

EVALUACIÓN DE LOS POSIBLES EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objeto y aplicabilidad	iError! Marcador no definido.
1.2 Ámbito del proyecto e identificación de zonas de ocupación del DPMT	iError! Marcador no definido.
2. METODOLOGÍA - VALORACIÓN DEL IMPACTO DEL CLIMA EN EL PROYECTO ...	2
3. VALORACIÓN DEL IMPACTO DEL CLIMA EN EL PROYECTO: ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMATICO	4
3.1 Análisis histórico de variables climatológicas	4
3.1.1 Temperatura	4
3.1.2 Precipitaciones	7
3.1.3 Eventos extremos	11
3.2 Proyecciones de cambio climático	14
3.2.1 Escenarios radiativos de proyección climática	14
3.2.2 Cambios en el patrón de las temperaturas	15
3.2.3 Cambios en el patrón de las precipitaciones	16
3.2.4 Previsión de eventos extremos	17
3.3 Análisis de impactos climáticos	22
3.3.1 Selección de los receptores	23
3.3.2 Matriz causa-efecto	23
3.4 Medidas de adaptación	27
4. RESULTADOS AGREGADOS	30
4.1 Valoración del impacto del clima en el proyecto: análisis de vulnerabilidad al cambio climático	30
4.1.1 Análisis histórico de variables climatológicas	30
4.1.2 Proyecciones de cambio climático	30
4.1.3 Amenazas priorizadas e impactos asociados	31
4.1.4 Medidas de adaptación	31
5. BIBLIOGRAFÍA	32

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento se encuadra en el procedimiento de ocupación del DPMT a consecuencia de la ejecución del proyecto "**Proyecto para la instalación de terminales de carga para autobús eléctrico en cocheras de Leioa**", consistente realizar los trabajos necesarios para acondicionar la parcela y dejarla preparada con 3 cargadores dobles para 6 plazas de aparcamiento. Todo esto se realizará en el aparcamiento de las cocheras del tranvía de ETBS de Leioa, ubicado en la calle Felipe del Rio, 2, 48940 Leioa, Bizkaia.

El área objeto de estudio se encuentra en la Comunidad Autónoma del País Vasco (en adelante CAPV), situada en el término municipales de Leioa, perteneciente al Territorio Histórico de Bizkaia. La zona de ejecución de las obras se encuentra localizada en una franja de terreno situada entre la estación de metro de Leioa y las cocheras de tranvía.

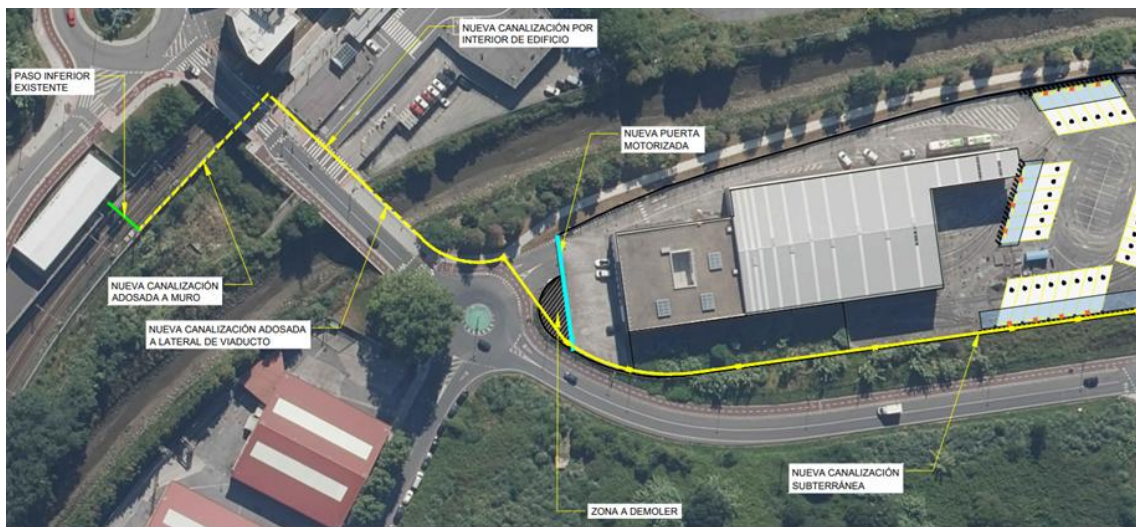


Figura 1. Ámbito del proyecto

Tal y como puede verse en la siguiente figura, el trazado del proyecto penetra en algunos tramos dentro del propio DPMT (línea azul) y la servidumbre de protección (Línea rosa) de la siguiente figura.

