



MINISTERIO
DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE
INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE
Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE
INFRAESTRUCTURAS

ESTUDIO INFORMATIVO DEL PROYECTO DE LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD BURGOS - VITORIA

DOCUMENTACIÓN COMPLEMENTARIA EXPEDIENTE DE INFORMACIÓN PÚBLICA Y AUDIENCIA

EFFECTOS DERIVADOS DE LA VULNERABILIDAD DEL PROYECTO ANTE RIESGOS DE ACCIDENTES GRAVES Y CATÁSTROFES

 **ineco**

MARZO 2019

EFFECTOS DERIVADOS DE LA VULNERABILIDAD DEL PROYECTO ANTE RIESGOS DE ACCIDENTES GRAVES Y CATÁSTROFES

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES.....	1	7. RIESGOS DERIVADOS DE CATÁSTROFES	17
2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETO	1	7.1. RIESGO SÍSMICO.....	17
3. ANÁLISIS METODOLÓGICO	2	7.1.1. IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO SÍSMICO	18
3.1. DEFINICIONES	2	7.1.2. VALORACIÓN DEL RIESGO	18
3.2. ESQUEMA METODOLÓGICO	2	7.1.3. ANÁLISIS DE IMPACTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y EL MEDIO SOCIAL	19
3.3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	4	7.1.4. DEFINICIÓN DE MEDIDAS ADICIONALES	19
3.3.1. RIESGOS DE ACCIDENTES GRAVES	4	7.2. RIESGO POR INUNDACIÓN	20
3.3.2. RIESGOS DE CATÁSTROFES.....	4	7.2.1. IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO DE INUNDACIÓN.....	20
3.4. VALORACIÓN DEL RIESGO	4	7.2.2. VALORACIÓN DEL RIESGO	22
3.4.1. NIVEL DE RIESGO (NR).....	4	7.2.3. ANÁLISIS DE IMPACTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y EL MEDIO SOCIAL	23
3.4.2. VULNERABILIDAD DEL PROYECTO (VP)	5	7.2.4. DEFINICIÓN DE MEDIDAS ADICIONALES	23
3.5. ANÁLISIS DE IMPACTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y MEDIO SOCIAL.....	5	7.3. RIESGO DE INCENDIOS	23
3.5.1. ANÁLISIS DE IMPACTOS FRENTE A ACCIDENTES GRAVES	6	7.3.1. IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO DE INCENDIOS	23
3.5.2. ANÁLISIS DE IMPACTOS FRENTE A CATÁSTROFES	6	7.3.2. VALORACIÓN DEL RIESGO	26
3.6. DEFINICIÓN DE MEDIDAS ADICIONALES.....	7	7.3.3. ANÁLISIS DE IMPACTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y EL MEDIO SOCIAL	27
3.7. INCORPORACIÓN DE LA VALORACIÓN DE RIESGOS AL ANÁLISIS MULTICRITERIO DE ALTERNATIVAS.....	7	7.3.4. DEFINICIÓN DE MEDIDAS ADICIONALES	27
4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	8	7.4. RIESGOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS	27
5. ÁMBITO DE ESTUDIO.....	11	7.4.1. IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO	27
6. RIESGOS DERIVADOS DE ACCIDENTES GRAVES	12	7.4.2. VALORACIÓN DEL RIESGO	35
6.1. FASE DE OBRA.....	12	7.4.3. ANÁLISIS DE IMPACTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y EL MEDIO SOCIAL	36
6.1.1. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS DE ACCIDENTES GRAVES.....	12	7.4.4. DEFINICIÓN DE MEDIDAS ADICIONALES	37
6.1.2. VALORACIÓN DEL RIESGO	13	7.5. RIESGOS DE METEOROLÓGICOS	37
6.1.3. ANÁLISIS DE IMPACTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y EL MEDIO SOCIAL.....	14	7.5.1. LLUVIAS TORRENCIALES	37
6.1.4. DEFINICIÓN DE MEDIDAS ADICIONALES	15	7.5.2. OLEAJE	37
6.2. FASE DE EXPLOTACIÓN	15	8. INCORPORACIÓN DE LA VALORACIÓN DE RIESGOS AL ANÁLISIS MULTICRITERIO DE ALTERNATIVAS.....	38
6.2.1. ANÁLISIS DE RIESGOS DERIVADOS DE ACCIDENTES CON MERCANCÍAS PELIGROSAS.....	15		
6.2.2. ANÁLISIS DE RIESGOS DERIVADOS DE TERCEROS	16		

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Con fecha 21 de diciembre de 2018 la Subdirección General de Evaluación Ambiental emite requerimiento de subsanación del Proyecto "Línea de Alta Velocidad Burgos-Vitoria", en virtud de lo establecido en la nueva Ley 9/2018, 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, cuyo apartado segundo de la disposición transitoria única dispone que "*Aquellos proyectos cuya evaluación de impacto ambiental se haya iniciado con posterioridad al 17 de mayo de 2017 y antes de la entrada en vigor de la presente ley, se someterán a una revisión adicional con carácter previo a la emisión de la declaración de impacto ambiental, con el fin de determinar el cumplimiento de las previsiones de la Directiva 2014/52/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de abril de 2014, por la que se modifica la Directiva 2011/92/UE, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente*".

En dicho requerimiento, se insta al promotor y órgano sustantivo en el procedimiento, según lo establecido en el artículo 40.3 de la Ley 21/2013, a que complete el estudio de impacto ambiental con una adenda o capítulo adicional en los siguientes términos regulados en la Ley 9/2018, de 5 de diciembre, que traspone la citada Directiva:

Se incluirá un apartado específico que incluya la identificación, descripción, análisis y si procede, cuantificación de los efectos esperados sobre los factores descritos en el inventario ambiental del estudio de impacto ambiental, derivados de la vulnerabilidad del proyecto ante riesgos de accidentes graves o de catástrofes, sobre el riesgo de que se produzcan dichos accidentes o catástrofes, y sobre los probables efectos adversos significativos sobre el medio ambiente, en caso de ocurrencia de los mismos, o bien informe justificativo sobre la no aplicación de este apartado al proyecto.

Para realizar los estudios mencionados en este apartado, se incluirá la información relevante obtenida a través de las evaluaciones de riesgo realizadas de conformidad con las normas que sean de aplicación al proyecto. En su caso, la descripción debe incluir las medidas previstas para prevenir y mitigar el efecto adverso significativo de tales acontecimientos en el medio ambiente, y detalles sobre la preparación y respuesta propuesta a tales emergencias.

2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETO

La actuación a la que se refiere este documento consiste en la ejecución de la Línea de Alta Velocidad Burgos – Vitoria.

Como parte de los trabajos asociados al Estudio de Impacto Ambiental, se contempla en el presente documento la información de detalle relativa al estudio y análisis de vulnerabilidad del proyecto ante accidentes graves o catástrofes. Este estudio es requerido en el anexo IV de la Directiva 2014 /52/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de abril de 2014, por la que se modifica la Directiva 2011/92/UE, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.

Así, en el anexo IV de la Directiva 2014/52, epígrafes 5.d y 8., se indica:

5. Una descripción de los posibles efectos significativos del proyecto en el medio ambiente, derivados, entre otras cosas, de lo siguiente (...):

d) los riesgos para la salud humana, el patrimonio cultural o el medio ambiente (debidos, por ejemplo, a accidentes o catástrofes) (...)

8. Una descripción de los efectos adversos significativos del proyecto en el medio ambiente, como consecuencia de la vulnerabilidad del proyecto ante el riesgo de accidentes graves y/o desastres pertinentes en relación con el proyecto en cuestión. La información relevante disponible y obtenida a través de las evaluaciones de riesgo de conformidad con la legislación de la Unión, como la Directiva 2012/18/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, o la Directiva 2009/71/Euratom del Consejo, o evaluaciones pertinentes realizadas con arreglo a la legislación nacional, podrá utilizarse para este objetivo, siempre que se cumplan los requisitos de la presente Directiva. En su caso, esta descripción debe incluir las medidas previstas para prevenir y mitigar el efecto adverso significativo de tales acontecimientos en el medio ambiente y detalles sobre la preparación y respuesta propuesta a tales emergencias.

Este punto ha sido traspuesto al ordenamiento jurídico español en la Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes y la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.

Así pues, este documento tiene como objeto el desarrollo del análisis de los posibles efectos significativos del proyecto sobre el medio ambiente derivados de accidentes graves o catástrofes.

3. ANÁLISIS METODOLÓGICO

3.1. DEFINICIONES

Se definen a continuación los conceptos en los que se basa el análisis de la vulnerabilidad del proyecto recogido en este documento, y que permitirán determinar el alcance y repercusiones de las potenciales afecciones que los sucesos pueden tener sobre el medio ambiente en caso de que éstos tengan lugar.

Riesgo asociado a una amenaza: se define como el valor probable de los daños ocasionados teniendo en cuenta la probabilidad de la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos analizados. Estos riesgos pueden derivar de:

Accidente grave: suceso, como una emisión, un incendio o una explosión de gran magnitud, que resulte de un proceso no controlado durante la ejecución, explotación, desmantelamiento o demolición de un proyecto, que suponga un peligro grave, ya sea inmediato o diferido, para las personas o el medio ambiente.

Catástrofe: suceso de origen natural, como inundaciones, subida del nivel del mar, terremotos, etc., ajeno al proyecto, que produce gran destrucción o daño sobre las personas o el medio ambiente.

Los componentes del riesgo estarían determinados por:

Peligrosidad: definida como la amenaza o la probabilidad de que el suceso ocurra (se determinará en función de los riesgos identificados según su zonificación en el ámbito del proyecto), y como la severidad del mismo, entendida ésta como el nivel de consecuencias derivadas del daño producido.

Vulnerabilidad del proyecto: características físicas de un proyecto que pueden incidir en los posibles efectos adversos significativos que sobre el medio ambiente se puedan producir como consecuencia de accidentes graves o de catástrofes, o *susceptibilidad del proyecto* a sufrir un daño derivado de un evento determinado. Puede medirse como pérdidas o daños resultantes.

Según todo lo expuesto, el esquema conceptual del análisis del riesgo se desarrolla en el apartado siguiente.

3.2. ESQUEMA METODOLÓGICO

La metodología propuesta parte de las siguientes consideraciones:

1. Identificación de los distintos riesgos que pueden amenazar al proyecto, derivados éstos de accidentes graves o catástrofes.
2. Valoración del riesgo, que vendrá determinado por los siguientes parámetros.
 - **Nivel de riesgo** que resulta de la probabilidad del suceso y de su severidad.

- **Vulnerabilidad del proyecto.** Una vez identificados los riesgos en el ámbito del proyecto, se ha de indicar qué elementos o partes del proyecto son vulnerables frente al suceso o la amenaza, debido a su exposición, según las zonas de riesgo y/o fragilidad.

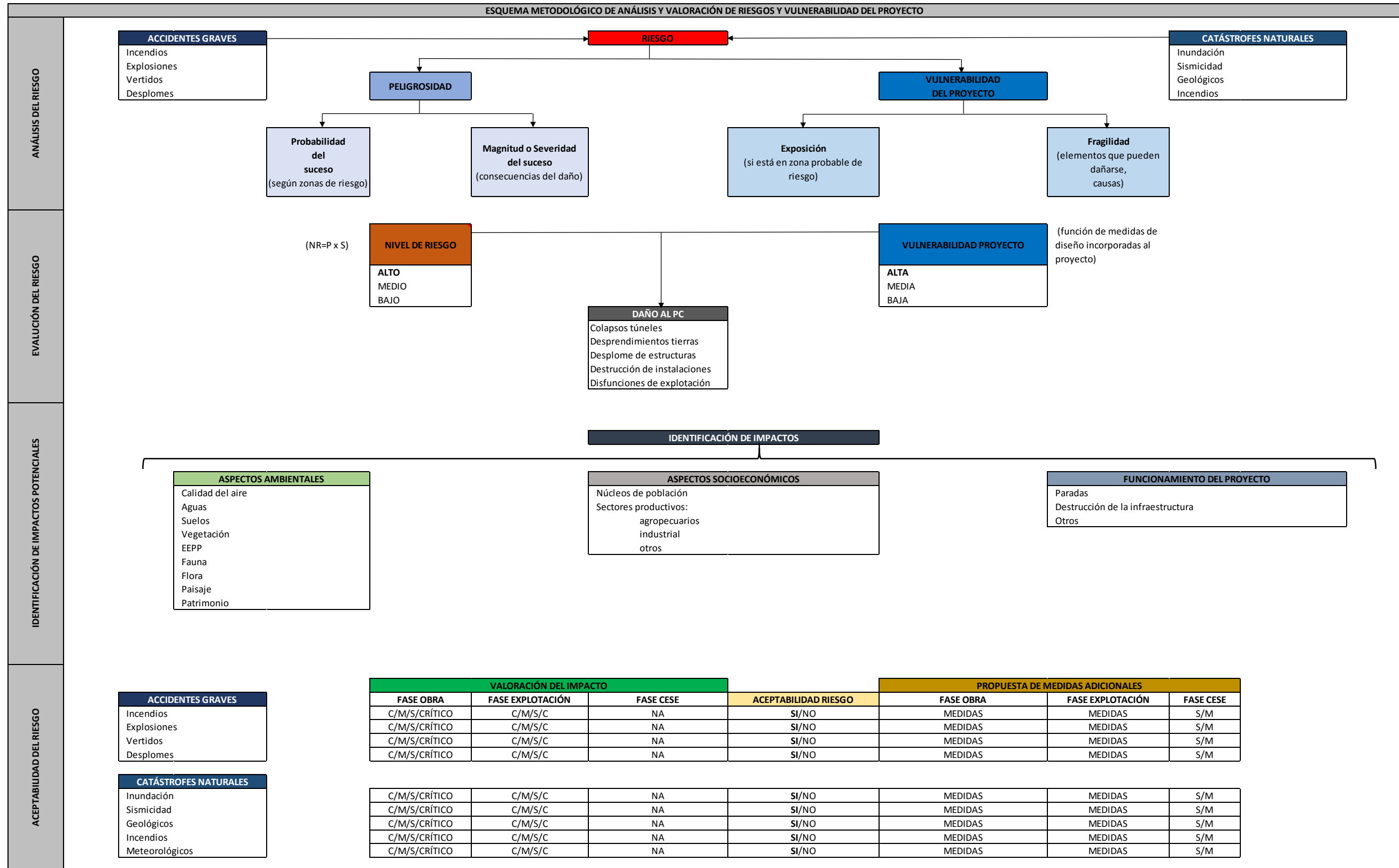
Se indicarán, para cada elemento vulnerable, los criterios y parámetros que se han utilizado en la definición del proyecto para minimizar o eliminar la vulnerabilidad de estos elementos frente a dichas amenazas. Se determinará en qué situaciones estos elementos pueden ser vulnerables (zonas de riesgo alto, y donde la intensidad de la amenaza pueda sobrepasar los parámetros tenidos en cuenta para el diseño del proyecto).

3. Análisis de los posibles impactos sobre el medio ambiente y el medio social en zonas sensibles de acuerdo con la clasificación del territorio realizada, dentro de los ámbitos en que el proyecto atraviesa zonas de riesgo alto, derivados de cada amenaza concreta.

Se parte del supuesto de que, salvo que los criterios de adaptabilidad sean suficientes a juicio del experto, sólo en estas zonas de riesgo alto y para sucesos excepcionales por su intensidad, las amenazas asociadas a éstas tienen una probabilidad real de materializarse.

4. Definición de medidas adicionales a las adoptadas por el proyecto, y otros planes de emergencia vigentes en el ámbito analizado a tener en cuenta en caso de ocurrencia.

Se incluye a continuación el esquema metodológico del análisis y valoración del riesgo propuesto.



3.3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Los riesgos se analizarán, de acuerdo con la Ley 9/2018, para los casos de:

- Accidentes graves
- Catástrofes

3.3.1. Riesgos de accidentes graves

Se identificarán los accidentes graves que pueden ocurrir, tanto **en fase de construcción**, como consecuencia de aquellos elementos vulnerables de la obra que pueden generar, por fallos, errores u omisiones, daños sobre el medio ambiente; como **en fase de explotación**, asociados éstos únicamente a aquellos casos de accidentes del transporte con mercancías peligrosas y a aquellos riesgos derivados de terceros en los que la infraestructura pueda verse dañada.

3.3.2. Riesgos de catástrofes

En caso de catástrofes, eventos asociados a fenómenos naturales, se identificarán dentro del ámbito del proyecto las principales zonas de riesgo que pueden tener una influencia directa sobre el mismo.

En estas zonas y, de acuerdo con la intensidad del riesgo, el proyecto incorporará una serie de criterios y medidas en la fase de diseño que, a priori, determinarán su adaptación y capacidad de resiliencia frente al evento. Estos criterios determinarán, por tanto, la invulnerabilidad del proyecto frente a la materialización de estos sucesos, tanto por exposición como por fragilidad.

Las principales zonas de riesgos conocidas, categorizadas y clasificadas a nivel nacional y de comunidad autónoma son:

- **Zonas de riesgo de inundaciones.** Se clasifican según periodos de retorno de 10, 100 y 500 años
- **Zonas de riesgo sísmico.** Se clasifican en niveles de riesgo según frecuencia e intensidad
- **Zonas de riesgos geológicos-geotécnicos:** estos riesgos se clasifican en función de las características geotécnicas de las formaciones geológicas atravesadas
- **Zonas de riesgo de incendios.** Se clasifican en función de la probabilidad del suceso y sus consecuencias desde el punto de vista ambiental (magnitud del daño)
- **Zonas de riesgo meteorológico:** lluvias torrenciales, viento, nevadas, etc.
- Otras

Frente a las tres primeras zonas de riesgo citadas, el proyecto incorporará los criterios o medidas de diseño que minimizan los daños sobre la infraestructura en caso de materializarse dicho riesgo, aumentándose su resiliencia.

Estas zonas serán identificadas más adelante, y definidas adecuadamente en el ámbito del proyecto y de las alternativas planteadas.

3.4. VALORACIÓN DEL RIESGO

3.4.1. Nivel de riesgo (NR)

Los principales componentes que intervienen en la valoración del riesgo son:

- La probabilidad del evento
- La magnitud o severidad del daño (consecuencias derivadas del mismo)

$$R = P \times S$$

En el caso de transporte de mercancías peligrosas, el riesgo se valora por kilómetro para cada tipo de mercancía, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$Rmp = T \times Pmp \times Smp$$

Donde:

Rmp: es el riesgo por km de accidente de un producto (mp)

T: es la tasa de accidentabilidad de la línea o carretera en el transporte de ese producto (mp)

Pmp: probabilidad del evento (explosión, incendio, etc.)

Smp: severidad o consecuencias derivadas de la materialización de ese riesgo.

El riesgo global del evento asociado a la infraestructura sería la suma de los riesgos asociados a cada una de las sustancias que pueden ser transportadas por ese medio de transporte, y que pueden estar implicadas en un accidente.

Este riesgo global se valorará sólo cuando exista y se disponga de este tipo de información, de acuerdo con esta fórmula.

$$R = \sum Rmp$$

Se definen los niveles de **probabilidad** como:

- ALTA: Es posible que el riesgo ocurra frecuentemente
- MEDIA El riesgo ocurre con cierta frecuencia
- BAJA: Ocurre excepcionalmente, pero es posible

Asimismo, la **severidad** (consecuencias del evento) se clasifica también en tres niveles:

- ALTA: Cuando los daños al medio natural o social se consideran graves e irreversibles a corto o medio plazo
- MEDIA: Cuando los daños son significativos pero reversibles a corto-medio plazo

- BAJA: Cuando los daños son leves y reversibles a corto-medio plazo

El nivel del riesgo se obtendrá conforme a los siguientes criterios.

NIVEL DEL RIESGO		PROBABILIDAD		
		ALTA	MEDIA	BAJA
SEVERIDAD	ALTA	ALTO	ALTO	MEDIO
	MEDIA	ALTO	MEDIO	BAJO
	BAJA	MEDIO	BAJO	BAJO

Esta valoración del nivel del riesgo se realizará para cada zona de riesgo identificada:

- Zonas de riesgo de inundaciones
- Zonas de riesgo sísmico
- Zonas de riesgo geológico-geotécnico
- Zonas de riesgo de incendios
- Otras zonas de riesgo

Cuando estas zonas, definidas para cada tipo de riesgo, estén ya caracterizadas y evaluadas dentro del ámbito del proyecto, el nivel del riesgo vendrá determinado por el asignado en dichas normas o evaluaciones.

3.4.2. Vulnerabilidad del proyecto (VP)

Los factores a tener en cuenta para determinar la vulnerabilidad del proyecto frente a un determinado riesgo serán:

- **Grado de exposición (GE):** longitud del tramo que atraviesa las diferentes zonas de riesgo. Se clasificará de acuerdo a estas categorías:
 - ALTO: cuando la infraestructura atraviese zonas de riesgo alto a lo largo de más de un 20% de su longitud
 - MEDIO: cuando la infraestructura atraviese zonas de riesgo medio a lo largo de más de un 20% de su longitud, o zonas de riesgo alto en menos de un 20%
 - BAJO: cuando la infraestructura atraviese zonas de riesgo medio a lo largo de menos del 20% de su longitud, o zonas de riesgo bajo
- **Fragilidad (F):** determinada a partir de los elementos vulnerables presentes en las zonas identificadas

Los niveles de fragilidad oscilarán entre 0 y 1, en función de cómo se hayan tenido en cuenta en el proyecto los criterios de diseño aplicables a los elementos vulnerables, conforme a la normativa

vigente. En principio, la fragilidad se considerará nula cuando se hayan aplicado los criterios exigidos por dichas normas a los elementos vulnerables de la infraestructura. Se considerará:

- NULA: No hay elementos vulnerables dentro de las zonas de riesgo
- BAJA: El número de elementos vulnerables en las zonas de riesgo es inferior a 3
- MEDIA: El número de elementos vulnerables en las zonas de riesgo oscila entre 3 y 5
- ALTA: El número de elementos vulnerables en las zonas de riesgo es mayor que 5

De esta manera, la vulnerabilidad del proyecto vendrá determinada por la combinación de estos dos factores, tal como se recoge en la tabla siguiente.

VULNERABILIDAD DEL PROYECTO		GRADO DE EXPOSICIÓN		
		ALTO	MEDIO	BAJO
FRAGILIDAD	ALTA	ALTO	ALTO	MEDIO
	MEDIA	ALTO	MEDIO	BAJO
	BAJA	MEDIO	BAJO	BAJO
	NULA	NULA	NULA	NULA

Se considerarán elementos vulnerables de este tipo de proyectos de infraestructuras los que se listan a continuación.

- Túneles, excavados en mina o con pantallas
- Viaductos
- Estructuras
- Terraplenes/Desmontes (en función de su altura y pendiente)
- Vertederos
- Estaciones
- Otros

3.5. ANÁLISIS DE IMPACTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y MEDIO SOCIAL

El análisis de impactos derivados de la vulnerabilidad del proyecto se realizará únicamente para aquellos tramos en donde la infraestructura presente un grado de vulnerabilidad alto por presentar un grado de exposición y una fragilidad media/alta conforme a los resultados que se deriven del análisis anterior.

Por ello, se considera que el impacto se produce únicamente en aquellas partes del territorio en las que las zonas de riesgo alto coinciden con la presencia de elementos vulnerables del proyecto.

La caracterización y la valoración del impacto se llevarán a cabo en las zonas de alto valor ambiental presentes en dichas partes, es decir, en aquellas en las que haya elementos amparados por una norma, legislación o plan de protección, o existan factores más sensibles a los riesgos identificados. En el resto del territorio se considerará que la afección al medio ambiente que podría causar un accidente no es significativa, y que no hacen falta medidas adicionales.

La valoración de impactos se realizará conforme a los criterios establecidos y normalizados en los estudios de impacto ambiental, en función de sus características y de la existencia de medidas protectoras o correctoras que puedan ser efectivas a corto, medio o largo plazo, una vez se determine si el riesgo es asumible o no. Esto es:

- Compatible
- Moderado
- Severo
- Crítico

Todo impacto valorado como crítico determinará que el riesgo no es asumible.

