentido de circulación a lo largo de todo el tramo.
- Y la **Alternativa 2**, que pretende mejorar la funcionalidad del corredor a través de la 'separación' de los tráficos de medio/largo recorrido de los movimientos más locales, y nuevamente con la ampliación del número de carriles en la sección de la infraestructura a estudio.

De esta manera, la primera solución plantea una autovía de 4 carriles por sentido en todo el recorrido del estudio, mientras que la segunda opta por generar, desde los enlaces de la Puerta 28 y 29, una calzada lateral de dos carriles por sentido (manteniendo la actual sección de calzada de la Ronda en ese tramo).

A continuación se incluye un gráfico donde se muestra el ámbito de Estudio así como los enlaces a remodelar dentro del mismo.



5.2.2. Antecedentes

Con el propósito de tener una visión global de todos los trámites y documentos realizados hasta el momento relacionados con el tramo objeto de Estudio, se incluye a continuación una breve descripción de los hitos más relevantes con su fecha correspondiente.

- ✓ Con fecha **14 de Febrero de 2000** se autoriza la Orden de Estudio del “*Proyecto de Trazado y Construcción de ampliación de capacidad de la Ronda Litoral en el tramo entre la Zona Franca y el Morrot*” que implicaba la ejecución de un tercer carril por sentido de circulación así como la adecuación de los enlaces afectados como actuaciones más relevantes.

Durante la redacción del Proyecto fue necesario además plantear actuaciones no directamente previstas en la Orden de Estudio que fueron expuestas a los diferentes organismos implicados: Autoridad Portuaria y Ayuntamiento de Barcelona. Este último mostró su disconformidad proponiendo algunas líneas de actuación que implicaban cambios sustanciales en el planteamiento original del Proyecto.

- ✓ Ante la falta de consenso, con fecha **8 de Noviembre de 2007**, se modifica la Orden de Estudio reduciéndose el alcance del Proyecto original a varias actuaciones locales estrictamente necesarias desde el punto de vista de la seguridad vial, cuyo Proyecto pasa a denominarse “*Mejoras Locales de la Ronda Litoral. Tramo: Enlace de Bellvitge – El Morrot*”.

Se concluye que el mejor documento para analizar la mejora de capacidad de la Ronda Litoral es un Estudio Informativo.

- ✓ Así con objeto de retomar la idea de aumentar la capacidad de la Ronda Litoral, el **22 de noviembre de 2007** se autoriza la Orden de Estudio del “*Estudio Informativo de la Ampliación de la Ronda Litoral (B-10). Tramo: Zona Franca – El Morrot*”. El Estudio Informativo fue licitado el 29 de Julio de 2009, siendo finalmente **adjudicado a APIA XXI el 29 de Diciembre** del mismo año.
- ✓ Con fecha de **6 de junio de 2013** se remitió a la subdirección General de Evaluación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente el *Documento Inicial*, que recogía las principales consideraciones medioambientales de la actuación para poder **iniciar el trámite de Evaluación de Impacto Ambiental**.

Con fecha de **01 de julio de 2013** dicha Subdirección General remitió un escrito en el que indicaba una serie de carencias en el documento que debían ser subsanadas para la realización de las consultas a las administraciones públicas afectadas y público interesado.

En **octubre de 2013** se remitió el **Documento Inicial** corregido iniciándose el trámite de **consultas previas** el 15 de enero de 2014.

Tras el pertinente trámite de consultas previas el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente remitió el **16 de junio de 2014** la “**Notificación de decisión de someter a evaluación de impacto ambiental, comunicación del alcance del estudio de impacto ambiental, traslado de consultas y cumplimiento del artículo 9**”. Dicha notificación llegó al Ministerio de Fomento el **26 de junio de 2014**.

En este escrito se especifica la amplitud y nivel de detalle mínimos que debe darse al estudio de impacto ambiental, así como las respuestas a las consultas realizadas.

- ✓ Respecto a la entrega del contenido restante del Estudio Informativo, cabe destacar que en una primera etapa se trabajó a escala 1:25.000 tal y como especificaba el Pliego, sin embargo al desarrollarse el Estudio dentro de un ámbito de carácter urbano en el que se requiere un grado de detalle muy preciso se acordó con la Dirección del Estudio cambiar el enfoque inicial y trabajar directamente a escala 1:5.000. En este sentido, la **fase 1:5.000** (comúnmente denominada Fase B) **fue presentada al Ministerio de Fomento en Julio de 2014**.
- ✓ En **Enero de 2016** fue recibido por APIA XXI, a través del área de Planificación del Ministerio de Fomento, el informe de supervisión de esta Fase 1:5.000 cuyas observaciones fueron atendidas en una nueva entrega de la Fase, realizada en Junio de 2017.
- ✓ En **Octubre de 2017** fue recibido, desde el Servicio de Planeamiento, Proyectos y Obras del Ministerio de Fomento, un nuevo informe de supervisión de la fase B cuyas observaciones, han sido debidamente cumplimentadas dentro de la presente entrega del Estudio Informativo.

5.3. Delimitación del ámbito de la evaluación

Dado que el objeto del Estudio Informativo es mejorar las condiciones de capacidad y funcionalidad de una carretera existente, y teniendo en cuenta la influencia de estas sobre la seguridad vial, el ámbito del presente EISV es coincidente con el propio del Estudio Informativo.

5.4. Análisis de la situación actual del tráfico y la accidentalidad

5.4.1. Análisis del tráfico

Tal y como se especifica en las directrices de la Orden Circular 30/2012, para analizar las características del tráfico desde el punto de vista de la seguridad viaria se han tenido en cuenta los siguientes factores:

1. Intensidades y composición del tráfico
2. Velocidades de circulación
3. Presencia de usuarios vulnerables

En los Anejos 3.4. Transporte y demanda actual y 4.5. Demanda y Funcionalidad se desarrolla un completo análisis del tráfico en situación actual y futura. Por tanto, los datos que se aportan aquí se han extraído de los citados anejos.

5.4.1.1. Intensidades y composición del tráfico

5.4.1.1.1. Aforos oficiales

Dentro del tramo en Estudio existe una estación de aforo estatal secundaria (B-258-2), cuya localización (p.k. 15,3) se muestra en la siguiente figura.



Fuente: Mapa de Carreteras del Ministerio de Fomento.

La citada estación ofrece datos de intensidad y composición del tráfico para el periodo 2012-2015, que se recogen en la tabla siguiente:

Intensidad Media de Tráfico, 2012-2014

Año	IMD Total	IMD pesados	IMD pesados (%)
2012	84.209	5.936	7,05
2013	81.188	5.752	7,08
2014	82.713	5.723	6,92

Fuente: Mapa de Carreteras. Edición 2015

5.4.1.2. Datos derivados del modelo de tráfico

El modelo del tráfico realizado en el presente estudio utilizó como referencia el año 2014, tal y como se detalle en el 3.4. Transporte y Demanda actual del Anejo nº3, apoyándose además en los resultados de aforos automáticos, llevados a cabo durante 1 semana por el Ministerio de Fomento en la Ronda Litoral (p.k. 14), así como en datos obtenidos del trabajo de campo realizado por APIA XXI en varios puntos del tramo en Estudio.

En el modelo resultante la asignación en la zona donde se ubica la estación B-258 dio como resultado una IMD de 78.629 vehículos (lo que representa una desviación inferior al 5% respecto al dato de la estación). El último dato registrado en 2015 es muy similar, incluso inferior, al considerado de 2014, por lo que el modelo elaborado entonces se considera válido. Como se expone en el referido Anejo nº3, las estimaciones de crecimiento del volumen de tráfico se realizan sobre las tasas contempladas en e la O.M. 3317/2012.

Incrementos de tráfico a utilizar en estudios

Período	Incremento anual acumulativo
2010 – 2012	1,08%
2013 – 2016	1,12%
2017 en adelante	1,44%

Fuente: Anexo II. Orden FOM/3317/2010

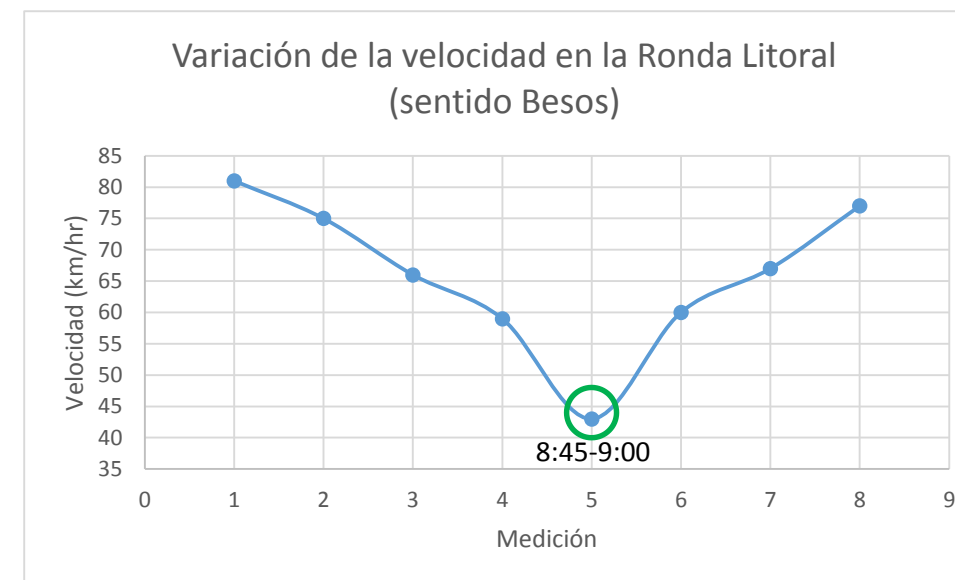
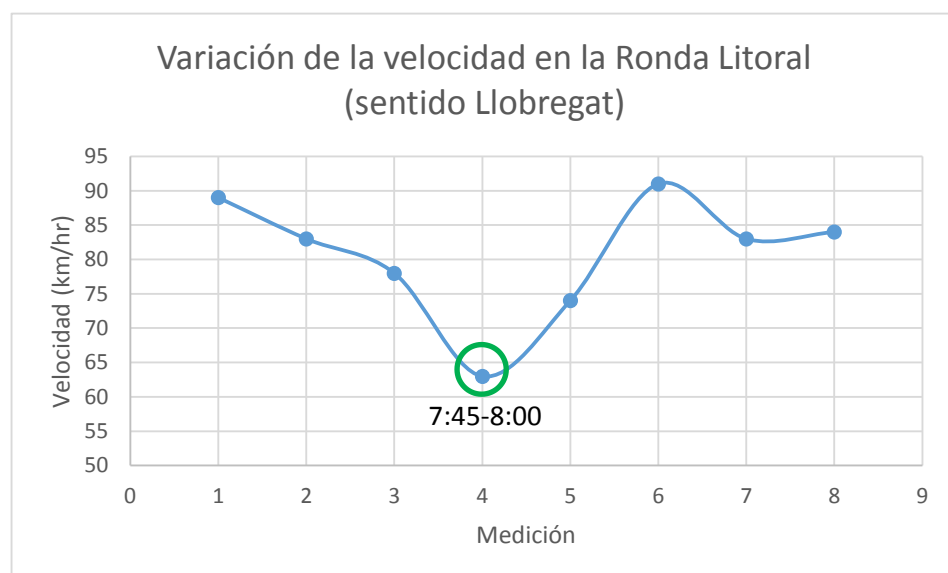
Aplicando esa prognosis sobre el modelo se obtiene los siguientes valores de IMD en situación actual o sin proyecto.

Prognosis de evolución de intensidad del tráfico, 2014 – 2040 en el supuesto de inacción: Alternativa 0

AÑOS	Tramo I Inicio de tramo - Enlace Puerta 29	Tramo II Enlace Puerta 29 - Enlace Puerta 28	Tramo III Enlace Puerta 28 - Enlace Puerta 25	Tramo IV Enlace Puerta 25 - Final de Tramo
2.014	99.114	78.629	122.229	89.743
2.015	100.224	79.509	123.598	90.748
2.016	101.347	80.400	124.982	91.764
2.017	102.806	81.557	126.782	93.086
2.018	104.287	82.732	128.607	94.426
2.019	105.788	83.923	130.459	95.786
2.020	107.312	85.132	132.338	97.165
2.021	108.857	86.358	134.243	98.564
2.022	110.425	87.601	136.177	99.984
2.023	112.015	88.863	138.137	101.424
2.024	113.628	90.142	140.127	102.884
2.025	115.264	91.440	142.144	104.366
2.026	116.924	92.757	144.191	105.868
2.027	118.607	94.093	146.268	107.393
2.028	120.315	95.448	148.374	108.939
2.029	122.048	96.822	150.511	110.508
2.030	123.805	98.216	152.678	112.099
2.031	125.588	99.631	154.876	113.714
2.032	127.397	101.065	157.107	115.351
2.033	129.231	102.521	159.369	117.012
2.034	131.092	103.997	161.664	118.697
2.035	132.980	105.495	163.992	120.406
2.036	134.895	107.014	166.353	122.140
2.037	136.837	108.555	168.749	123.899
2.038	138.808	110.118	171.179	125.683
2.039	140.807	111.704	173.644	127.493
2.040	142.834	113.312	176.144	129.329

5.4.1.3. Velocidad

La asignación de velocidades en el modelo se realizó a partir de la consideración de las características de cada vía y de las mediciones efectuadas.



Las velocidades más reducidas, en ambos sentidos, se producen entre las 8:00 y las 9:00 h. es decir, en la punta mañana. El modelo arroja una velocidad media de funcionamiento de unos 52 km/h para coches y de 45 km/h para camiones.



5.4.1.4. Usuarios vulnerables

En la Ronda Litoral objeto de este Estudio no circulan usuarios vulnerables, entendiendo por tales peatones y ciclistas, por lo que no procede este análisis.

5.4.2. Análisis de la accidentabilidad

Los únicos datos de accidentabilidad disponibles son los publicados en los ‘Estudios de Accidentabilidad (EA)’ y ‘Anuarios Estadísticos de Accidentes en las Carreteras del Estado (en adelante AEA)’ del Ministerio de Fomento.

Para elaborar el presente apartado se han consultado las últimas ediciones de estas publicaciones (EA y AEA), correspondientes al período 2010 a 2014.

Según estas fuentes, durante en el año 2014 se produjeron en la RCE de la Demarcación de Cataluña un total de 1750 accidentes con víctimas, que provocaron 2617 heridos leves, 196 graves y 40 víctimas mortales.

En ese mismo intervalo, en los 8,3 km de longitud de la Ronda Litoral B-10 (en los que se encuadra el tramo que se evalúa aquí) se registraron 20 accidentes con víctimas (un promedio de 2,4 acc/km), con 29 heridos y 4 víctimas mortales.

Se muestran a continuación los principales datos de las publicaciones:

Accidentes con víctimas en la Autovía B-10 Ronda Litoral

Año	L	Accidentabilidad				Veh-km	IP
		ACV	ACM	H	MU		
2010	8,1	13	0	17	0	189955	8,5
2011	8,3	19	0	32	0	398899	4,7
2012	8,3	22	0	31	0	256770	8,5
2013	8,3	31	4	42	4	250219	12,3
2014	8,3	20	0	29	0	250703	7,9

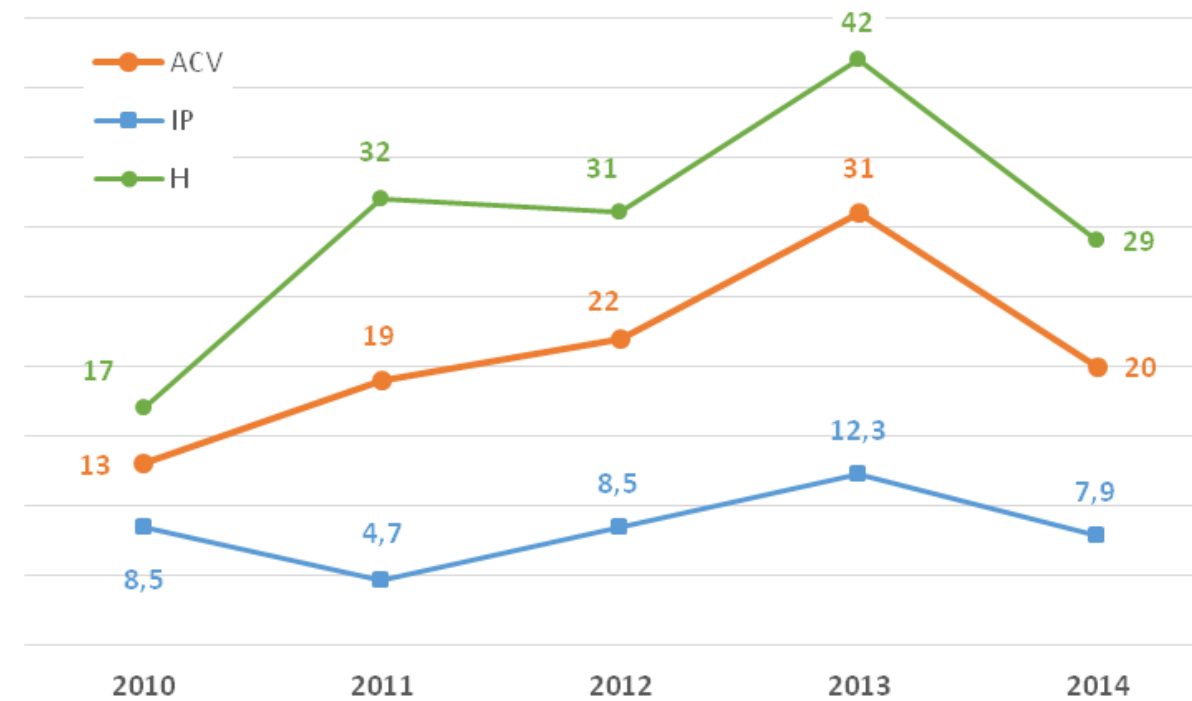
Fuente: Anuario Estadístico de Accidentes en las Carreteras del Estado, 2014”.

Siendo:

- L = Longitud Tramo
- ACV = Accidentes con víctimas
- ACM = Accidentes mortales
- H = Nº heridos
- MU = Nº muertos

Como se muestra en la siguiente gráfica existe una predecible correlación entre el número de accidentes con víctimas (ACV), el número de heridos (H) y el Índice de Peligrosidad (IP).