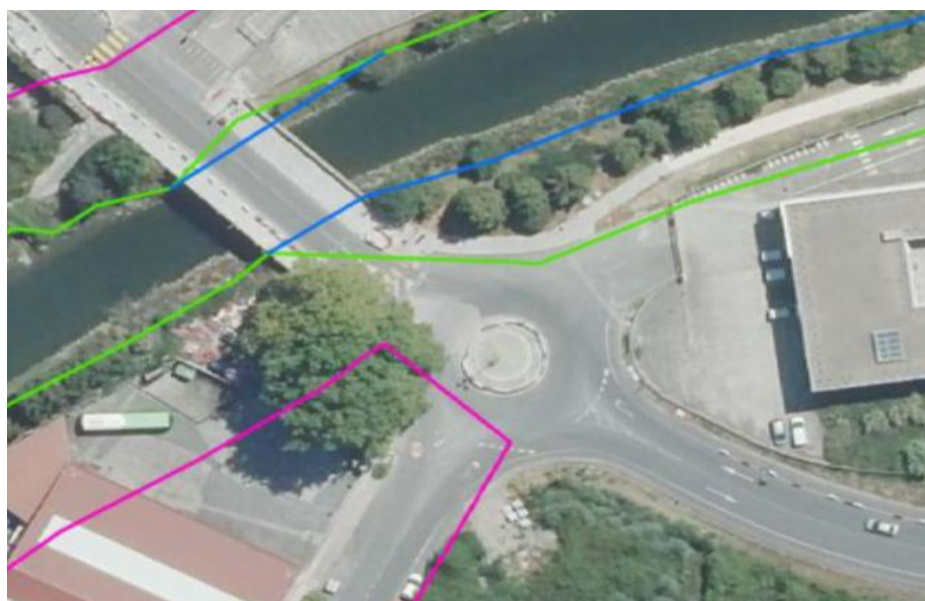


Figura 2. Deslinde del DPMT en el ámbito de estudio.

En cumplimiento del artículo 152 del Reglamento General de Costas, desde la Dirección de Puertos, Asuntos marítimos y Litoral se pide que aporte una evaluación de los posibles efectos del cambio climático sobre la actividad.

2. METODOLOGÍA - VALORACIÓN DEL IMPACTO DEL CLIMA EN EL PROYECTO

La valoración del impacto del clima en el proyecto se ha llevado a cabo realizando un **análisis histórico de las variables climáticas** más significativas y que mayores consecuencias pueden acarrear al proyecto y su operabilidad. Se analiza la evolución histórica de variables como la temperatura (medias, máximas, y medias y máximas estacionarias), precipitaciones, viento, eventos extremos y las proyecciones de cambio climático de las mismas.

El análisis de variables climáticas y proyecciones de cambio climático realizado da como resultado una **priorización de amenazas** que ponen en riesgo el normal funcionamiento del poliducto. Así, se priorizarán variables climáticas con alta frecuencia histórica cuyas proyecciones de cambio climático mantengan o intensifiquen su intensidad.

	Frecuencia de los eventos históricos	Proyecciones de cambio climático	Priorización
Sequía	●●●	●●●	●●●
Inundación fluvial	●●	●	●
Inundación pluvial	●	●	●
Olas de Calor	●●●	●●●	●●●
Heladas	●	●	●
Vendavales	●●		

Tabla 1. Priorización ilustrativa de amenazas asociadas al cambio climático.

A continuación, previo paso al análisis de los posibles impactos que puedan surgir como consecuencia de las amenazas priorizadas, se definirán los elementos que constituirán los principales **receptores** de sus efectos.