3.5.1. *Análisis de impactos frente a accidentes graves*

En **fase de obra**, la identificación de impactos se realizará en las zonas de mayor vulnerabilidad, que se corresponden con:

- Zonas de instalaciones auxiliares
- Zonas de almacenamiento de sustancias peligrosas y combustibles
- Zonas de acopios de tierras
- Zonas de depuración de aguas residuales o de túneles
- Balsas de decantación
- Plantas de aglomerado u hormigonado (en caso de implantarse en obra)
- Otras

Se tendrá en cuenta, para la identificación y valoración de impactos, la clasificación del territorio realizada en el proyecto, pues este tipo de instalaciones y ocupaciones temporales se situarán siempre fuera de zonas de alto valor ambiental, circunstancia que minimiza la afección a elementos importantes ambientalmente, en caso de que se produzcan accidentes en las zonas acotadas para estos emplazamientos.

Por ello, se partirá de la consideración de que sólo habrá impactos adicionales a los valorados en el estudio de impacto ambiental, cuando las consecuencias del daño se manifiesten más allá del ámbito de la obra (grandes vertidos contaminantes, incendios, grandes corrimientos de tierras etc.).

Durante la **fase de explotación**, pueden producirse vertidos o generarse incendios como consecuencia de accidentes de vehículos que transporten sustancias peligrosas o inflamables.

En el caso de producirse un accidente de este tipo en la fase de explotación de la infraestructura, es el accidente en sí mismo el que puede causar daños sobre los elementos ambientales, esto es, se parte de la hipótesis de que frente a un accidente de estas características, no existen elementos de la infraestructura especialmente vulnerables que, dañados por el evento, pudieran incrementar la magnitud de la afección ambiental que pueda ocasionar el propio accidente. Las consecuencias de éstos pueden ser el cese temporal del tráfico, y pequeños daños a alguno de los elementos de la infraestructura, que podrán subsanarse en el corto plazo, no teniendo repercusiones ambientales. Por tanto, en la fase de funcionamiento, no existen elementos vulnerables ligados a la infraestructura.

Por ello, los potenciales impactos que se deriven de estos accidentes se analizarán dentro un radio de 1 km, tomando como centro la ubicación del suceso, si bien este ámbito puede ser mayor o menor en función de las características de la mercancía peligrosa transportada.

3.5.2. *Análisis de impactos frente a catástrofes*

Según el análisis metodológico realizado, se entiende que, de producirse una catástrofe, únicamente se generará un daño en fase de explotación, cuando el proyecto ya está ejecutado y es más vulnerable.

En fase de construcción, las amenazas recaerían únicamente sobre los elementos de la obra que pueden generar accidentes graves (almacenamiento de productos peligrosos, combustibles, grandes acopios de tierras, etc.), o sobre los elementos vulnerables cuyo avanzado grado de ejecución pueda generar daños ambientales o sociales, como p.ej. viaductos, terraplenes, túneles, etc.

En este último supuesto, el impacto derivado del daño producido sobre estos elementos es el mismo que el identificado para la fase de explotación para este mismo riesgo, por lo que sólo se analizará la fase de funcionamiento.

En caso de los accidentes en fase de obra, también los daños e impactos derivados de éstos serán los mismos que los analizados para esta misma fase en el caso de catástrofes.

Los impactos se analizarán en función del daño causado sobre el elemento vulnerable de la infraestructura afectado por la catástrofe, cuyas consecuencias pueden generar impactos sobre los distintos elementos ambientales y sociales presentes, de acuerdo con lo recogido en el artículo 45 f) de la Ley 21/2013, modificado por la Ley 9/2018.

Esta identificación de impactos se realizará dentro de un ámbito de afección directa, a delimitar en función del elemento afectado y del daño potencial sufrido, prevaleciendo la valoración del impacto sobre aquellos elementos ambientales especialmente sensibles, como pueden ser: especies de fauna y flora con figuras de protección, elementos con valor cultural, ecológico o paisajístico destacable, etc.

En la tabla siguiente se sintetiza el proceso de identificación de impactos sobre el medio ambiente y el medio socioeconómico, derivados de los daños generados por la materialización un riesgo.

CONCEPTO	RIESGOS	ELEMENTOS VULNERABLES DEL PROYECTO	AMENAZA	DAÑO	IMPACTO	MEDIDAS
CATÁSTROFES (Fenómenos naturales)	Inundaciones	Obras de drenaje transversal Estructuras Terraplenes Túneles	Según zonas de riesgo	Destrucción total o parcial de estos elementos	Medio natural Patrimonio Socio-económico	Medidas Procedimientos
	Incendios	La infraestructura	Según zonas de riesgo	Inutilización de la señalización e instalaciones		
	Fenómenos sísmicos	Falsos túneles Estructuras La infraestructura	Según zonas de riesgo y características del proyecto	Colapso de los falsos túneles Destrucción de estructura Daños generalizados en la infraestructura		
	Geológico-geotécnicos	Taludes con fuertes pendientes Túneles Estructuras	Según zonas de riesgo y características del proyecto	Descalce de terraplenes Desplomes de desmontes Arrastres en vertederos		
	Meteorológicos (nieve, viento, lluvias torrenciales, oleaje)	Taludes con fuertes pendientes Instalaciones y señalización Estructuras Circulación de trenes	En proyectos afectados por este fenómeno, según zonas de riesgo	Descalce de terraplenes Inutilización de instalaciones Destrucción de estructuras Descarrilamiento de trenes		

3.6. DEFINICIÓN DE MEDIDAS ADICIONALES

Caracterizados los impactos para cada zona de riesgo, de acuerdo con los criterios anteriores, se realizará una propuesta de medidas adicionales a las contempladas en el diseño del proyecto, o se definirá un protocolo de emergencia que defina las acciones y medidas a adoptar en caso de que el riesgo se materialice.

En caso de ocurrir un accidente durante las obras, entrarán en acción los protocolos correspondientes frente a incendios o vertidos accidentales, sin olvidar la consideración habitual de situar todas las zonas de instalaciones, acopios y accesos temporales fuera de áreas de exclusión.

Se tendrá en cuenta, dentro de las zonas vulnerables del proyecto identificadas, la existencia de planes de emergencia vigentes de las administraciones competentes en la materia: Confederaciones hidrográficas, Protección Civil, Comunidades Autónomas, etc.

3.7. INCORPORACIÓN DE LA VALORACIÓN DE RIESGOS AL ANÁLISIS MULTICRITERIO DE ALTERNATIVAS

El análisis de riesgos se realizará para cada una de las alternativas evaluadas en el Estudio de Impacto Ambiental.

Con el fin de trasladar al análisis multicriterio del Estudio Informativo la valoración de impactos que resulte de este análisis de vulnerabilidad, de acuerdo con la metodología expuesta, se asignará un peso relativo a cada alternativa en función de las distintas zonas de riesgos atravesadas y, en caso de accidentes graves, en función de la presencia de proyectos o instalaciones afectadas por la Directiva SEVESO.

A mayor número de zonas de riesgo atravesadas por una alternativa concreta, salvo que el riesgo sea asumible frente a ese accidente (si la infraestructura está fuera del radio de actuación inmediata, o el daño potencial que puede sufrir no tiene repercusiones ambientales), menor peso se le atribuirá, considerándola más desfavorable desde el punto de vista ambiental.

4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La zona de estudio se encuadra en las Comunidades Autónomas de Castilla y León y País Vasco, y concretamente en las provincias de Burgos y Álava, entre las poblaciones de Burgos y Vitoria.

La actuación planteada en el presente estudio informativo es una línea de alta velocidad en el tramo Burgos – Vitoria, para lo que se han analizado varias alternativas de trazado.

El origen del estudio se ha situado en el término municipal de Burgos, en la variante ferroviaria de la línea Madrid – Hendaya en Burgos. Todas las alternativas planteadas tienen un punto de inicio común, para permitir la comparación entre ellas.

La mencionada conexión se realizará de modo que la vía derecha conecte con la actual vía izquierda (montada sobre traviesa polivalente), y la nueva vía izquierda se situará sobre la plataforma existente, anexa a las vías actualmente en servicio en la Variante Ferroviaria de Burgos.

El final del proyecto conectará en el futuro con la entrada de la LAV en Vitoria, y se ha diseñado para permitir cualquiera de las soluciones planteadas para la integración del ferrocarril en Vitoria.

Los criterios de diseño que se han tenido en cuenta para las nuevas alternativas estudiadas entre Burgos y Vitoria son los siguientes:

- Nueva Línea de Alta velocidad entre Burgos y Vitoria
- Velocidad de diseño de 350 km/h. La velocidad de referencia mínima que deberá mantenerse es de 350 km/h, salvo en las conexiones definidas con la línea Madrid – Hendaya que permitirán el paso por Miranda de Ebro.
- Ancho UIC
- Alimentación a 25 kV c.a.
- No se consideran paradas intermedias
- Tráfico exclusivo de viajeros
- Alejamiento de las poblaciones en las que no está prevista parada
- Ausencia de cruces a nivel con otras infraestructuras.

El Estudio Informativo se ha dividido en dos tramos.

TRAMO BURGOS-PANCORBO

Se han definido CUATRO (4) alternativas de trazado.

- **Alternativa Centro 1.** Partiendo de la Variante de Burgos, abandona ésta y discurre por el corredor de las infraestructuras actuales, pero con parámetros de alta velocidad.

- **Alternativa Centro 2.** Su única modificación con respecto a la anterior es el punto en el que abandona la variante de Burgos. Este punto se encuentra más cercano a Rubena, lo que hace que discurra por la plataforma actual durante unos 3 km.
- **Alternativa Oeste 1.** Partiendo de la Variante de Burgos, abandona ésta y discurre por un nuevo corredor situado al oeste del ámbito de estudio.
- **Alternativa Oeste 2.** Su única modificación con respecto a la anterior es el punto en el que abandona la variante de Burgos. Este punto se encuentra más cercano a Rubena, lo que hace que discurra por la plataforma actual durante unos 3 km.

A continuación se recogen las principales características de las alternativas de este tramo.

ALTERNATIVA CENTRO 1		
Característica de la alternativa	Nº	Longitud (m)
Trazado completo	-	52.624,77
Túneles en mina o con tuneladora	2	2.354,00
Túneles mediante pantallas	-	-
Trazado en superficie (incluyendo viaductos)	-	50.270,77
Viaductos y pérgolas	21	9.365,00
Estaciones	-	-
Taludes (h > 8m; P ≥ 1H:2V; en tierra o roca)*	23	18.733,00
Electrificación (tipo y características)	sistema 2 x 25 kV c.a., catenaria CA-350	52.624,77
Subestaciones y autocentros	1 SE en el pk 42+500	-

*La pendiente máxima es de 2H:3V

ALTERNATIVA CENTRO 2		
Característica de la alternativa	Nº	Longitud (m)
Trazado completo	-	52.909,99
Túneles en mina o con tuneladora	2	2.354,00
Túneles mediante pantallas	-	-
Trazado en superficie (incluyendo viaductos)	-	50.555,99
Viaductos y pérgolas	22	9.555,02
Estaciones	-	-
Taludes (h > 8m; P ≥ 1H:2V; en tierra o roca)*	24	20.213,00
Electrificación (tipo y características)	sistema 2 x 25 kV c.a., catenaria CA-350	52.909,99
Subestaciones y autocentros	1 SE en el pk 42+500	-

*La pendiente máxima es de 2H:3V

ALTERNATIVA OESTE 1		
Característica de la alternativa	Nº	Longitud (m)
Trazado completo	-	55.741,13
Túneles en mina o con tuneladora	2	3.225,00
Túneles mediante pantallas	-	-

ALTERNATIVA OESTE 1		
Característica de la alternativa	Nº	Longitud (m)
Trazado en superficie (incluyendo viaductos)	-	52.693,13
Viaductos y pérgolas	12	3.225,00
Estaciones	-	-
Taludes (h > 8m; P ≥ 1H:2V; en tierra o roca)*	19	11.782,00
Electrificación (tipo y características)	sistema 2 x 25 kV c.a., catenaria CA-350	55.741,13
Subestaciones y autocentros	1 SE en el pk 48+300	-

*La pendiente máxima es de 2H:3V

ALTERNATIVA OESTE 2		
Característica de la alternativa	Nº	Longitud (m)
Trazado completo	-	56.023,66
Túneles en mina o con tuneladora	2	3.048,00
Túneles mediante pantallas	-	-
Trazado en superficie (incluyendo viaductos)	-	52.975,66
Viaductos y pérgolas	13	3.725,00
Estaciones	-	-
Taludes (h > 8m; P ≥ 1H:2V; en tierra o roca)*	20	12.882,00
Electrificación (tipo y características)	sistema 2 x 25 kV c.a., catenaria CA-350	56.023,66
Subestaciones y autocentros	1 SE en el pk 48+300	-

*La pendiente máxima es de 2H:3V

TRAMO PANCORBO-VITORIA

Se han definido SEIS (6) alternativas de trazado.

- **Alternativa Variante de Miranda 1.** Se trata de un trazado en variante en Miranda. El cruce del río Ebro se produce en el término municipal de Lantarón. Se define el cruce del río Zadorra en viaducto, y de la A-1 en túnel antes de los montes de Vitoria.
- **Alternativa Variante de Miranda 2.** Se trata de un trazado en variante en Miranda. El cruce del río Ebro se produce en el término municipal de Miranda de Ebro en una zona más cercana a la autopista AP-1. Se define el cruce del FC, del río Zadorra y de la A-1 en viaducto antes de los montes de Vitoria.
- **Alternativa Variante de Miranda 3.** Es igual a la variante 1, si bien se modifica en la zona de cruce del río Zadorra que se adopta el cruce de la alternativa 2.
- **Alternativa Variante de Miranda 4.** Es igual a la variante 2 si bien se define el cruce del río Zadorra como en el caso de la alternativa 1.
- **Alternativa Variante de Miranda 5.** Se trata de un trazado en variante en Miranda. El cruce del río Ebro se produce en el término municipal de Lantarón. Se define el cruce del FC, río

Zadorra y de la A-1 en viaducto antes de los montes de Vitoria. Es similar a la variante 3, si bien las conexiones con Miranda se diseñan para permitir que la plataforma de la línea de alta velocidad sea para vía doble.

- **Alternativa Variante de Miranda 6.** Se trata de un trazado en variante en Miranda. El cruce del río Ebro se produce en el término municipal de Lantarón. Se define el cruce del río Zadorra en viaducto y de la A-1 en túnel antes de los montes de Vitoria. Es similar a la variante 1, si bien las conexiones con Miranda se diseñan para permitir que la plataforma de la línea de alta velocidad sea para vía doble.

A continuación se recogen las principales características de las alternativas de este tramo.

ALTERNATIVA VARIANTE DE MIRANDA 1		
Característica de la alternativa	Nº	Longitud (m)
Trazado completo	-	37.753,25
Túneles en mina o con tuneladora	6	10.093,00
Túneles mediante pantallas	-	-
Trazado en superficie (incluyendo viaductos)	-	27.660,25
Viaductos y pérgolas	20	4.402,00
Estaciones	-	-
Taludes (h > 8m; P ≥ 1H:2V; en tierra o roca)*	27	10.831,00
Electrificación (tipo y características)	sistema 2 x 25 kV c.a., catenaria CA-350	37.753,25
Subestaciones y autocentros	-	-

*La pendiente máxima es de 2H:3V

ALTERNATIVA VARIANTE DE MIRANDA 2		
Característica de la alternativa	Nº	Longitud (m)
Trazado completo	-	37.620,47
Túneles en mina o con tuneladora	6	9.770,00
Túneles mediante pantallas	-	-
Trazado en superficie (incluyendo viaductos)	-	27.850,47
Viaductos y pérgolas	17	5.076,66
Estaciones	-	-
Taludes (h > 8m; P ≥ 1H:2V; en tierra o roca)*	26	8.136,00
Electrificación (tipo y características)	sistema 2 x 25 kV c.a., catenaria CA-350	37.620,47
Subestaciones y autocentros	-	-

*La pendiente máxima es de 2H:3V

ALTERNATIVA VARIANTE DE MIRANDA 3		
Característica de la alternativa	Nº	Longitud (m)
Trazado completo	-	37.753,25
Túneles en mina o con tuneladora	6	9.838,00
Túneles mediante pantallas	-	-
Trazado en superficie (incluyendo viaductos)	-	27.915,25

ALTERNATIVA VARIANTE DE MIRANDA 3		
Característica de la alternativa	Nº	Longitud (m)
Viaductos y pérgolas	18	6.041,66
Estaciones	-	-
Taludes (h > 8m; P ≥ 1H:2V; en tierra o roca)*	26	9.506
Electrificación (tipo y características)	sistema 2 x 25 kV c.a., catenaria CA-350	37.753,25
Subestaciones y autocentros	-	-

*La pendiente máxima es de 2H:3V

ALTERNATIVA VARIANTE DE MIRANDA 4		
Característica de la alternativa	Nº	Longitud (m)
Trazado completo	-	37.620,47
Túneles en mina o con tuneladora	6	10.025,00
Túneles mediante pantallas	-	-
Trazado en superficie (incluyendo viaductos)	-	27.595,47
Viaductos y pérgolas	19	4.237,00
Estaciones	-	-
Taludes (h > 8m; P ≥ 1H:2V; en tierra o roca)*	27	9.461
Electrificación (tipo y características)	sistema 2 x 25 kV c.a., catenaria CA-350	37.620,47
Subestaciones y autocentros	-	-

*La pendiente máxima es de 2H:3V

ALTERNATIVA VARIANTE DE MIRANDA 5		
Característica de la alternativa	Nº	Longitud (m)
Trazado completo	-	37.761,70
Túneles en mina o con tuneladora	6	9.691,00
Túneles mediante pantallas	-	-
Trazado en superficie (incluyendo viaductos)	-	28.070,70
Viaductos y pérgolas	21	4.382,00
Estaciones	-	-
Taludes (h > 8m; P ≥ 1H:2V; en tierra o roca)*	19	8.063
Electrificación (tipo y características)	sistema 2 x 25 kV c.a., catenaria CA-350	37.761,70
Subestaciones y autocentros	-	-

*La pendiente máxima es de 2H:3V

ALTERNATIVA VARIANTE DE MIRANDA 6		
Característica de la alternativa	Nº	Longitud (m)
Trazado completo	-	37.757,93
Túneles en mina o con tuneladora	6	9.946,00
Túneles mediante pantallas	-	-
Trazado en superficie (incluyendo viaductos)	-	27.811,93

Viaductos y pérgolas	19	4.166,66
Estaciones	-	-
Taludes (h > 8m; P ≥ 1H:2V; en tierra o roca)*	20	8.038
Electrificación (tipo y características)	sistema 2 x 25 kV c.a., catenaria CA-350	37.757,93
Subestaciones y autocentros	-	-

*La pendiente máxima es de 2H:3V

5. ÁMBITO DE ESTUDIO

Se listan seguidamente las zonas ambientalmente más valiosas presentes en el ámbito de estudio, destacadas por su alto valor ecológico, cultural y / o socioeconómico:

Patrimonio geológico

Las alternativas del Tramo T02 afectan a dos las áreas de interés geológico del inventario de Gobierno Vasco: 1055 Sistemas de terrazas del Ebro y principales afluentes, y 1057 Meandros del río Zadorra.

Hidrología

Los principales cauces atravesados son los de los ríos Ebro, Oca, Oroncillo, Bayas, Zadorra, Rioseras, Santa Casilda, Vallarta, Cerratón y Vena.

Vegetación

Destacan las facies arbustivas de la coscoja (*Quercus coccifera*); bosques de frondosas, principalmente de encinas (*Quercus ilex*); bosques ribereños en los márgenes de los ríos principales, como el Ebro, el Bayas, el Oca y el Rioseras; bosques de coníferas; y mosaicos arbolados de pinos (*Pinus pinaster*), encinas (*Quercus ilex rotundifolia*) y quejigos (*Quercus faginea*).

Fauna

Todas las alternativas de trazado interceptan el ámbito de aplicación del plan de recuperación del águila azor perdicera en el entorno de los montes Obarenes.

Las alternativas atraviesan varias áreas de interés especial de especies de fauna con plan de gestión aprobado Euskadi, correspondientes al visón europeo.

Espacios naturales de interés

En el ámbito de estudio, los espacios Red Natura afectados por las alternativas de trazado, son los siguientes:

- ZEC ES4120073 Riberas del Río Oca y afluentes
- ZEPA ZEC ES4120030 Montes Obarenes
- ZEPA ES0000187 ZEC ES4120095 Montes de Miranda de Ebro y Ameyugo
- ZEC LIC ES4120059 Riberas del Río Ebro y afluentes
- ZEC LIC ES2110008 Ebro Ibaia/Río Ebro
- ZEC LIC ES2110006 Baia Ibaia/Río Baia
- ZEC LIC ES4120051 Riberas del Zadorra
- ZEC LIC ES2110010 Zadorra Ibaia/Río Zadorra

Las alternativas de trazado del Tramo 01 Burgos – Pancorbo, y del tramo 02 Pancorbo – Vitoria atraviesan zonas clasificadas como de “De uso compatible Tipo B” y “De uso general” del Parque Natural Montes Obarenes-San Zadornil, declarado mediante Ley 10/2006, de 14 de octubre.

Existen en la zona numerosos hábitats de interés comunitario. De todos los presentes, únicamente el HIC 6220: Zonas subestépicas de gramíneas y anuales del *Thero-Brachypodietea*, el HIC 1520: Vegetación gipsícola ibérica (*Gypsophiletalia*), el HIC 9560: Bosques endémicos de *Juniperus* spp., y el HIC 91E0: Bosques aluviales de *Alnus glutinosa* y *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*) están considerados como de interés prioritario. Los HIC no prioritarios que aparecen en el ámbito de las alternativas de trazado son el 4090: Brezales oromediterráneos endémicos con aliaga, 6170: Prados alpinos y subalpinos calcáreos, 6420: Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del *Molinion-Holoschoenion*, 6210: Prados secos seminaturales y facies de matorral sobre sustratos calcáreos (*Festuco-Brometalia*), 8210. Pendientes rocosas calcícolas con vegetación casmofítica, 9240: Robledales ibéricos de *Quercus faginea* y *Quercus canariensis*, 92A0 Bosques galería de *Salix alba* y *Populus alba*, 9340 Bosques de *Quercus ilex* y *Quercus rotundifolia*.

Las alternativas proyectadas interceptan los Montes de Utilidad Pública nº 200 “Montemayor” y nº 668 “Mancubo y otros” a su paso por el término municipal de Pancorbo (Burgos), el Monte de Utilidad Pública nº 567 en el municipio de Iruña de Oca (Álava), y los Montes de Utilidad Pública nº 603 y nº 717 (Álava).

En el ámbito de estudio existen 3 espacios pertenecientes al Catálogo Abierto de Espacios Naturales Relevantes de Euskadi: Montes de Vitoria Occidentales, interceptado por las 6 alternativas del Tramo T02, y Sierra de Tuyo y Monte San Formerio, situados en las proximidades de las 6 alternativas del Tramo T02.