Evolución del número de accidentes con víctimas, de heridos y del Índice de peligrosidad



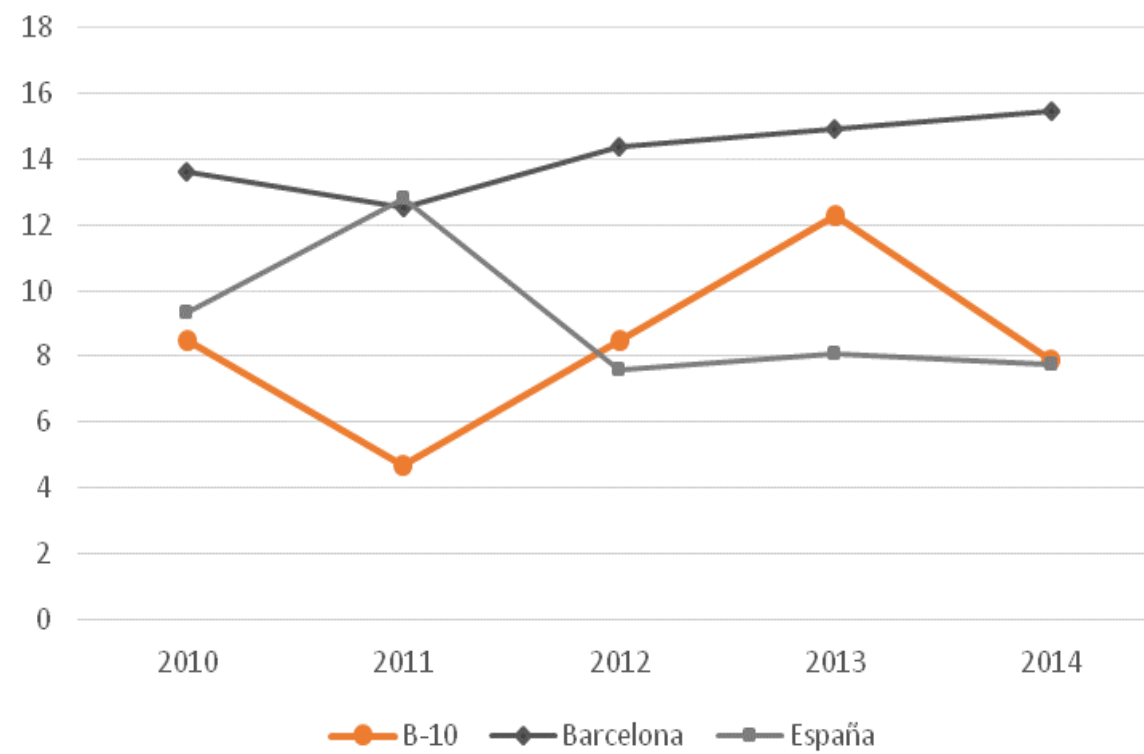
Fuente: Idem. AEA-CE, 2014

Siendo:

- ACV = Número Accidentes Con Víctimas
- IP = Índice de Peligrosidad
- H = Número de Heridos

Si se ponen en comparación los anteriores Índices de Peligrosidad de la Ronda Litoral B-10, respecto a los promedios equivalentes para la provincia de Barcelona y el conjunto España, se evidencian fluctuaciones interanuales significativas, si bien los datos correspondientes a la Ronda Litoral se sitúan al menos en los últimos cinco años por debajo de la media provincial.

Comparación de la evolución de los Índices de Peligrosidad (en Autovías), 2010-14



Fuente: Idem. AEA-CE, 2014

En el mencionado AEA de 2014 se identifican además aquellos kilómetros (PKs) en los que se registró 1 o más accidentes con víctimas. Y en el EA se realiza un ejercicio similar para el supuesto de 3 o más accidentes.

5.5. Estimación de la evolución del tráfico y la accidentalidad

La estimación de la accidentalidad en el supuesto de inacción (representado por la Alternativa 0) se realiza utilizando como parámetro sincrético de la seguridad viaria los denominados: Índice de Peligrosidad (IP) e Índice de Peligrosidad Medio (IPM).

Datos de accidentabilidad en la Autovía B-10 Ronda Litoral

Año	L	ACV	IMD	IP
2010	8,1	13	97.429	4,5
2011	8,3	19	98.520	6,4
2012	8,3	22	99.623	7,3
2013	8,3	31	101.058	10,1
2014	8,3	20	102.513	6,4

Fuente: AEA de las Carreteras del Estado, 2014.
Excepto valores IMD, que son los considerados en el presente Estudio.

El Índice de Peligrosidad se calcula mediante la siguiente formula:

$$IP = (ACV * 10^8) / (L * IMD * 365 \text{ días})$$

Siendo:

- L = Longitud de la vía (en km)
- IMD = Intensidad Media Diaria
- IP = Índice de Peligrosidad
- ACV = Número Accidentes Con Victimas

A partir de los datos anteriores pueden obtenerse igualmente los IPM correspondientes a los últimos 2 y 5 años mediante la siguiente formula:

Variable	Periodo	IPM
IPM ₂	2013-2014	8,3
IPM ₅	2010-2014	6,9

El Índice de Peligrosidad Media se calcula mediante la

Siendo:

- IPM₂ = Índice de Peligrosidad Medio 2 años
- IPM₅ = Índice de Peligrosidad Medio 5 años

siguiente formula:

$$IMP_n = (\bar{X}ACV_n * 10^8) / (L * \bar{X}IMD_n * 365 \text{ días})$$

Para proyectar la accidentalidad hasta el año actual, el de puesta en servicio y el de horizonte, se toma como referencia el IPM₅ (2010-2014). Se utiliza este y no el IP correspondiente al 2014 para ponderar las fluctuaciones interanuales.

Establecido el IP para 2014 se aplican sobre el las mismas tasas de crecimiento empleadas para la prognosis de la IMD. Aplicando esta correlación se obtienen los siguientes resultados:

Estimación de la evolución del Índice de Peligrosidad Medio en la hipótesis de inacción (Alternativa 0)

Año		IMD	Δ IMD (% acumulado)	IP
2014	Referencia	97.429	1,04	6,9
2020	Puesta en servicio	105.487	1,13	7,9
2040	Horizonte	140.405	1,51	10,5

$$IP_n = IP_{2014} * \Delta IMD$$

Siendo:

- IMD = Intensidad Media Diaria
- Δ IMD = Incremento porcentual acumulado
- IP_n = Índice de Peligrosidad estimado para el año (n)

A partir de los IP_n anteriores es posible estimar el número de accidentes:

Estimación del número de accidentes en la hipótesis de inacción (Alternativa 0)

Año	L*	ACV
2014		14,0
2020	5,65	17,1
2040		30,3

En la proyección de los datos se utiliza la longitud del ámbito del estudio informativo.

Se aplica la siguiente formula:

$$ACV_n = IP_n * L * (IMD_n * 365 \text{ días})$$

Siendo:

- ACV_n = Número Accidentes Con Victimas
- IP = Índice de Peligrosidad
- L = Longitud de la vía (en km)
- IMD = Intensidad Media Diaria
- n = Año

* Se aplica la formula sobre la longitud del tramo en estudio.

5.6. Objetivos de reducción de accidentes y víctimas en tramos TCA y TAPM frente al supuesto de inacción

Según las fuentes del Ministerio de Fomento consultadas, en la Ronda Litoral no se identifican Tramos de Concentración de Accidentes (TCA) ni Tramos de Alto Potencial de Mejora de la Seguridad (TAPM).

Teniendo en cuenta que el citado RD 345/2011 vincula las actuaciones encaminadas a la reducción de la accidentabilidad a la identificación de dichos TCA y TAPM, no procede el estudio de objetivos de reducción de accidentes y víctimas.

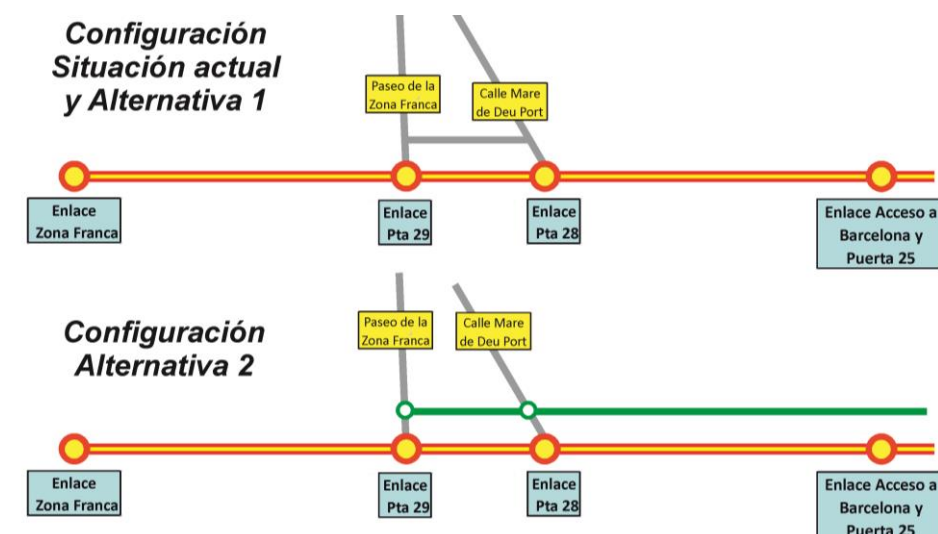
5.7. Análisis de las condiciones de seguridad de las alternativas

A continuación se presentan los análisis de los diferentes aspectos que pueden influir en la seguridad de las distintas alternativas así como de las vías existentes, llegando a obtener una calificación de impacto en la seguridad vial de cada una de las alternativas desarrolladas en el presente Estudio Informativo.

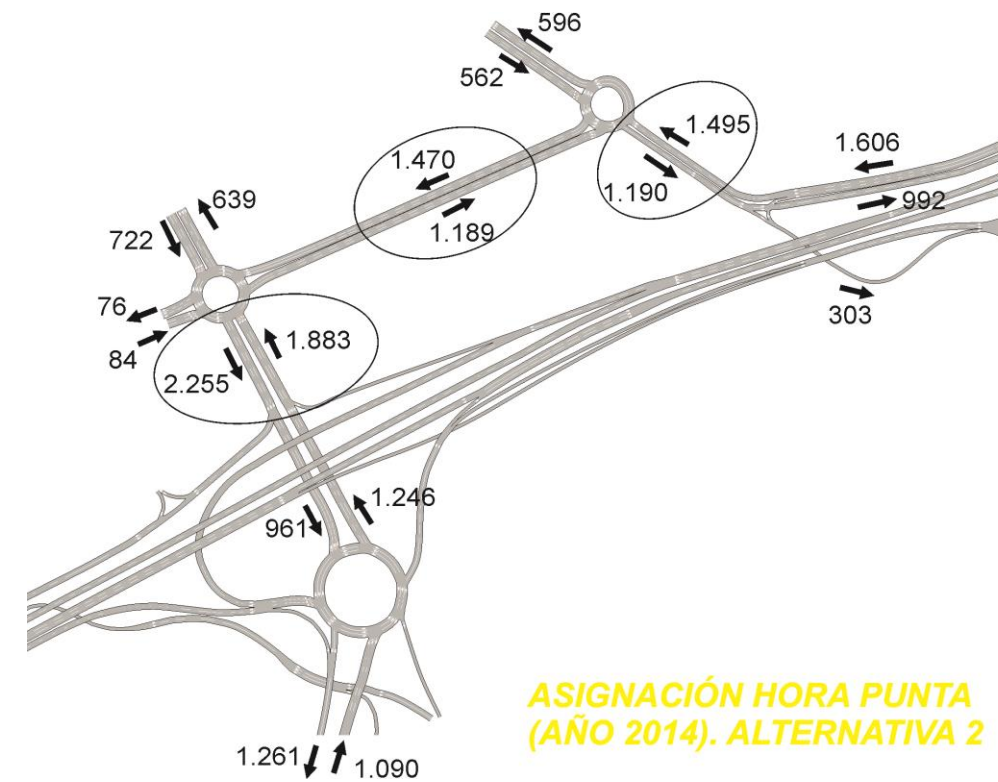
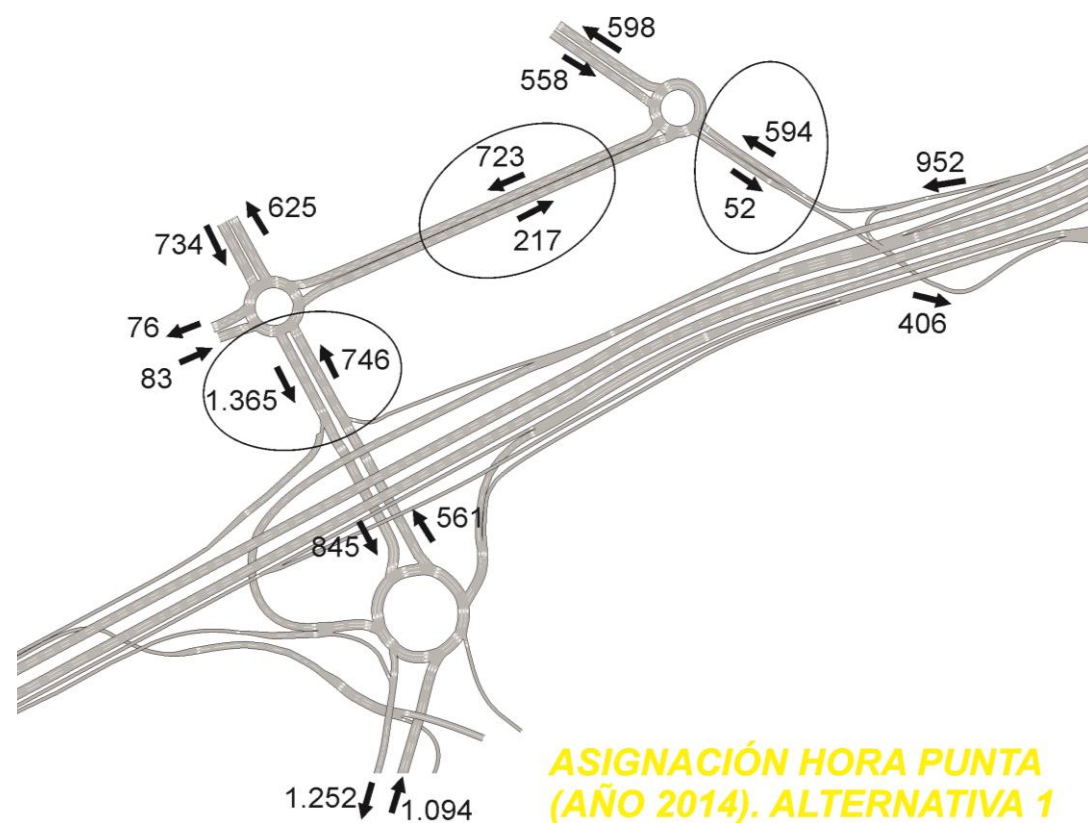
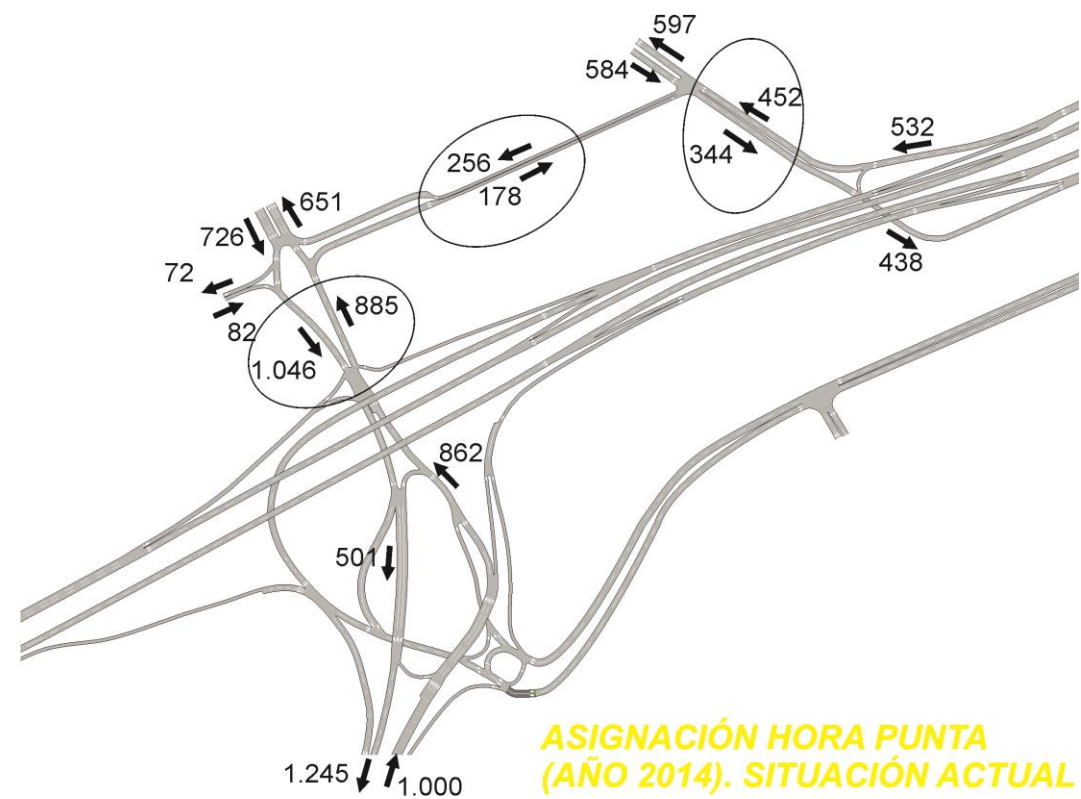
5.7.1. Análisis de los efectos de la ejecución del proyecto en la seguridad de las vías existentes

Dentro del presente apartado se evalúan los efectos de cada alternativa en las intensidades de tráfico de las vías existentes encuadradas dentro del ámbito de Estudio. Se analizarán las variaciones en las intensidades de tráfico de los viales existentes comparando los valores obtenidos en la situación actual y en los dos escenarios futuros planteados (alternativas 1 y 2). Cabe destacar que para realizar el citado análisis se ha tomado como referencia los datos de tráfico correspondientes al año de Estudio 2014 (incluidos en los anejos 3.4 y 4.5).

Tal y como se ha comentado dentro del apartado 5.2.1, la filosofía de las dos alternativas es diferente; mientras que la Alternativa 1 amplía la capacidad de la autovía existente, la Alternativa 2 plantea la ampliación de capacidad creando un nuevo corredor en paralelo a la autovía que acogerá el tráfico de entrada/salida de Barcelona y que conectará con la red existente (calle Mare de Deu Port y Paseo de la Zona Franca) en el entorno de las Puertas 28 y 29. Se esperan por tanto mayores afecciones a la red viaria existente en el caso de la Alternativa 2 siendo de menor relevancia en el caso de la Alternativa 1.