Una vez definidas las amenazas y cuáles serán sus potenciales receptores, se construirá una matriz causa- efecto en la que se especifiquen los **impactos climáticos** que ejercen cada una de las amenazas priorizadas en cada uno de los receptores identificados en el apartado anterior. Dicho análisis de impactos se desarrollará para las fases de construcción, explotación y desmantelamiento del proyecto del poliducto.

En último lugar, se tratará de atenuar aquellos impactos asociados al cambio climático que se prevé afecten al proyecto a través de la propuesta de diversas **medidas de adaptación** a corto plazo.

Éstas son actuaciones concretas que permiten reducir los impactos asociados al cambio climático actuando sobre los factores que determinan la exposición y la vulnerabilidad y explotando las oportunidades beneficiosas.

3. VALORACIÓN DEL IMPACTO DEL CLIMA EN EL PROYECTO: ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO

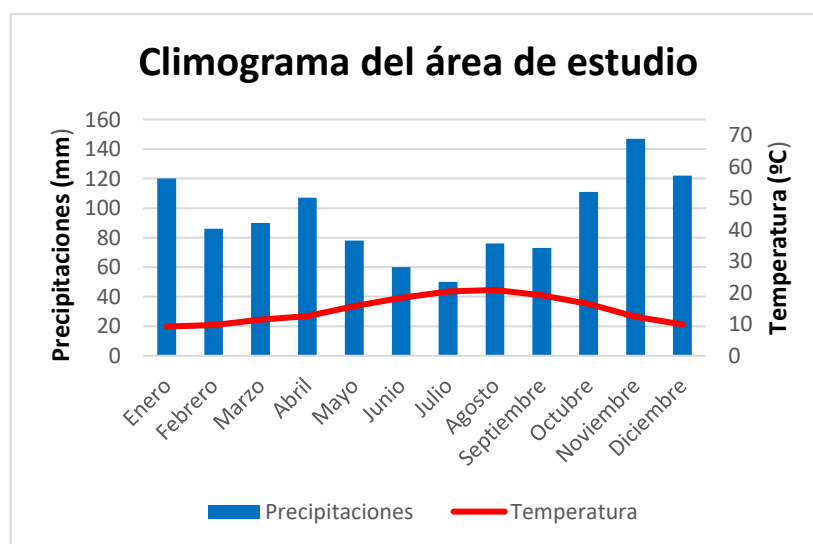
3.1 Análisis histórico de variables climatológicas

El presente apartado aborda el análisis histórico de las variables climáticas más significativas y que mayores consecuencias pueden acarrear al proyecto y su operabilidad. Se analiza la evolución histórica de variables como la temperatura (medias, máximas, y medias y máximas estacionales), precipitaciones, viento, eventos extremos y los escenarios de cambio climático de las mismas.

3.1.1 Temperatura

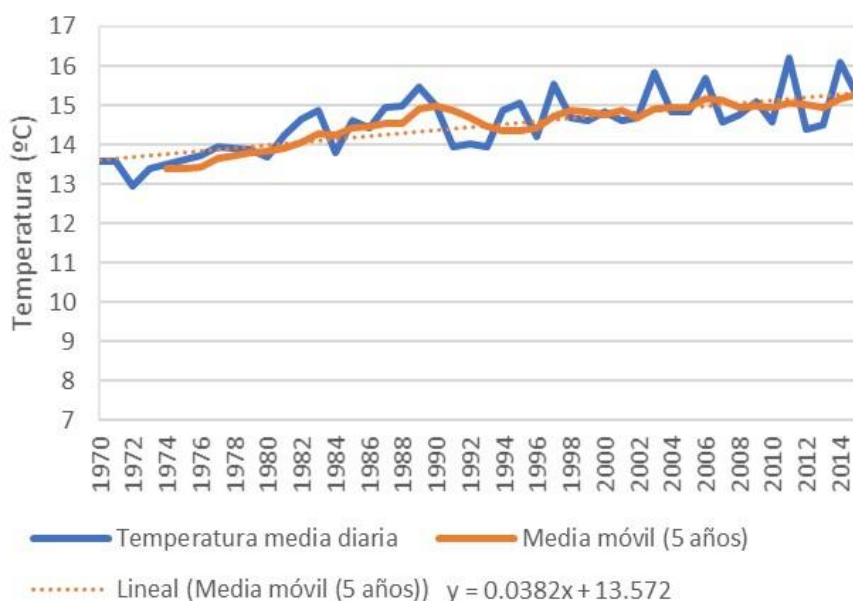
Se ha analizado la **temperatura histórica** de la zona de proyecto, (Leioa), considerando la estación climatológica del aeropuerto de Bilbao, ya que posee el registro más prolongado en comparación con otras estaciones meteorológicas más próximas a la zona, estando ésta ubicada a 19 km de distancia.