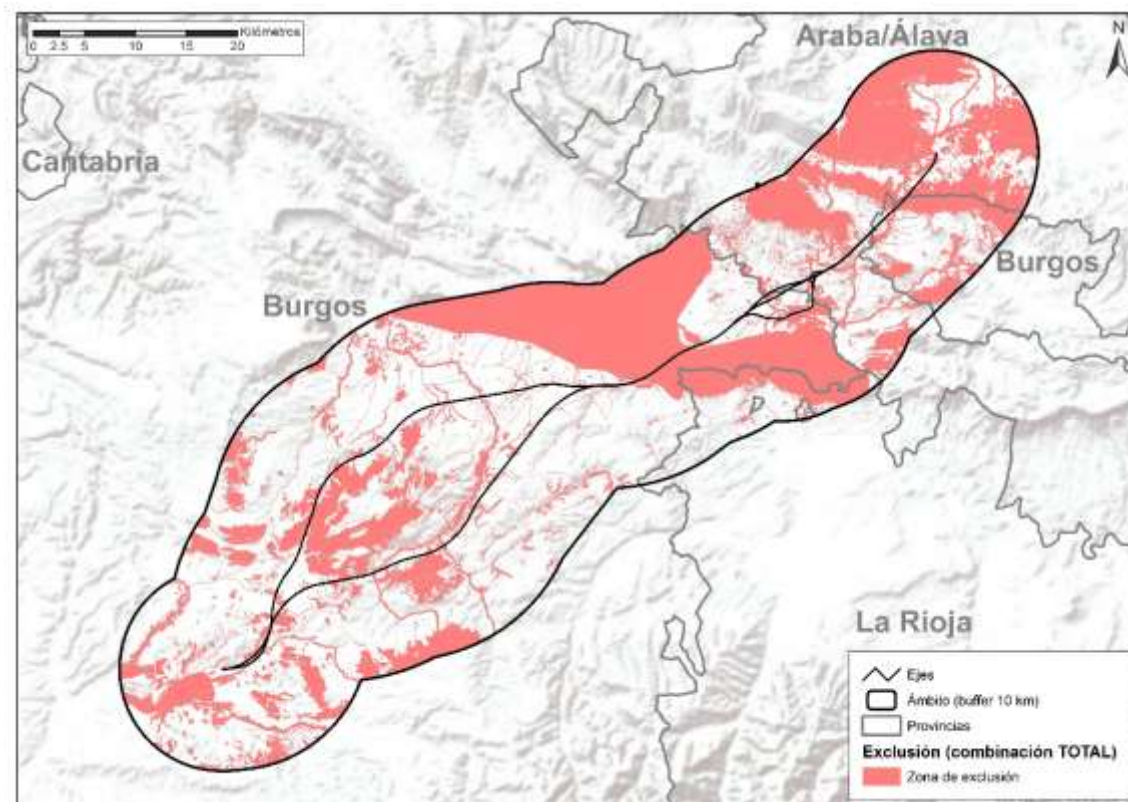
Patrimonio cultural

En la banda de afección de 250 m a cada lado de las alternativas analizadas se encuentran los siguientes Bienes de Interés Cultural de Castilla y León, y Bienes Calificados o Calificables de Euskadi: TORRE DE ARGANZON, DESPOBLADO DE CABRIANA, LA CIUDAD, CASTILLO DE STA. MARTA, PUENTE DE LECIÑENA EN LA CARRETERA A LA PUEBLA DE ARGANZÓN, PUENTE DE RIBABELLOSA. Ninguno de ellos se ve afectado directamente por los trazados estudiados.

Núcleos de población

Los principales núcleos de la zona de estudio son Piérnigas, Fuentebureba, Monasterio de Rodilla, Zuñeda, Miranda de Ebro, Iruña de Oca, Ameyugo y Vitoria-Gasteiz.

En la siguiente figura se reflejan, como zonas de exclusión, las zonas de alto valor ambiental, cultural y socioeconómico identificadas en el EsIA, y resumidas en este apartado. Para mayor detalle, se remite al EsIA, y a las colecciones de planos temáticos que en él se incluyen.



Zonas de exclusión en el ámbito de estudio

6. RIESGOS DERIVADOS DE ACCIDENTES GRAVES

A grandes rasgos, podría decirse que los accidentes se producen porque ocurren errores y fallos humanos y/o de componentes y equipos, ya sean por acción u omisión, que desencadenan una secuencia accidental.

6.1. FASE DE OBRA

En este apartado se analiza el riesgo de accidente ligado a la fase de obra de las infraestructuras de transporte.

6.1.1. Identificación de riesgos de accidentes graves

Los accidentes graves en fase de obra pueden tener las siguientes causas:

- Presencia de sustancias peligrosas
- Ocurrencia de fallos o errores de equipos e instalaciones

Durante la construcción de la infraestructura, los potenciales accidentes que pueden producirse son los que se indican a continuación.

- Incendios provocados por las actividades propias de la obra, pudiendo generarse en:
 - Cualquier zona de la obra en la que se lleven a cabo estas actuaciones:
 - Trabajos de soldadura
 - Quemadas de rastrojos o desbroces
 - Cortes de materiales
 - Instalaciones de equipos eléctricos: catenarias, transformadores, etc.
 - Presencia de fumadores
 - Otras
 - En las zonas de ocupación temporal:
 - Zonas de instalaciones: plantas de hormigonado, asfalto, machaqueo
 - Zonas de almacén de sustancias peligrosas inflamables y depósitos de combustible
- Explosiones, debidas a trabajos de voladuras y almacén de sustancias explosivas durante la obra
- Vertidos de sustancias peligrosas, principalmente debidos a accidentes de vehículos y maquinaria de obra, y a zonas de almacenamiento
- Desplomes y corrimientos de tierras:

- Zonas de acopios temporales
- Zonas de excavaciones
- Zonas de terraplenado
- Vertederos

Por tanto, las zonas de riesgo ligadas a la obra de la LAV Burgos – Vitoria son las siguientes:

- Zonas de almacenamiento de sustancias peligrosas (depósitos y almacenes), como combustibles, inflamables o tóxicas para el medio ambiente

Las zonas de riesgo en las que podrán almacenarse sustancias peligrosas son las áreas de instalaciones auxiliares, a definir en fases posteriores del proyecto. En estas zonas es más probable la ocurrencia de un vertido grave que pueda afectar al suelo o a las aguas, de una explosión, o de un incendio, debidos a un almacenamiento en condiciones inadecuadas, a fallos en los contenedores por corrosión externa o por impactos, a manipulación impropia de sustancias, a un mantenimiento deficiente de la maquinaria, o a malas prácticas en trabajos de repostaje.

- Zonas en las que se llevan a cabo trabajos de riesgo, tales como soldaduras, voladuras, excavaciones, rellenos y acopios de tierras

Los trabajos de riesgo están ligados a toda la línea Burgos – Vitoria, en la que, entre otras cosas, se montará catenaria y carril, y se ejecutarán estructuras, desmontes y terraplenes. En las zonas que se ejecutan en superficie es más probable que llegue a producirse un incendio durante la ejecución de las obras, asociado a un mal manejo de combustibles, a descuidos humanos, a causas accidentales en épocas de sequía, a accidentes de vehículos, etc. Asimismo, se consideran zonas de riesgo los vertederos y acopios temporales de tierras, en los que podrían producirse desplomes o corrimientos de tierras.

6.1.2. Valoración del riesgo

6.1.2.1. Nivel de riesgo

Dependiendo de la zona en la que se materialice el riesgo considerado, se obtienen los siguientes valores de probabilidad y severidad del riesgo.

NIVEL DE RIESGO				
ZONA Y AMENAZA	PROBABILIDAD	SEVERIDAD	ASUMIBLE	OBSERVACIONES
Depósitos de combustible (vertidos, explosiones e incendios)	BAJA	BAJO	Sí	Los depósitos se localizarán en superficies impermeabilizadas, y alejados de elementos ambientalmente valiosos
Almacenamiento de sustancias peligrosas (vertidos, explosiones e incendios)	BAJA	BAJO	Sí	Las zonas de almacenamiento se ubicarán sobre superficies impermeabilizadas, y alejadas de zonas valiosas y de riesgo de incendio alto

NIVEL DE RIESGO				
ZONA Y AMENAZA	PROBABILIDAD	SEVERIDAD	ASUMIBLE	OBSERVACIONES
Acopios y vertederos (desplomes y corrimientos de tierras)	BAJA	MEDIA	Sí	Los acopios y vertederos se localizarán alejados de elementos ambientales valiosos. Los acopios presentarán alturas máximas de 1,5 m, y los vertederos se diseñarán adecuadamente
Zonas de voladuras (explosiones)	BAJA	BAJA	Sí	Se realizarán de forma controlada, estando prohibido el almacenamiento de explosivos en la obra
Trazado en superficie (incendios)	MEDIA ALTA	MEDIA	Sí	Los tramos que discurren en superficie sobre zonas de alto riesgo de incendio, presentan una probabilidad ALTA de accidente. En el resto del territorio la probabilidad es MEDIA

Se ha partido de la premisa de que los depósitos de combustibles en obra tendrán una capacidad máxima de 3.000 litros. Asimismo, estarán homologados para evitar fugas, y presentarán doble pared o un cubeto inferior que recoja cualquier vertido accidental que se produzca, con capacidad para albergar el 10% del volumen total de combustible del depósito. Los depósitos de combustible en obra se someterán a los controles establecidos en la normativa vigente, entre ellos, el de estanqueidad, y deberán estar correctamente legalizados y sometidos a las correspondientes revisiones periódicas. Por este motivo, la probabilidad de que el accidente se produzca es prácticamente nulo, únicamente posible en caso de colisión de maquinaria contra el depósito. En el caso de producirse un vertido, al disponer de un cubeto de recogida, y estar ubicado el depósito en zonas pavimentadas y alejadas de elementos ambientales valiosos, la severidad del accidente se considera baja.

De este modo, el nivel del riesgo global se refleja en la tabla siguiente, según los criterios establecidos previamente, partiendo de la consideración de que éste resulta del sumatorio de los diferentes niveles de riesgo considerados individualmente.

Tanto la severidad como la probabilidad se consideran MEDIA / BAJA. Salvo el riesgo asociado a zonas de alto riesgo de incendios, los demás se consideran asumibles en términos generales, teniendo en cuenta la ubicación de las zonas de instalaciones y el diseño conceptual de los almacenamientos, y acopios de materiales y tierras, dentro del perímetro de la obra.

NIVEL DEL RIESGO GLOBAL		PROBABILIDAD		
		ALTA	MEDIA	BAJA
SEVERIDAD	ALTA	ALTO	ALTO	MEDIO
	MEDIA	ALTO	MEDIO	BAJO
	BAJA	MEDIO	BAJO	BAJO

De acuerdo con este análisis y las consideraciones de partida, el riesgo global de las afecciones ambientales y socioeconómicas derivadas de accidentes graves durante la ejecución de la obra, se considera asumible, si bien se deberán analizar las potenciales afecciones en los tramos donde la infraestructura discurre por zonas de alto riesgo de incendios.

6.1.2.2. Vulnerabilidad del proyecto

La vulnerabilidad de la infraestructura en esta fase depende del grado de avance de la misma y del momento y lugar en el que se produzca el accidente. No se consideran aquí los riesgos derivados del diseño, por considerarse que éstos se minimizan mediante los criterios adoptados en proyecto, no existiendo ningún elemento vulnerable frente al riesgo de accidente debido al proceso constructivo.

Solo frente a riesgos derivados de explosiones (voladuras o almacenamientos de sustancias explosivas) la infraestructura que se esté ejecutando es vulnerable, debido a la destrucción de las partes afectadas. El diseño y planificación de las primeras, reducen la probabilidad del riesgo a prácticamente cero. En el caso de almacenamiento de sustancias explosivas en la obra, cabe destacar que esto no está permitido, por lo que se descarta cualquier riesgo ligado a este aspecto.

En el caso de vertidos de sustancias contaminantes, no se estima que la infraestructura sea especialmente vulnerable, y los posibles efectos ambientales o sociales serán los generados por el accidente en sí.

Por todo ello, se considera que la infraestructura analizada no es vulnerable frente a este tipo de accidentes graves en fase de obra.

En cualquier caso, aunque la vulnerabilidad del proyecto es BAJA, dado que en determinadas zonas el riesgo de incendios es ALTO, se procede a analizar los potenciales impactos derivados de la materialización de estos eventos, de acuerdo con las bases de partida recogidas en la aplicación de esta metodología.

6.1.3. *Análisis de impactos sobre el medio ambiente y el medio social*

Conocidas las amenazas y los lugares en los que pueden producirse, se procede a recoger un listado de las zonas del territorio de mayor valor ambiental (identificadas a través del inventario ambiental y la clasificación del territorio), en las que se localizan actuaciones e instalaciones a las que se asocia algún tipo de riesgo, pudiendo generarse impactos ambientales significativos.

En consecuencia, se parte de la hipótesis de que el impacto se produce únicamente en el caso de que coincidan en el espacio las actuaciones de riesgo identificadas, con las zonas de alto valor ambiental existentes en el ámbito del proyecto. En el resto del territorio, se considera que la afección al medio ambiente que podría causar un accidente durante la fase de obras no es significativa, y que con las medidas preventivas y protectoras recogidas en el proyecto estos riesgos están minimizados hasta límites aceptables. Para los accidentes menores, se recogen las medidas de actuación inmediata en caso que se produzcan, y que minimizan el alcance de los impactos derivados de éstos.

En el caso de las zonas de instalaciones auxiliares, cabe destacar que no se han definido a esta escala de trabajo, y que en fases posteriores se ubicarán fuera de los lugares ambientalmente más valiosos, por lo que cualquier accidente grave que se produzca en estas superficies, no generará impactos significativos en el ámbito de la obra.

Con respecto a las zonas de vertedero, cabe destacar que se han ubicado fuera de las zonas excluidas, utilizándose preferentemente zonas de préstamo (huecos) y canteras en explotación, por lo que la probabilidad de que se produzcan desplomes o corrimientos de tierras es baja y, teniendo en cuenta que no se afectará a ningún elemento valioso del medio, el riesgo es aceptable.

En el caso de acopios temporales en el ámbito de la obra, se considera que pueden existir riesgos de corrimientos de tierra y desplomes para acopios de más de 1,5 m de altura. Considerándose que este umbral es el recogido en el estudio de impacto ambiental, y que éstos se ubicarán fueran de zonas excluidas, incluyendo zonas de policía y de flujo preferente de los cauces próximos a las obras, la probabilidad del riesgo es baja y la severidad de la amenaza en caso de producirse (corrimientos de tierras) no se considera significativa.

En cuanto al trazado, las zonas en las que los accidentes graves anteriormente identificados podrían producir efectos significativos sobre el medio ambiente, en caso de producirse, son únicamente los tramos que se ejecutan en superficie sobre zonas de alto riesgo de incendio. En los túneles, cualquier accidente grave que llegue a producirse, no repercutirá sobre el medio ambiente, salvo que éste se ejecute mediante explosivos, en cuyo caso el riesgo está definido y controlado geotécnicamente en fase de proyecto, hasta límites asumibles.

En la siguiente tabla se caracteriza el impacto correspondiente a los daños ambientales derivados de accidentes graves durante la fase de construcción de la infraestructura, considerando la longitud de cada alternativa que se ejecuta en superficie en zonas de alto riesgo de incendio que coinciden con zonas de alto valor ambiental.

ALTERNATIVA	VULNERABILIDAD: LONGITUD DE LA INFRAESTRUCTURA EN SUPERFICIE EN ZONAS DE ALTO RIESGO DE INCENDIO Y ALTO VALOR AMBIENTAL (m)	NIVEL DE RIESGO	MAGNITUD DEL IMPACTO
TRAMO BURGOS – PANCORBO			
Alternativa Centro 1	3.860	ALTO	COMPATIBLE
Alternativa Centro 2	3.860	ALTO	COMPATIBLE
Alternativa Oeste 1	5.955	ALTO	COMPATIBLE
Alternativa Oeste 2	5.955	ALTO	COMPATIBLE
TRAMO PANCORBO – VITORIA			
Alternativa Variante Miranda 1	4.730	ALTO	COMPATIBLE
Alternativa Variante Miranda 2	4.153	ALTO	COMPATIBLE
Alternativa Variante Miranda 3	4.631	ALTO	COMPATIBLE
Alternativa Variante Miranda 4	4.253	ALTO	COMPATIBLE
Alternativa Variante Miranda 5	4.572	ALTO	COMPATIBLE
Alternativa Variante Miranda 6	4.699	ALTO	COMPATIBLE

6.1.4. Definición de medidas adicionales

Las medidas de prevención y corrección frente a accidentes graves que se resumen a continuación, son las establecidas en el estudio de impacto ambiental, que se desarrollarán y concretarán en fases posteriores, no requiriéndose medidas adicionales.

Las medidas a adoptar durante la fase de obras, serán principalmente preventivas, y se centrarán en los siguientes aspectos:

- Correcta ubicación de las zonas de instalaciones auxiliares, alejadas de los lugares con mayor valor ambiental, y de las zonas con alto riesgo de incendio
- Adopción de buenas prácticas ambientales durante la ejecución de los trabajos con mayor riesgo de incendio
- Correcto almacenamiento de las sustancias peligrosas, en superficies impermeabilizadas, y en contenedores estancos

En caso de ocurrir un accidente durante las obras, se pondrán en marcha los protocolos correspondientes frente a incendios o a vertidos accidentales.

Para ello, los proyectos de construcción incorporarán las líneas básicas de acción en materia de incendios y vertidos accidentales, de acuerdo con la legislación vigente, que serán desarrolladas por el adjudicatario de las obras.

Medidas de prevención y extinción de incendios

El proyecto de construcción definirá e incorporará un plan de prevención y extinción de incendios, que deberá ser aprobado y convalidado por el organismo competente del País Vasco, a la hora de establecer los períodos de mayor riesgo en el ámbito de la obra.

El plan de prevención y extinción de incendios será desarrollado por el plan de aseguramiento de la calidad del adjudicatario de las obras.

En este plan se determinarán, como mínimo, las medidas a adoptar en relación con la siega de los márgenes de caminos de obra, la eliminación de los restos vegetales de las operaciones de mantenimiento, y la limpieza de restos y basuras, especialmente los restos de vidrio.

Durante la construcción de las obras se prestará especial atención a las actividades potencialmente más peligrosas, como los desbroces y soldaduras. En cualquier caso, el plan incluirá el establecimiento de dispositivos de extinción a pie de obra.

Se estima que el radio de propagación de un incendio puede ser de como máximo 1 km a partir del foco. En el ámbito estricto de la obra, se adoptarán las medidas recogidas en el plan de prevención y extinción de incendios, pero más allá de este entorno, se activará el protocolo de emergencia correspondiente a cada Comunidad Autónoma (Plan de protección civil ante emergencias por incendios forestales en Castilla y León (INFOCAL), y Plan Especial de Emergencias por riesgo de Incendios Forestales de la CAV).

Medidas de control de los vertidos

Las zonas de instalaciones auxiliares de obra, principalmente donde tenga lugar el acopio de materiales o productos peligrosos, serán debidamente acondicionadas mediante la impermeabilización de las superficies de ocupación con soleras de hormigón.

El acopio de productos peligrosos se realizará, además, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, en condiciones de seguridad. Para ello, se tendrán en cuenta las especificaciones técnicas del producto.

Durante la ejecución de las obras en ningún caso se verterán aceites, combustibles, restos de hormigonado, escombros, etc., directamente al terreno o a los cursos de agua. Los productos residuales se gestionarán de acuerdo con la normativa vigente.

El mantenimiento de vehículos y maquinaria se realizará en talleres debidamente acreditados.

Protocolo de actuación en caso de vertidos accidentales

En los casos de accidentes con sustancias o productos peligrosos y tóxicos que afecten directamente al suelo se adoptarán, en el mismo momento del vertido, las medidas siguientes.

- Delimitar la zona afectada por el suelo.
- Construir una barrera de contención con el fin de evitar la dispersión del vertido por la superficie del suelo.
- Se adoptarán las medidas de seguridad necesarias para evitar perjuicios en la salud de las personas implicadas en las tareas de descontaminación: utilización de guantes, mascarillas, indumentaria adecuada.
- El suelo contaminado, siempre que no pueda ser tratado "in situ", será gestionado como residuo peligroso, procediéndose a su retirada a planta de tratamiento o depósito de seguridad.
- Por último, se procederá a la limpieza y retirada de residuos y escombros en todas aquellas superficies en las que se haya acopiado temporalmente, principalmente en las áreas de instalaciones auxiliares de obra, y en aquellas que resulten alteradas por las excavaciones.

Los suelos contaminados serán caracterizados y tratados según lo dispuesto en el *Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados*.

6.2. FASE DE EXPLOTACIÓN

6.2.1. Análisis de riesgos derivados de accidentes con mercancías peligrosas

En fase de funcionamiento, se identificarán los tráficos de mercancías peligrosas que se asocian a la explotación de la infraestructura, y se analizarán los riesgos de accidentes de este tipo de transporte, clasificándose el nivel de riesgo en función del tipo de mercancía y del daño, conforme a la siguiente tabla.

Cabe indicar que la Directiva SEVESO excluye de su ámbito de aplicación este tipo de transporte.

	RIESGOS	TIPO MERCANCÍA	DAÑO
ACCIDENTES GRAVES	Accidentes con sustancias peligrosas	TÓXICAS	Nube tóxica
		INFLAMABLES	Charco fuego
		EXPLOSIVAS	Nube inflamable
		CONTAMINANTE M.A.	Fuego jet
			Expansión explosiva (BLEVE) Sobrepresión

Cabe destacar que el tráfico futuro de la LAV Burgos – Vitoria es exclusivo de viajeros, no habiéndose previsto circulaciones de mercancías, por lo que el riesgo de ocurrencia de un accidente en fase de explotación con sustancias peligrosas es NULO.

6.2.2. Análisis de riesgos derivados de terceros

Se procede a identificar, en el ámbito de cada alternativa, otras posibles zonas de riesgo de accidentes graves, no asociadas a la infraestructura, pero próximas a ella y que, en caso de generarse, sus daños sí podrían repercutir directamente en su integridad. Estos terceros a identificar son aquellas actividades, principalmente industriales, a las que aplica la Directiva SEVESO y que, por tanto, tendrán sus protocolos y planes de emergencia aprobados en caso de accidentes.

La Unión Europea promulgó en el año 1982 la denominada Directiva SEVESO relativa a los riesgos de accidentes graves en determinadas instalaciones industriales. Esta Directiva, modificada sustancialmente en 2 ocasiones, 1987 y 2012, es finalmente sustituida por la denominada Directiva SEVESO III (Directiva europea 2012/18/UE) que se traspone al ordenamiento jurídico español a través del Real Decreto 840/2015, de 21 de septiembre.

Según esta normativa, deben contar con Planes de Emergencia Exterior aquellos establecimientos que almacenan, procesan o producen un volumen determinado de sustancias que, por sus características fisicoquímicas, pudieran entrañar un riesgo de accidente grave.

El Plan de Emergencia Exterior (PEE) de cada empresa es el marco orgánico y funcional, pensado para prevenir y, llegado el caso, mitigar las consecuencias de accidentes graves de carácter químico que puedan suceder en las empresa. Se establecen las funciones y el esquema de coordinación de las autoridades y los servicios de intervención, así como los recursos humanos y materiales necesarios para aplicarlo y las medidas de protección idóneas.

En el ámbito de las alternativas planteadas, se localizan varias instalaciones afectadas por la Directiva SEVESO. En las tablas siguientes se recoge la distancia mínima de cada alternativa a las instalaciones SEVESO.

TRAMO T01 BURGOS - PANCORBO

DISTANCIA MÍNIMA A LA-INSTALACIÓN SEVESO (m)				
NOMBRE INSTALACIÓN SEVESO	ALTC1	ALTC2	ALTO1	ALTO2
ADISSEO ESPAÑA, S.A.	9.135	9.136	9.136	9.136
CIA. LOGISTICA DE HIDROCARBUROS (BURGOS)	7.231	7.230	7.230	7.230
CLH-RIBABELLOSA	18.832	18.832	18.832	18.832
DEKITRA	15.142	15.142	15.142	15.142
GENERAL QUIMICA, S.A.	15.396	15.396	15.396	15.396
HEXION SPECIALTY CHEMICALS IBERICA, S.A.	15.325	15.325	15.325	15.325
MAXAM (IRUÑA DE OCA)	31.830	31.830	31.830	31.830
MONTEFIBRE HISPANIA, SA	17.876	17.876	17.876	17.876

TRAMO T02 PANCORBO – VITORIA

DISTANCIA MÍNIMA A LA-INSTALACIÓN SEVESO (m)						
NOMBRE INSTALACIÓN SEVESO	VTEM1	VTEM2	VTEM3	VTEM4	VTEM5	VTEM6
ADISSEO ESPAÑA, S.A.	57.384	57.384	57.384	57.384	57.384	57.384
CIA. LOGISTICA DE HIDROCARBUROS (BURGOS)	56.302	56.302	56.302	56.302	56.302	56.302
CLH-RIBABELLOSA	126	126	126	126	126	126
DEKITRA	3.298	3.774	3.298	3.774	3.298	3.298
GENERAL QUIMICA, S.A.	1.412	2.023	1.412	2.023	1.412	1.412
HEXION SPECIALTY CHEMICALS IBERICA, S.A.	3.414	3.919	3.414	3.919	3.414	3.414
MAXAM (IRUÑA DE OCA)	2.523	2.523	2.523	2.523	2.523	2.523
MONTEFIBRE HISPANIA, SA	1.593	1.593	1.593	1.593	1.593	1.593

El presente proyecto no es vulnerable frente a los riesgos derivados de las instalaciones SEVESO, a excepción del de explosión, que podría provocar la destrucción de parte de la infraestructura.