A continuación se procede a cuantificar los incrementos de tráfico en la red viaria existente descrita en cada una de las alternativas. Se muestran a continuación esquemas con datos de tráfico en hora punta para la zona comprendida entre las puertas 28 y 29.



Se observa que la alternativa 2 en la zona del presente análisis genera un volumen de tráfico adicional muy significativo comparado con la alternativa 1 (que presenta valores similares a la situación actual).

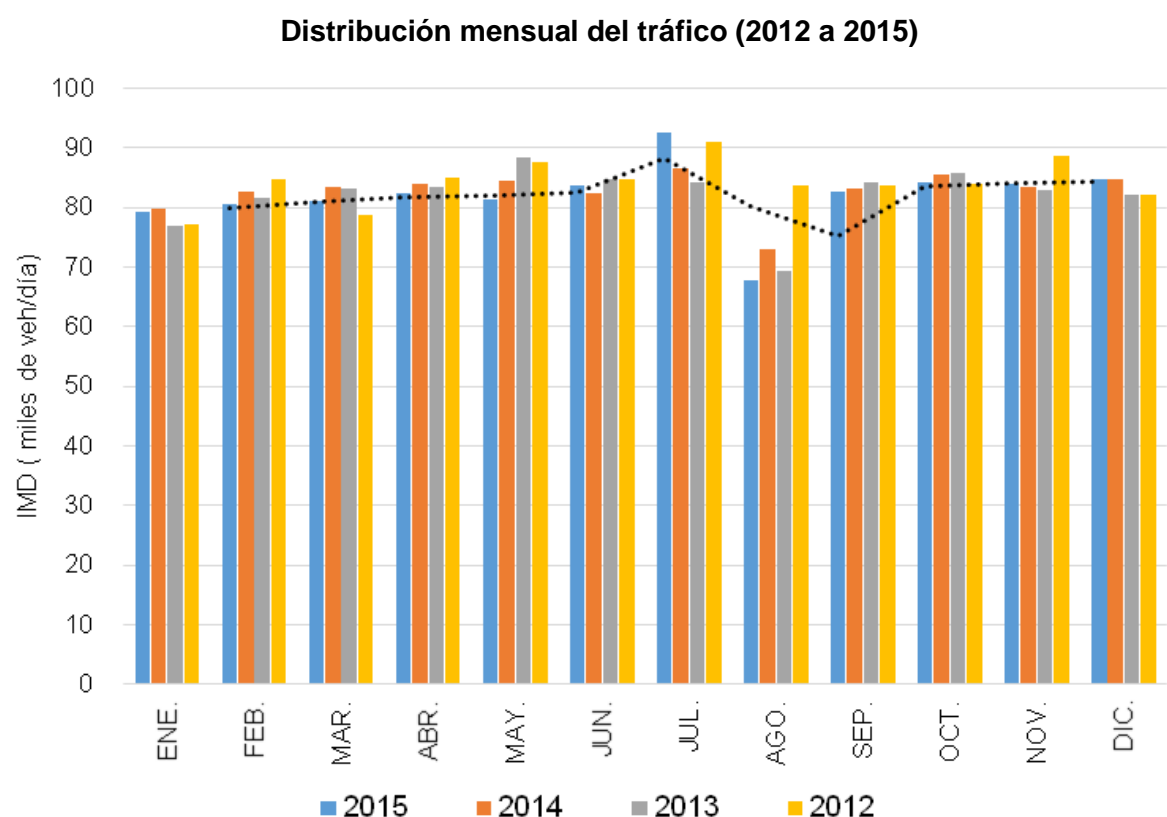
En apartados posteriores serán valoradas ambas alternativas desde el punto de vista de la afección a la red viaria existente teniendo en cuenta los datos de tráfico expuestos.

5.7.2. Análisis de los efectos de la estacionalidad y condiciones meteorológicas

5.7.2.1. Efectos de la estacionalidad

A partir de los datos correspondientes a la única estación de aforo (B-258-2) existente en el tramo que se evalúa, es posible obtener una visión general de la distribución mensual del tráfico en el ámbito del estudio a lo largo del año.

Como muestra el siguiente gráfico, el aspecto más reseñable es la relativa homogeneidad en los volúmenes de tráfico soportados por la Ronda Litoral en todos los meses del año, con un ligero descenso previsible en el mes de agosto, que es menos acentuado de lo habitual. Probablemente, se debe a factores como la intensidad del tráfico que se genera en torno a la ciudad de Barcelona, la proximidad del puerto de Barcelona y a la importancia en esta vía del tráfico de tránsito de largo recorrido de mercancías y viajeros.



Fuente: Mapa de Tráfico. Datos Mensuales de Tráfico. Ministerio de Fomento (2012-2015)

Variación mensual del tráfico respecto a la IMD Total Anual
Valores promedio del período (2012-2015)

MESES	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	IMD Anual
IMD Total Mensual T	78.258	82.318	81.579	83.688	85.388	83.924	88.540	73.396	83.361	84.857	84.758	83.282	82.793
Variación (mes/año) %	94%	99%	98%	100%	103%	101%	106%	88%	100%	102%	102%	100%	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de Datos Mensuales de Tráfico

Los datos desagregados entre vehículos ligeros y pesados muestran una distribución mensual equiparable a los datos totales, con variaciones semejantes.

Variación mensual del tráfico respecto a la IMD Ligeros y Pesados Anual
Valores promedio del período (2012-2015)

MESES	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	IMD Anual
IMD Mes Ligeros L	71.064	74.870	74.180	75.998	77.517	76.199	80.498	66.935	75.900	77.102	77.264	75.746	75.251
Variación IMD (mes/año) % (L)	94	99	99	101	103	101	107	89	101	102	103	101	100
IMD Mes Pesados P	5.448	5.764	5.629	5.803	6.006	5.883	6.095	4.862	5.586	5.874	5.623	5.583	5.680
Variación IMD (mes/año) % (P)	96	101	99	102	106	104	107	86	98	103	99	98	100

Fuente: Idem

Los datos de accidentalidad disponibles no permiten conocer su distribución temporal a lo largo del año (ni meses ni días), aunque dada la imprevisibilidad inherente a estos y su escasa cuantía en esta vía, no es probable que se pueda

establecer una correlación constatable entre el número de accidentes y las variaciones mensuales de la IMD. Además, en vista de la regularidad manifestada en los datos mensuales, la estacionalidad no resulta ser un factor determinante.

Por otro lado, como se expondrá en el punto siguiente, las condiciones meteorológicas a la largo del año, sin recurrencia de fenómenos graves o adversos, contribuye a descartar en este caso la estacionalidad como un criterio significativo en la evaluación de la seguridad.

5.7.2.2. Efectos de las condiciones meteorológicas

En el anejo 3 sobre “Datos básicos” del presente estudio informativo se incluye un apartado con la recopilación de datos climatológicos de la zona de estudio y su posterior interpretación. De acuerdo a esa recopilación e interpretación se analiza a continuación la frecuencia e intensidad de diferentes elementos meteorológicos que pudieran afectar a la seguridad viaria.

- **Lluvias intensas:** El periodo de lluvias es irregular, elevándose sensiblemente los valores de precipitación durante los meses de septiembre y octubre, en los que se producen los valores máximos de precipitación media mensual. La precipitación máxima diaria alcanzada fue de 230 mm/día, situándose la media de estos eventos máximos en 166 mm/día. En cuanto al número de días de lluvia, estos representan tan solo una cuarta parte del año aproximadamente.
- **Riesgo de helada:** El número medio anual de días con temperatura mínima inferior a 0°C (días de helada) es inferior a 2 días al año.
- **Niebla:** Esta presente en torno a 5 días al año, como valor medio anual.
- **Nieve:** No suele producirse ni un día de nieve al año.
- **Granizo:** Suele ser también poco habitual; un día al año como valor medio.
- **Tormentas:** Las tormentas se producen mayoritariamente a finales del verano y a comienzos del otoño (meses de agosto, septiembre y octubre), y su ocurrencia es de aproximadamente 9 días de media anual.
- **Vientos transversales:** Aproximadamente durante el 40% del año, la velocidad del viento supera los 36 Km/h. Asimismo, a lo largo de casi 20

días al año, se alcanzan los 55 Km/h, no llegándose al día en el caso de los 91 Km/h.

Tras diversas solicitudes realizadas a los organismos competentes, se ha confirmado la inexistencia de datos de siniestralidad asociados a condiciones climatológicas adversas que pudieran aportar información útil sobre la influencia de estos fenómenos en la seguridad de la carretera.

De todos los elementos meteorológicos analizados únicamente las lluvias intensas parecen tener un valor de cierta consideración aun sin llegar a ser extremas, mientras que el resto de factores, dado su baja ocurrencia, se puede determinar que no tienen una incidencia a considerar en la siniestralidad de la carretera.

Por último, las alternativas consideradas en este estudio no presentan diferencias sustanciales en cuanto a su desarrollo en planta y alzado, por lo que las condiciones meteorológicas no pueden considerarse como un factor a tener en cuenta en la selección de una alternativa preferida sobre la otra.

5.7.3. Análisis de los efectos de la orientación de los corredores de trazado

En este apartado se descarta un análisis individualizado de cada alternativa, ya que no existen entre ellas diferencias sustanciales de trazado o diseño desde la perspectiva de la evaluación de los posibles efectos de las heladas o la orientación solar.

5.7.3.1. Tramos en zonas en sombra prolongada

En este subapartado se estima el número medio de días al año en que se alcanza una temperatura mínima inferior a 0° C y se busca después identificar aquellos tramos en los que el trazado de la carretera discurre en sombra de forma prolongada en esas condiciones.

Períodos con temperaturas inferiores a 0 °C

Como punto de partida se consulta en el portal de la Agencia Estatal de Meteorología (en adelante AEMET), dependiente del Ministerio de Agricultura y Pesca, cuales son las estaciones meteorológicas más próximas para disponer de los datos meteorológicos necesarios. Según el citado portal, esas estaciones son las siguientes:

Estaciones meteorológicas cercanas al ámbito de estudio

Nº	Denominación	Municipio	Altitud (msnm)	Distancia aprox.
1	Museo Marítimo	Barcelona	5	2.100
2	Barcelona	Barcelona	6	4.700
3	Aeropuerto El Prat	Hospitalet de Llobregat	4	10.500

Fuente: Elaborado a partir de consultas al portal www.aemet.es

Dado que todas se sitúan cercanas al ámbito objeto de este estudio, y además comparten una altitud semejante, para realizar este análisis se tomará como referencia la estación ubicada en el Aeropuerto de El Prat, ya que es la que dispone de un registro de datos más completo.

Ubicación de estaciones meteorológicas cercanas al ámbito de estudio



Entre las diversas variables disponibles para la estación de El Prat, se considera de especial interés -para estimar el número de días que se alcanza una

temperatura mínima inferior a 0°C- la variable denominada “DH o número medio mensual/anual de días de helada”. Presuponiendo que las heladas sólo son posibles con valores por debajo de ese umbral térmico, el DH puede emplearse como un indicador equivalente.

A continuación se muestran los datos consultados sobre el DH, junto a otros valores de interés:

Valores climatológicos normales. Barcelona Aeropuerto. Datos para el período 1981-2010

Mes	T	Tm	R	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	9.2	4.7	37	3.7	0.1	0.3	0.4	1.4	7.5	151
Febrero	9.9	5.4	35	4.0	0.2	0.4	1.2	1.2	4.8	163
Marzo	11.8	7.4	36	4.5	0.1	0.8	1.7	0.3	5.3	206
Abril	13.7	9.4	40	5.1	0.0	1.3	1.4	0.0	4.0	228
Mayo	16.9	12.8	47	4.7	0.0	1.7	1.2	0.0	4.3	250
Junio	20.9	16.8	30	3.6	0.0	1.5	0.5	0.0	6.8	266
Julio	23.9	19.8	21	1.8	0.0	1.3	0.3	0.0	10.2	305
Agosto	24.4	20.2	62	4.5	0.0	3.5	0.3	0.0	6.8	278
Septiembre	21.7	17.4	81	5.2	0.0	3.5	0.9	0.0	4.3	-
Octubre	17.8	13.5	91	6.3	0.0	2.8	0.7	0.0	3.8	182
Noviembre	13.0	8.6	59	5.1	0.1	1.2	0.7	0.3	5.5	145
Diciembre	10.0	5.7	40	4.4	0.0	0.4	0.2	1.0	7.0	141
Año	16.1	11.8	588	53.3	0.4	19.9	9.4	3.8	70.4	-

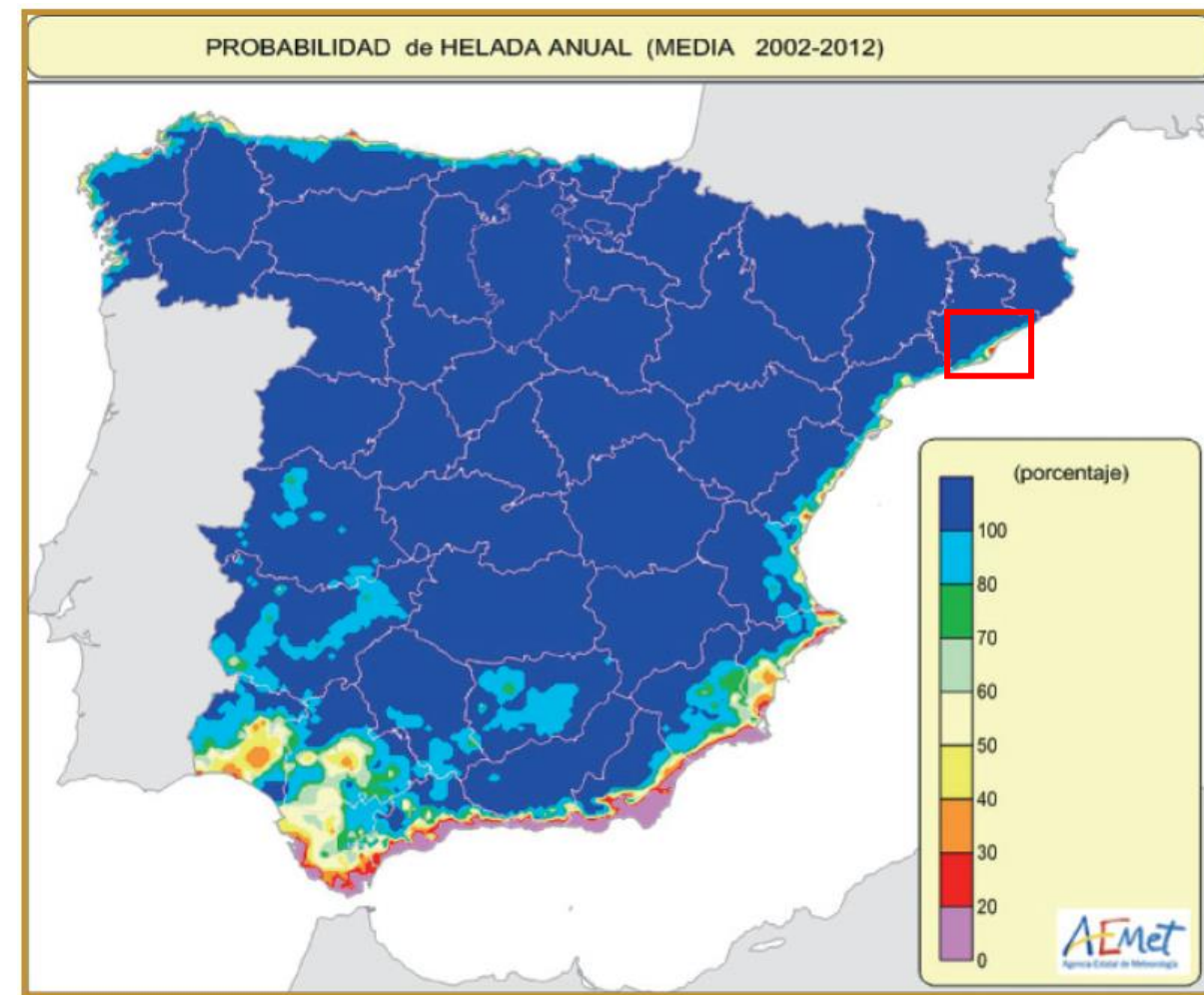
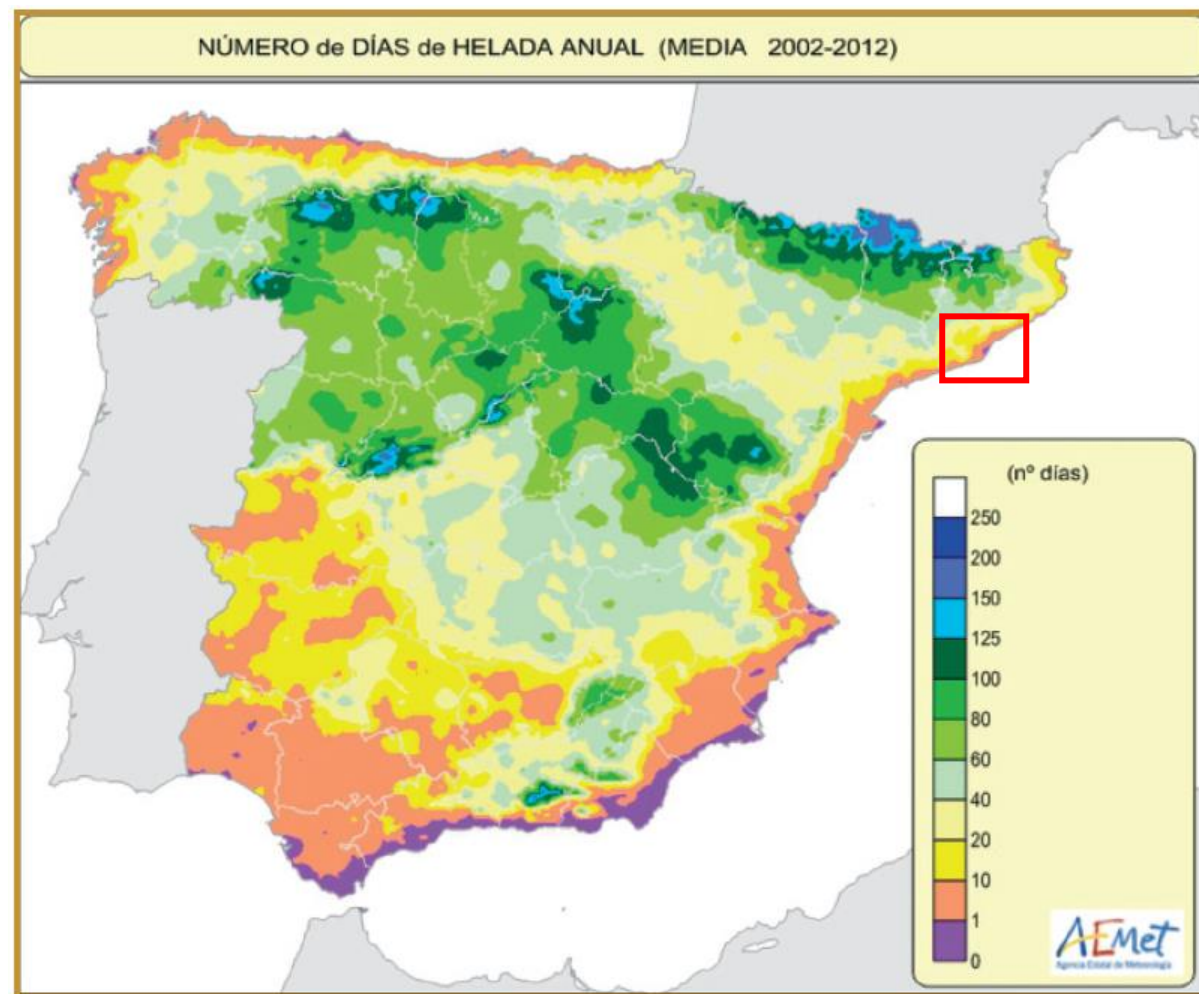
Siendo:

- T Temperatura media mensual/anual (°C)
- Tm Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
- R Precipitación mensual/anual media (mm)
- DN Número medio mensual/anual de días de nieve
- DT Número medio mensual/anual de días de tormenta
- DF Número medio mensual/anual de días de niebla
- DH Número medio mensual/anual de días de helada
- DD Número medio mensual/anual de días despejados
- I Número medio mensual/anual de horas de sol

Fuente: [www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/Valores climatológicos \(Barcelona Aeropuerto\)](http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/Valores%20climatologicos%20(Barcelona%20Aeropuerto))

Como se observa en la tabla previa, el número medio anual de días con heladas es de tan sólo 3.8, concentrándose exclusivamente entre los meses de noviembre a febrero. El valor más elevado corresponde a enero con una media de 1.4 días al mes. Una cifra bastante baja que responde a factores climáticos determinantes relacionados con la propia localización geográfica; como la latitud y altitud o los efectos térmicos vinculados a la litoralidad.