En general, el municipio de Leioa presenta un clima suave a lo largo del año debido a la influencia que ejerce el mar Cantábrico sobre las masas de aire. La temperatura media varía entre los 9,6 °C de invierno y los 20,4°C de julio, es decir una variación térmica entre el verano y el invierno de aproximadamente 11°C. Las temperaturas máximas oscilan entre los 26°C de agosto y los 13-14°C de invierno; mientras que las temperaturas mínimas rondan los 15 °C en verano y 5-6 °C en invierno.



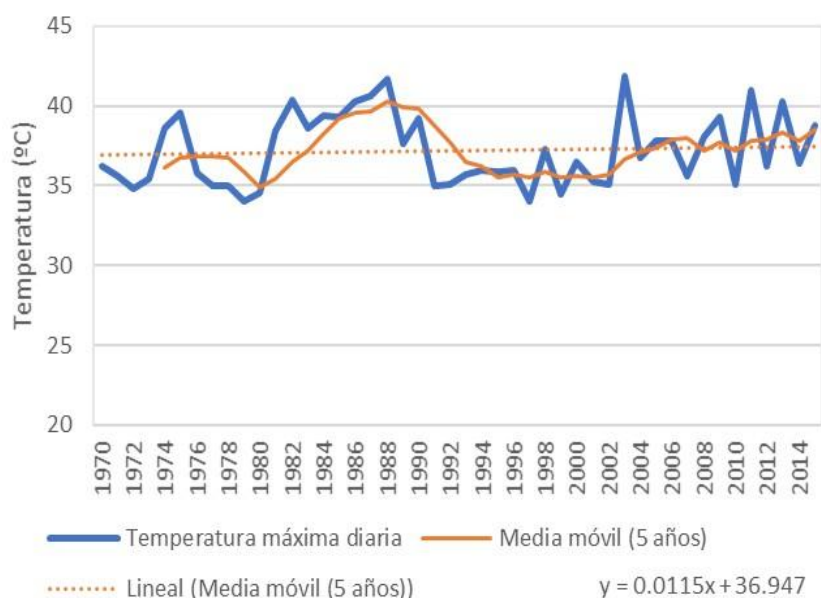
Gráfica 1. Climodiagrama del área de estudio en la estación meteorológica del aeropuerto de Bilbao. Fuente: AEMET.

En la siguiente gráfica se muestra la evolución histórica de las temperaturas medias diarias para el periodo de estudio comprendido entre 1970 y 2015 a partir de los datos de la estación meteorológica del aeropuerto de Bilbao. Como se puede observar, la media móvil de la temperatura pasa de algo más de 13,4 °C en la década de los años 70, a casi 15,2 °C en 2015; es decir, aumenta alrededor de 1,8 °C en los últimos 45 años.



Gráfica 2. Temperatura media diaria junto con la media móvil asociada. Fuente: AEMET.