Los impactos derivados de accidentes en estos elementos de riesgo sobre la infraestructura no son objeto de análisis, por considerarse que éstos deben contemplarse en los respectivos planes o protocolos de emergencia que estas actividades o proyectos han de tener para su puesta en explotación. Por tanto, dichos planes deberán ser actualizados para recoger la presencia de un nuevo desarrollo ferroviario. Los potenciales impactos inducidos por la infraestructura afectada por estos accidentes de terceros, no son responsabilidad del gestor de la misma y, por tanto, las medidas adicionales que pudiera ser necesario adoptar, en su caso, deberán estar recogidas en los planes y protocolos de emergencia de la actividad o proyecto causante del accidente.

En relación con la evaluación de alternativas, aquellas que discurran dentro del ámbito de actuación inmediata de estas zonas de riesgos asociadas a terceros, se verán penalizadas respecto a las que no atraviesan ninguna.

En caso de una emergencia química en estas instalaciones, existen principalmente dos áreas que deben delimitarse para mantener la seguridad. Estas áreas son la Zona de Intervención (ZI) y la Zona de Alerta (ZA).

La Zona de Intervención es la más cercana al accidente, y por tanto, la que mayores daños puede recibir (hacia bienes inmuebles, el medio ambiente o las personas). En esta zona las autoridades aplican medidas de protección. En la Zona de Alerta únicamente se mantiene un control de la emergencia y la seguridad.

En la tabla siguiente se indica la longitud de cada una de las alternativas (del Tramo T02) que se localiza dentro de la Zona de Intervención, en cuyo ámbito la infraestructura puede verse afectada, de las instalaciones SEVESO identificadas previamente.

TRAMO T02 PANCORBO – VITORIA

ALTERNATIVA	LONGITUD DENTRO DE ZONAS DE INTERVENCIÓN DE INSTALACIONES SEVESO (m)
VTEM1	24.815,21
VTEM2	22.755,04
VTEM3	24.815,21
VTEM4	22.755,04
VTEM5	22.898,50
VTEM6	22.898,50

Como puede apreciarse, todas las alternativas del tramo T02 son muy similares en cuanto a longitudes que atraviesan las ZI de instalaciones SEVESO, por lo que ninguna sale perjudicada o favorecida frente a las demás, no siendo preciso trasladar este aspecto al análisis multicriterio.

En el caso de las alternativas del tramo T01, ninguna de ellas atraviesa Zonas de Intervención de instalaciones SEVESO, por lo que presentan el mismo comportamiento de cara al análisis multicriterio.

7. RIESGOS DERIVADOS DE CATÁSTROFES

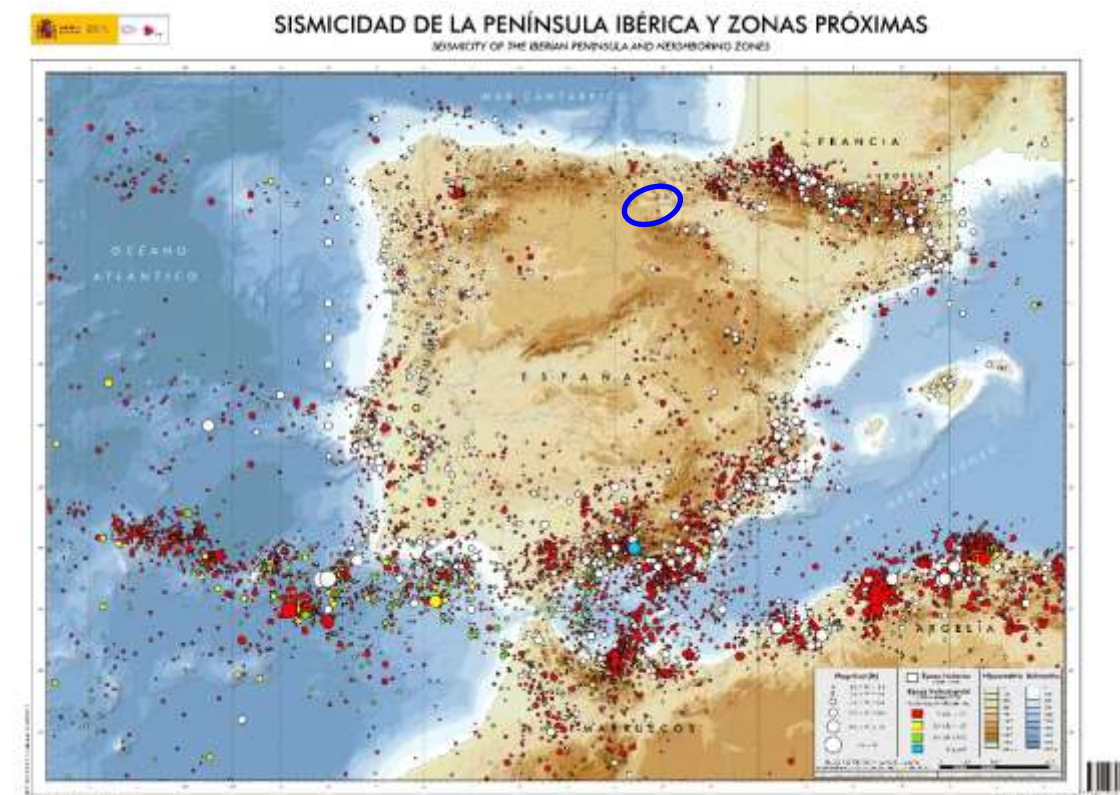
En este apartado se delimita cada una de las zonas de riesgo identificadas, caracterizándose el riesgo según las directrices y metodologías existentes aplicadas a cada una de estas áreas.

7.1. RIESGO SÍSMICO

La actividad sísmica es un reflejo de la inestabilidad y singularidad geológica de una zona de la corteza terrestre. Esta inestabilidad y singularidad va unida a otros fenómenos geológicos como formación de cordilleras recientes, emisiones volcánicas, manifestaciones termales y presencia de energía geotérmica.

La sismicidad es el conjunto de parámetros que definen totalmente el fenómeno sísmico en el foco, y se representa generalmente mediante distribuciones temporales, espaciales, de tamaño, de energía, etc. El estudio de la distribución espacial de terremotos ha sido uno de los factores más importantes a la hora de establecer la teoría de la tectónica de placas, según la cual la superficie de la litosfera está dividida en placas cuyos bordes coinciden con las zonas sísmicamente activas.

Los mapas de peligrosidad realizados por el IGN se utilizan en la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo Sísmico a la hora de definir las áreas de aplicación de dicha directriz.



Mapa de sismicidad de la Península Ibérica. Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN)

Los terremotos son uno de los fenómenos naturales con mayor capacidad para producir consecuencias catastróficas sobre extensas áreas del territorio, pudiendo dar lugar a cuantiosos daños en edificaciones, infraestructuras y otros bienes materiales, interrumpir gravemente el

funcionamiento de servicios esenciales y ocasionar numerosas víctimas entre la población afectada.

España está situada en un área de actividad sísmica de relativa importancia y, en el pasado determinadas zonas del país se han visto afectadas por terremotos de considerable intensidad.

Se define peligrosidad sísmica en una localización como la probabilidad de que en un determinado parámetro representativo del movimiento del terreno, debido a la ocurrencia de terremotos, sobrepase en dicha localización un cierto valor en un determinado intervalo de tiempo.

La aceleración sísmica es una medida utilizada en terremotos que consiste en una medición directa de las aceleraciones que sufre la superficie del suelo. Normalmente la unidad de aceleración utilizada es la intensidad del campo gravitatorio ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$).

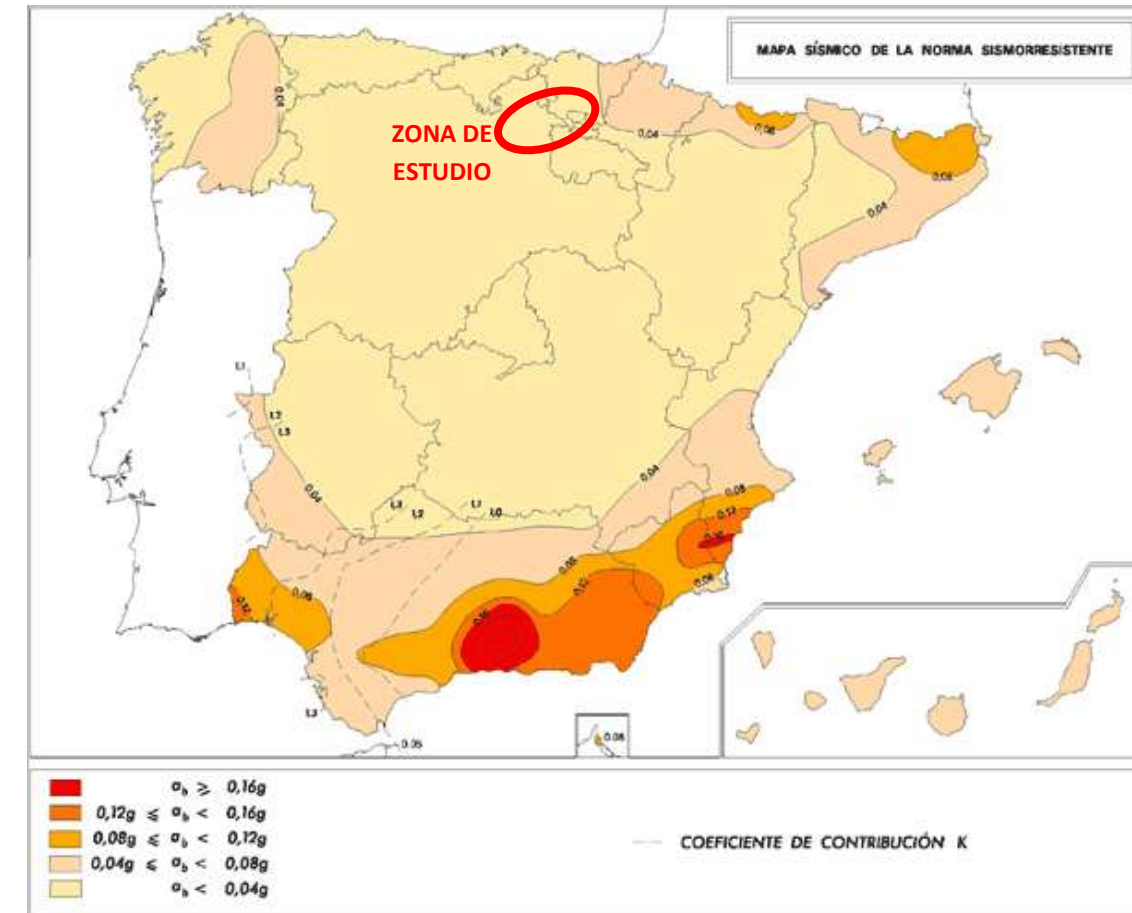
A diferencia de otras medidas que cuantifican terremotos, como la escala Richter o la escala de magnitud de momento, no es una medida de la energía total liberada del terremoto, por lo que no es una medida de magnitud sino de intensidad. Se puede medir con simples acelerómetros y es sencillo correlacionar la aceleración sísmica con la escala de Mercalli.

La aceleración sísmica es la medida de un terremoto más utilizada en ingeniería, y es el valor utilizado para establecer normativas sísmicas y zonas de riesgo sísmico. Durante un terremoto, el daño en los edificios y las infraestructuras está íntimamente relacionado con la velocidad y la aceleración sísmica, y no con la magnitud del temblor. En terremotos moderados, la aceleración es un indicador preciso del daño, mientras que en terremotos muy severos la velocidad sísmica adquiere una mayor importancia.

Se considera que una zona es de alta peligrosidad cuando los valores de aceleración se sitúan entre $2,4$ y $4,0 \text{ m/s}^2$, zona de peligrosidad sísmica moderada cuando los valores se sitúan entre $0,8$ y $2,4 \text{ m/s}^2$, y zona de baja peligrosidad sísmica, cuando el valor de la aceleración es menor que $0,8 \text{ m/s}^2$.

7.1.1. Identificación de zonas de riesgo sísmico

Tal y como se puede apreciar en la siguiente ilustración, que se corresponde con la cartografía de peligrosidad sísmica elaborada por el IGN, el proyecto se encuentra dentro del rango de aceleración inferior a $0,04 \text{ g}$, siendo por tanto una zona de baja peligrosidad sísmica.



Peligrosidad Sísmica de España 2015. Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN)

7.1.2. Valoración del riesgo

7.1.2.1. Nivel de riesgo

Se considera que la probabilidad de materializarse el riesgo de ocurrencia de un sismo es BAJA en el ámbito del proyecto, dado que se enmarca en una zona de baja peligrosidad sísmica.

Por otro lado, la severidad del daño causado, en caso de llegar a producirse un sismo, sería BAJA, puesto que, históricamente, la intensidad de los terremotos en el ámbito de estudio no es elevada, dando lugar a daños leves y reversibles a corto-medio plazo.

De este modo, el nivel del riesgo se considera BAJO, según los criterios establecidos previamente, y reflejados en la tabla siguiente.

NIVEL DEL RIESGO		PROBABILIDAD		
		ALTA	MEDIA	BAJA
SEVERIDAD	ALTA	ALTO	ALTO	MEDIO
	MEDIA	ALTO	MEDIO	BAJO
	BAJA	MEDIO	BAJO	BAJO

7.1.2.2. Vulnerabilidad del proyecto

Los elementos más vulnerables de la infraestructura en caso de producirse un terremoto, una vez se encuentre en funcionamiento la LAV Burgos – Vitoria, son las estructuras (viaductos).

En el caso de los túneles, que se ejecutan a una profundidad elevada, cabe destacar que los sismos no les afectan, ya que las ondas sísmicas que van del hipocentro al epicentro, los bordean cuando los encuentran en su trayectoria.

Se identifican a continuación las medidas de diseño adoptadas para minimizar la vulnerabilidad del proyecto frente a episodios sísmicos y, para ello, se analiza la posible aplicación de la norma sismorresistente.

Influencia de la sismicidad en el diseño del proyecto

La consideración de la influencia de la sismicidad se ha realizado empleando la Norma de Construcción Sismorresistente. Parte general y Edificación (NCSR-02) aprobada por el Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre.

Las normas sismorresistentes intentan evitar la pérdida de vidas humanas, y reducir el daño y el coste económico de los terremotos. Para ello, establecen unos criterios y recomendaciones, que han de ser tenidas en cuenta a la hora de construir los edificios o infraestructuras, con el objetivo de que sufran los menores daños posibles, y no se desplomen en caso de fuertes sacudidas.

En primer lugar, se muestra la clasificación que se realiza en la norma sobre las construcciones, en función de los daños que pueden ocasionarse en ellas, posteriormente, se indican los criterios de aplicación a construcciones y, finalmente, se determina si es aplicable la norma a la infraestructura que se proyecta.

Clasificación de las construcciones según la NCSR-02

A los efectos de aplicación de esta Norma, de acuerdo con el uso a que se destinan, con los daños que puede ocasionar su destrucción, e independientemente del tipo de obra de que se trate, las construcciones civiles se clasifican en varias categorías.

En función de la clasificación de las construcciones según la NCSR-02, las obras contempladas en este proyecto, al incluirse dentro de “Las estructuras pertenecientes a vías de comunicación tales como puentes, muros, etc. que estén clasificadas como de importancia especial en las normativas o disposiciones específicas de puentes de carretera y de ferrocarril”, se consideran de importancia especial.

Criterios de aplicación de la norma NCSR-02

La aplicación de la norma es obligatoria en todas las construcciones recogidas en ella excepto en:

- Construcciones de importancia moderada.
- Edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica a_b sea inferior a 0,04g, siendo g la aceleración de la gravedad.

- En las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas direcciones cuando la aceleración sísmica básica a_b sea inferior a 0,08g. No obstante, la norma será de aplicación en los edificios de más de siete plantas si la aceleración sísmica de cálculo a_c es igual o superior a 0,08g.

Si la aceleración sísmica básica a_b es igual o mayor de 0,04 g, deberán tenerse en cuenta los posibles efectos del sismo en terrenos potencialmente inestables.

Al tratarse de una obra calificada como de importancia especial en la que la aceleración sísmica básica a_b , es inferior a 0,04 g, siendo g la aceleración de la gravedad, **no es necesario la aplicación de la “Norma de Construcción Sismorresistente NCSR-02”**.

Vulnerabilidad del proyecto

El grado de exposición de las distintas alternativas es BAJO, puesto que no atraviesan zonas de riesgo sísmico alto o medio.

Por otro lado, la fragilidad de los trazados planteados es NULA, ya que el diseño de todos sus elementos, y en especial de las estructuras, se han calculado considerando la influencia de la sismicidad.

Según todo lo expuesto, la vulnerabilidad del proyecto se considera NULA, por la combinación de estos dos factores, tal como se recoge en la tabla siguiente.

VULNERABILIDAD DEL PROYECTO		GRADO DE EXPOSICIÓN		
		ALTO	MEDIO	BAJO
FRAGILIDAD	ALTA	ALTO	ALTO	MEDIO
	MEDIA	ALTO	MEDIO	BAJO
	BAJA	MEDIO	BAJO	BAJO
	NULA	NULA	NULA	NULA

7.1.3. Análisis de impactos sobre el medio ambiente y el medio social

Dado que ninguna de las alternativas atraviesa zonas de riesgo sísmico alto, y que la vulnerabilidad del proyecto es nula frente a estos fenómenos, en virtud de su correcto diseño, el riesgo es asumible, no produciéndose impactos significativos.

7.1.4. Definición de medidas adicionales

Puesto que no se espera la ocurrencia de sismos importantes en la zona de actuación, no es preciso establecer medidas adicionales más allá del correcto diseño de la infraestructura en los proyectos constructivos, considerando la influencia de la sismicidad.

7.2. RIESGO POR INUNDACIÓN

7.2.1. Identificación de zonas de riesgo de inundación

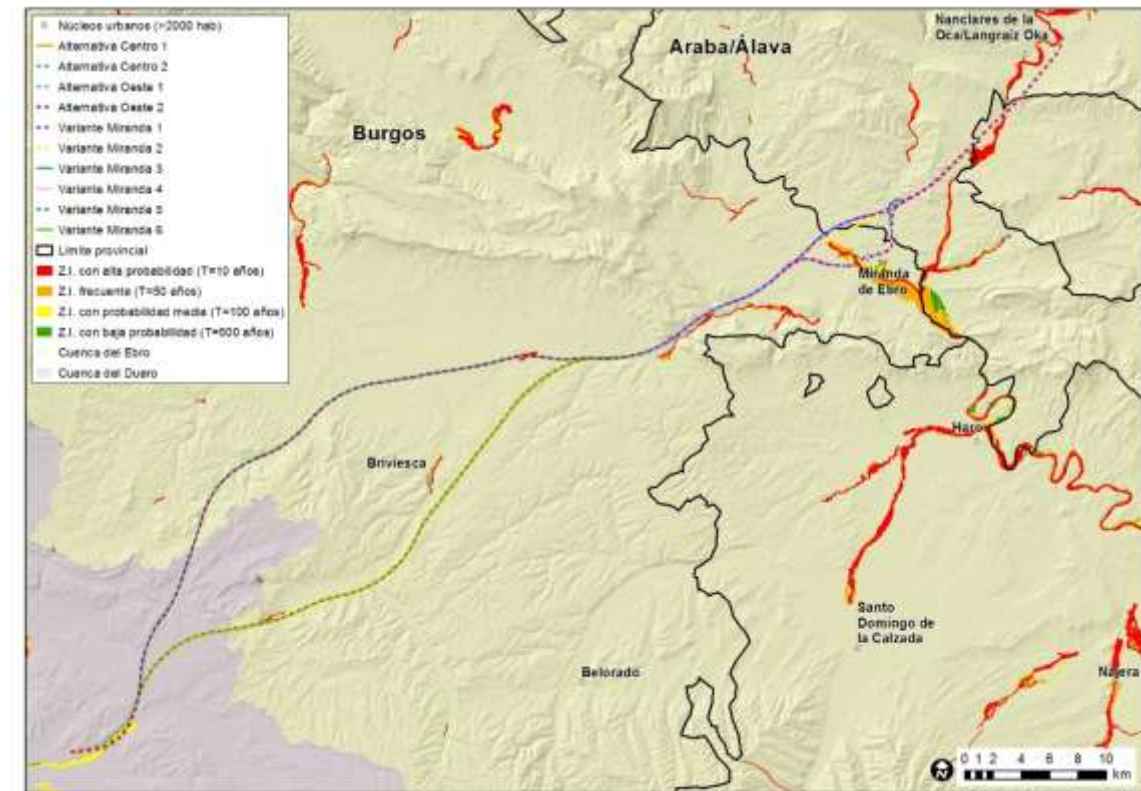
La Comisión Europea aprobó en noviembre de 2007 la *Directiva 2007/60, sobre la evaluación y gestión de las inundaciones*, la cual ha sido transpuesta a la legislación española mediante el *Real Decreto 903/2010 de evaluación y gestión de riesgos de inundación*.

Entre otros aspectos, con esta Directiva y su transposición al ordenamiento español se pretende mejorar la coordinación de todas las administraciones a la hora de reducir los daños derivados de las inundaciones, centrándose fundamentalmente en las zonas con mayor riesgo de inundación, llamadas Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSIs).

Dentro de este contexto, el Ministerio para la Transición Ecológica, siguiendo los principios de la Directiva 2007/60 sobre evaluación y gestión de riesgos de inundación, puso en marcha el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI), un instrumento de apoyo a la gestión del espacio fluvial, la prevención de riesgos, la planificación territorial y la transparencia administrativa.

Para las áreas de riesgo potencial significativo de inundación (ARPSIs) se han elaborado los mapas de peligrosidad por inundaciones que incluyen tres escenarios: Baja (eventos extremos o período de retorno mayor o igual a 500 años), Media (período de retorno mayor o igual a 100 años) y Alta probabilidad de inundación (período de retorno mayor o igual a 10 años), y los mapas de riesgo de inundación que delimitan las zonas inundables así como los calados del agua, e indican los daños potenciales que una inundación pueda ocasionar a la población, a las actividades económicas y al medio ambiente.

En la figura siguiente se observa la cartografía de Zonas Inundables para los periodos de retorno de 10, 100 y 500 años en el ámbito en el que se desarrollan las alternativas de trazado propuestas. Las zonas de inundabilidad se muestran más detalladamente en las colecciones de planos 3.10. "Inventario ambiental. Zonas inundables" del EsIA.