Por otra parte, estas cifras son coherentes con otras como las aportadas por el estudio de investigación “Mapas de Riesgo: heladas y horas de frío en la España Peninsular (período 2002-2012)” -en el que también colabora AEMET-, que aporta resultados como los que se muestran a continuación. En ellos, pese a la escala de la representación, es posible observar como en la zona de estudio tanto el número medio de heladas anual como el propio riesgo de que estas sucedan se encuentran en los rangos más bajos.



Fuente: Mapas de Riesgo: heladas y horas de frío en la España Peninsular (período 2002-2012).
AEMET y otros.

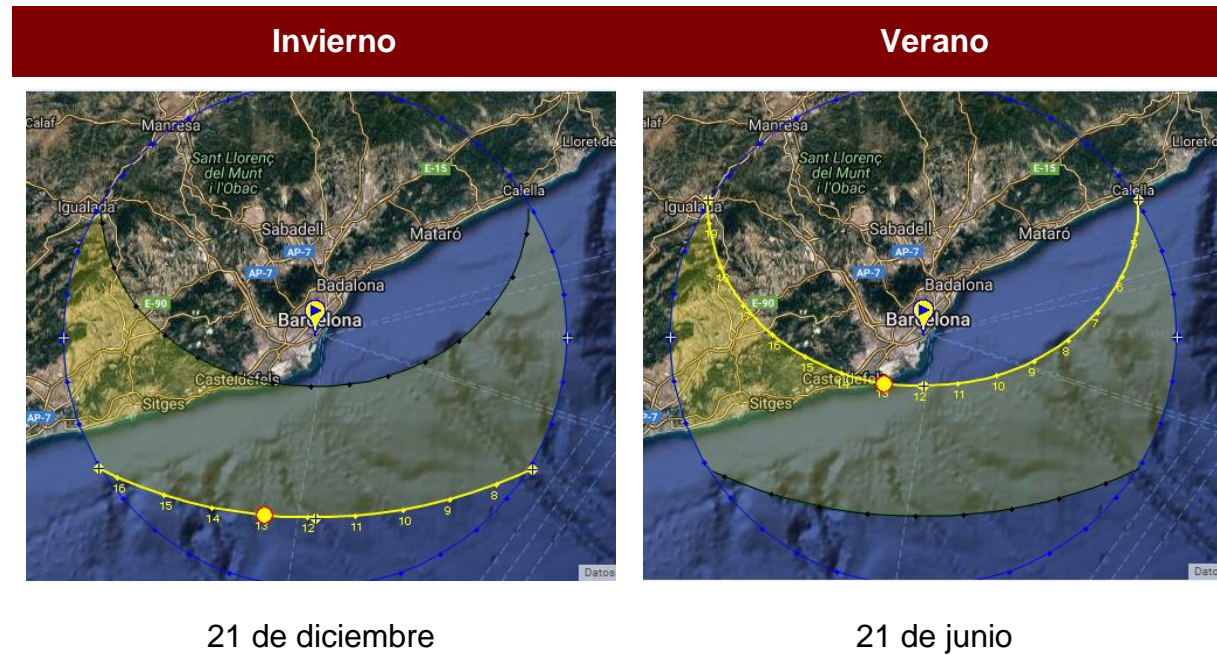
Identificación de zonas en sombra: condiciones solares y sombreadamiento

Pese a los resultados anteriores, se analiza la existencia, o no, de zonas en sombra prolongada. En este caso, por su relación directa con la posibilidad de heladas.

En primer lugar, es importante señalar que las zonas de sombra varían significativamente a lo largo del año como consecuencia de la rotación y traslación terrestre (entre los solsticios de invierno y verano), y lo hacen sobre todo a lo largo del transcurso de un día cualquiera en función de la declinación y trayectoria solar.

A la vista de los datos meteorológicos anteriores, el análisis e identificación de los tramos en sombra prolongada se centrará en los meses de invierno, es decir, de noviembre a marzo, coincidiendo con el período de riesgo de heladas.

Trayectoria solar en los solsticios



Fuente: Imágenes extraídas de la <http://www.sunearthtools.com>.
 Coordenadas geográficas Latitud 41° 21' 29.841" N Longitud 2° 10' 6.335" E

Como se observa en las figuras anteriores, en el solsticio de invierno el Sol presenta una declinación o altura menor respecto al horizonte y el ángulo acimutal se reduce, es decir, está en una posición más baja y el arco solar es menor. Ello supone que las sombras sean más prolongadas, pero con menor extensión como consecuencia de la menor duración diaria (recorrido del arco).

Una vez establecido el **período temporal** (meses de invierno) y las condiciones básicas de la incidencia solar, para localizar los tramos en sombra es fundamental también la caracterización del terreno. Para ello se recurre a datos LIDAR (nube de puntos con información altimétrica) ofrecidos en el marco del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) por el Instituto Geográfico Nacional (IGN). A partir de aquellos es posible generar una modelo digital de elevaciones o superficies (MDE), en el que además del terreno natural aparecen reflejados otros elementos existentes como edificios, arboles, infraestructuras, etc.

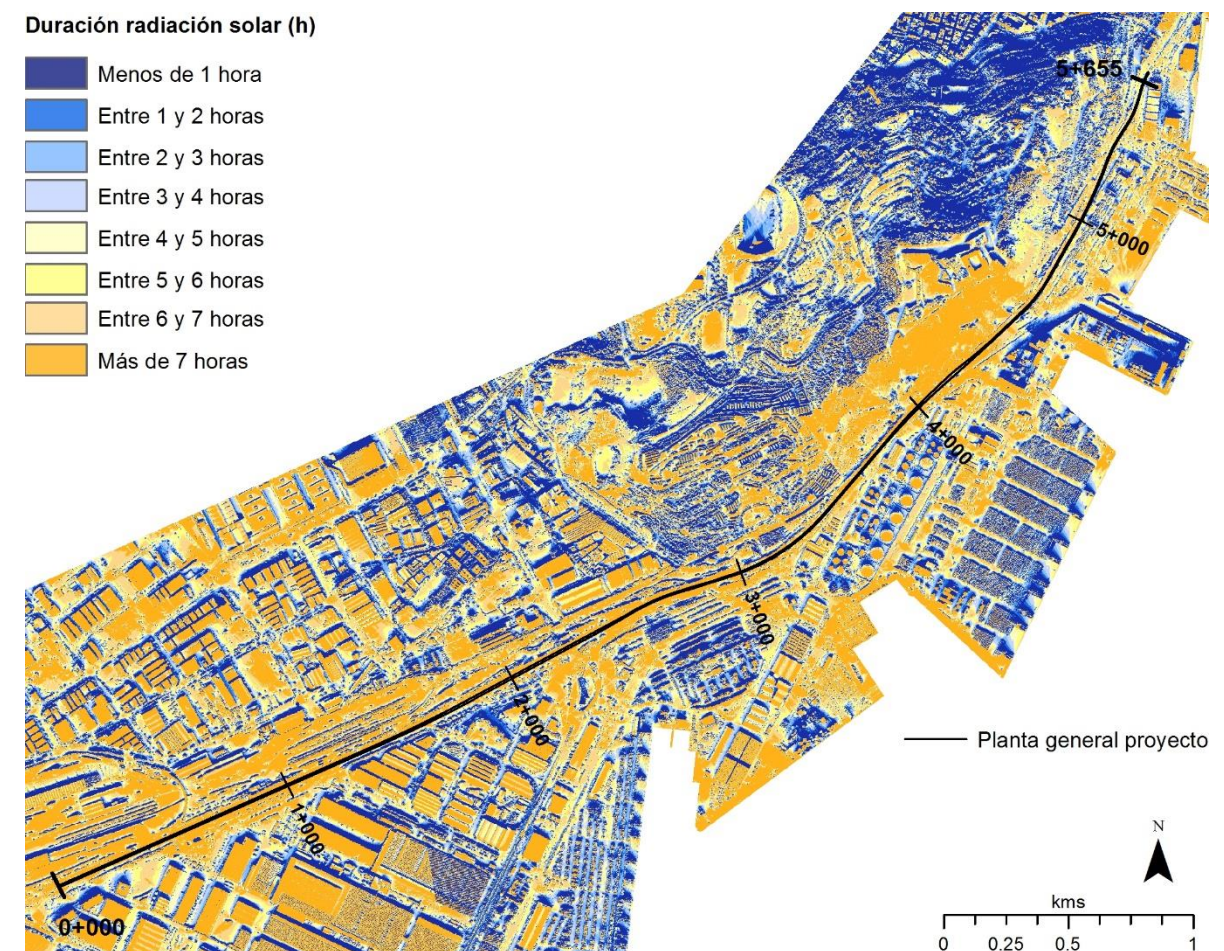
Una vez fijado el período temporal (en términos solares) y modelada tridimensionalmente la superficie del ámbito del estudio, para identificar las zonas en sombra prolongada se establecen dos criterios:

- **(D) Duración** de la radiación solar recibida inferior a dos horas durante el periodo diurno, tomando como referencia el día con menor duración (estimada en 9 h 11 min), que es el 21 de diciembre.
- **(I) Intensidad** solar recibida inferior al 20% en el periodo comprendido entre el 1 de noviembre y el 31 de marzo, que incluye los cuatro meses en los que estadísticamente existe riesgo de heladas en el ámbito.

Para obtener los valores se aplican sendas herramientas de cálculo mediante un sistema de información geográfica (SIG).

A continuación se muestran los resultados obtenidos:

(D) Duración de la radiación solar diaria (21 de diciembre)



* Duración de la radiación solar calculada para el 21 de diciembre en intervalos de una hora y a latitud 43.5° N.

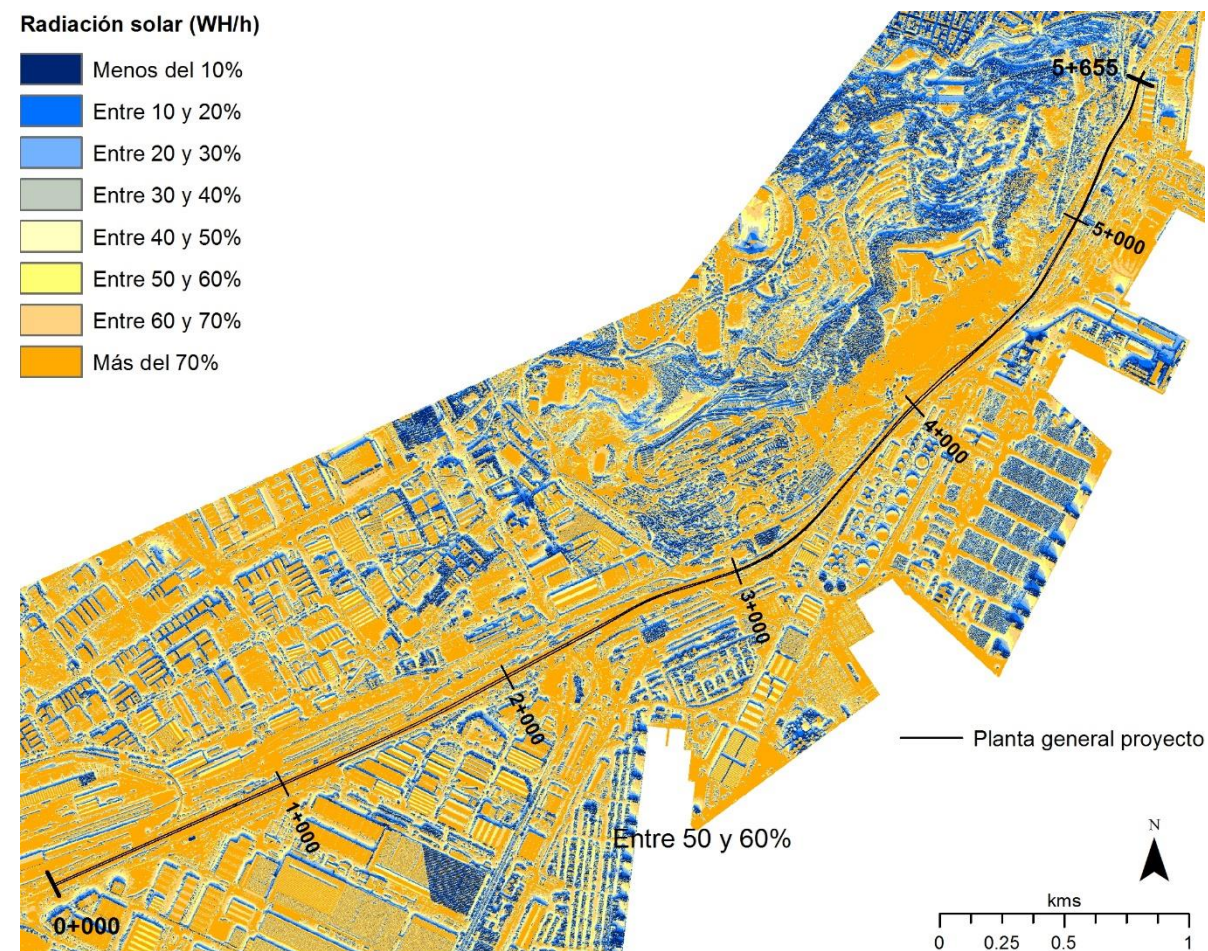
Se utilizó utilizando como referencia del terreno el MDE Lidar del IGN y como software la herramientas de cálculos solares de ESRI ArcMap 9.3.

Como se puede observar en la figura (D), a lo largo del trazado objeto de estudio no existen tramos o zonas con una extensión significativa en los que la incidencia del Sol a largo del día sea inferior a 2 horas, ni siquiera en el peor de los escenarios posibles –el 21 de diciembre-.

De hecho, el ámbito en estudio se encuentra mayoritariamente en el rango superior a las 7 horas.

Respecto a la intensidad, suponiendo que valores de insolación inferiores al 1% y al 20% se corresponden con zonas en sombra permanente y prolongada, respectivamente, la figura (I) constata la ausencia de ambas en el ámbito, al menos con una extensión significativa.

(I) Intensidad radiación solar acumulada (noviembre a marzo)



* Radiación solar total recibida entre 1 de noviembre y el 31 de marzo, calculada en intervalo de 14 días y latitud 43.5° N. Los valores de la imagen raster resultante muestran valores acumulados de wattios por hora (WH/h).

Se utilizó utilizando como referencia del terreno el MDE Lidar del IGN y como software las herramientas de cálculos solares de ESRI ArcMap 9.3.

5.7.3.2. Tramos en zonas con riesgo de deslumbramiento

Este segundo subapartado se realiza un estudio encaminado a identificar aquellos tramos o zonas susceptibles de estar sujetos a riesgo de deslumbramiento 'solar'.

A diferencia de las heladas, en este análisis no es preciso definir un intervalo temporal, sino que el factor determinante es la trayectoria del Sol y, en particular, su posición relativa respecto a la dirección y ángulo de visión de los conductores.

Las directrices del procedimiento para EISV indican que el estudio de deslumbramiento se efectuará en trazados con más de 500 metros de longitud y elementos singulares con orientación Este-Oeste, con el fin de identificar los tramos en los que la posición del Sol se encuentre dentro de un ángulo de 15° con respecto a la línea de visión del conductor.

Para identificar esos tramos resulta necesario analizar al menos tres variables básicas que lo condicionan:

- Trayectorias solares. Teniendo en cuenta la variación de los arcos solares en las distintas fechas del año.
- Geometría del trazado. Caracterizada a través de la definición de puntos ubicados en posiciones estratégicas en relación con el perfil longitudinal (cambios de rasante) y el trazado (cambios de dirección).
- Terreno, obstáculos y elementos singulares. Aportando al análisis los potenciales efectos del entorno, considerados en términos de generación de zonas en sombra.

Dado que las diferencias en la geometría o el trazado de la actual Ronda Litoral y de las alternativas no tienen una incidencia sustancial sobre el riesgo de deslumbramiento, el presente análisis se sustenta en un trazado teórico que es válido para los tres supuestos.

Una vez determinada la existencia y alcance del riesgo, la evaluación se sustentará en el número de potenciales usuarios afectados.