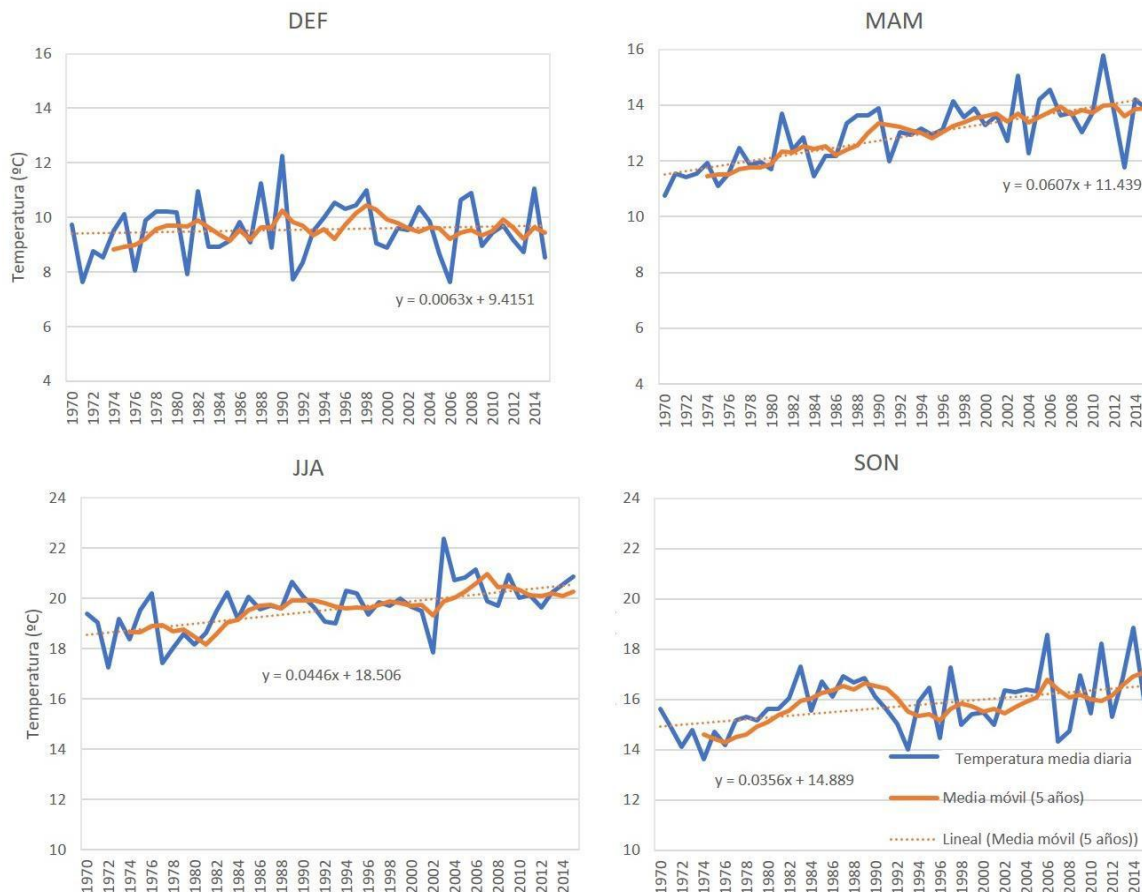
En cuanto a las temperaturas máximas diarias, el municipio registra valores superiores a los 34 °C en los últimos 45 años. Asimismo, desde los años 70 hasta mediados de los años 90 las temperaturas máximas diarias presentan un comportamiento cíclico, mientras que en las últimas décadas experimentan una mayor variabilidad.



Gráfica 3. Temperatura máxima anual junto con la media móvil asociada. Fuente: AEMET.