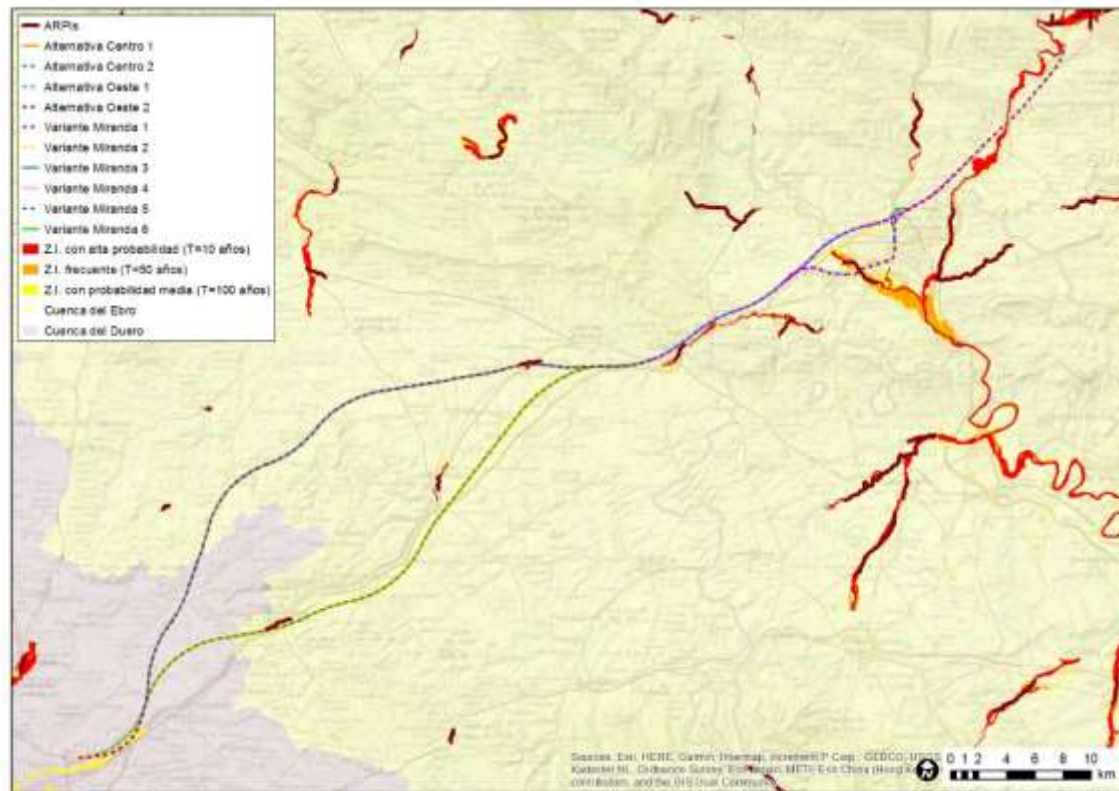


Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables. Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO) y elaboración propia

El riesgo de inundación en el ámbito de estudio se encuentra ligado a los siguientes cauces:

- Río Vena (probabilidad de inundación media)
- Barranco de la Ladera en el entorno de Monasterio de Rodilla (probabilidad de inundación alta)
- Río Oroncillo a su paso por Fuentebureba (probabilidad de inundación alta)
- Río Ebro en las proximidades de Miranda de Ebro (probabilidad de inundación alta)
- Río Zadorra a la altura de La Puebla de Arganzón (probabilidad de inundación alta)

Asimismo, las Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSIs) coinciden con algunas de las Zonas Inundables indicadas anteriormente, tal como puede apreciarse en la figura siguiente.

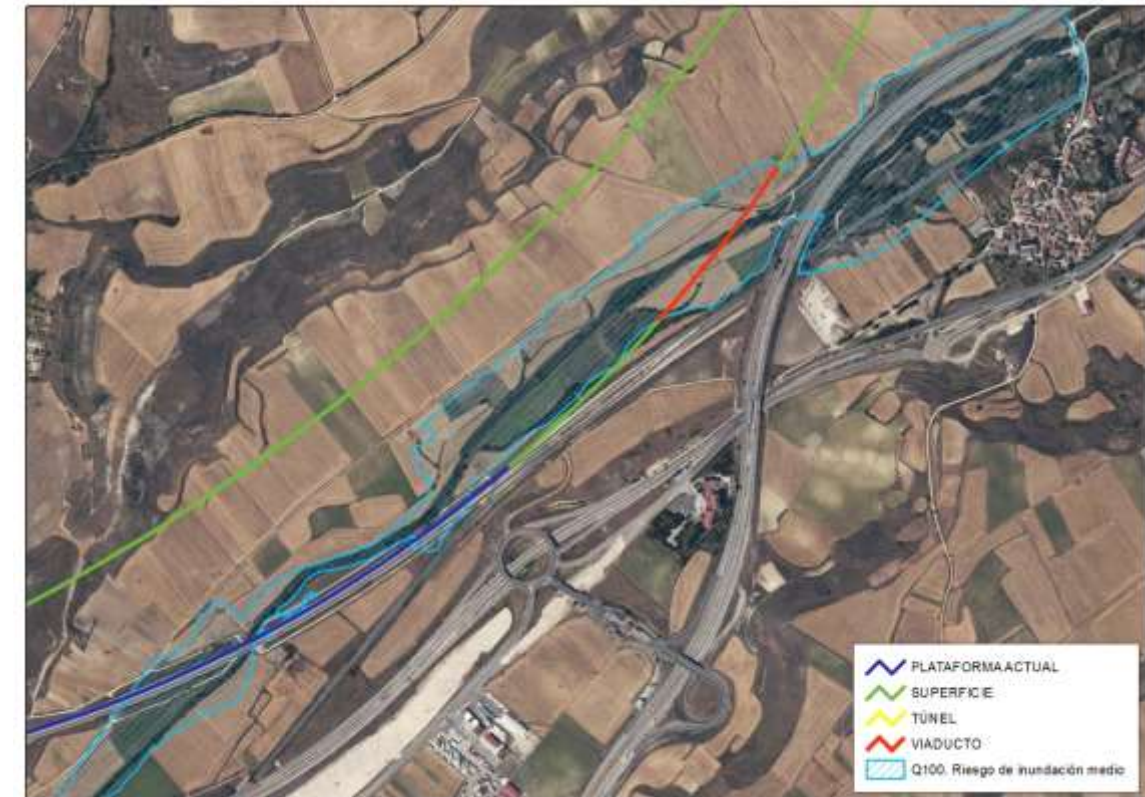


Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSIs). Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO) y elaboración propia

Las ARPSIs atravesadas por las alternativas analizadas son las que se indican a continuación.

- Barranco de la Ladera en el entorno de Monasterio de Rodilla
- Río Oroncillo a su paso por Pancorbo y Ameyugo, y Fuentebureba

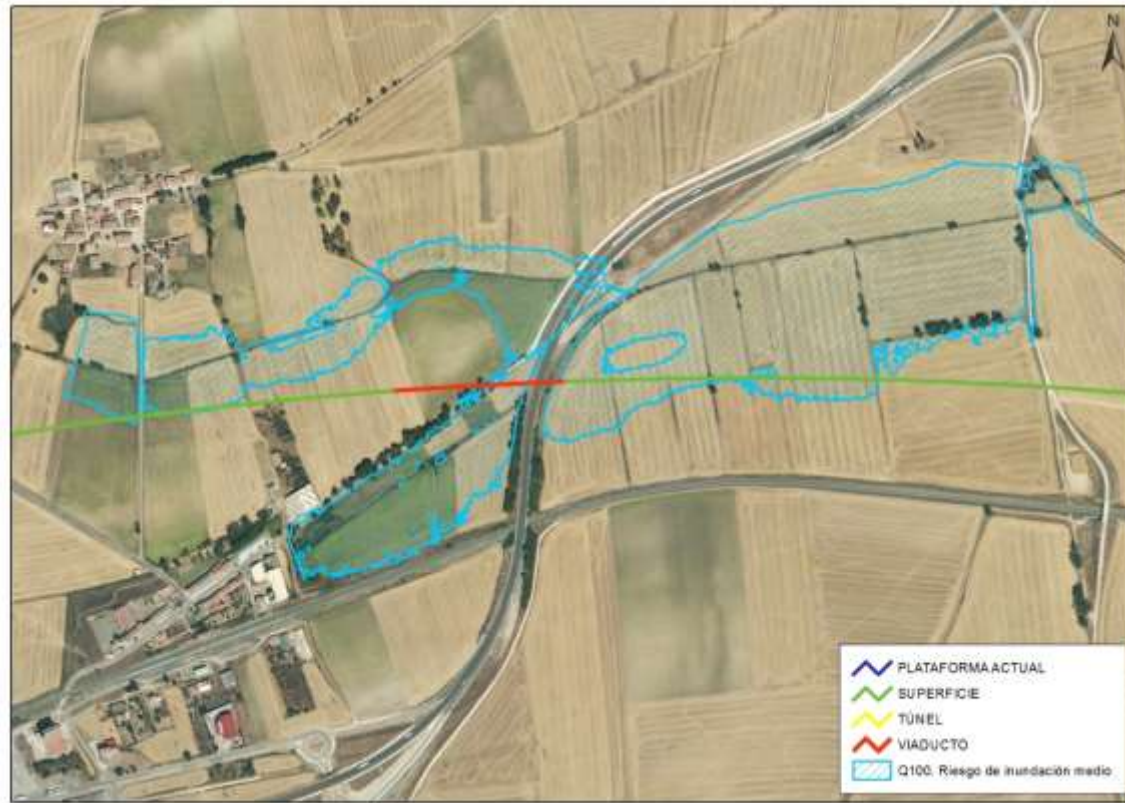
A continuación se incluyen figuras de detalle de las zonas de probabilidad media de inundación atravesadas por las alternativas de trazado.



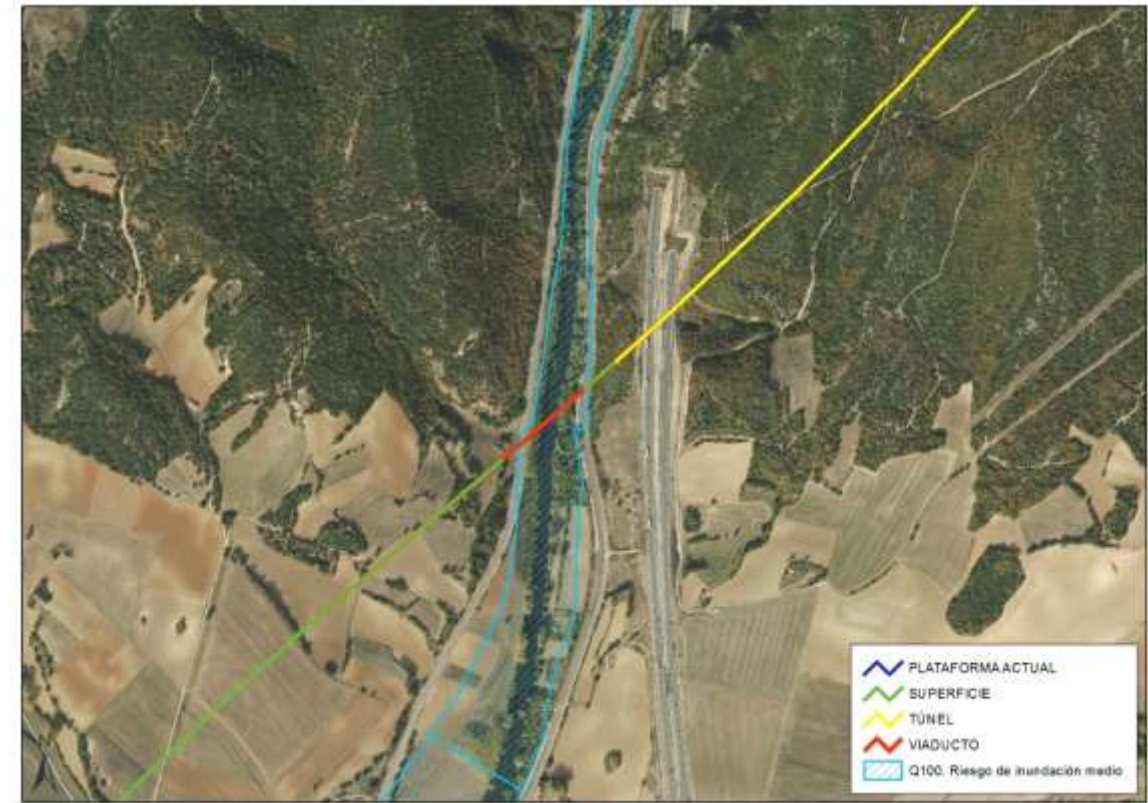
Zona inundable ligada al río Vena. Alternativas Centro 2 y Oeste 2



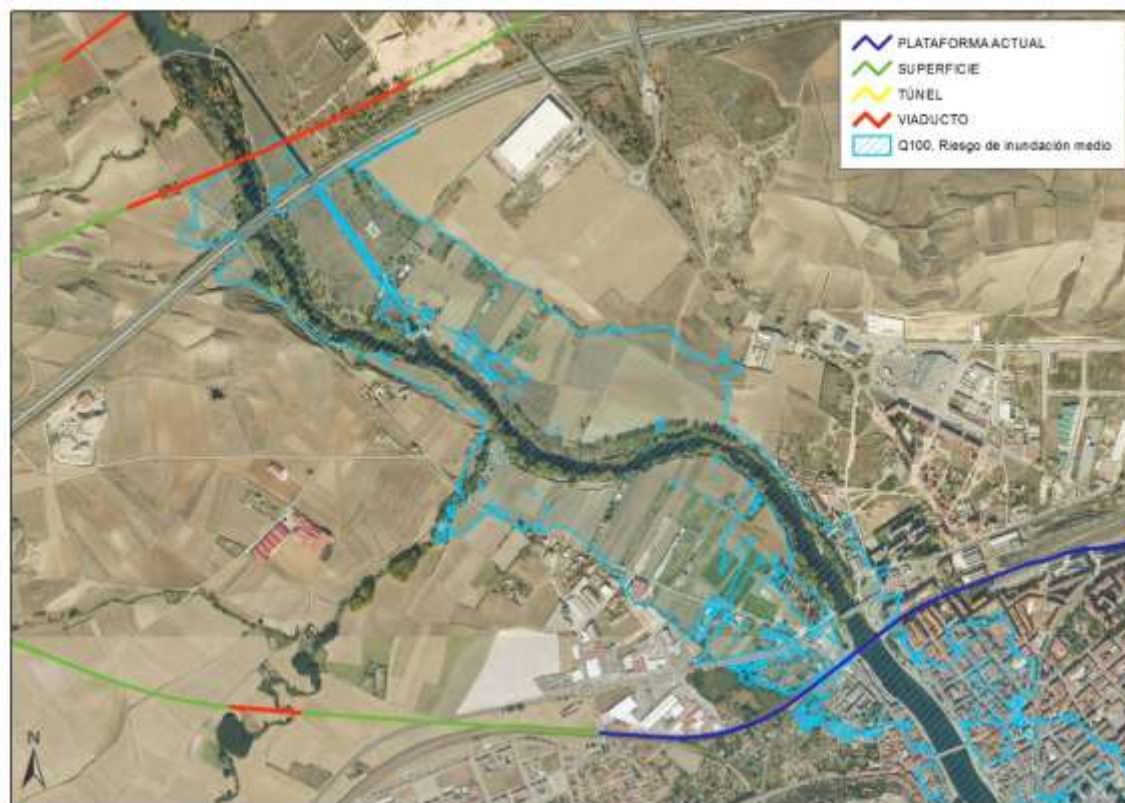
Zona inundable ligada al Barranco de la Ladera. Alternativas Centro 1 y Centro 2



Zona inundable ligada al río Oroncillo. Alternativas Oeste 1 y Oeste 2



Zona inundable ligada al río Zadorra. Todas las alternativas del Tramo T02 Pancorbo – Vitoria



Zona inundable ligada al río Ebro. Variantes de Miranda 2 y 4, y paso por Miranda de todas las alternativas del Tramo T02

Por último, cabe destacar que los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Ebro y del Duero han sido aprobados mediante el Real Decreto 18/2016, de 15 de enero.

Dichos Planes establecen, como medida de protección frente a inundaciones, la mejora del drenaje de infraestructuras lineales: carreteras, ferrocarriles (código 14.03.01), mediante la actualización de la normativa sobre diseño del drenaje transversal. En el presente estudio informativo, el drenaje de la infraestructura se ha diseñado de acuerdo con la normativa vigente.

7.2.2. Valoración del riesgo

7.2.2.1. Nivel de riesgo

Se considera que la probabilidad de materializarse el riesgo de ocurrencia de una inundación depende de la zona que se considere. Lo mismo ocurre con la severidad del daño causado, en caso de llegar a producirse una inundación. Se establecen los siguientes supuestos:

- En la mancha de Q10 la probabilidad de inundación es ALTA, y la severidad BAJA
- En la mancha de Q100 la probabilidad de inundación es MEDIA, y la severidad MEDIA
- En la mancha de Q500 la probabilidad de inundación es BAJA, y la severidad ALTA
- En el resto del territorio situado fuera de las zonas inundables cartografiadas, la probabilidad de inundación es BAJA, y la severidad BAJA

De este modo, el nivel del riesgo se considera MEDIO o BAJO, según los criterios establecidos previamente, y reflejados en la tabla siguiente.

NIVEL DEL RIESGO		PROBABILIDAD		
		ALTA	MEDIA	BAJA
SEVERIDAD	ALTA	ALTO	ALTO	MEDIO
	MEDIA	ALTO	MEDIO	BAJO
	BAJA	MEDIO	BAJO	BAJO

7.2.2.2. Vulnerabilidad del proyecto

Los elementos de vulnerabilidad del proyecto frente a las inundaciones son las obras de drenaje transversal y los viaductos que dan continuidad a los cauces y, especialmente, aquellas que se sitúan sobre las áreas de inundación más críticas (probabilidad alta) y sobre las ARPSIs. Asimismo, son vulnerables los tramos que se desarrollan en superficie sobre dichas áreas.

El grado de exposición de las distintas alternativas es MEDIO, puesto que todos los trazados atraviesan zonas de riesgo de inundación alto (láminas Q10) a lo largo de menos del 20% de su longitud.

Por otro lado, la fragilidad de los trazados planteados es NULA en el caso de las alternativas que atraviesan las zonas de inundabilidad cartografiadas en viaducto, puesto que las estructuras se han sobredimensionado para minimizar este riesgo. Sin embargo, la fragilidad se considera BAJA en aquellas alternativas que atraviesan zonas inundables en terraplén, cuando el número de veces que este fenómeno se repite a lo largo del trazado en cuestión es inferior a 3.

Según todo lo expuesto, la vulnerabilidad del proyecto se considera NULA para la Alternativa Centro 1, y BAJA para todas las demás alternativas analizadas, por la combinación de estos dos factores, tal como se recoge en la tabla siguiente.

VULNERABILIDAD DEL PROYECTO		GRADO DE EXPOSICIÓN		
		ALTO	MEDIO	BAJO
FRAGILIDAD	ALTA	ALTO	ALTO	MEDIO
	MEDIA	ALTO	MEDIO	BAJO
	BAJA	MEDIO	BAJO	BAJO
	NULA	NULA	NULA	NULA

7.2.3. *Análisis de impactos sobre el medio ambiente y el medio social*

Dado que el nivel de riesgo se ha valorado como MEDIO o BAJO, y que la vulnerabilidad del proyecto es BAJA o NULA frente a estos fenómenos, en virtud de su correcto diseño, el riesgo es asumible, no produciéndose impactos significativos.

7.2.4. *Definición de medidas adicionales*

Puesto que no se espera la generación de impactos significativos derivados de inundaciones en la zona de actuación, no es preciso establecer medidas adicionales más allá del correcto diseño de la infraestructura en los proyectos constructivos, considerando las zonas inundables.

7.3. RIESGO DE INCENDIOS

7.3.1. *Identificación de zonas de riesgo de incendios*

Se entiende por riesgo la probabilidad de que se produzca un incendio forestal en una zona en un intervalo de tiempo determinado.

7.3.1.1. Problemática y legislación

Los ferrocarriles son responsables del 0,77% de los incendios forestales (Datos del MITECO para el decenio 2004-2013), por causas asociadas a su funcionamiento (incendios provocados por chispazos y rozaduras derivadas de la propia actividad ferroviaria como actuaciones negligentes relacionadas con el mismo, ya sean colillas mal apagadas lanzadas desde el mismo u otros objetos).

La normativa vigente en materia de emergencias por incendios forestales en Euskadi y en Castilla y León, se recoge a continuación:

- Real Decreto 893/2013, de 15 de noviembre, por el que se aprueba la Directriz básica de planificación de protección civil de emergencia por incendios forestales (normativa estatal)
- Decreto 277/2010, de 2 de noviembre, por el que se regulan las obligaciones de autoprotección exigibles a determinadas actividades, centros o establecimientos para hacer frente a situaciones de emergencia en la CAV
- Plan Especial de Emergencias por riesgo de Incendios Forestales de la CAV, aprobado por acuerdo de Consejo de Gobierno en sesión de 27/12/2016
- Orden MAM/851/2010, de 7 de junio, por la que se declaran zonas de alto riesgo de incendio en la Comunidad de Castilla y León
- Orden FYM/123/2013, de 15 febrero, por la que se modifica la Orden MAM/851/2010, de 7 de junio, por la que se declaran zonas de alto riesgo de incendio en la Comunidad de Castilla y León
- Orden FYM/ 534/2017, de 26 de junio, por la que se fija la época de peligro alto de incendios forestales en la Comunidad de Castilla y León
- Plan de protección civil ante emergencias por incendios forestales en Castilla y León (INFOCAL)

7.3.1.2. Riesgo local

Para realizar el análisis de riesgo se tienen en cuenta los siguientes factores:

- Inventario Forestal de la C.A.V. y de Castilla y León
- Mapa de combustibilidad.
- Características topográficas.
- Estadísticas de variables meteorológicas.
- Estadísticas de frecuencia y causalidad.

El riesgo que puede generarse por los incendios forestales se calcula en función de la estimación del índice de Riesgo Local, referido a cada una de las áreas, atendiendo a su orografía, climatología, a la superficie y densidad de su masa forestal, tanto si es arbolada como matorral, y fundamentalmente al número de incendios registrados en los últimos años.

En la iniciación de los incendios forestales influyen, fundamentalmente, las características del combustible forestal existente en el monte, la probabilidad de que se presente alguna de las causas típicas de incendio y las condiciones meteorológicas de cada momento.

En la mayor o menor peligrosidad de los combustibles forestales influirán, la especie predominante, su estado y acumulación, si es masa joven o adulta, si está podada o no, aclarada o no, desbrozada recientemente o no, y todas aquellas posibles interrelaciones que se puedan dar en un estado de origen natural.

La peligrosidad de incendio forestal se define como la probabilidad de que se produzca un incendio en una zona. Se estima a través de tres índices (índice de frecuencia, índice de causalidad de incendios, índice de peligrosidad derivada del combustible forestal), que reflejan la frecuencia de incendios, la peligrosidad de las causas y la peligrosidad de los combustibles.

El índice de riesgo local se calcula de la siguiente forma:

$$RL = F \cdot C \cdot V$$

Donde:

RL: índice de riesgo local.

F: índice de frecuencia.

C: índice de causalidad.

V: índice de peligrosidad derivada del combustible forestal.

El índice se valorará de acuerdo con la siguiente escala:

Índice de riesgo local	Grado de riesgo local	
	Euskadi	Castilla y León
> 300	Grave	Muy alto
100-300	Alto	Alto
25-100	Moderado	Moderado
1-25	-	Bajo
< 25	Bajo	-
< 1	-	Muy bajo

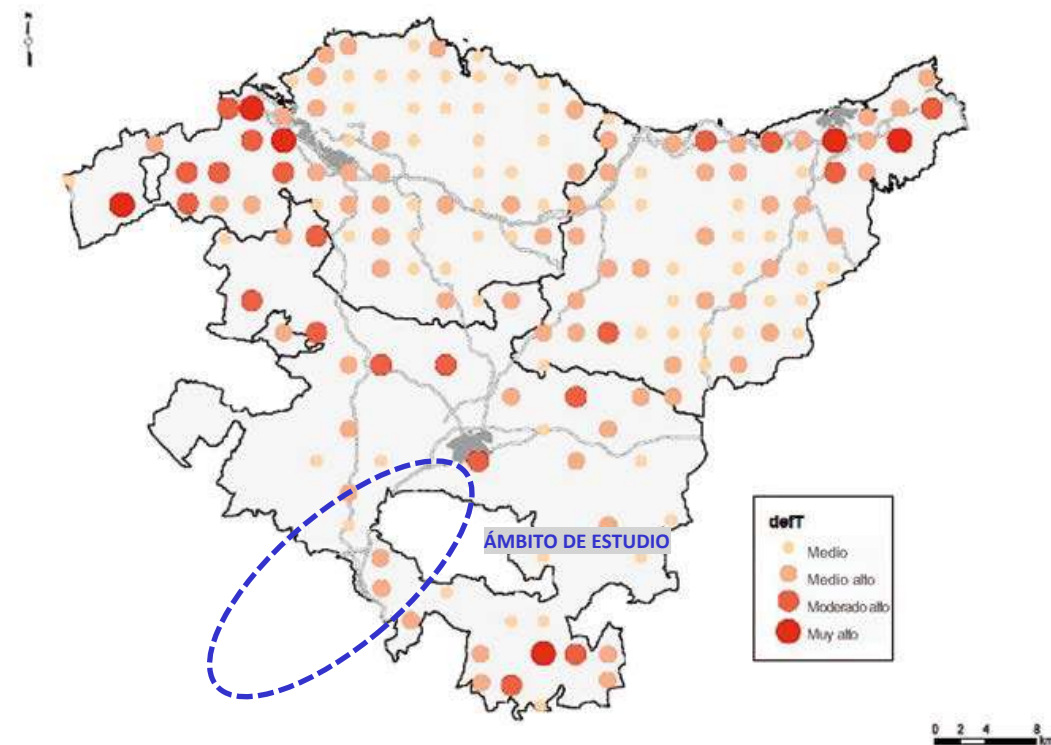
El índice de riesgo local es proporcional a sus tres componentes, de modo que si alguno de ellos es muy bajo el riesgo local también lo es aunque los otros puedan ser altos.