Trayectorias solares

El "movimiento" del Sol en una bóveda o esfera celeste imaginaria fluctúa a lo largo del año como consecuencia de los movimientos de traslación y rotación de la Tierra. En el contexto de este estudio, esa fluctuación se traduce en cambios en el ángulo de declinación del Sol (respecto al plano del Ecuador) y en los ángulos acimutales de entrada y salida respecto a un plano horizontal teórico definido para una determinada posición (latitud y longitud).

En resumen, la posición del Sol se puede representar sobre una esfera a partir de dos parámetros: acimut (ángulo horizontal) y altitud (ángulo vertical). La posición que determinan ambos varía para cada posición geográfica y para cada día, generando las denominadas trayectorias aparentes del Sol. Esa representación esférica puede proyectarse también a un gráfico plano (de ejes x e y) mediante cartas cilíndricas o esféricas (según se proyecten las posiciones del Sol sobre la base o sobre la envolvente de un cilindro transversal en el que se circunscribe la esfera).

Geometría del trazado y puntos de referencia

El riesgo de deslumbramiento se genera en realidad cuando existe un observador (en este caso conductor) cuyo cono de visión "intersecta" con la posición del Sol en las condiciones establecidas, es decir, cuando este se forma un ángulo menor de 15° respecto al horizonte del observador.

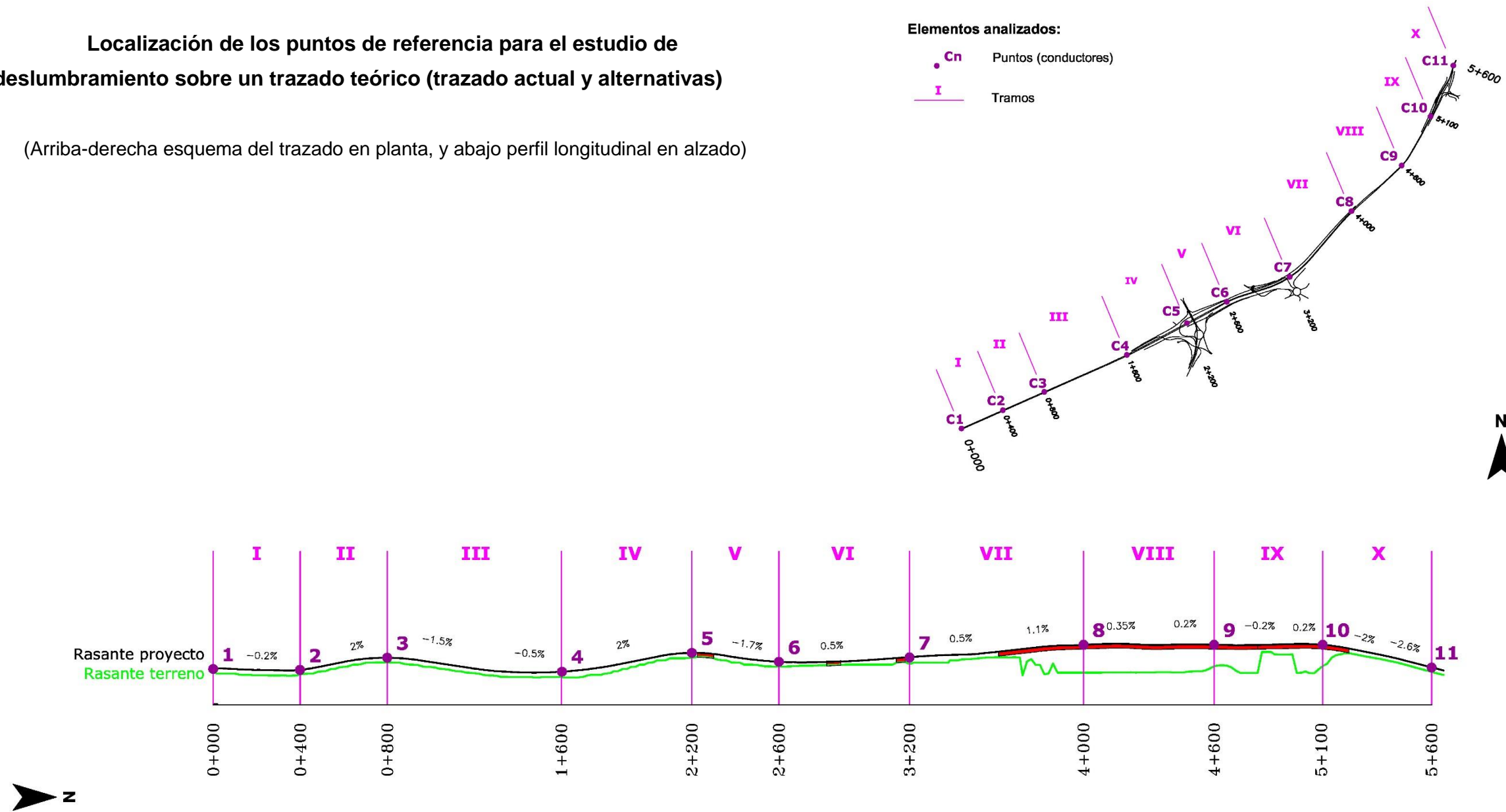
Para simplificar el análisis se han seleccionado diversos puntos representativos para el trazado actual y las alternativas, que son coincidentes con aquellas posiciones teóricamente más expuestas, es decir, puntos elevados y cambios de rasantes. La distancia entre ellos está condicionada también por los cambios de dirección en el trazado; procurándose generar tramos rectos con longitudes que oscilan entre los 400 y 800 m.

Los datos que se aportan a continuación sobre las trayectorias solares en cada uno de esos puntos son extrapolables a cualquier otro próximo, ya que la escasa distancia entre ellos apenas tiene repercusión. Asimismo, al representar los puntos con mayor afección potencial, cualquier otra localización presentará previsiblemente un menor riesgo de deslumbramiento.

Las siguientes figuras muestran la ubicación de esos puntos sobre la planta y el eje longitudinal del proyecto.

Localización de los puntos de referencia para el estudio de deslumbramiento sobre un trazado teórico (trazado actual y alternativas)

(Arriba-derecha esquema del trazado en planta, y abajo perfil longitudinal en alzado)



Para cada punto anterior se calcularon los valores requeridos para 'situarlos' sobre el gráfico solar correspondiente:

Datos básicos de los puntos de referencia (observadores/conductores)

TRAMO*	PUNTO	PK	DISTANCIA (m)	LONGITUD **	LATITUD	PENDIENTE (S-N)		AZIMUT***	
						Grados	%	° Sentido S-N	° Sentido N-S
T1	C1	0+000	0	2.122	41.341	-0.2	-0.35	66.12	246.12
T2	C2	0+400	400	2.127	41.342	1.2	2.1	66.12	246.12
T3	C3	0+800	400	2.131	41.343	-0.74	-1.3	65.85	245.85
T4	C4	1+600	800	2.140	41.347	1.32	2.3	62.07	242.07
T5	C5	2+200	600	2.146	41.349	-1.32	-2.3	61.79	241.79
T6	C6	2+600	400	2.150	41.351	0.29	0.5	68.37	248.37
T7	C7	3+200	600	2.157	41.353	0.66	1.15	43.21	223.21
T8	C8	4+000	800	2.163	41.358	0	0	47.72	227.72
T9	C9	4+600	600	2.169	41.362	0.11	0.2	30.40	210.40
T10	C10	5+100	500	2.172	41.366	-1.6	-2.8	24.10	204.10
	C11	5+600	500	2.174	41.370	0	0		

* Cada tramo se define como un segmento entre dos puntos, siendo por ejemplo el T1 el tramo comprendido entre los puntos C1 y C2.

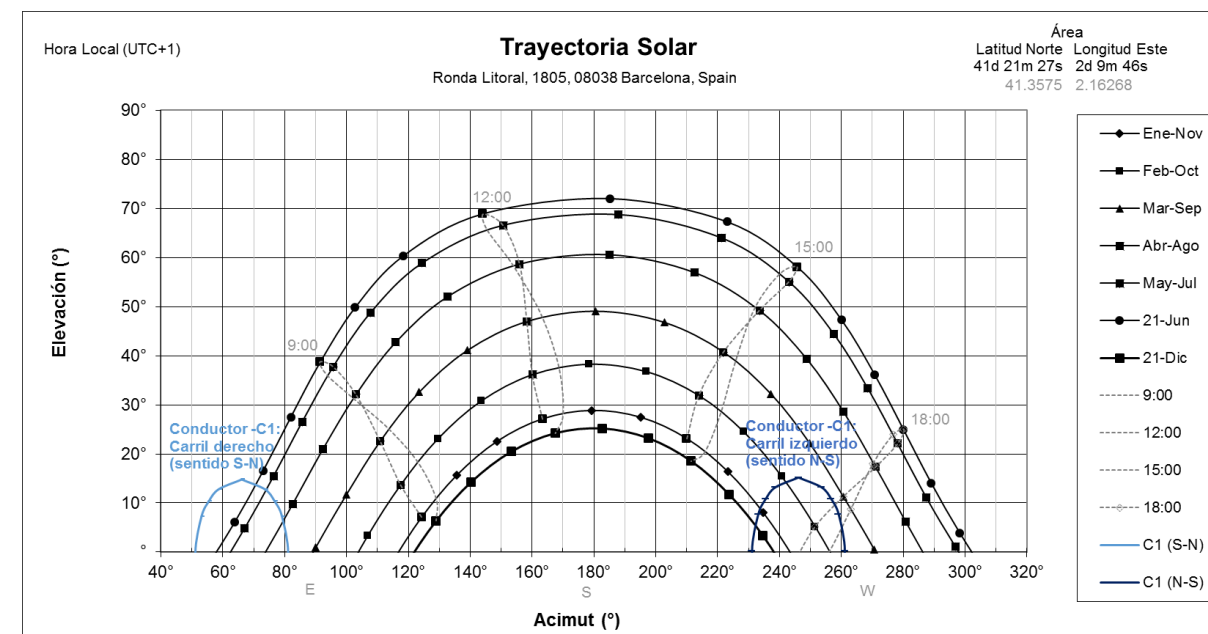
** Las coordenadas geográficas de los puntos se muestran en decimales y están referidas al sistema de referencia WGS84 / ERTS89

*** El Azimut se calcula para cada tramo y sentido de circulación, siendo por ejemplo el azimut en sentido N el ángulo horizontal entre los puntos C1 y C2 y, por tanto, en sentido S es el ángulo opuesto (+180°) entre C2 y C1 .

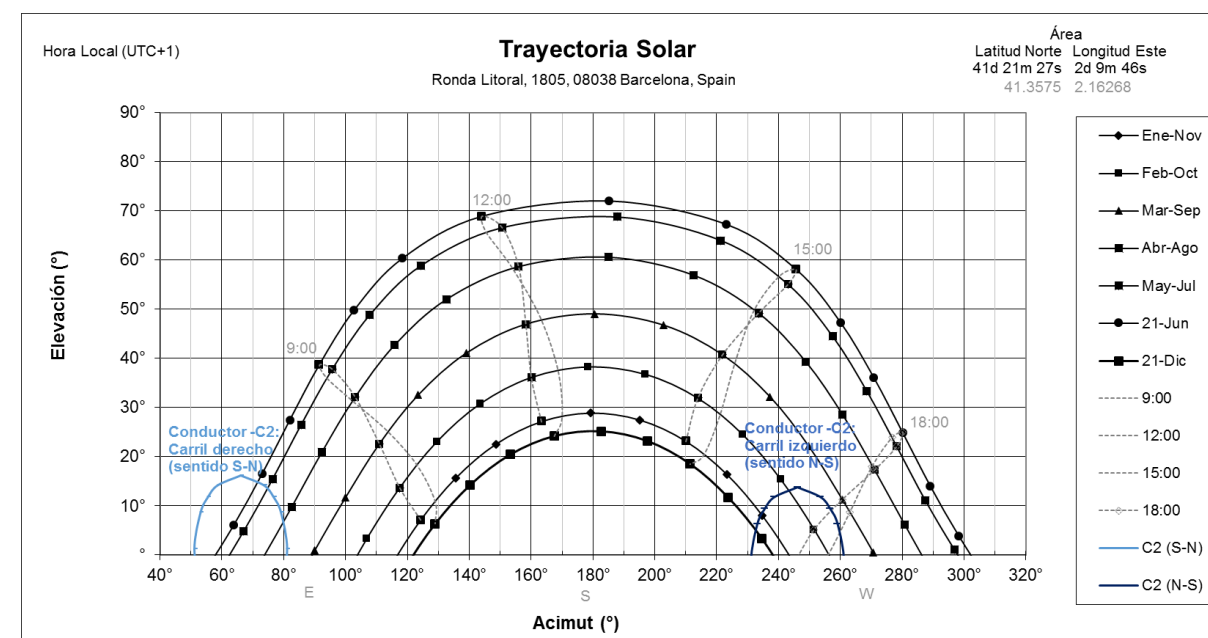
La consideración de la variable pendiente (aún con valores muy bajos) posibilita corregir el ángulo del horizonte respecto a la declinación o altura solar, si bien en este caso la incidencia es mínima.

Por último, para cada punto se define un cono de radio equivalente a 15°, medidos sobre ambos ejes (altura y azimut en grados). Este “cono” se muestra proyectado en los siguientes gráficos como una “semi-circunferencia” (distorsionada por los rangos empleados en los ejes). Su posición vertical sobre el gráfico está condicionada por la inclinación o pendiente del tramo, y la horizontal por el azimut.