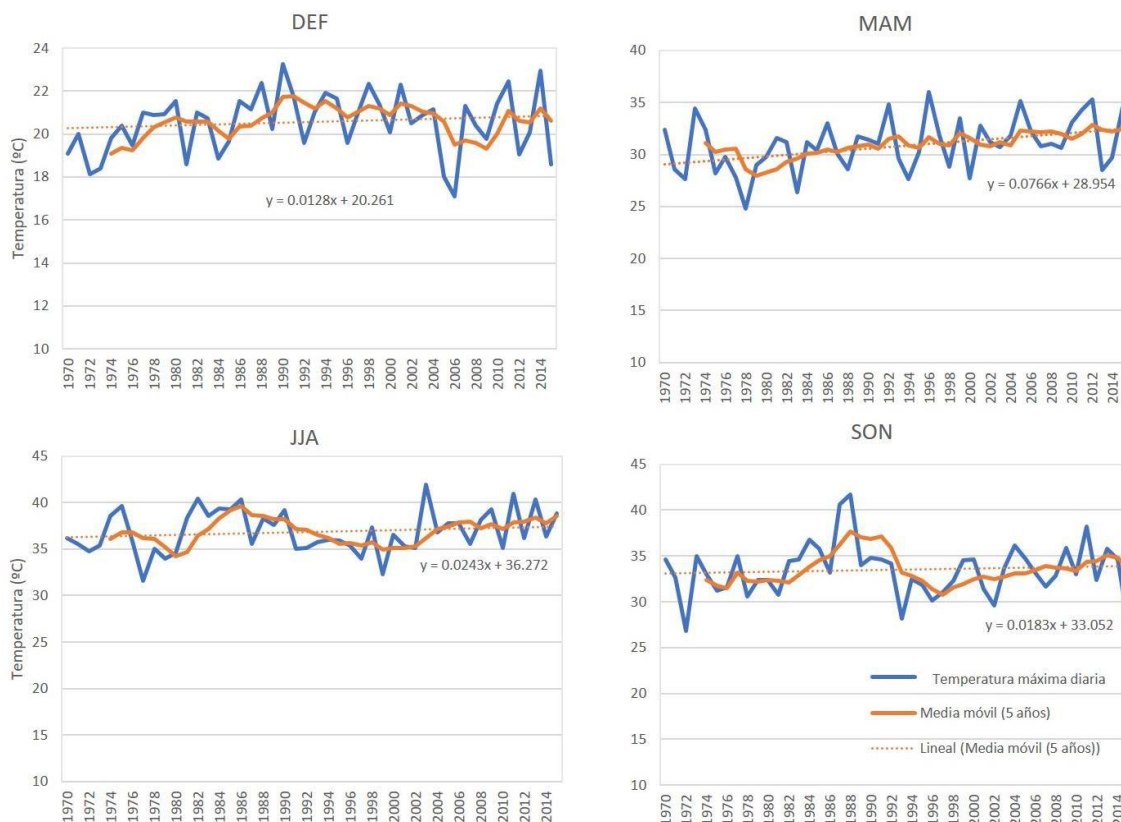
Analizando las temperaturas medias diarias para cada estación del año, se observa que durante el invierno (DEF: siglas de diciembre, enero y febrero) con el clima más frío permanece prácticamente constante a lo largo de los años. Por el contrario, el resto de las estaciones (MAM: siglas de marzo, abril y mayo; JJA: siglas de junio, julio y agosto; SON:

siglas de septiembre, octubre y noviembre) muestran un incremento de aproximadamente 2 °C, siendo la estación de primavera (MAM) la que presenta un aumento más marcado.



Gráfica 4. Temperatura media diaria y media móvil de 5 años para distintas estaciones del año. Fuente: AEMET.

En lo que respecta a las temperaturas máximas diarias, se observa una ligera tendencia al aumento que es, una vez más, superior durante la estación de primavera (MAM).



Gráfica 5. Temperatura máxima diaria y media móvil de 5 años para distintas estaciones.

Fuente: AEMET.

La **temperatura media** y **media de máximas mensuales** muestran una tendencia de crecimiento a lo largo de las últimas décadas. Este aumento para cada estación varía, siendo la **estación de primavera** (MAM) la que presenta un incremento más acusado.