Los índices superiores a 100 en el País Vasco, y a 75 en Castilla y León, revelan situaciones especialmente peligrosas, ya que tanto los modelos de comportamiento de la población como los tipos de combustibles forestales favorecen la iniciación de incendios.

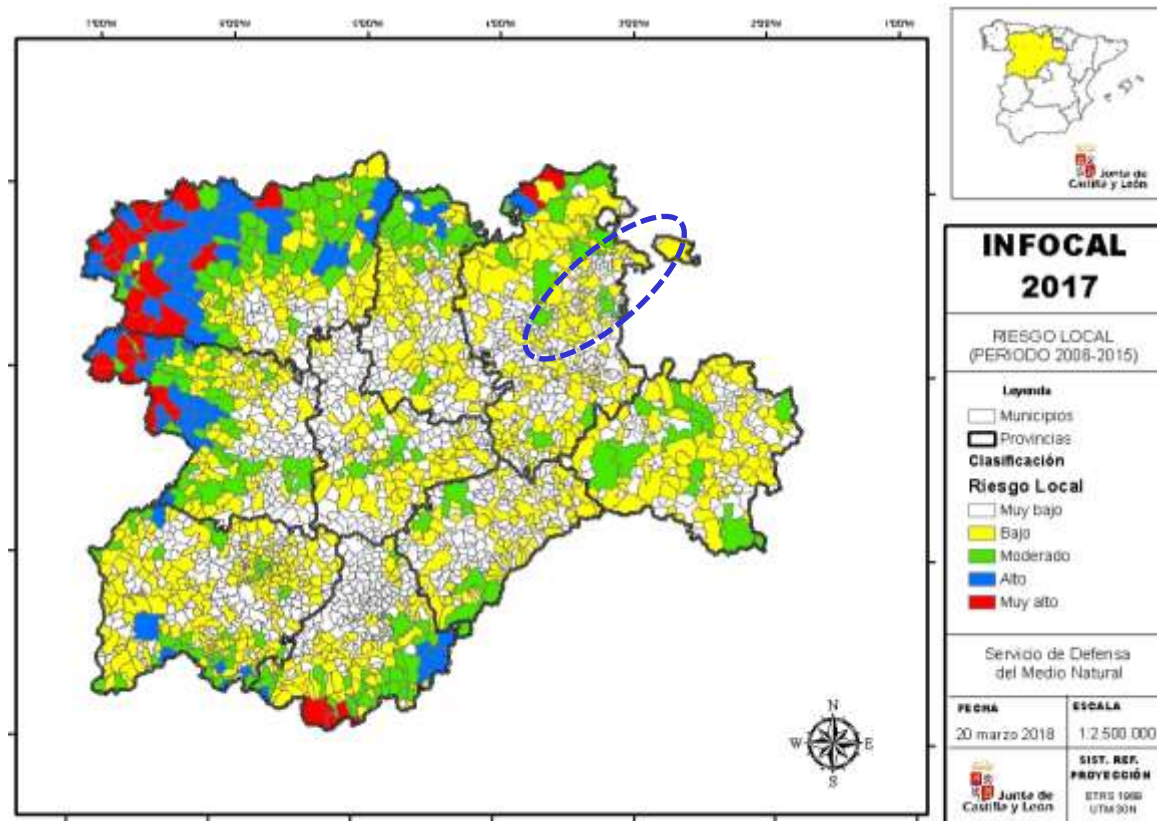
En Euskadi, los índices de 25 a 100 corresponden a situaciones en las que algunos de los factores tienen valores moderados, lo que limita la peligrosidad de la zona; y los índices inferiores a 25 corresponden a situaciones de escaso riesgo. Sin embargo, en Castilla y León se consideran los índices inferiores a 1 como de escaso riesgo.

Analizando cada uno de los parámetros indicados anteriormente, se han determinado los índices de riesgo local, reflejados en las siguientes figuras.

Euskadi



Índice de Riesgo Local en Euskadi. Fuente: Plan Especial de Emergencias por riesgo de Incendios Forestales de la CAV

Castilla y León

Índice de Riesgo Local en Castilla y León. Fuente: Plan de protección civil ante emergencias por incendios forestales en Castilla y León

Con respecto al caso particular que nos ocupa, cabe destacar que no se atraviesan zonas con índice de riesgo local alto.

7.3.1.3. Épocas de peligro

Euskadi

En el Plan se consideran tres épocas de peligro de incendios forestales, clasificadas de una forma general y salvando las características particulares de cada zona climática, de la siguiente manera:

- Época de peligro alto. Existen marcadas diferencias dependiendo de la vertiente geográfica. En la zona mediterránea, esta época coincide con el verano, dependiendo de la climatología como factor determinante en el estado de la vegetación. Por su parte, en la zona cantábrica, suele comenzar con la llegada del otoño y se prolonga en la cantábrica hasta mediados de abril, mes en que se producen los primeros brotes de helecho. En este período los días de peligro coinciden con la aparición del viento Sur, característico de la Cornisa Cantábrica y producto del anticiclón de las Azores.
- Época de peligro medio. Esta época coincide en la vertiente cantábrica con los meses de verano, unas semanas antes de la época de peligro alto; en esta época, aunque puede iniciarse un fuego, éste se propaga lentamente por la existencia de vegetación no agostada

y la ausencia en general de vientos de componente Sur. En la zona mediterránea, esta época de peligro medio coincide con la primavera.

- Época de peligro bajo. Esta época se inicia cuando la vegetación de ciclo anual se encuentra establecida, con un rebrote suficiente y/o un porcentaje de humedad tan alto que impide y frena la aparición y propagación del fuego.

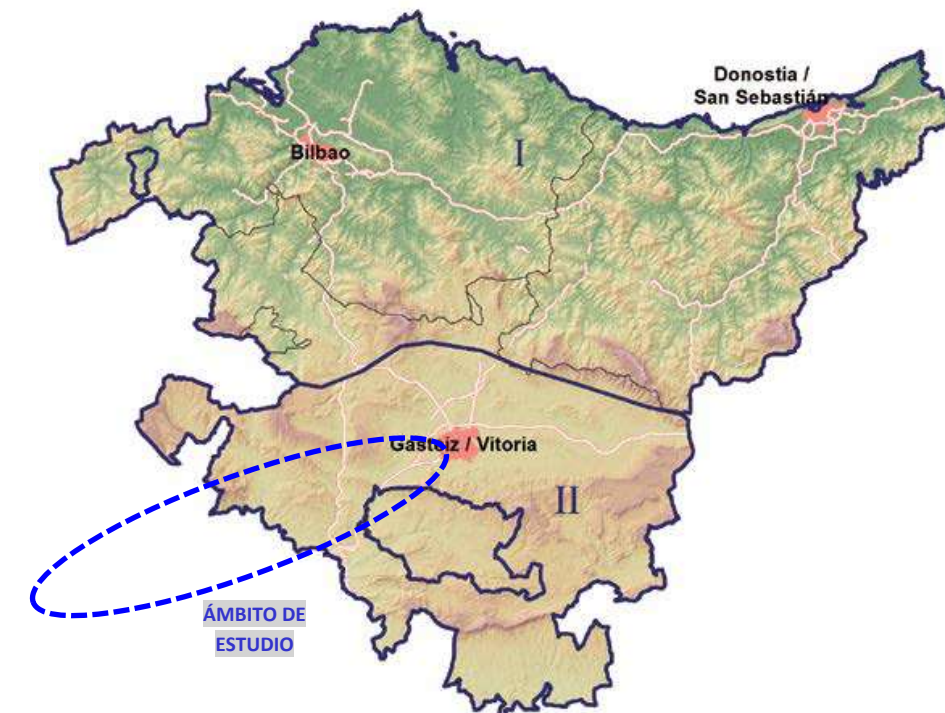
Estas épocas de peligro, según la zonificación territorial establecida para la Comunidad Autónoma, son las siguientes:

Épocas de peligro			
Zona	Alto	Medio	Bajo
Zona I	15/09 a 15/04	15/07 a 14/09	16/04 a 14/07
Zona II	1/07 a 31/10	1/03 a 30/06	1/11 a 28/02

Donde:

- Zona I: Desde la línea de costa por el Norte hasta la divisoria de aguas, límite con el Norte de la Llanada Alavesa aproximadamente.
- Zona II: Comarcas de influencia mediterránea: Llanada, Valles, Montaña y Rioja Alavesa, hasta los límites territoriales de la Comunidad Autónoma.

La zonificación del cuadro se puede apreciar en el mapa adjunto:



Zonificación. Fuente: Plan Especial de Emergencias por riesgo de Incendios Forestales de la CAV

El trazado de las alternativas que se desarrolla a través del territorio alavés se encuentra en la zona I, donde la época de peligro alto de incendios va desde mediados de septiembre a mediados de abril.

Castilla y León

Las épocas de peligro en Castilla y León se establecen en función de las características de la zona, a partir del mapa de riesgo potencial ante incendios forestales y del mapa de riesgo diario.

De acuerdo con lo previsto en la Directriz Básica se consideran tres tipos de épocas que quedan definidas de la siguiente manera:

- **Época de Peligro Alto**, en la que en función de la evaluación del riesgo y la vulnerabilidad, se extremarán las medidas de prevención, y los medios desplegados permanecerán en alerta. Del 15 de julio al 30 de septiembre.
- **Época de Peligro Medio**, en la que en función de la evaluación del riesgo y la vulnerabilidad serán de aplicación ciertas medidas limitativas y prohibitivas y los medios desplegados permanecerán en alerta. Del 1 al 14 de julio y del 1 al 14 de octubre.
- **Época de Peligro Bajo**, en la que en función de la evaluación del riesgo y la vulnerabilidad no es preciso adoptar precauciones especiales. Resto del año.

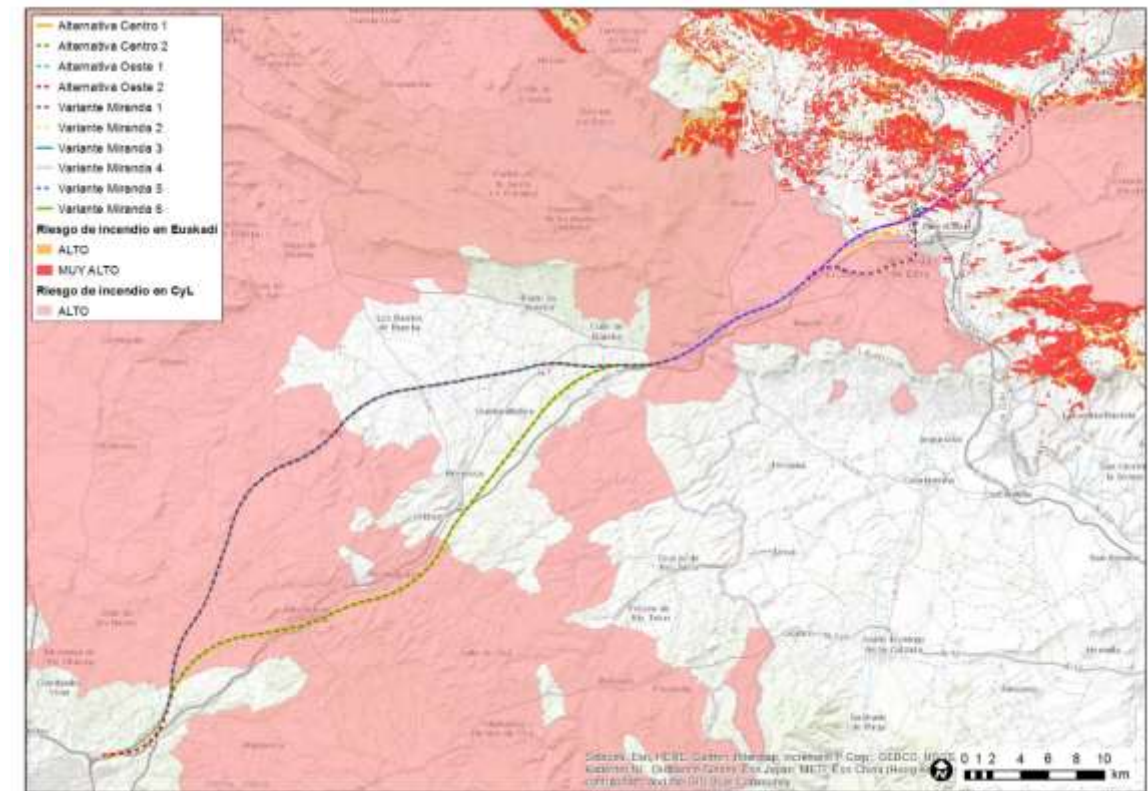
Estas épocas de peligro son de aplicación a todos los trazados que se desarrollan a lo largo de la provincia de Burgos.

7.3.1.4. Zonificación del territorio

Los parámetros de peligro local y de valores generales a proteger, así como la cuantificación de las previsible consecuencias, en especial la vida y la seguridad de las personas, dentro de las zonas geográficamente delimitadas, establecerán los mapas de vulnerabilidad y riesgo, que servirán de orientación para la determinación de los medios y recursos de que se deba disponer para las emergencias, así como su distribución territorial.

Son consideradas zonas de alto riesgo de incendio o de protección preferente, tal y como recoge el artículo 48 de la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes, en su punto 1, aquellas áreas en las que la frecuencia o virulencia de los incendios forestales y la importancia de los valores amenazados hagan necesarias medidas especiales de protección contra los incendios.

Las zonas de alto riesgo de incendios forestales en la Comunidad de Castilla y León quedan declaradas por ORDEN MAM/1062/2005, de 5 de agosto y por ORDEN MAM/1111/2007, de 19 de junio.



Zonas de ALTO y MUY ALTO riesgo de incendio en Castilla y León y Euskadi. Fuente: Infraestructura de datos espaciales de la JCyL y elaboración propia

Como puede apreciarse en la figura anterior, buena parte de las actuaciones se desarrolla en zonas de riesgo de incendio forestal ALTO dentro de la Comunidad Autónoma de Castilla y León, y de riesgo ALTO y MUY ALTO en Euskadi.

7.3.2. *Valoración del riesgo*

7.3.2.1. Nivel de riesgo

Se considera que la probabilidad de materializarse el riesgo de ocurrencia de un incendio es ALTA en las zonas de riesgo de incendio forestal alto cartografiadas, y BAJA en el resto del territorio.

Por otro lado, la severidad del daño causado, en caso de llegar a producirse un incendio, sería MEDIA, dadas las consecuencias graves pero reversibles a corto o medio plazo que éste podría tener sobre el medio natural o social.

De este modo, el nivel del riesgo se considera ALTO en las zonas de riesgo de incendio forestal alto cartografiadas, y BAJO en el resto del territorio, según los criterios establecidos previamente, y reflejados en la tabla siguiente.

NIVEL DEL RIESGO		PROBABILIDAD		
		ALTA	MEDIA	BAJA
SEVERIDAD	ALTA	ALTO	ALTO	MEDIO
	MEDIA	ALTO	MEDIO	BAJO
	BAJA	MEDIO	BAJO	BAJO

7.3.2.2. Vulnerabilidad del proyecto

La vulnerabilidad de una infraestructura frente a la amenaza de un incendio, dependerá de la magnitud y gravedad del fuego ocasionado.

El grado de exposición de las distintas alternativas es MEDIO, puesto que todos los trazados atraviesan zonas de riesgo de incendio alto a lo largo de menos del 20% de su longitud.

Por otro lado, la fragilidad de los trazados planteados frente a la ocurrencia de un incendio es BAJA en el caso de los tramos que se desarrollan en superficie, y NULA en aquellos que se plantean en túnel.

Según todo lo expuesto, la vulnerabilidad del proyecto se considera NULA para los tramos soterrados de todas las alternativas analizadas, y BAJA para los tramos en superficie, por la combinación de estos dos factores, tal como se recoge en la tabla siguiente.

VULNERABILIDAD DEL PROYECTO		GRADO DE EXPOSICIÓN		
		ALTO	MEDIO	BAJO
FRAGILIDAD	ALTA	ALTO	ALTO	MEDIO
	MEDIA	ALTO	MEDIO	BAJO
	BAJA	MEDIO	BAJO	BAJO
	NULA	NULA	NULA	NULA

Si bien se considera que la vulnerabilidad del proyecto es BAJA o NULA, dado que en determinadas zonas el riesgo de incendios es ALTO, se procede a analizar los potenciales impactos derivados de la materialización de estos eventos, de acuerdo con las bases de partida recogidas en la aplicación de esta metodología.

7.3.3. Análisis de impactos sobre el medio ambiente y el medio social

La ocurrencia de un incendio en fase de explotación del proyecto provocaría un mal funcionamiento o parada de servicio de las instalaciones, asociado a la falta de suministro eléctrico o a la imposibilidad de paso por determinadas zonas.

Se produciría un desplazamiento de usuarios hacia otros métodos de transporte, y a nivel ambiental, se traduciría en la variación de emisiones de CO₂ a la atmósfera y otros contaminantes asociados al uso de combustibles, según medio de transporte, efecto de difícil cuantificación, pero que en cualquier caso se puede considerar como puntual.

Como se ha indicado anteriormente, las actuaciones se enmarcan parcialmente sobre zonas de riesgo alto de incendios forestales, en las que la frecuencia o virulencia de los incendios forestales son elevadas, y los valores amenazados son importantes.

En los tramos que se proyectan en túnel, no se prevé la afección a la infraestructura como consecuencia de un incendio, si éste llegase a producirse. Sin embargo, el impacto podría materializarse en los tramos que se desarrollan en superficie, afectando consecuentemente al

servicio ferroviario. En cualquier caso, no habría repercusiones significativas sobre el medio ambiente derivadas de esta afección, más allá de las que provoca el propio incendio.

En la siguiente tabla se caracteriza el impacto, para cada una de las alternativas analizadas, considerando que, en caso de incendio forestal, los mayores impactos sobre el medio ambiente los provoca el propio fuego, no la vulnerabilidad de la infraestructura analizada. Se han tenido en cuenta, únicamente, aquellos tramos en superficie de las alternativas en los que coinciden espacialmente las zonas de alto riesgo de incendio y las zonas de alto valor ambiental.

ALTERNATIVA	VULNERABILIDAD: LONGITUD TRAMOS EN SUPERFICIE EN ZONAS DE RIESGO DE INCENDIO ALTO DENTRO DE ZONAS AMBIENTALMENTE VALIOSAS (m)	NIVEL DE RIESGO	MAGNITUD DEL IMPACTO
TRAMO BURGOS – PANCORBO			
Alternativa Centro 1	3.860	ALTO	COMPATIBLE
Alternativa Centro 2	3.860	ALTO	COMPATIBLE
Alternativa Oeste 1	5.955	ALTO	COMPATIBLE
Alternativa Oeste 2	5.955	ALTO	COMPATIBLE
TRAMO PANCORBO – VITORIA			
Alternativa Variante Miranda 1	4.730	ALTO	COMPATIBLE
Alternativa Variante Miranda 2	4.153	ALTO	COMPATIBLE
Alternativa Variante Miranda 3	4.631	ALTO	COMPATIBLE
Alternativa Variante Miranda 4	4.253	ALTO	COMPATIBLE
Alternativa Variante Miranda 5	4.572	ALTO	COMPATIBLE
Alternativa Variante Miranda 6	4.699	ALTO	COMPATIBLE

7.3.4. Definición de medidas adicionales

El gestor de la infraestructura dispondrá de un protocolo de emergencia frente a incendios para la fase de explotación de la infraestructura, teniendo en cuenta en todo caso la legislación vigente en la materia (Plan de protección civil ante emergencias por incendios forestales en Castilla y León (INFOCAL), y Plan Especial de Emergencias por riesgo de Incendios Forestales de la CAV).

En la planificación de las medidas de lucha contra los incendios forestales, se tendrán en cuenta las épocas de peligro que establezcan los organismos competentes del Gobierno Vasco y de Castilla y León.

7.4. RIESGOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS

7.4.1. Identificación de zonas de riesgo geológico-geotécnico

7.4.1.1. Riesgos de trazado en superficie

La zona de estudio presenta una gran variedad de unidades litológicas y geoestructurales. En base a la problemática potencial que podrían presentar, o que se ha constatado que presentan, los riesgos considerados como de mayor importancia en la zona de estudio son los siguientes:

Suelos blandos

A lo largo de los trazados estudiados, es muy probable la presencia de suelos blandos, que se corresponden por lo general, con los depósitos fluviales de pequeña entidad que se sitúan en las vaguadas, es decir, a los depósitos de fondo de vaguada QFV, coluviales Qco y aluviales QAL.

Están constituidos por arcillas y limos más o menos arenosos, con abundante materia orgánica.

Asientos diferenciales

Se pueden dar problemas de asientos diferenciales en aquellas unidades heterogéneas formadas por niveles rocosos en alternancia con niveles lutíticos, así como en las terrazas QT, por la existencia de tramos de finos intercalados entre las gravas, de mayor capacidad portante.

Esto sucede principalmente en la unidad QT.

Suelos y rocas expansivos

La expansividad de las rocas y los suelos es un problema geológico que puede tener diversos orígenes.

En los suelos, es conocido que la presencia de arcillas hinchables del grupo de las esmectitas es la causa más común, aunque también se dan problemas de expansividad y retracción en suelos salinos. En las rocas, la causa más común es la presencia de minerales evolutivos, como la anhidrita o sales sódico-potásicas del grupo de la glauberita-thenardita.

Los procesos de dolomitización y dedolomitización en rocas calcáreas también producen cambios de volumen que muchas veces se manifiestan por trituración y arenización. Otros procesos como el hidrotermalismo también pueden generar importantes modificaciones en la estructura de las rocas.

Las unidades susceptibles de sufrir cambios de volumen son las siguientes:

- Arcillas y limos ocreos. F. Tierra de Campos, T19. Arcillas expansivas
- Arenas y arcillas rojas T18
- F. Gris-Blanca: calizas y margas blancas y grises lacustres, T15. Margas expansivas
- Arcillas y margas verdosas, calcarenitas. Facies Dueñas T14. Arcillas expansivas
- Yesos, lutitas, margas, arcillas. F. Cerezo y Villatoro, T12 y T13. Anhidrita, arcillas expansivas
- Margas y arcillas. F. Lacustre y Pancorbo, T3 y T4. Arcillas y margas expansivas
- Margas nodulosas y margocalizas, C10. Margas.
- Arcillas yesíferas. F. Keuper, K1. Anhidrita.

Suelos, rocas y aguas agresivas

Como es sabido, los terrenos yesíferos son muy problemáticos por el ataque al hormigón de las obras de fábrica que produce el ion sulfato. Si existe además halita, las aguas salinas procedentes de su disolución pueden generar corrosión de las estructuras metálicas y las armaduras. Las unidades litológicas que contienen yeso, bien diseminado o en vetas rellenando fracturas, bien masivo o en capas son:

- Arcillas y margas verdosas, calcarenitas. Facies Dueñas T14.
- Yesos, lutitas, margas, arcillas. F. Cerezo y Villatoro, T12 y T13.
- Margas y lutitas blancas, ocre-gris, con areniscas y conglomerados, F. Lacustre, T4
- Areniscas, arcillas, margas con yesos, F. Altable, F. Grisaleña y F. Cameno, T9, T10 y T11.
- Arcillas yesíferas. F. Keuper, K1.

Suelos y rocas evolutivos

Menos conocidos son los problemas que se producen en los terrenos que contienen sales sódico-cálcicas en cantidad apreciable, los cuales son altamente evolutivos. En el transcurso de días o semanas y en presencia de agua de lluvia o freática, unas especies minerales cambian a otras, generando cambios de volumen y aumentando la porosidad y permeabilidad del terreno.