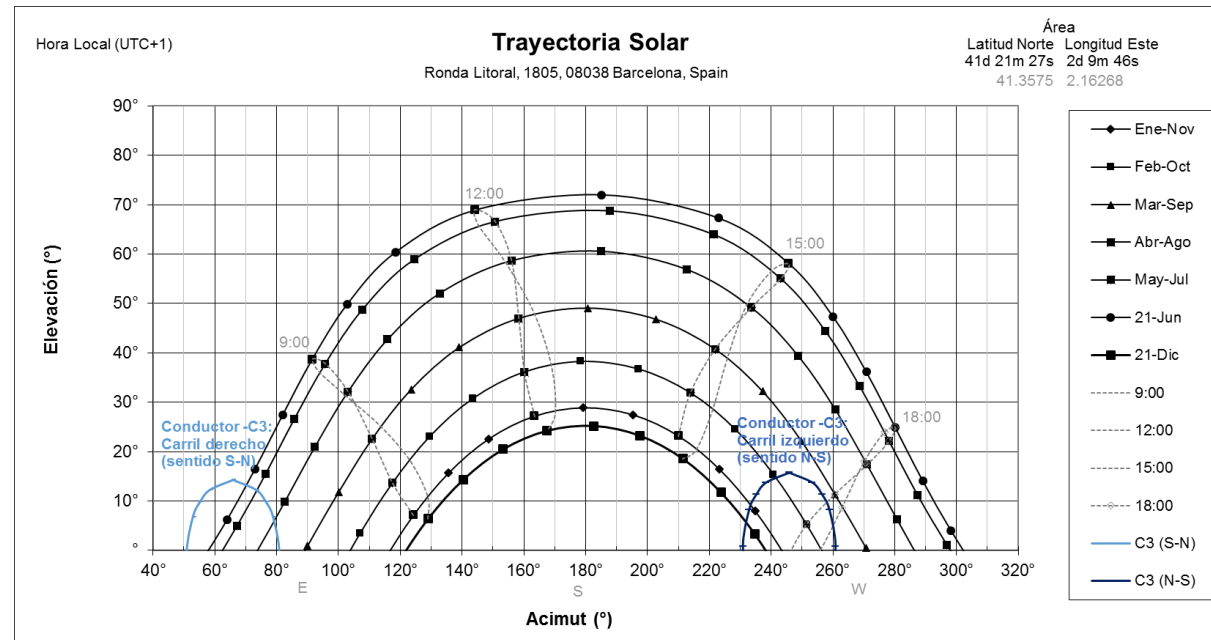
Tramo I. C1 – C2



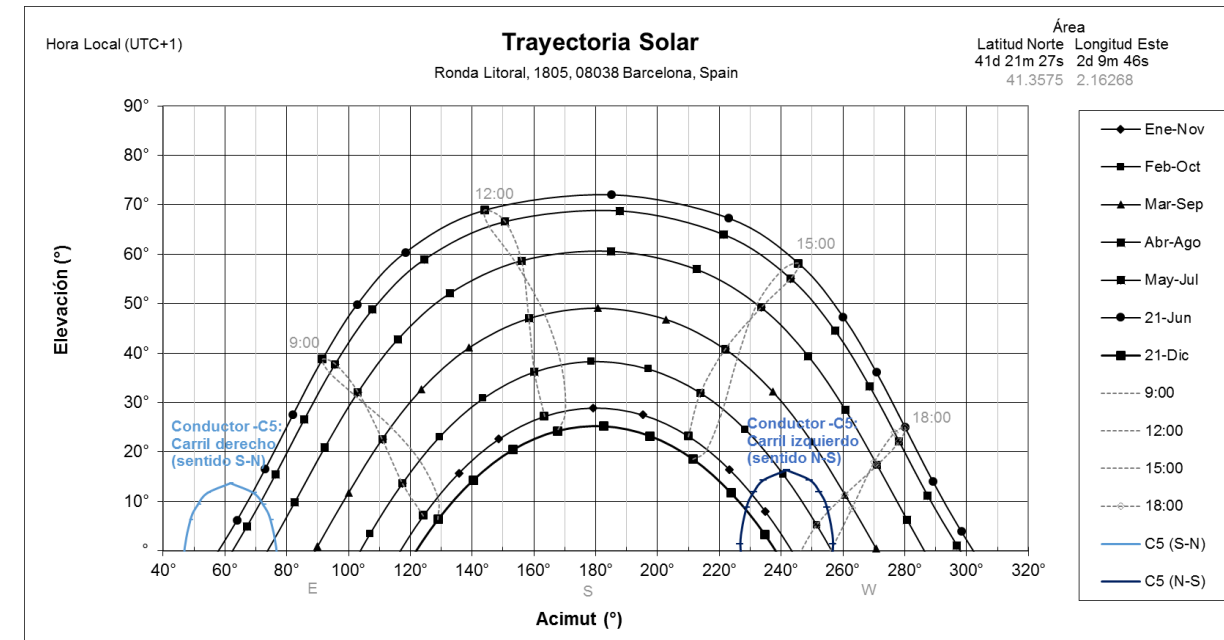
Tramo II. C2 – C3



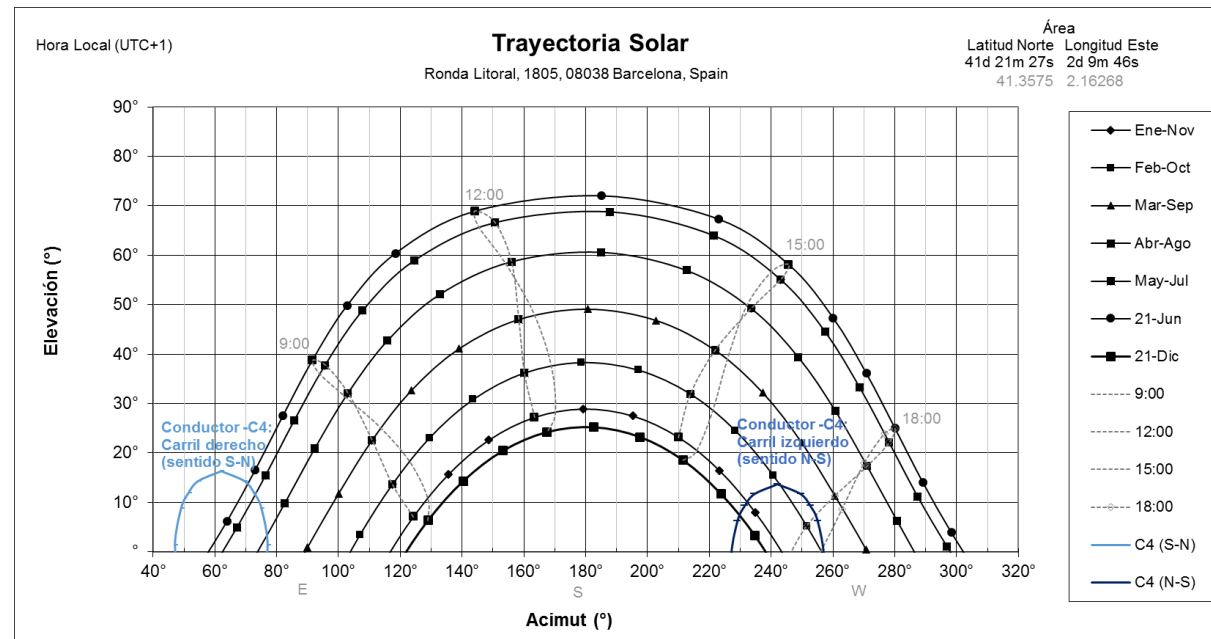
Tramo III. C3 – C4



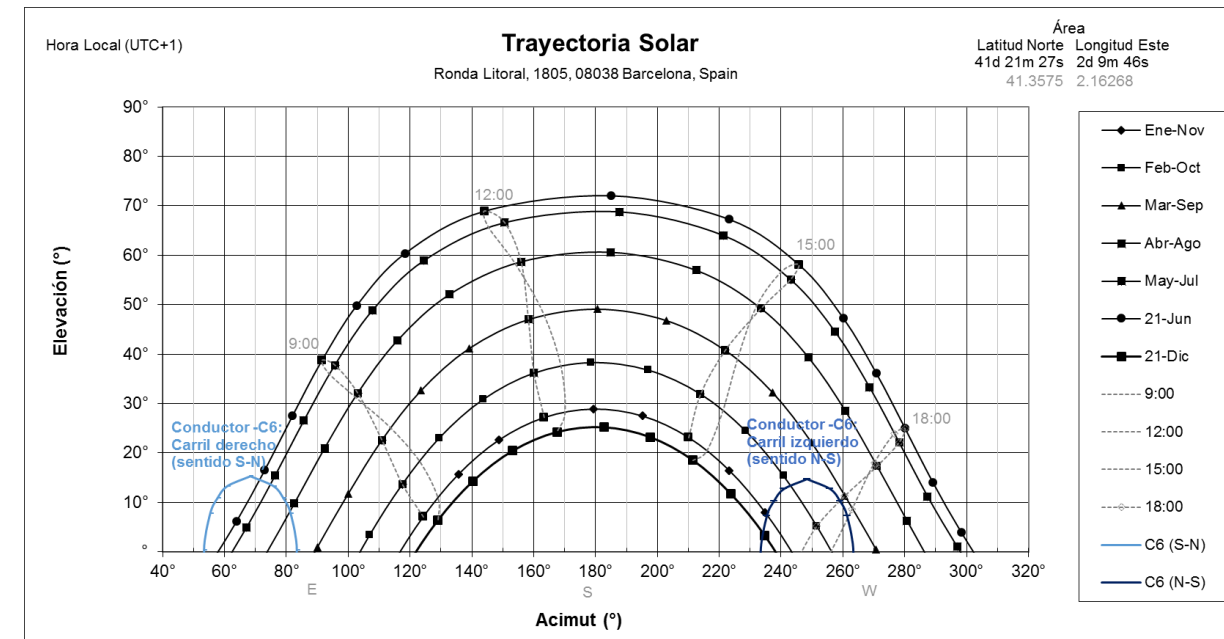
Tramo V. C5 – C6



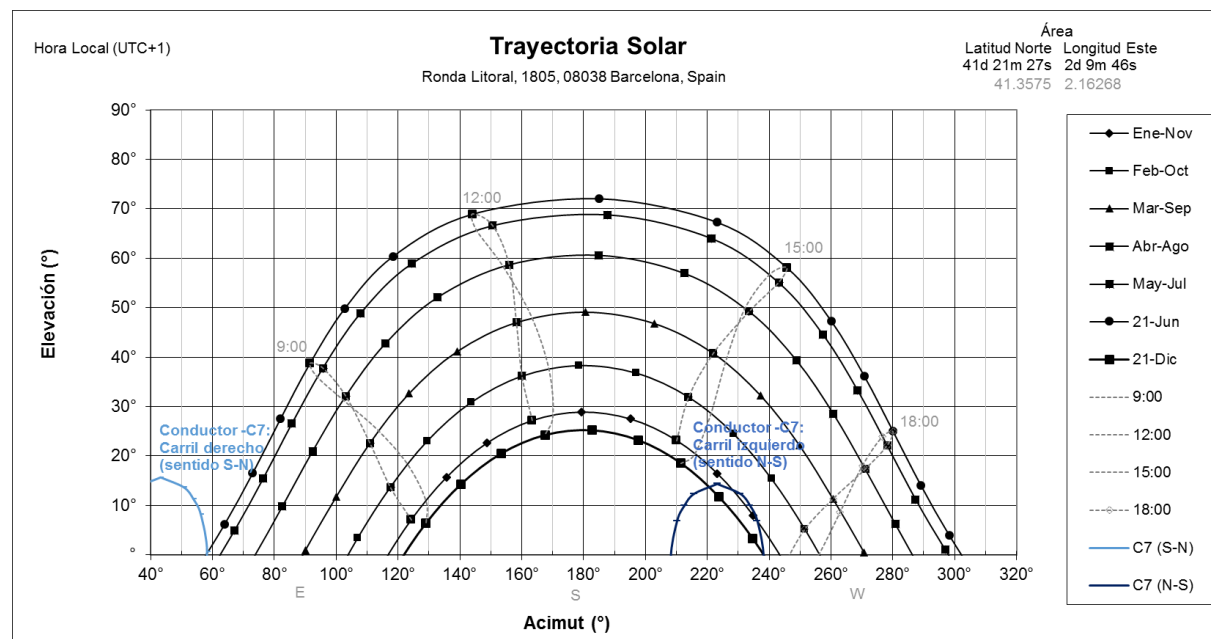
Tramo IV. C4 – C5



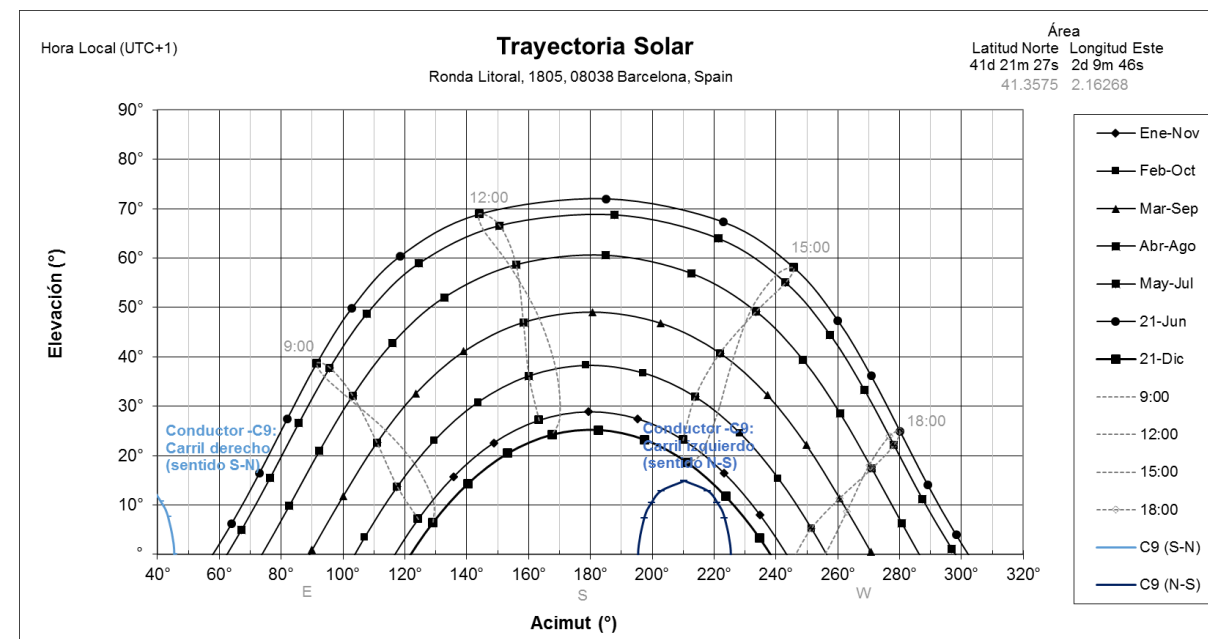
Tramo VI. C6 – C7



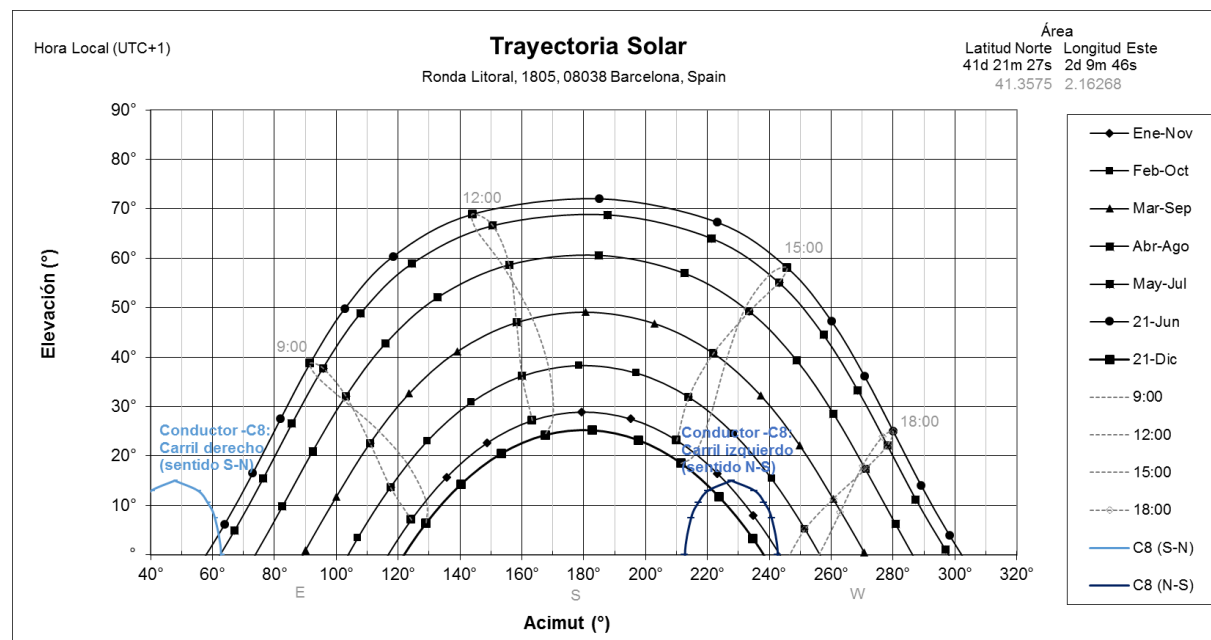
Tramo VII. C7 – C8



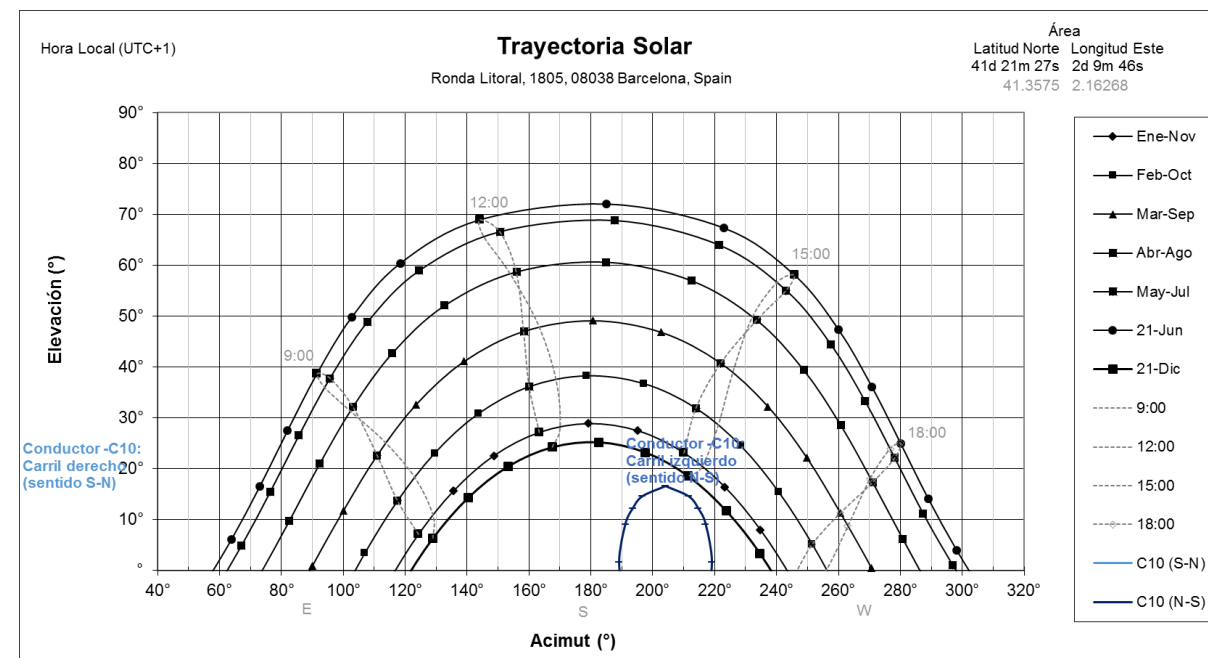
Tramo IX. C9 – C10



Tramo VIII. C8 – C9



Tramo X. C10 – C11



Los gráficos solares anteriores muestran que en sentido sur-norte (de pk. inicial a pk. final) el riesgo potencial de deslumbramiento se produce en las primeras horas del día –entre las 6 y 7 horas- y en fechas cercanas al equinoccio estival.

En cuanto al sentido norte-sur, se genera la situación opuesta y el riesgo se concentra en las últimas horas del período diurno –de las 16 a 18 h- y entre los meses de septiembre a marzo.

En ambos casos, se observa la existencia de un riesgo potencial sobre todo en los primeros seis puntos analizados, es decir, entre los pk 0+000 y 3+200, donde el trazado presenta rumbos acimutales superiores a los 60°.

Se muestran a continuación los resultados que se consideran más representativas para valorar la incidencia del riesgo de deslumbramiento:

Número de días al año en riesgo de deslumbramiento

PUNTOS (CONDUCTORES)	TOTAL HORAS DE SOL (AÑO)	HORAS EN RIESGO DE DESLUMBRAMIENTO			
		Sentido SUR – NORTE		Sentido NORTE - SUR	
		h.	%	h.	%
C1	4452	170	3.2	218	5.8
C2	4452	199	3.7	208	5.6
C3	4452	160	3.0	220	5.9
C4	4452	167	3.1	190	5.2
C5	4452	125	2.3	220	6.0
C6	4452	197	3.7	230	6.1
C7	4452	0	0	138	4.0
C8	4452	0	0	175	5.0
C9	4452	0	0	37	1.1
C10	4452	0	0	0	0.0
C11	4452	0	0	0	0.0

Siendo:

- h = Número total de horas al cabo de un año sujetas a riesgo potencial de deslumbramiento
- % = Expresión porcentual de la variable 'h'

Duración temporal en riesgo de deslumbramiento

PUNTOS (CONDUCTORES)	TOTAL HORAS DE SOL (AÑO)	NÚMERO DE DÍAS SEGÚN DURACIÓN HORARIA DEL RIESGO DE DESLUMBRAMIENTO (DÍAS POR AÑO)									
		Sentido SUR – NORTE					Sentido NORTE - SUR				
		h.	0 h.	1 h.	2 h.	+2h.	%*	0 h.	1 h.	2 h.	+2h.
C1	4452	247	66	52	0-	32%	190	132	43	0	48%
C2	4452	247	37	81	0	32%	190	142	33	0	48%
C3	4452	248	74	43	0	32%	193	124	48	0	47%
C4	4452	251	61	53	0	31%	212	116	37	0	42%
C5	4452	251	103	11	0	31%	205	100	60	0	44%
C6	4452	234	65	66	0	36%	175	150	40	0	52%
C7	4452	365	0	0	0	0%	274	44	47	0	25%
C8	4452	365	0	0	0	0%	257	41	67	0	30%
C9	4452	365	0	0	0	0%	328	37	0	0	10%
C10	4452	365	0	0	0	0%	365	0	0	0	0%
C11	4452	365	0	0	0	0%	365	0	0	0	0%

* Duración del riesgo a lo largo del año medido en % (sobre 365 días)

Las tablas anteriores permiten obtener algunas conclusiones de interés:

1. El riesgo de deslumbramiento se limita a los tramos iniciales, que se corresponderían aprox. con los PK 11,5 a 16 (unos 4,5 km) del ámbito del estudio, donde se dan valores acimutales entre 55 y 80° en sentido S-N, y entre 235 y 260° en sentido opuesto.
2. Es riesgo es posible entre el 10 y el 52% de los días del año, según el punto, por lo que tiene una frecuencia alta, si bien la duración máxima diaria en el peor escenario es siempre inferior a 2 horas.
3. En el sentido S-N el período temporal con riesgo es el comprendido entre los meses de abril a agosto y, en sentido contrario, entre septiembre y marzo.