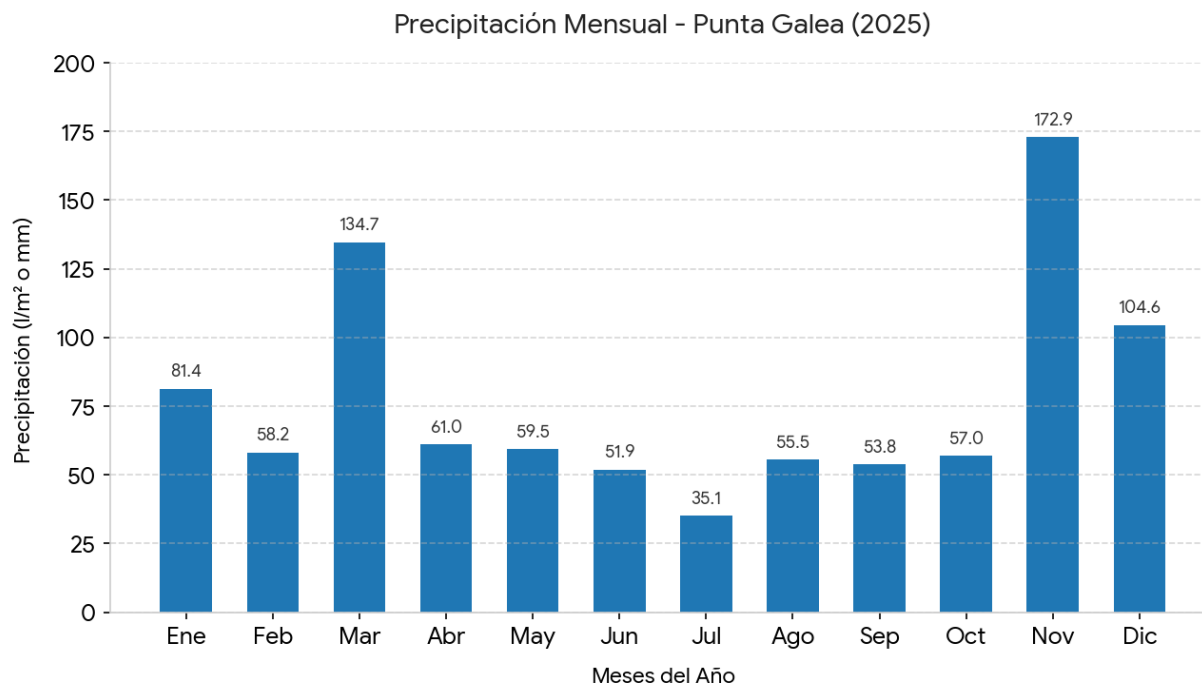
3.1.2 Precipitaciones

La CAPV presenta una pluviosidad importante con una intensidad y duración significativa. La precipitación media anual es de 1.500 mm, una cantidad superior a la del conjunto del Planeta, que se encuentra en torno a los 800 mm al año (Uriarte, 1989). Tal y como informa la Agencia Vasca de Meteorología (Euskalmet), es el factor orográfico, el relieve, el causante de las abundantes lluvias y el principal motivo de que no exista ninguna estación seca, pues incluso en el verano se recoge una precipitación media de 250 mm. Estas lluvias se producen cuando las masas de aire chocan con las montañas vascas y al ascender, su vapor de agua se condensa formando espesas nubes y lluvia.

El tipo de precipitación más común es el sirimiri; sin embargo, en ocasiones se producen lluvias torrenciales, que ocasionan pérdidas económicas, como las inundaciones producidas en agosto de 1983, o sequías, como la ocurrida durante los años 1989 y 1990.

El análisis de las precipitaciones medias se ha llevado a cabo partiendo de los datos de la estación meteorológica de Punta Galea. De acuerdo con estos datos, el municipio de Leioa presenta lluvias repartidas durante todo el año, si bien son los meses más fríos (noviembre, diciembre, enero y febrero) cuando más llueve, con una precipitación media

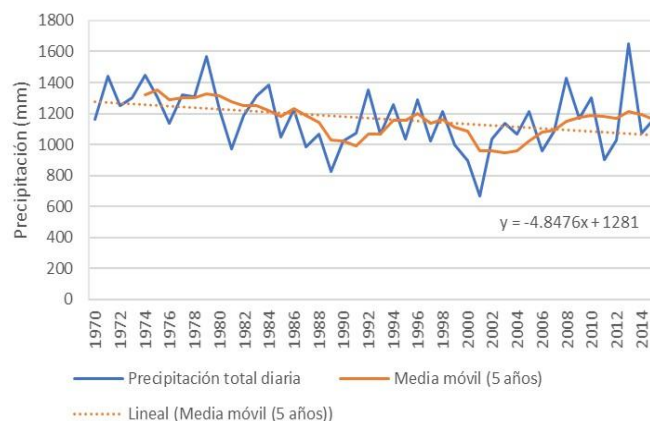
superior a los 70 mm y los meses más cálidos (julio, agosto y septiembre), cuando menos llueve con una precipitación media que no supera los 60 mm.