Existen noticias de que en algunos grandes desmontes excavados en la F. Cerezo al construir la AP-1, se dieron problemas de inestabilidad por esta causa. Y tanto en los estudios geológico-geotécnicos de 2009 como los proyectos constructivos de 2010 se detectaron sulfatos de Na y de Sr en algunas muestras de testigo de sondeo.

Cuatro de los sondeos perforados en la campaña de campo realizada en este Estudio Informativo, todos ellos en la Alternativa Central a su paso por la F. Cerezo T12, se hicieron con el fin de detectar minerales sódicos solubles. Se perforaron con una salmuera de sulfato sódico al 80% como fluido de perforación y se tomaron muestras de testigo con precauciones para evitar la descomposición de las especies minerales solubles. Se localizaron en puntos donde la rasante discurre en túnel o en el fondo de un desmonte profundo. Alcanzaron una profundidad que osciló entre los 35,4 m y 50,5m.

La F. Cerezo contiene en esa zona y hasta esa profundidad cantidades significativas de yeso secundario y anhidrita, esta última a partir de los 25 m de profundidad; el yeso secundario procede de la transformación de la anhidrita (sulfato cálcico) o bien de la transformación de glauberita (sulfato calcosódico) También se detectó thenardita-mirabilita (sulfato sódico).

Las formaciones que pueden presentar este tipo de problemas son los yesos, lutitas, margas y arcillas de las F. Cerezo y F. Villatoro, T12 y T13.

Una de las conclusiones importantes de este Estudio Informativo es que la detección de sales muy solubles como la glauberita, thenardita, mirabilita y halita, que además solo se encuentran en profundidad, exige técnicas de perforación de sondeos y de muestreo especiales, utilizando

salmuera como fluido de perforación, limpieza y precintado inmediato de las muestras de testigo. La identificación de estos minerales no puede confiarse exclusivamente al análisis químico y/o a la difracción de RX. Hace falta la inspección y estudio de las muestras por un especialista y usar otras técnicas, como la microscopía óptica sobre lámina delgada tallada con aceite. Estas técnicas no se usaron, ni en los estudios geológico-geotécnicos ni en los proyectos constructivos, por lo cual la presencia de sulfatos de sodio podría haber pasado desapercibida en muchos sondeos.

Se debe llamar la atención de que los problemas generados por los grandes desmontes y los túneles en series sedimentarias lacustres que contienen sulfatos sódico-potásicos, que además suelen ir acompañados de cloruros como la halita, son de difícil y costosa solución.

Karstificación

Este tipo de riesgo está asociado a los procesos de disolución de rocas o suelos que producen asentamientos o subsidencias del terreno, y un aumento enorme de la permeabilidad. Se da en litologías solubles, tales como rocas calcáreas, yeso o rocas salinas.

En la zona de estudio, la karstificación en los materiales carbonatados se considera moderada en cuanto no se espera la presencia de grandes cavidades debido a la que no se aprecia un exokarst importante y a que las cavidades detectadas en los sondeos no son grandes.

En la campaña de sondeos realizada para este Estudio Informativos se han identificado karstificaciones en:

- Túnel de Carrasquilla, Alternativa Oeste. Sondeo AOS01. Cavidad kárstica de 10.9 a 13.8 m de profundidad en la unidad de calizas C6
- Túnel de Hoyas, Alternativa Central. ACS01. Pérdida total de agua de perforación a 43,3 m, unidad de calizas bioclásticas C2. Exokarst (torcas y lapiaz) en unidad de calizas y dolomías C5.
- Túnel de Manzanos, Variante Oeste de Miranda. VOS02, entre los 37 y los 49 m, varias cavidades de tamaño decimétrico-métrico en limolita calcárea de la unidad T18.
- Túnel de La Puebla, Variante Oeste de Miranda. VOS03, karstificación difusa en el conglomerado calcáreo T7, pérdida total de agua a 19,4 m en T7.

Según el estudio geológico-geotécnico, la presencia de dolomías es dominante en la unidad C5 del Cretácico. Las dolomías presentan frecuentemente descarbonatación de la matriz calcárea en zonas de fractura, dando lugar a bolsadas de tamaño métrico a decamétrico de arena de dolomita. Este es un problema constructivo diferente a la karstificación usual de la caliza, ya que las arenas son susceptibles de sifonarse, generándose cavidades y chimeneas, como ya ocurrió cuando se excavaron los túneles de barrio durante la construcción de la AP1. Las bolsadas de arena son bastante frecuentes en el trazado del Túnel de Pancorbo y, quizás, en Ameyugo1; podrían dar golpes de agua y derrumbes del frente de excavación, como se comprobó durante la redacción del proyecto constructivo de 2010.

Las litologías karstificadas afectadas por los trazados son las siguientes:

- Areniscas calcáreas, margas y arcillas limolíticas, T18
- Dolomías, margas y calizas en Facies Garumn, T1
- Calizas arenosas, C6
- Dolomías y calizas, C5.
- Calizas bioclásticas, C2
- Conglomerado calcáreo, T7

Puede añadirse como potencialmente karstificable:

- Caliza de la facies Dueñas T14c
- Margocalizas, margas y calizas tableadas, C9
- Calizas marmóreas, C4

Acarcavamiento, deslizamientos y caída de bloques

Son fenómenos de movimiento de masas de suelo o roca a favor de la gravedad, con diversos mecanismos. Generalmente son procesos rápidos del terreno, aunque también se incluyen en esta categoría los procesos lentos como la reptación. Estos procesos se dan en vertientes naturales, generalmente con más de 35° de inclinación, o bien en taludes de desmontes.

Las litologías en las que principalmente se producen éstos fenómenos son litologías de alternancia de estratos competentes e incompetente, especialmente en unidades con términos conglomeráticos, donde la socavación de los segundos por acarcavamiento o socavación genera caída de cantos y planchones de las capas competentes.

En la zona de estudio, es susceptible de sufrir este tipo de riesgo asociado la Serie Terrígena Roja, T2, compuesta por margas arcilloso-arenosa rojas con bancos de conglomerados y arenas limolíticas, así como otras unidades terciarias similares: T6, T15, T19, T20.

Otros posibles riesgos

El riesgo de deslizamientos de ladera no es muy elevado a lo largo de la traza, excepto en el desfiladero de Pancorbo, donde en fase de proyecto constructivo se cambió el trazado para emboquillar el túnel de Ameyugo en un gran coluvial Qco deslizado. Se ha observado también algún pequeño deslizamiento en la F. Cameno, T11.

El Cretácico Inferior en Facies Utrillas, C1, por su naturaleza arenosa, suele albergar manantiales. Las capas de arena más potentes pueden presentar riesgo de sifonamiento en las obras de túnel.

Por otro lado, las unidades T3, T4 y C11 presentan niveles de lignito. Su existencia puede presentar un riesgo de presencia de gas metano o grisú en alguna de las formaciones permeables subyacentes. En los proyectos constructivos se estudió la presencia de gas, con resultado negativo en todos los casos.

Por otra parte, el polvo fino de carbón en suspensión en el aire es explosivo bajo ciertas condiciones, lo que ha de ser tenido en cuenta en la perforación de túneles mediante rozadora.

7.4.1.2. Riesgos de trazado en túnel

Riesgos asociados a fenómenos kársticos

En la zona de estudio existen numerosas evidencias de procesos kársticos. Además, los trabajos geotécnicos (sondeos mecánicos) realizados en la zona han puesto de manifiesto la existencia de algunas cavidades y conductos kársticos que pueden ser afectados por las infraestructuras proyectadas.

La ejecución de túneles afectando a macizos kársticos presenta riesgos relacionados con el agua, riesgos asociados a la presencia de rellenos blandos y riesgos asociados a la presencia de cavidades.

Los riesgos asociados a la afección del acuífero kárstico son los más difíciles de combatir y los que pueden propiciar un mayor número de problemas. Las principales incidencias que pueden provocar son:

- Afluencia de importantes caudales de agua a la excavación al atravesar conductos kársticos. Además, en eventos de lluvias importantes o prolongados en el tiempo los caudales drenados por estos conductos aumentan considerablemente pudiendo llegar a provocar la inundación de la excavación.
- Elevadas cargas hidrostáticas sobre los revestimientos. Así, en aquellas ocasiones en los que el túnel discurre en zona freática, u obstruye un conducto en zona vadosa pueden desarrollarse presiones hidrostáticas sobre el revestimiento que pueden llegar a superar las presiones máximas para las que ha sido diseñado.
- Por otro lado, otro riesgo asociado con la presencia de cavidades, es la incertidumbre que se genera sobre la estabilidad del túnel, así cuando un túnel intercepta una cavidad el nivel tensional del entorno se modifica, ya que el hueco resultante puede ser mayor. Esta situación puede crear inestabilidades en la cavidad y necesidades adicionales de sostenimiento. La existencia de cavidades de tamaño inferior al diámetro del túnel provoca que en las zonas que interceptan las cavidades se pierda el contorno del túnel no siendo posible colocar los sostenimientos previstos.
- Otro posible riesgo de este tipo es el debido a las inestabilidades que se pueden producir en las cavidades cercanas como consecuencia vibraciones producidas por las voladuras. Este aspecto puede evitarse con la realización de voladuras controladas.
- Destaponamiento de conductos rellenos con arcillas. Estos golpes de agua se producen súbitamente, y pueden causar grandes daños materiales y personales. Estas inundaciones suponen una pérdida considerable en los rendimientos de excavación, además de la posibilidad de que queden atrapadas personas y/o maquinaria en el frente de la excavación durante las mismas.

- Asociado al destaponamiento de conductos rellenos de arcilla, se encuentra el riesgo de subsidencias localizadas en superficie.
- Otro riesgo relacionado con la presencia de cavidades rellenas con suelos blandos o bloques, es la creación de inestabilidades en el túnel y en el frente de excavación debiendo recurrir a sostenimientos pesados.
- Por último, existe la posible afección parcial o total a los manantiales del entorno tanto en sus caudales como en su calidad, pudiendo dejar mermadas las capacidades de abastecimiento de agua en las localidades cercanas.

Afección a zonas de falla

Los principales riesgos asociados a la presencia de fallas se deben a la baja calidad geomecánica que suelen presentar, la existencia de posibles suelos blandos con deficientes propiedades mecánicas, inestabilidades del frente de la excavación, así como posible aumento de la afluencia de agua a la excavación.

Los trazados atraviesan distintas zonas de falla, dispuestas generalmente de forma transversal a ellos, que generan una banda de material fracturado y alterado y, por tanto, con unas características geotécnicas deficientes frente a la roca circundante. En estas zonas podrán producirse fenómenos de plastificación, inestabilidad en el frente, caída de bloques y cuñas y posibles afluencias de agua hacia la excavación.

El principal riesgo asociado a las fallas en la zona de calizas, será la posible karstificación que presenten, en cuyo caso sus riesgos serán más propios de los asociados a la presencia de fenómenos kársticos descritos anteriormente.

En cuanto al desarrollo de bandas de deformación relacionadas con los sistemas de fracturación cabe indicar que las fallas en materiales rígidos, como las areniscas, generarán un material granular de mayor permeabilidad y mayor espesor de zona de falla. En los materiales margosos se producen cajas de falla de menores dimensiones, puesto que la deformación de los labios es de tipo dúctil. Por lo tanto, en las proximidades de las fallas puede haber repliegues y desarrollo de pizarrosidad, laminaciones, etc.

Con mucha frecuencia los contactos entre formaciones de distinta competencia, como entre areniscas y margas, están mecanizados, siendo sus características muy similares a las de las fallas antes descritas.

Presencia de techos planos y formación de cuñas inestables

Los macizos rocosos afectados por los túneles proyectados, pueden presentar una fracturación que aisle bloques de roca o cuñas que pueden llegar a ser inestables y poner en peligro la excavación.

Por otro lado, los bajos buzamientos que presentan algunas litologías, pueden desarrollar techos planos que pueden implicar desprendimientos que generen sobre-excavaciones así como dificultades para la construcción de la bóveda del túnel.

Riesgo hidrogeológico en túnel

Se ha tenido en cuenta tanto la posible afluencia de agua al túnel como la posible afección a acuíferos, especialmente a aquellos que abastecen a poblaciones, así como la posible afección a perímetros de protección de manantiales o captaciones de aguas minerales o minero-medicinales. En este sentido, son varios los que presentan esta problemática, todos ellos en el trayecto Pancorbo-Vitoria: Túneles de Pancorbo, Ameyugo, San Formerio, Sanzoornil y La Puebla.

- *Aportes de agua*

El riesgo inherente a los aportes de agua no se elimina con el hecho de que la perforación de los túneles se efectúe por encima del nivel piezométrico; cabe la posibilidad de interceptar flujos verticales de recarga a través de la zona no saturada (agua en tránsito) que pueden dar lugar a caudales importantes. Estos eventos presentan magnitudes similares a los golpes susceptibles de tener lugar al interceptar conductos kársticos saturados, y es más frecuente que se generen en los niveles de arenisca y zonas de falla, que suponen las vías preferentes de entrada de agua, a excepción de las zonas karstificadas.

- *Agresividad de las aguas*

En algunos de los túneles proyectados se interceptarán litologías con abundante contenido en yesos. Por otro lado, existe también la probabilidad de encontrar glauberita, con el riesgo intrínseco asociado a sus transformaciones, lo cual puede producir en ambos casos, ataques químicos al hormigón de revestimiento en los túneles.

Como resumen de todo lo expuesto, los riesgos geológicos existentes, tanto en superficie como en túnel, asociados a las distintas unidades geológicas, se ven reflejados en las tablas que se recogen a continuación.

RIESGOS DE TRAZADO EN SUPERFICIE

UNIDAD GEOTÉCNICA	DEFINICIÓN	DESCRIPCIÓN	CONDICIONES HIDROGEOLÓGICAS	EXCAVABILIDAD	CIMENTACIONES	RIESGOS GEOLÓGICOS	APROVECHAMIENTO	
							PORCENTAJE APROXIMADO	USOS
AE, R1, R2	Suelo	Zonas urbanas; excavaciones, canteras y graveras; Rellenos, vertidos	Permeabilidad media	Excavable por medios mecánicos	Saneamiento	Suelos blandos	-	-
Qco, Qfv, Qd	Suelo	Cuaternario. Coluviales, fondos de valle y conos de deyección: Gravas subangulosas con matriz limo-arcillosa	Permeabilidad por porosidad primaria	Excavable por medios mecánicos	Alta deformabilidad y asentamientos importantes. Cimentación profunda	Suelos blandos	0	-
Qal	Suelo	Cuaternario aluvial. Arenas y gravas redondeadas, arcillas y limos	Nivel piezométrico superficial. Permeabilidad por porosidad primaria	Excavable por medios mecánicos	Alta deformabilidad y asentamientos importantes. Cimentación profunda	Suelos blandos, inundabilidad	30	Terraplén
Qt	Suelo	Cuaternario. Terrazas: Gravas y arenas silíceas	Nivel piezométrico superficial. Permeabilidad por porosidad primaria	Excavable por medios mecánicos	Asientos diferenciales. Cimentación profunda	Asientos diferenciales	30 - 40	Terraplén
T20	Mixto	Conglomerados poligénicos, limolitas y arcillas rojas	Permeabilidad baja a muy baja (matriz compuesta por finos)	Excavable por medios mecánicos. Puntualmente ripado o pequeña voladura	Capacidad portante alta. Cimentación superficial	-	30 - 50	Terraplén
T19	Suelo	F. Tierra de Campos: Arcillas, limos y conglomerados	Permeabilidad baja en general. Niveles arenosos permeabilidad por porosidad primaria	Excavable por medios mecánicos. Puntualmente ripado o pequeña voladura	Capacidad portante media a baja. Cimentaciones superficiales o profundas según el tipo de estructura	Expansividad	0	-
T18	Roca	Areniscas y/o margas	Permeabilidad baja en general. Niveles arenosos permeabilidad por porosidad primaria	Excavable por medios mecánicos. Puntualmente ripado o pequeña voladura	Capacidad portante alta. Cimentación superficial	Karstificación	30	Terraplén/Todo uno
T17	Roca	Areniscas y conglomerados con intercalaciones de lutitas calcáreas ocreas	Permeabilidad asociada a la fracturación del macizo	Voladura	Capacidad portante alta. Cimentación superficial	-	30	Terraplén/Todo uno
T16	Mixto	F. Cuestas: Calizas y margas	Permeabilidad secundaria fisural. Niveles margosos impermeables	Excavable por medios mecánicos. Puntualmente ripado o pequeña voladura	Capacidad portante alta. Cimentación superficial	-	40	Todo-uno, pedraplén. Niveles margosos no aptos
T15	Mixto	F. Gris-Blanca: calizas y margas blancas y grises lacustres	Permeabilidad secundaria fisural. Niveles margosos impermeables	Excavable por medios mecánicos. Puntualmente ripado o pequeña voladura	Capacidad portante alta. Cimentación superficial	Expansividad	20	Todo-uno, pedraplén. Niveles margosos no aptos
T14	Mixto	F. Dueñas: margas y calizas;	Permeabilidad secundaria fisural. Niveles margosos impermeables	Excavable por medios mecánicos. Puntualmente ripado o pequeña voladura	Capacidad portante alta. Cimentación superficial	Expansividad, agresividad suelo y agua	20	Todo-uno, pedraplén. Niveles margosos no aptos
T12, T13	Mixto	F. Cerezo (T12): Yesos y margas yesíferas; F. Villatoro (T13): Margas, yesos y arcillas	Prácticamente impermeable. Permeabilidad asociada a los procesos de disolución del yeso	Excavable por medios mecánicos. Puntualmente ripado o pequeña voladura	Capacidad portante alta. Cimentación superficial	Expansividad, agresividad suelo y agua, karstificación, suelos y rocas evolutivos	0	-
T10, T11	Mixto	F. Grisaleña (T10): Margas grises y areniscas yesíferas; F. Cameno (T11): Areniscas y arcillas con intercalaciones de yesos en capas alternantes métricas	Permeabilidad baja asociada a los procesos de disolución del yeso y a la fracturación de las areniscas	Excavable por medios mecánicos. Puntualmente ripado o pequeña voladura	Capacidad portante alta. Cimentación superficial	Agresividad suelo y agua	0	-
T9	Mixto	F. Altable: Margas grises y arenas	Permeabilidad baja asociada a los procesos de disolución del yeso y a la fracturación de las areniscas	Excavable por medios mecánicos. Puntualmente ripado o pequeña voladura	Capacidad portante alta. Cimentación superficial	Agresividad suelo y agua	0	-
T8	Mixto	F. La Bureba: Areniscas, arcillas y conglomerados	Permeabilidad secundaria fisural en los niveles de areniscas	Excavable por medios mecánicos. Puntualmente ripado o pequeña voladura	Capacidad portante alta. Cimentación superficial	-	65	Terraplén
T6, T7	Mixto	Margas y arcillas rojas, conglomerados, niveles de areniscas	Permeabilidad baja a muy baja (matriz compuesta por finos)	Excavable por medios mecánicos. Puntualmente ripado o pequeña voladura	Capacidad portante alta. Cimentación superficial	Karstificación	30 - 50	Todo uno
T5	Mixto	Areniscas en paleocanales y arcillas	Permeabilidad secundaria fisural en los niveles de areniscas	Excavable por medios mecánicos. Puntualmente ripado o pequeña voladura	Capacidad portante alta. Cimentación superficial	-	65	Terraplén/Todo uno
T3, T4	Mixto	F. Pancorbo (T3): Arcillas rojas y grises, arenas, calizas lacustres; F. Lacustre (T4): Margas y lutitas blancas, ocre-gris, con areniscas y conglomerados;	Permeabilidad secundaria fisural en los niveles de areniscas	Excavable por medios mecánicos. Puntualmente ripado o pequeña voladura	Capacidad portante alta. Cimentación superficial	Expansividad, presencia de niveles de lignito	20 - 30	Terraplén
T2	Mixto	Serie Terrígena Roja: Arcillas rojas y conglomerados	Permeabilidad asociada a la porosidad de los niveles de arenas	Excavable por medios mecánicos. Puntualmente ripado o pequeña voladura	Capacidad portante alta. Cimentación superficial	Acarreamiento, deslizamiento y caída de bloques	30	Terraplén, Pedraplén, Todo-Uno
T1	Roca	F. Garumn. Dolomías, margas y calizas	Permeabilidad secundaria fisural en los niveles de dolomías y calizas	Voladura	Capacidad portante alta. Cimentación superficial	Karstificación	0 - 20	Todo-uno, pedraplén. Niveles margosos no aptos

UNIDAD GEOTÉCNICA	DEFINICIÓN	DESCRIPCIÓN	CONDICIONES HIDROGEOLOGICAS	EXCAVABILIDAD	CIMENTACIONES	RIESGOS GEOLÓGICOS	APROVECHAMIENTO	
							PORCENTAJE APROXIMADO	USOS
C11	Mixto	F. Garumn. Margas y arenas blancas y rojas con lignito	Permeabilidad asociada a la porosidad de los niveles de arenas	Excavable, ripable	Capacidad portante alta. Cimentación superficial	Expansividad, presencia de niveles de lignito	0	-
C10	Mixto	Margas nodulosas y margocalizas	Permeabilidad muy baja	Ripable a ripable con dificultad	Capacidad portante alta. Cimentación superficial	Expansividad	40	Todo-uno
C9	Roca	Margocalizas, margas y calizas tableadas / Calizas y calcarenitas	Permeabilidad secundaria fisural	Voladura	Capacidad portante alta. Cimentación superficial	Derrumbes de techos planos en túnel	65	Todo-Uno, pedraplén (alterada terraplén)
C7, C8	Mixto	Margas amarillentas, margas grises, calizas arcillosas	Permeabilidad muy baja	Ripable a ripable con dificultad. Voladura en los términos calizos	Capacidad portante alta. Cimentación superficial	-	20	Todo-uno, pedraplén. Niveles margosos no aptos
C6	Roca	calizas arenosas	Permeabilidad secundaria fisural	Voladura	Capacidad portante alta. Cimentación superficial	Karstificación	40	Pedraplén, Todo-Uno
C4, C5	Roca	Calizas marmóreas, dolomías y calizas	Permeabilidad secundaria fisural	Voladura	Capacidad portante alta. Cimentación superficial	Karstificación	40	Pedraplén, Todo-Uno
C3	Roca	Calizas nodulosas y margas	Permeabilidad secundaria fisural en los niveles de calizas	Voladura	Capacidad portante alta. Cimentación superficial	-	40	Pedraplén, Todo-Uno
C2	Roca	Calizas bioclásticas	Permeabilidad secundaria fisural	Voladura	Capacidad portante alta. Cimentación superficial	Karstificación	65	Pedraplén, Todo-Uno
C1	Mixto	F. Utrillas: Arenas, arenas conglomeráticas y arcilla	Permeabilidad alta. Puede estar saturada de agua y generar manantiales en desmontes y túneles	Excavable por medios mecánicos. Puntualmente ripado o pequeña voladura	Capacidad portante alta. Cimentación superficial	Posibilidad de albergar manantiales	50	Terraplén, Todo-Uno. Arena y gravilla para drenes y filtros
J2	Roca	Calizas arcillosas y margas	Permeabilidad baja	Voladura	Capacidad portante alta. Cimentación superficial	-	40	Todo-uno, pedraplén. Niveles margosos no aptos
J1	Roca	Carniolas, dolomías y calizas	Permeabilidad baja, alta en las zonas karstificadas	Voladura	Capacidad portante alta. Cimentación superficial	-	40	Todo-uno, pedraplén. Niveles margosos no aptos
K2	Roca	F. Keuper. Diabasa, dolerita (Ofitas)	Permeabilidad secundaria fisural	Excavable por medios mecánicos. Puntualmente ripado o pequeña voladura	Capacidad portante alta. Cimentación superficial	-	30	Ofitas: terraplén o todo uno
K1	Suelo	F. Keuper. Arcillas yesíferas	Permeabilidad muy baja. Drenaje insuficiente	Excavable	Capacidad portante baja. Cimentación profunda	Expansividad, agresividad suelo y agua	0	-