4. En sentido S-N el riesgo se concentra en las primeras horas del día y sucede lo contrario en el opuesto.
5. Presenta una mayor intensidad y frecuencia en el sentido de circulación norte-sur.

En general, el riesgo de deslumbramiento presenta valores homogéneos en ese primer tramo inicial sujeto a riesgo debido a que comparten valores azimutales muy similares.

Obstáculos y elementos singulares

Como se ha señalado, el modelo digital de elevaciones (MDE), elaborado a partir de los datos LIDAR del programa PNOA del IGN, se utiliza como representación o modelización del terreno y del resto de elementos existentes (edificios, arbolados, desmontes, etc.).

Puesto que el proyecto que se analiza afecta a una carretera ya existente y, por tanto, no altera de forma significativa la topografía actual, no resulta necesario modificar el MDE para adaptarlo a una hipotética situación futura o de proyecto. Más aún teniendo en cuenta que pequeñas variaciones en el trazado o en las rasantes no tienen repercusión sobre los resultados.

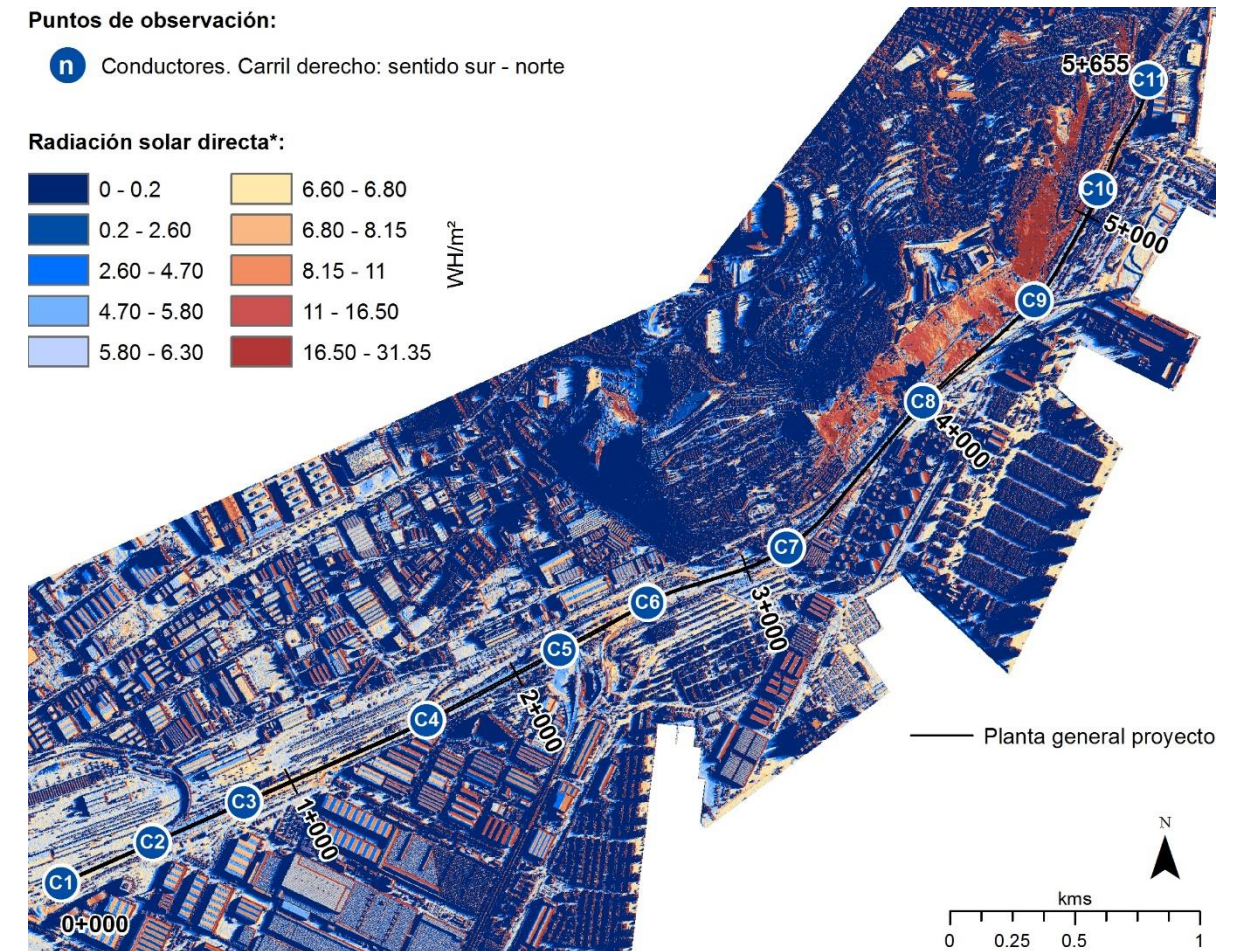
Para identificar las zonas expuestas a riesgo y la presencia de posible obstáculos se utiliza un día representativo para cada periodo o sentido. Asimismo, se acota dentro de cada día la franja solar en función de la inclinación o altura del Sol, de tal modo que:

- En sentido S-N se evalúa el 21 de julio, considerando las primeras horas solares; desde el amanecer, sobre las 4:40 h, hasta las y 6:10 h, cuando el Sol supera los 15º de altura.
- Y en el opuesto N-S se evalúa el 21 de diciembre, considerando las últimas horas; desde las 14:30 h., cuando el Sol baja de los 15º, hasta el crepúsculo, a las 16:25 h.

Para cada uno se elaboran mediante herramientas SIG sendos mapas de radiación directa sobre el MDE con la finalidad de cuantificar el grado de exposición a la radiación directa y, por ende, al riesgo de deslumbramiento.

A continuación se muestran los resultados obtenidos:

Radiación solar directa: Sentido Sur-Norte Amanecer del 21 de julio: de 4:40 a 6:10 h (horario solar).



* Estimación de radiación solar directa recibida en las siguientes condiciones:
1. Radiación solar directa recibida el 21 de julio: entre las 4:40 y las 6:10 h. de la mañana.
2. Valores de radiación medidos en WH/m² y agrupados en percentiles.

La imagen anterior muestra como en los tramos iniciales la incidencia de la radiación solar se sitúa en valores intermedios, sin que existan zonas en sombra o con valores mínimos que tengan una extensión significativa.

Sin perjuicio de lo anterior, esos valores medios-bajos de intensidad en la radiación recibida evidencian que la incidencia solar es limitada en el tiempo.

Radiación solar directa: Sentido Norte-Sur

Atardecer del 21 de diciembre: de 14:30 a 16:25 h (horario solar)

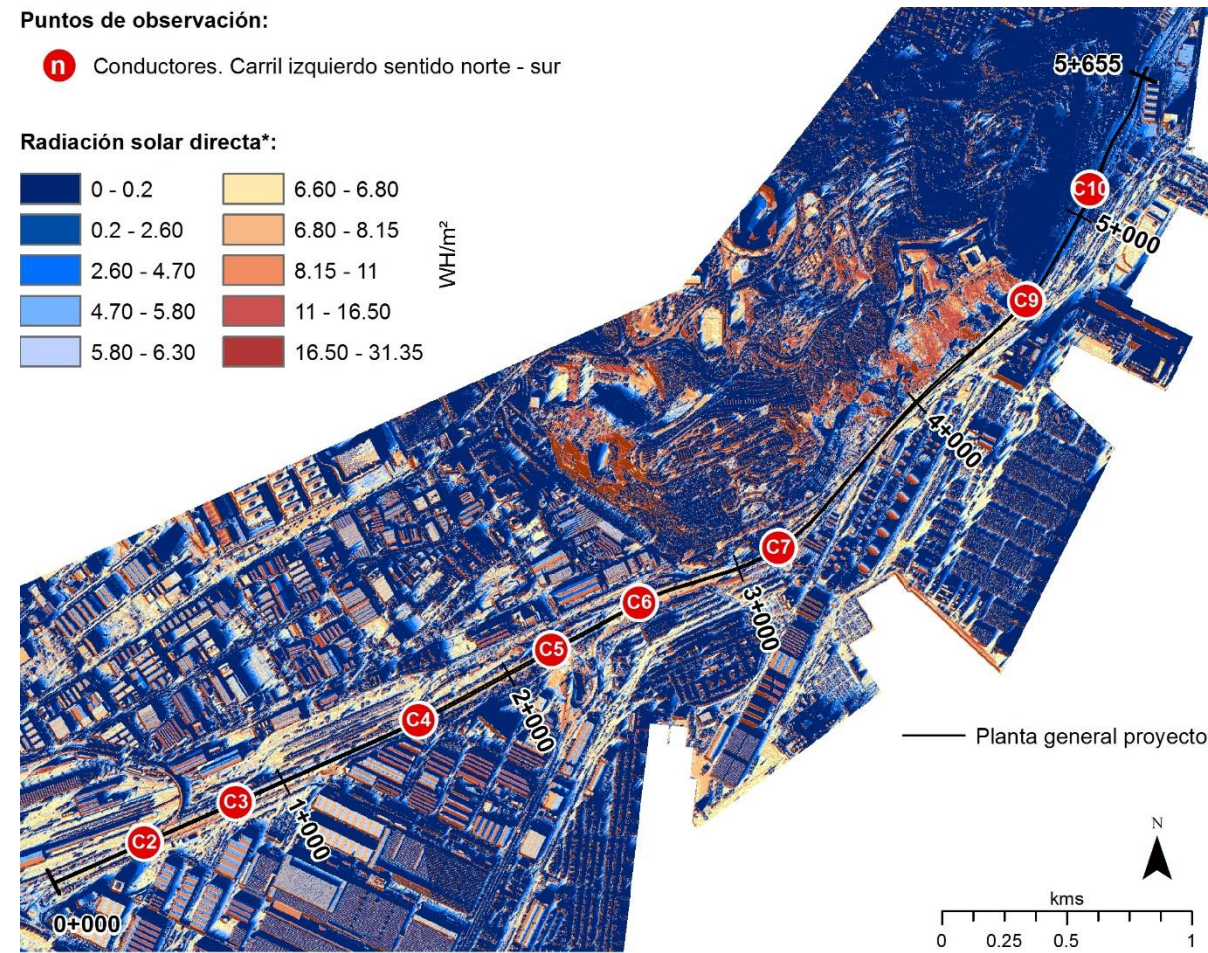
Puntos de observación:

n Conductores. Carril izquierdo sentido norte - sur

Radiación solar directa*:

0 - 0.2	6.60 - 6.80
0.2 - 2.60	6.80 - 8.15
2.60 - 4.70	8.15 - 11
4.70 - 5.80	11 - 16.50
5.80 - 6.30	16.50 - 31.35

WH/m²



* Estimación de radiación solar directa recibida en las siguientes condiciones:
 1. Radiación solar directa recibida el 21 de diciembre: entre las 14:30 y las 16:25 h. de la tarde
 2. Valores de radiación medidos en WH/m² y agrupados en percentiles.

Al igual que el caso anterior, el tramo inicial de análisis presenta valores medios. No se observan relieves naturales que generen ‘sombras’ sobre el trazado, y los elementos presentes en el entorno (edificios, FFCC, estructuras, etc.) no tienen suficiente entidad, volumen o altura para constituirse en obstáculos de interés.

5.7.3.3. Consideraciones sobre el riesgo de deslumbramiento solar

El estudio de deslumbramiento realizado constata que los primeros kilómetros de la carretera, desde el pk 11+500 hasta el pk 16+000, aprox. se encuentran potencialmente expuestos a riesgo de deslumbramiento, al menos bajo las premisas consideradas.

Puesto que se está actuando sobre una carretera preexistente y las alternativas que se plantean no pueden diferir sustancialmente en cuanto a emplazamiento, trazado o perfil, no procede establecer criterios de diseño geométrico respecto a los ángulos acimutales o de dirección más aconsejables. No obstante, en la medida de lo posible, sería conveniente evitar ángulos horizontales entre los 55 y 80° en sentido S-N y entre 235 y 260° en sentido opuesto (en ambos casos referidos al norte geográfico).

Según los resultados obtenidos, el riesgo de deslumbramiento existe en el sentido de circulación S-N entre los meses de abril a agosto y en las primeras horas diurnas. Y en el sentido opuesto se circunscribe a los meses de septiembre a marzo y se limita a las horas finales. Este riesgo es prácticamente homogéneo y constante en los primeros tres kilómetros de la vía.

Sin perjuicio de lo anterior, debe tenerse en cuenta que ese riesgo se acentúa –o en realidad se produce– sólo ante variaciones bruscas y rápidas del flujo luminoso solar percibido por el conductor como consecuencia de cambios en las condiciones de circulación, debidos por ejemplo: a cambios de rasante, ante salidas de túneles, al atravesar zonas en sombra, etc. Situaciones que no se han identificado y que, por tanto, aminoran la afección real a este riesgo.

De hecho, dadas las características geométricas del trazado analizado, en el que no existen cambios de dirección ni de rasante que varíen de forma significativa, el ángulo de visión de los conductores respecto al Sol es casi uniforme. Ello supone que la intensidad lumínica se mantenga también de forma constante. Muestra de ello es que, en los gráficos solares realizados, la posición relativa del conductor (ángulo y altura respecto al Sol) es similar entre todos los puntos sujetos a riesgo.

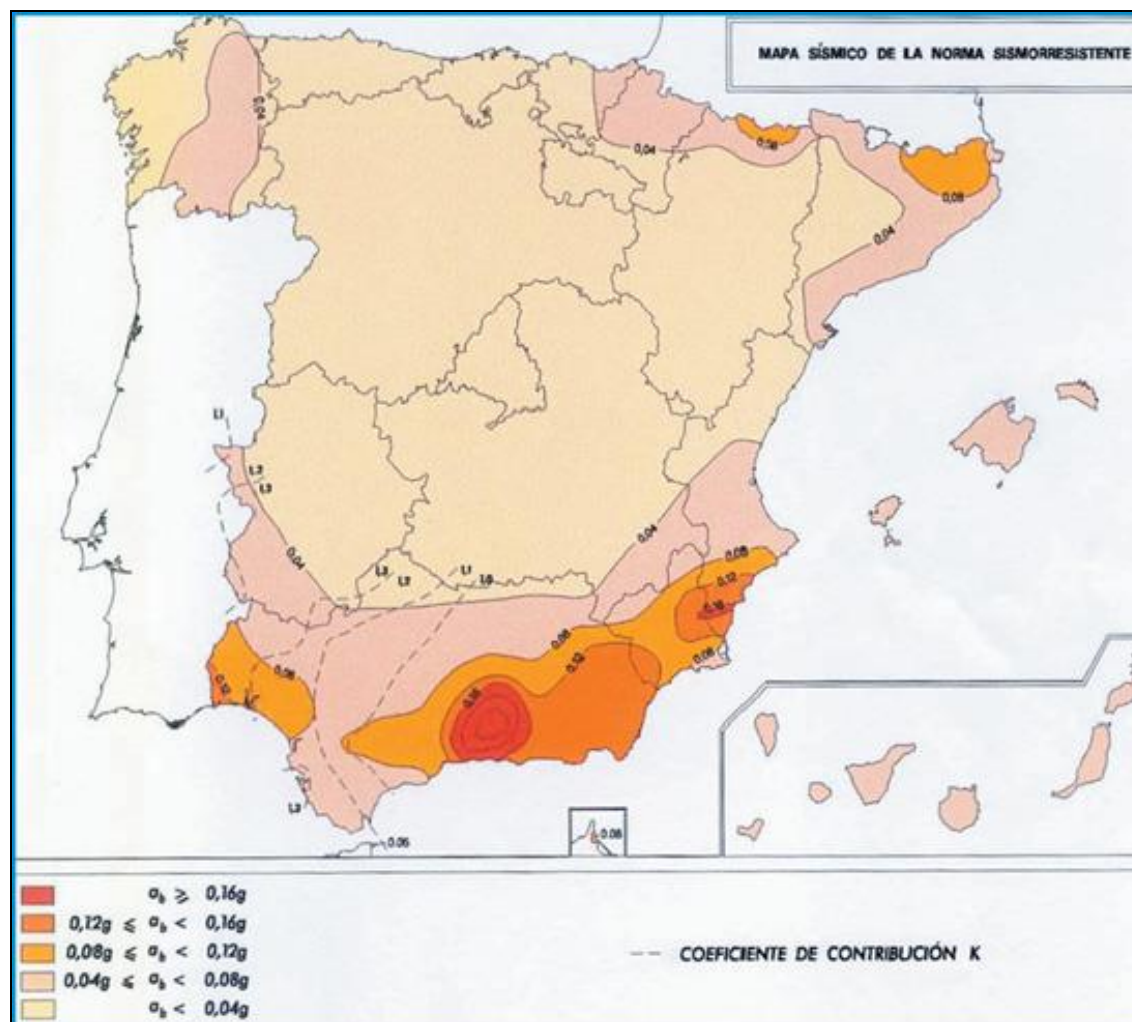
5.7.4. Análisis de la necesidad de zonas de descanso y aparcamientos de emergencia

Actualmente, no existen en el ámbito de evaluación zonas de descanso ni aparcamientos de emergencia. Tampoco se prevén en ninguna de las alternativas contempladas en el estudio. Por lo tanto, no procede el análisis ni valoración de estos elementos.

5.7.5. Análisis del potencial riesgo para la circulación asociado a la actividad sísmica

La Norma de Construcción Sismorresistente (NCSE-02), establece que la peligrosidad sísmica se define mediante un mapa del territorio nacional, confeccionado expresamente para este fin.

Mapa nacional de peligrosidad sísmica



El mapa suministra para cada punto del territorio, y expresada en relación al valor de la gravedad (g), la aceleración sísmica básica (ab), que corresponde a un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno, correspondiente a un periodo de retorno de 500 años. Este mapa, que se recoge a continuación, suministra además los valores del coeficiente de contribución (K), que tiene en cuenta la influencia en la peligrosidad sísmica, de cada punto, de los distintos tipos de terremotos considerados en el cálculo de la misma.

Debe de considerarse la clasificación de las construcciones recogida en la norma sismorresistente, en base al uso al que se destinan independientemente del tipo de obra que se trate, y que es la siguiente:

- De moderada importancia: Aquellas con probabilidad despreciable de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario, o producir daños económicos significativos a terceros.
- De normal importancia: Aquellas cuya destrucción por el terremoto, pueda interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.
- De especial importancia: Aquellas cuya destrucción por el terremoto, pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos. En este apartado se recogen en la norma tecnológica diversas construcciones entre las que se incluyen infraestructuras básicas como puentes y principales vías de comunicación.

La Aceleración sísmica de cálculo (ac) se obtiene de multiplicar la aceleración sísmica básica (ab) por el coeficiente de riesgo (ρ) y por el coeficiente de amplificación del terreno (S). Para este caso tenemos que:

$$ac = S \rho ab$$

La NCSE-02 clasifica los terrenos según sus características geotécnicas. Para la zona de estudio hay dos materiales predominantes. Los materiales rocosos del Terciario son rocas competentes que se clasifican como terreno de tipo I, para el que se asigna un coeficiente de terreno C=1,0. El resto de materiales cuaternarios tendrán un coeficiente de terreno C=1,6.

En la zona de estudio, el valor de la aceleración sísmica básica (a_b) está comprendido entre 0,04-0,08 g, siendo g la gravedad. Por tanto, es obligatoria la aplicación de la Norma sismorresistente actualmente en vigor (NCSE-02). Y deberán tenerse en cuenta también la IAP y la NCSP-07 en el caso de los puentes.

En este sentido, las dos alternativas del estudio son similares y no existirá ninguna diferencia entre una y otra. Al tener en cuenta la Norma el riesgo será mitigado dado que el proyecto se ha dimensionado teniendo en cuenta el mismo.

Siendo:

a_b = Aceleración Sísmica Básica. Como ya se ha comentado es un parámetro que depende de la localización geográfica de la zona de estudio dentro del territorio nacional. La aceleración sísmica básica se expresa en función de la aceleración de la gravedad ($s=9,81 \text{ m/s}^2$).

ρ = Coeficiente de Riesgo. Coeficiente adimensional que depende de las características de la construcción y del periodo de vida para el que se proyecta. Siendo $t \geq 100$ años para construcciones de especial importancia. Responde a la siguiente expresión:

- Construcciones de importancia normal: $\rho=1.0$
- Construcciones de importancia especial: $\rho=1.3$
- Coeficiente de amplificación del terreno (S):

Tomará los valores:

- Para $\rho \cdot a_b \leq 0.1 \text{ g}$ $S=C/1.25$
- Para $0.1 \text{ g} < \rho \cdot a_b < 0.4 \text{ g}$ $S=C/1.25+3.33(\rho \cdot a_b/g-0.1) \cdot (1-C/1.25)$
- Para $0.4 \text{ g} < \rho \cdot a_b$ $S=1.0$

Siendo C: Coeficiente del terreno. Depende de las características geotécnicas del terreno de cimentación.

5.7.6. Análisis de las condiciones de seguridad para los usuarios

En este apartado se analizan las condiciones de seguridad del trazado actual de la Ronda Litoral y de las dos alternativas planteadas, siendo definidas a partir de aquellas características geométricas básicas de trazado con una mayor incidencia en la seguridad.

En el caso particular de este análisis, no se incluyen entre estas características la presencia de usuarios vulnerables -entendiendo por tales a ciclistas y peatones-, dado que estos usuarios tienen prohibida la circulación por la vía objeto del Estudio.

Principales características de las alternativas

Característica	Ud	Alternativa 0 / Actual	Alternativa 1	Alternativa 2 *
Longitud	m	5.652	5.655	5.990
Calzada	Ancho (m)	25	35	30
Pendiente media	% Media	0,87	0,88	1,01
Cambios de rasante	nº/km	1,78	1,77	1,69
Curvas	nº/km	2,85	1,94	1,84
	Radio medio	2.850	2.883	2860
Visibilidad	m	92,6	120,1	119,6

* Datos relativos al eje o tronco

Para poder obtener una visión general de cada alternativa y poder compararlas es necesario homogeneizar los valores anteriores. Para ello se estandarizan sobre una escala de 0 a 10 aplicando las siguientes reglas:

- Calzada: Se valorará con 10 puntos el ancho máximo de calzada entre las alternativas (35 m).
- Pendiente: Se valorará con 10 el valor de pendiente media más bajo (0,87) y con 0 un valor del 2%.

- Cambio de rasante: Se valora con 10 el valor más bajo (1,69) y con 0 un valor de 2 (equivalente a un cambio de rasante cada 500 m).
- Curvas: Se valora con 10 el valor más bajo (1,84) y con 0 un valor de 5 (equivalente a una curva cada 200 m).
- Radio medio: Se valora con 10 el valor más alto (2883) y con 0 un valor igual a la mitad del primero.
- Visibilidad: Se valora con 10 un valor de 150) y con 0 un valor igual a la mitad del primero.

Aplicando las reglas anteriores se obtienen los siguientes valores cualitativos 'escalados':

Comparación de características geométricas de las alternativas

Característica	Alternativa 0 / Actual	Alternativa 1	Alternativa 2 *
Calzada	7,14	10,00	8,57
Pendiente	10,00	9,91	8,76
Rasantes	7,10	7,42	10,00
Curvas	6,80	9,68	10,00
Radio medio	9,84	10,00	9,84
Visibilidad	2,35	6,01	5,95

* Datos relativos al eje o tronco

5.7.7. Evaluación de los factores de seguridad analizados

5.7.7.1. Indicadores del nivel de seguridad

En el presente EISV se han analizado los siguientes factores:

- Los efectos sobre la seguridad de las vías existentes.
- Los efectos de la estacionalidad y las condiciones meteorológicas.
- Los efectos de la orientación.
- La necesidad de zonas de descanso y de aparcamientos de emergencia.
- El riesgo asociado a la actividad sísmica.
- Y las condiciones de seguridad para los usuarios.

En vista de los resultados de los análisis realizados, se consideran como indicadores de seguridad los siguientes:

- Afección del tráfico sobre la red viaria existente; este indicador tiene en cuenta el efecto que sobre la intensidad de tráfico tiene cada alternativa (incremento o decremento del tráfico respecto a la situación actual).
- Riesgo de deslumbramiento; siendo la afección semejante para todas las alternativas, se calcula este indicador a partir del número de usuarios potencialmente afectados.
- Calidad de la geometría del trazado; en que se ponderan y combinan las características básicas del trazado actual y las alternativas

En el cálculo de indicadores se excluyen los efectos de la estacionalidad y las condiciones meteorológicas, incluido el riesgo de heladas, por su mínima incidencia en las condiciones de seguridad en el ámbito evaluado. Se descartan asimismo otros posibles indicadores, como los relacionados con las zonas de descanso o el riesgo sísmico, por no resultar de aplicación.

Afección del tráfico sobre la red viaria existente

En función de los datos de tráfico mostrados dentro del apartado 5.7.1 se han evaluado los tres ejes relevantes (Passeig Zona Franca, Carrer dels Motors y Carrer Mare de Deu Port) teniendo en cuenta además el valor mínimo de tráfico en los tres escenarios para cada uno de los ejes así como la capacidad máxima del tramo considerado.

Principales datos de los ejes de la red viaria analizada (IMD y Capacidad)

Ejes considerados	IMD			Valor (mín.)	Capacidad
	Alternativa 0 / Actual	Alternativa 1	Alternativa 2		
Passeig Zona Franca	1.931	2.111	4.138	1.931	6.400
Carrer dels Motors	434	940	2.659	434	9.600
Carrer Mare de Deu Port	796	646	2.685	646	6.400

Teniendo en cuenta esto se han obtenido las siguientes puntuaciones para cada uno de los escenarios.

Valoración de los efectos sobre la red viaria existente

Ejes considerados	Situación actual	Alternativa 1	Alternativa 2
Passeig Zona Franca	10	9,6	5,1
Carrer dels Motors	10	9,4	7,6
Carrer Mare de Deu Port	9,7	10	6,5
V_A	9,91	9,68	6,36

Para el escalado se ha considerado que la mayor puntuación (10) se obtendrá en el escenario con menor tráfico, mientras que la peor puntuación (0) se ha asignado a la capacidad máxima del tramo.

Riesgo de deslumbramiento

Las dos Alternativas planteadas en el Estudio Informativo comparten un trazado semejante, en líneas generales, al que presenta la actual Ronda Litoral.

Como se deduce del análisis efectuado, la orientación, y en menor medida los cambios de rasante, es la principal característica de trazado con incidencia directa en la afección, o no, al riesgo de deslumbramiento. No habiendo diferencias sustanciales entre las alternativas, la valoración del riesgo detectado en los primeros tramos de la Ronda pudiera cuantificarse en mejor medida valorando el número potencial de usuarios afectados.

Se considera como factor de ponderación las ligeras diferencias existentes en la longitud de trazado de cada alternativa.

Valoración del riesgo de deslumbramiento según IMD. Escala 0 a 10

Deslumbramiento	Alternativa 0 / Actual	Alternativa 1	Alternativa 2 *
L	5,65	5,66	5,99
Riesgo	km	4,50	4,50
	%	79,6	79,6
IMD (2040)	140.405	147.029	132.911
Variación IMD	100%	105%	75,1%
V_D	7,96	8,33	7,11

$$V_D = \text{Riesgo \%} * \text{Variación IMD} / 100$$

Siendo:

- L = Longitud total del trazado
- Riesgo = Longitud de tramo sujeto a riesgo de deslumbramiento; en kms y en % respecto a L.
- IMD = Intensidad Media Diaria
- V_D = Valoración del riesgo de deslumbramiento

Para establecer la valoración se asignan: 0 puntos si el riesgo de deslumbramiento afecta al 100% del trazado, y 10 puntos si no está presente. El resultado anterior se pondera en función del número de usuarios.

Calidad del trazado

Bajo este epígrafe se incluyen las principales características que definen los trazados de cada alternativa.

Para ponderar este indicador se ha calculado el valor promedio para el sumatorio de todos los parámetros considerados. Con este planteamiento de adaptan los resultados a una única escala cualitativa de 0-10 comparable con el resto de indicadores.

Valoración de la calidad del trazado según características geométricas. Escala 0 a 10

Característica geométrica	Alternativa 0 / Actual	Alternativa 1	Alternativa 2 *
Calzada	7,14	10,00	8,57
Pendiente media	10,00	9,91	8,76
Cambios de rasante	7,10	7,42	10,00
Curvas	6,80	9,68	10,00
Visibilidad	2,35	6,01	5,95
VALORACION	7,21	8,84	8,85

5.7.7.2. Justificación de los pesos relativos asignados

Para ponderar la relevancia de cada indicador obtenido sobre las condiciones de seguridad se establecen los siguientes pesos relativos para cada uno:

Pesos relativos de los indicadores de seguridad

INDICADOR	PESO RELATIVO	
Afección sobre red viaria	P _A	0,2
Riesgo de deslumbramiento	P _D	0,1
Calidad del trazado	P _T	0,7

Siendo:

- P_A = Peso relativo del indicador afección sobre la red viaria
- P_D = Peso relativo del indicador riesgo de deslumbramiento
- P_T = Peso relativo del indicador calidad del trazado

La denominada ‘Afección sobre la red viaria existente’ se considera en la valoración para introducir los efectos que conllevan las distintas alternativas sobre la intensidad y volumen de tráfico sobre el resto de vías. Se le atribuye un peso relativamente bajo –de 0.2 sobre 1-, dado que las principales diferencias detectadas entre las alternativas se focalizan en una zona determinada (en torno a los enlaces de las Puertas 29 y 28) y el tráfico analizado representa un pequeño porcentaje respecto al volumen total de la Ronda Litoral.

Las estimaciones de evolución de la peligrosidad se sustentan en datos conocidos para el período 2010-2014, sin embargo, se realizan teniendo en cuenta únicamente el volumen de usuarios, obviando otros factores determinantes como el trazado y la mejora en las condiciones de seguridad que conllevaría la ejecución de los proyectos. Por ello, se le aplica un peso relativo bajo.

El riesgo de deslumbramiento se incluye como indicador porque el análisis realizado pone de manifiesto su existencia. Sin embargo, también permite afirmar que la afección es parcial (sobre los primeros tramos), moderada (se limita a determinados meses y con un duración diaria máxima menor de dos horas) y constante (no varía sustancialmente entre las alternativas y la situación actual). De tal modo que se le asigna un peso relativo ‘residual’ de 0.1 sobre 1.

Al indicador denominado 'calidad del trazado' se le asigna un peso preponderante de 0.7, por dos motivos fundamentales:

- Se define a partir de la ponderación de diversas características fundamentales para la seguridad de la vía.
- Las principales diferencias entre las alternativas radican en el diseño del trazado -entendido en sentido amplio-.

Finalmente, la aplicación de estos pesos a los indicadores reflejados en el apartado previo permiten obtener por promedio un indicador de seguridad sincrético de todos los factores analizados.

Valoración global de las condiciones de seguridad de las alternativas

	Alternativa 0 / Actual	Alternativa 1	Alternativa 2 *
Afección sobre red viaria	1,98	1,94	1,27
Riesgo de Deslumbramiento	0,80	0,83	0,71
Calidad del trazado	5,04	6,19	6,20
V_S	7,82	8,96	8,18

$$V_S = (V_A * P_A) + (V_D * P_D) + (V_T * P_T)$$

Siendo:

- V_S = Valor global de seguridad
- V_A = Valor indicador afección sobre la red viaria
- V_D = Valor indicador riesgo de deslumbramiento
- V_T = Valor indicador calidad del trazados
- P_A = Peso relativo del indicador afección sobre la red viaria
- P_D = Peso relativo del indicador riesgo de deslumbramiento
- P_T = Peso relativo del indicador calidad del trazado

Este indicador es el empleado en el análisis multicriterio que se realiza en el Anejo 6 – Comparación de Alternativas.

5.8. Estimación del tráfico y la accidentalidad en función de las características de las alternativas consideradas

El indicador calculado en el punto anterior permite comparar las condiciones de seguridad entre las alternativas, pero también puede entenderse en términos de accidentalidad; ya que una mejora de estas debiera repercutir en un descenso proporcional del número de accidentes.

Así pues, el referido indicador de seguridad puede asimilarse a un factor de mejora o de impacto positivo sobre la seguridad:

Valoración del impacto sobre la seguridad

	V _s	I _s
Alternativa 0	7,82	1
Alternativa 1	8,96	0,87
Alternativa 2	8,18	0,96

Siendo:

V_s = Valor global seguridad

I_s = Indicador de impacto de mejora sobre la seguridad

La mejora sobre la seguridad es proporcional al incremento porcentual del V_s entre las alternativas tomando como referencia el menor, que en este caso, como es previsible, se corresponde con la situación actual (Alternativa 0).

Siguiendo esta premisa, y aplicando una metodología equivalente a la utilizada en el apartado 5 del presente EISV, es posible pronosticar la evolución del Índice de Peligrosidad y del Número de Accidentes; corrigiendo la primera variable con el correspondiente factor (I_s) de cada alternativa.

Es necesario precisar que se aplica como Índice de Peligrosidad de referencia el estimado para el año 2020 de puesta en servicio.

Accidentalidad considerando el impacto sobre la seguridad

Año 2014 (base)	L	IP ₂₀₁₄	IMD ₂₀₁₄	ACV ₂₀₁₄
Alternativa 0	5,65	6,94	97.429	14,0
Alternativa 1	5,66	6,06	102.025	12,8
Alternativa 2	5,99	6,64	92.229	13,4

Año 2020 (puesta en servicio)	L	IP ₂₀₂₀	IMD ₂₀₂₀	ACV ₂₀₂₀
Alternativa 0	5,65	7,85	105.487	17,1
Alternativa 1	5,66	6,86	110.463	15,6
Alternativa 2	5,99	7,51	99.857	16,4

Año 2040 (horizonte)	L	IP ₂₀₄₀	IMD ₂₀₄₀	ACV ₂₀₄₀
Alternativa 0	5,65	10,45	140.405	30,3
Alternativa 1	5,66	9,13	147.028	27,7
Alternativa 2	5,99	10,00	132.911	29,0

Siendo:

L = Longitud (en km)

IP_n = IP_n teórico para la alternativa 0 * k

IMD₂₀₄₀ = Intensidad Media Diaria estimada

El número de ACV₂₀₄₀ para cada alternativa se obtiene aplicando la siguiente formula:

$$ACV_n = IP_n * L * (IMD_n * 365 \text{ días})$$

Siendo:

IP_n = Índice de Peligrosidad estimado para el año (n)

IP_c = Índice de Peligrosidad corregido para el año (n)

ACV_n = Número Accidentes Con Víctimas

IP = Índice de Peligrosidad

L = Longitud de la vía

IMD = Intensidad Media Diaria

n = Año

En resumen, las dos alternativas contempladas en el Estudio propiciarán previsiblemente un descenso de la accidentalidad debido sobre todo a las mejores condiciones de seguridad de las nuevas infraestructuras.

5.9. Conclusiones

La propia finalidad del Estudio Informativo –que es la mejora de la capacidad de una carretera existente- determina un mismo emplazamiento y similar trazado para las dos alternativas formuladas.

La mayoría de los aspectos analizados (meteorología, riesgo sísmico, deslumbramiento, etc.) son dependientes de factores externos y de gran escala, por lo que presentan una afección equiparable para todas las alternativas y no tienen una incidencia significativa sobre la seguridad actual o del proyecto.

En consonancia con la citada finalidad, las principales diferencias entre la situación actual y las alternativas tienen mucho más que ver con las distintas soluciones de trazado formuladas. Soluciones que a su vez están limitadas por actuarse sobre una zona urbana consolidada, por la presencia de enlaces y otras infraestructuras, por la proximidad del puerto y por otros condicionantes locales.

De hecho, la diferencia más reseñable entre las alternativas 1 y 2 se observa en el tramo final del Estudio, cuando la Ronda Litoral entra ya en la ciudad Barcelona; integración que en la Alternativa 1 se produce con la ampliación y mantenimiento de una sola calzada, mientras que en la 2 se aboga por bifurcar los sentidos de circulación sobre dos calzadas diferenciadas.

En vista de lo anterior, los resultados que se extraen de este estudio de seguridad son razonables y pueden resumirse de forma sucinta en dos conclusiones:

- Las alternativas planteadas supondrán un incremento de las condiciones de seguridad motivado fundamentalmente por las mejoras en el trazado. Ese incremento de la seguridad puede cuantificarse en términos de accidentabilidad en una reducción del número de accidentes con víctimas; superior al 6% en la alternativa 1 y algo mayor del 1,5% en la 2.
- Las diferencias en materia de seguridad viaria entre las alternativas 1 y 2 son prácticamente proporcionales a la menor IMD prevista para el tronco en la Alternativa 2.