RIESGOS DE TRAZADO EN TÚNEL

TRAMO	ALTERNATIVA	TÚNEL	LONG. TOTAL (m)	TIPO	LITOLOGÍAS	ESTRUCTURA TECTÓNICA	RIESGOS EN TÚNEL
BURGOS - PANCORBO	Alternativa Centro	HOYAS	1952	Monotubo	C5: Dolomías y calizas, C3, C2 : Calizas nodulosas y margas	Plegada, fallas y un cabalgamiento en el tramo final	C5: Karstificación
		CARRAMONTE	402	Monotubo	T12: F. Cerezo: Yesos y margas yesíferas	Capas subhorizontales, alguna deformación por proceso de yesificación de sales	T12: Expansividad, agresividad suelo y agua, karstificación, suelos y rocas evolutivos
	Alternativa Oeste	CARRASQUILLA	1846	Monotubo	C9: Margocalizas, margas y calizas tableadas	Anticlinal abierto	C9: Karstificación
		RUBLACEDO	1202	Monotubo	T15: F. Gris-Blanca: calizas y margas blancas y grises lacustres	Capas subhorizontales alternando capas duras y blandas	T15: Expansividad
PANCORBO-VITORIA	Variante de Miranda 1 y 3	PANCORBO	3896	Monotubo	T9: F. Altable: Margas grises y arenas, T3: F. Pancorbo: Arcillas rojas y grises, arenas, calizas lacustres ,C3: Calizas nodulosas y margas ,C2: Calizas bioclásticas ,C1: F. Utrillas: Arenas, arenas conglomeráticas y arcilla ,J1: Carniolas, dolomías y calizas ,C4: Calizas marmóreas ,C5: Dolomías y calizas, C6: Calizas arenosas, C11: F. Garumn. Margas y arenas blancas y rojas con lignito, T1: F. Garumn. Dolomías, margas y calizas, T2: Serie Terrigena Roja: Arcillas rojas y conglomerados, K1: F. Keuper. Arcillas yesíferas	Muy compleja, sucesión de pliegues atravesados por diversas fallas y cabalgamientos, Keuper diapírico	T9: Agresividad suelo y agua, T3: Expansividad, presencia de niveles de lignito, C2, C4, C5, C6, T1: Karstificación, C1: Posibilidad de albergar manantiales, C11: Expansividad, presencia de niveles de lignito, T2: Acarcavamiento, deslizamiento y caída de bloques, K1: Expansividad, agresividad suelo y agua
	Variante de Miranda 2 y 4			Monotubo			
	Variante de Miranda 5 y 6			Monotubo			
	Variante de Miranda 1 y 3	AMEYUGO I	565	Monotubo	C2: Calizas bioclásticas ,C3: Calizas nodulosas y margas, C4: Calizas marmóreas ,C5: Dolomías y calizas, C6: Calizas arenosas	Capas muy verticalizadas, invertidas, buzando al N	C2, C4, C5, C6: Karstificación
	Variante de Miranda 2 y 4			Monotubo			
	Variante de Miranda 5 y 6			Monotubo			
	Variante de Miranda 1 y 3	AMEYUGO II	550	Monotubo	T20: Conglomerados poligénicos, limolitas y arcillas rojas	Sinclinal abierto	T 20. Caída de techos planos
	Variante de Miranda 2 y 4			Monotubo			
	Variante de Miranda 5 y 6			Monotubo			
	Variante de Miranda 1 y 3	QUINTANILLA	1875	Doble tubo	T4: F. Lacustre: Margas y lutitas blancas, ocre-gris, con areniscas y conglomerados ,T17: Areniscas con niveles de conglomerados y de limolita y/o lutitas ocre y grises, T18: Areniscas calcáreas, margas y arcillas limolíticas	Estratos paralelos buzando Suavemente al N	T4: Expansividad, presencia de niveles de lignito T18: Karstificación, Caída de techos planos
	Variante de Miranda 2 y 4			Doble tubo			
	Variante de Miranda 5 y 6			Monotubo			
	Variante de Miranda 1 y 3	MANZANOS	432 D	Doble tubo	T18: Areniscas calcáreas, margas y arcillas limolíticas	Estratos paralelos buzando suavemente al norte	T18: Karstificación, Caída de techos planos
	Variante de Miranda 2 y 4		325 I				
Variante de Miranda 5 y 6	404 D		Doble tubo				
Variante de Miranda 1 y 3	325 I						
Variante de Miranda 2 y 4	325	Monotubo					
Variante de Miranda 1 y 3	LA PUEBLA	2735	Monotubo	T7: Conglomerados calcáreos con niveles de areniscas, rojizos , T10: F. Grisaleña: Margas grises y areniscas yesíferas	Estratos paralelos buzando suavemente al S	T7: Karstificación	
Variante de Miranda 2 y 4		2480	Monotubo				

7.4.2. Valoración del riesgo

7.4.2.1. Nivel de riesgo

El valor de este parámetro se obtiene en función de la probabilidad de materializarse el riesgo y de la severidad del daño causado, en caso de llegar a producirse la catástrofe.

Las zonas de riesgo geológico-geotécnico han sido caracterizadas y evaluadas dentro del ámbito del Estudio Informativo, en los Anejos 5 “Geología y geotecnia” y 11 “Túneles”, por lo que el nivel del riesgo viene determinado por el asignado en dichas evaluaciones.

De este modo, según el análisis realizado en los citados anejos, se ha asignado una peligrosidad o riesgo intrínseco a cada uno de los riesgos enumerados, que se recopila en la tabla siguiente.

RIESGOS GEOLÓGICOS	NIVEL RIESGO
Acarcavamiento, deslizamiento y caída de bloques	BAJO
Agresividad suelo y agua	MEDIO
Asientos diferenciales	BAJO
Derrumbes de techos planos en túnel	BAJO
Expansividad	BAJO
Expansividad, agresividad suelo y agua	ALTO
Expansividad, agresividad suelo y agua, karstificación, suelos y rocas evolutivos	ALTO
Expansividad, presencia de niveles de lignito	MEDIO / BAJO
Karstificación	ALTO / MEDIO
Posibilidad de albergar manantiales	ALTO
Suelos blandos	BAJO
Suelos blandos, inundabilidad	BAJO

7.4.2.2. Vulnerabilidad del proyecto

Los elementos más vulnerables del proyecto frente a riesgos geológico-geotécnicos son, por un lado, los túneles, y por otro, los taludes en desmonte.

Se identifican a continuación las medidas de diseño adoptadas para minimizar la vulnerabilidad del proyecto frente a riesgos geológico-geotécnicos.

Los **taludes** de la infraestructura se han previsto con la pendiente aconsejada para cada unidad geotécnica atravesada, y su riesgo geológico asociado, tal como se recoge en la tabla siguiente. En fases posteriores de mayor detalle, se establecerán medidas adicionales en el caso de estimarse necesarias.

UNIDAD GEOTÉCNICA	RIESGOS GEOLÓGICOS	TALUD RECOMENDADO	
		DESMONTE	RELLENO
AE, R1, R2	Suelos blandos	-	2H:1V
Qco, Qfv, Qd	Suelos blandos	2H:1V	
Qal	Suelos blandos, inundabilidad	2H:1V	
Qt	Asientos diferenciales	2H:1V	
T19	Expansividad	3H:2V	
T18	Karstificación	4H:5V o 2H:3V	
T15	Expansividad	1H/1V	
T14	Expansividad, agresividad suelo y agua	3H:2V	
T12, T13	Expansividad, agresividad suelo y agua, karstificación, suelos y rocas evolutivos	3H:2V	
T10, T11	Agresividad suelo y agua	5H:4V	
T9	Agresividad suelo y agua	2H:1V	
T6, T7	Karstificación	T6 1H:1V T7 2H:3V	
T3, T4	Expansividad, presencia de niveles de lignito	T4: 1H:1V	
T2	Acarcavamiento, deslizamiento y caída de bloques	3H:2V	
T1	Karstificación	1H/1V o 2H:1V	
C11	Expansividad, presencia de niveles de lignito	-	
C10	Expansividad	1H/1V	
C9	Derrumbes de techos planos en túnel	2H:3V	
C6	Karstificación	1H/1V	
C4, C5	Karstificación	2H:3V	
C2	Karstificación	1H/1V	
C1	Posibilidad de albergar manantiales	2H : 3V	
K1	Expansividad, agresividad suelo y agua	3H:2V	

Por otro lado, la mitigación de los **riesgos geológicos en túneles** implica la puesta en marcha de tratamientos de diversa tipología, complicada ejecución y elevado coste económico, como inyecciones de resinas, uso generalizado de acero galvanizados y/ armado con fibra de vidrio, sostenimientos muy pesados y micropilotajes entre otros.

Como procedimiento constructivo para los túneles se opta por el Método Convencional, desechando la excavación con tuneladora debido a que, desde el punto de vista económico, y en base a la experiencia adquirida, las tuneladoras en zonas no urbanas suelen salir rentables en túneles de longitudes superiores a 4 – 5 km. La excavación por métodos convencionales permite que los trabajos sean más versátiles, pudiéndose en caso de necesidad o en las siguientes fases del proyecto, ampliar los frentes de avance mediante la ejecución de galerías de ataque intermedio, aprovechando las galerías de emergencia previstas.

La filosofía constructiva del Nuevo Método Austriaco (N.A.T.M.), aplica sostenimientos basados en el empleo de hormigón proyectado, bulones, mallazo y cerchas. Con este método se permite una cierta deformación del terreno hasta el momento en que se coloca el sostenimiento, aprovechando así la colaboración del terreno en la estabilidad de la excavación.

Asimismo, en el presente Estudio Informativo se han considerado las recomendaciones de sostenimientos para los rangos adoptados, proponiéndose las siguientes secciones tipo. Son muy similares a las obtenidas en el Predimensionamiento de Barton y Bieniawski. La sección tipo ST-IV se ha diseñado atendiendo a experiencias en terrenos y situaciones similares. Adicionalmente se utilizarán sostenimientos especiales en las zonas singulares como emboquilles, paso de falla bajo edificaciones, o zonas de escasa cobertera.

SECCIONES TIPO DE SOSTENIMIENTO								
SECCION TIPO	CALIDAD GEOTÉCNICA	RANGO APROXIMADO Q BARTON	RANGO APROXIMADO RMR	LONGITUD DE PASE	ESPESOR GUNITA	FIBRAS DE ACERO	CERCHA	BULONES
ST-I	FAVORABLE	$Q > 2$	$RMR > 50$	3,5 m	10 cm HMP-30	40 Kg/m ³		SWELLEX O SIMILAR 24 T 4 m de longitud en malla 1,75 m x 1,75 m
ST-II	MEDIA	$2 > Q > 0,2$	$50 > RMR > 30$	1,5 m	18 cm HMP-30	40 Kg/m ³	TH-29 a 1,5 m	
ST-III	DESFAVORABLE	$Q < 0,2$	$RMR < 30$	1,0 m	25 cm HMP-30	40 Kg/m ³	HEB-180 a 1,0 m	
ST-IV	EMBOQUILLES Y ZONAS SINGULARES			0,5 m	30 cm HMP-30	40 Kg/m ³	HEB-180 a 0,5 m	Paraguas de micropilotes de refuerzo: Øexc. 150 mm, Øext. tubo 114,3 mm, espesor 10 mm. Longitud 9 m, solape 3 m, espaciado entre tubo 30 cm. Bulones de fibra de vidrio en el frente. Malla 1,75 x 1,75 m, longitud 9, solape 3 m Sellado del frente 10 cm de HMP-30. Machón central.

Por otro lado, se procederá al revestimiento del túnel una vez estabilizadas las convergencias e impermeabilizado el túnel.

Antes de proceder al revestimiento del túnel, se comprobarán mediante laser scanner las secciones que entren dentro de la sección de revestimiento, procediendo al picado de estas zonas puntuales, y siempre reponiendo el sostenimiento en el caso de que se destruya el que había con anterioridad.

Se propone un espesor de revestimiento de 30 cm de HM-30 reforzado con 2 kg de fibra de polipropileno por cada m³ de hormigón.

Por último, para proteger el revestimiento de la acción de las aguas subterráneas, y para evitar posibles goteos sobre la plataforma, así como aliviar las presiones intersticiales sobre él, se considera conveniente la impermeabilización completa de los túneles.

Asimismo, para paliar el efecto de la agresividad de las aguas con alto contenido de yeso, al menos en los sectores en los que los túneles presenten filtraciones de agua, se recomienda adoptar las siguientes medidas en cuanto al hormigón de revestimiento:

- Limitar el empleo de cementos con adición de filler calizo; muy habitual en hormigones autocompactantes.
- Aplicar cementos sulforresistentes.

Según todo lo expuesto, cabe destacar que la fragilidad de los trazados planteados es BAJA, ya que el diseño de todos sus elementos, y en especial de los túneles y taludes, ha tenido en cuenta la minimización de los riesgos geológicos identificados.

Por otro lado, el grado de exposición de las distintas alternativas es MEDIO, puesto que todas ellas atraviesan zonas de riesgo alto en menos de un 20% de su longitud.

Finalmente, la vulnerabilidad del proyecto se considera BAJA, por la combinación de estos dos factores, tal como se recoge en la tabla siguiente.

VULNERABILIDAD DEL PROYECTO	GRADO DE EXPOSICIÓN			
	ALTO	MEDIO	BAJO	
FRAGILIDAD	ALTA	ALTO	ALTO	MEDIO
	MEDIA	ALTO	MEDIO	BAJO
	BAJA	MEDIO	BAJO	BAJO
	NULA	NULA	NULA	NULA

Si bien se considera que, con las medidas de diseño adoptadas, la vulnerabilidad del proyecto es BAJA, dado que en determinadas zonas los riesgos geológicos identificados son ALTOS, se procede a analizar los potenciales impactos derivados de la materialización de estos eventos, de acuerdo con las bases de partida recogidas en la aplicación de esta metodología.

7.4.3. Análisis de impactos sobre el medio ambiente y el medio social

Los riesgos detectados en algunas zonas, podrían dar lugar a derrumbes, deslizamientos, asientos diferenciales, cambios de volumen de las rocas y los suelos, colapso en túneles, corrosión de las estructuras metálicas y las armaduras, etc.

Si llegasen a materializarse dichos riesgos, los daños sobre el medio ambiente serían los siguientes:

- En caso de **colapso del túnel** en la fase de explotación de la infraestructura, los efectos pueden ser los siguientes:
 - El túnel nunca colapsa completamente, sólo puntualmente
 - En la zona de colapso se puede producir una campana o una chimenea, que en caso de tener salida a la superficie, podría absorber lo que hubiese encima (árbol, casa, etc.). La afección medioambiental no es significativa
 - En caso de colapso, podría vaciarse el acuífero por la zona de rotura, lo cual constituye un impacto ambiental significativo

- En caso de **desprendimientos o derrumbes en desmontes**, el daño se produce únicamente sobre la infraestructura, no afectándose al medio ambiente
- En caso de **desprendimientos o deslizamientos** de terraplenes, se puede producir afección medioambiental a los elementos próximos situados a cotas menores que la infraestructura

De los impactos ambientales identificados anteriormente, los más significativos son los que dan lugar a la descarga del acuífero por colapso puntual de un túnel. En este sentido, cabe destacar que todas las alternativas analizadas, a excepción de las Alternativas Oeste 1 y Oeste 2 presentan algún túnel que se perfora en zona saturada, aumentando la probabilidad de que se produzca el impacto (vacío del acuífero) en caso de materializarse el riesgo (colapso de túnel).

Por otro lado, en el caso de desprendimientos de terraplenes próximos a elementos de gran valor de conservación, se podrían producir los siguientes impactos:

- Afección a cauces: aumento de la turbidez de las aguas superficiales, disminución de la sección útil del cauce, alteración de la dinámica hidráulica, destrucción de la vegetación de ribera y consiguientemente de los hábitats de la fauna que habita en ella
- Afección a espacios naturales de interés: destrucción de la vegetación que forma parte de dichos lugares y de sus hábitats faunísticos asociados
- Afección a elementos de patrimonio cultural: tapado o destrucción de elementos patrimoniales
- Afección a edificaciones, vías de comunicación y núcleos de población: alteración del tráfico, corte de carreteras, impacto sobre viviendas, etc.

En la siguiente tabla se caracteriza el impacto, para cada una de las alternativas analizadas, considerando únicamente aquellos tramos de los trazados en los que coinciden espacialmente las zonas de alto riesgo geológico-geotécnico y las zonas de alto valor ambiental.

ALTERNATIVA	VULNERABILIDAD: LONGITUD EN ZONAS DE RIESGO GEOLÓGICO ALTO DENTRO DE ZONAS AMBIENTALMENTE VALIOSAS (m)	NIVEL DE RIESGO	MAGNITUD DEL IMPACTO
TRAMO BURGOS – PANCORBO			
Alternativa Centro 1	5.460,36	ALTO	COMPATIBLE
Alternativa Centro 2	5.146,83	ALTO	COMPATIBLE
Alternativa Oeste 1	659,52	ALTO	NULO
Alternativa Oeste 2	380,29	ALTO	NULO
TRAMO PANCORBO – VITORIA			
Alternativa Variante Miranda 1	5.294,44	ALTO	COMPATIBLE
Alternativa Variante Miranda 2	5.294,44	ALTO	COMPATIBLE
Alternativa Variante Miranda 3	5.294,44	ALTO	COMPATIBLE
Alternativa Variante Miranda 4	5.294,44	ALTO	COMPATIBLE
Alternativa Variante Miranda 5	3.765,19	ALTO	COMPATIBLE
Alternativa Variante Miranda 6	3.765,19	ALTO	COMPATIBLE

7.4.4. Definición de medidas adicionales

Las actuaciones preventivas frente a riesgos geológicos y geotécnicos se basarán en el correcto diseño de los taludes y de todos los elementos de los túneles, tal como se contempla en el Estudio Informativo.

En el caso de producirse alguno de los impactos identificados, se podrán adoptar las siguientes medidas adicionales, en función del elemento del medio dañado.

- Retirada de tierras o rocas de los lechos de cauces, de las zonas valiosas, de las vías de comunicación, etc.
- Medidas de contención de taludes: mallas, gunitado, etc.
- Aplicación del Plan de Protección Civil de Euskadi
- Aplicación del Plan Territorial de Protección Civil de Castilla y León

7.5. RIESGOS DE METEOROLÓGICOS

Dentro de los riesgos meteorológicos se contemplan las amenazas que sobre el proyecto pueden tener los siguientes fenómenos:

- Lluvias torrenciales
- Oleaje

Las zonas de riesgo meteorológico son aquellas en las que existen datos obtenidos de organismos oficiales (AEMET), y registros locales en los últimos años, relacionados con sucesos como la “gota fría”, “ciclogénesis explosivas” y otros fenómenos meteorológicos con carácter catastrófico.

7.5.1. Lluvias torrenciales

El ámbito de estudio no se corresponde con ninguna de las zonas de la Península en las que se producen de manera frecuente lluvias torrenciales. De hecho, según la Agencia Vasca de Meteorología (euscalmet), en Euskadi, los fenómenos de lluvias torrenciales son frecuentes sólo en la vertiente cantábrica. Pueden producirse, por tanto, episodios de lluvias torrenciales, de forma puntual, y poco probable.

En cualquier caso, la amenaza generada por lluvias torrenciales se asocia a las zonas inundables identificadas en apartados anteriores, por lo que, la vulnerabilidad y los potenciales impactos serán equivalentes a los ya evaluados.

7.5.2. Oleaje

Estos eventos están ligados a zonas costeras, por lo que no son objeto de análisis en este proyecto, que se desarrolla fuera del dominio marítimo terrestre.

8. INCORPORACIÓN DE LA VALORACIÓN DE RIESGOS AL ANÁLISIS MULTICRITERIO DE ALTERNATIVAS

Del análisis realizado en el presente documento se deriva lo siguiente.

RIESGOS DERIVADOS DE ACCIDENTES GRAVES

- Los impactos derivados de los **accidentes graves en la fase de obras** son asumibles, y se valoran como **COMPATIBLES** para todas las alternativas de trazado
- En cuanto a la **fase de explotación**, cabe destacar que la LAV Burgos – Vitoria no presenta tráficos de mercancías, por lo que **no habrá accidentes con sustancias peligrosas** durante la explotación de la infraestructura
- En lo relativo a accidentes causados en fase de explotación por **instalaciones SEVESO**, cabe indicar que ninguna de las alternativas del tramo T01 atraviesa Zonas de Incidencia de estas instalaciones, mientras que todas las del tramo T02 cruzan dichas zonas a lo largo de longitudes similares

RIESGOS DERIVADOS DE CATÁSTROFES

- Los **efectos ambientales derivados de la vulnerabilidad del proyecto frente a fenómenos sísmicos, inundaciones y catástrofes meteorológicas**, no se consideran significativos, por lo que no se ha llevado a cabo su valoración
- En el caso de los impactos sobre el medio ambiente y el medio social derivados de la ocurrencia de **incendios forestales**, éstos se han valorado como **COMPATIBLES** para todas las alternativas de trazado
- Los **efectos ambientales generados por la vulnerabilidad del proyecto frente a riesgos geológico-geotécnicos** se estiman asumibles, habiéndose valorado como **COMPATIBLES** para todas las alternativas, a excepción de las **Alternativas Oeste 1 y Oeste 2**, cuyo impacto se considera **NULO**

CONCLUSIONES PARA EL ANÁLISIS MULTICRITERIO

- En caso de materializarse alguno de los riesgos identificados, los daños que provoquen sobre la infraestructura no dan lugar, en ningún caso, a impactos significativos sobre el medio ambiente
- Las alternativas planteadas presentan impactos similares derivados de los riesgos identificados, por lo que son equivalentes desde este punto de vista, con la única excepción de los **efectos ambientales generados por la vulnerabilidad del proyecto frente a riesgos geológico-geotécnicos, tal como se refleja en la tabla resumen siguiente**

IMPACTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y EL MEDIO SOCIAL DERIVADOS DE LA VULNERABILIDAD DEL PROYECTO FRENTE A RIESGOS DE ACCIDENTES GRAVES Y CATÁSTROFES							
ALTERNATIVA	RIESGO ACCIDENTES FASE DE OBRA	RIESGO ACCIDENTES FASE DE EXPLOTACIÓN	RIESGO SÍSMICO	RIESGO DE INUNDACIÓN	RIESGO DE INCENDIO	RIESGO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO	RIESGO METEOROLÓGICO
TRAMO BURGOS – PANCORBO							
Alternativa Centro 1	COMPATIBLE	NULO	NULO	NULO	COMPATIBLE	COMPATIBLE	NULO
Alternativa Centro 2	COMPATIBLE	NULO	NULO	NULO	COMPATIBLE	COMPATIBLE	NULO
Alternativa Oeste 1	COMPATIBLE	NULO	NULO	NULO	COMPATIBLE	NULO	NULO
Alternativa Oeste 2	COMPATIBLE	NULO	NULO	NULO	COMPATIBLE	NULO	NULO
TRAMO PANCORBO – VITORIA							
Alternativa Variante Miranda 1	COMPATIBLE	NULO	NULO	NULO	COMPATIBLE	COMPATIBLE	NULO
Alternativa Variante Miranda 2	COMPATIBLE	NULO	NULO	NULO	COMPATIBLE	COMPATIBLE	NULO
Alternativa Variante Miranda 3	COMPATIBLE	NULO	NULO	NULO	COMPATIBLE	COMPATIBLE	NULO
Alternativa Variante Miranda 4	COMPATIBLE	NULO	NULO	NULO	COMPATIBLE	COMPATIBLE	NULO
Alternativa Variante Miranda 5	COMPATIBLE	NULO	NULO	NULO	COMPATIBLE	COMPATIBLE	NULO
Alternativa Variante Miranda 6	COMPATIBLE	NULO	NULO	NULO	COMPATIBLE	COMPATIBLE	NULO
REPERCUSIÓN EN EL ANÁLISIS MULTICRITERIO	NO	NO	NO	NO	NO	Sí, en el T01 las Alternativas Oeste 1 y Oeste 2 son mejores	NO

Por todo lo expuesto, se puede concluir que los efectos derivados de la vulnerabilidad del proyecto ante riesgos de accidentes graves o de desastres naturales, no constituyen un elemento diferenciador en el análisis comparativo de las alternativas del Tramo T02, mientras que apoyan el resultado del análisis multicriterio del Tramo T01, dando preferencia a las Alternativas Oeste 1 y Oeste 2 frente a las Centro 1 y Centro 2.