Gráfica 6. Precipitación total diaria registrada en la estación meteorológica de Punta Galea. Fuente: AEMET.

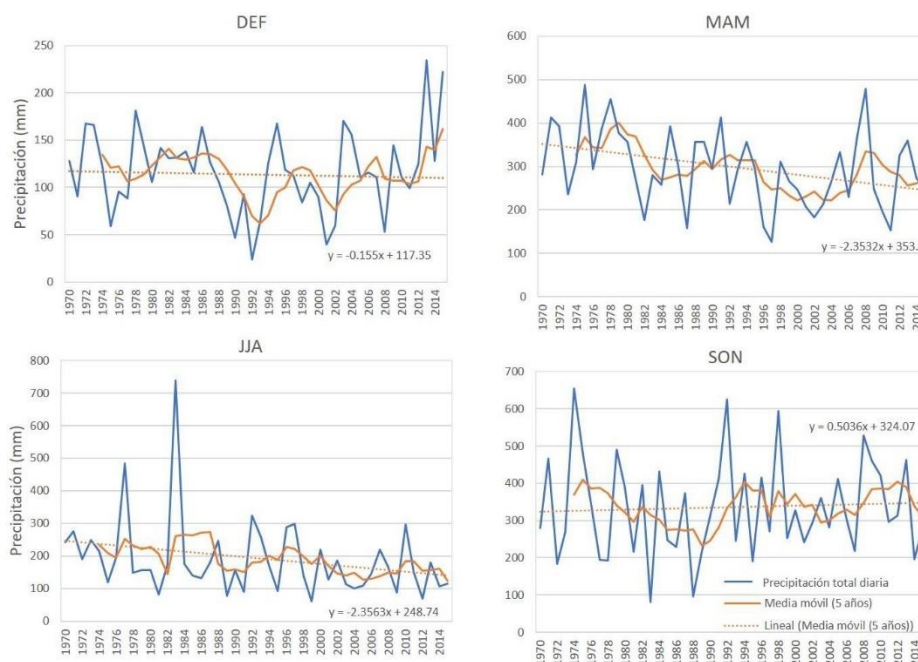
El análisis histórico de dichas precipitaciones se muestra en la siguiente gráfica. Cabe recordar que la estación meteorológica que se ha seleccionado en este caso es la del aeropuerto de Bilbao y que los datos utilizados corresponden a un rango de años aún más amplio, con lo cual es más fácil observar una tendencia. Los datos representados corresponden a la precipitación total acumulada.

En general, la **precipitación total acumulada**, así como la media móvil muestran una tendencia negativa hasta 2001 con un ligero incremento en los últimos años. Por el contrario, el ajuste lineal apunta una disminución en las precipitaciones desde los 1300 mm hasta los 1100 mm.



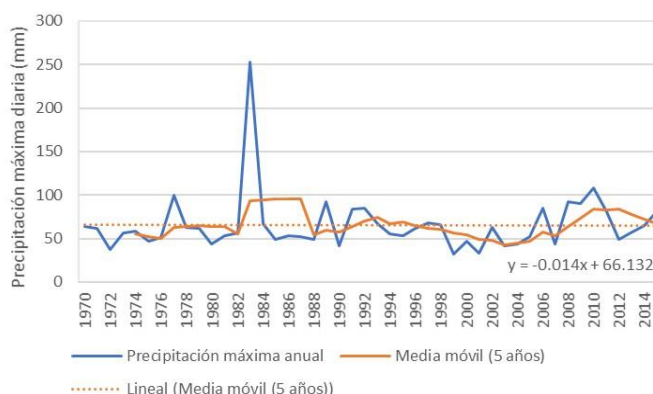
Gráfica 7. Precipitación total entre 1970 y 2014 junto con la media móvil y la tendencia lineal asociada. Fuente: AEMET.

La **precipitación total** presenta una variabilidad estacional y anual. Los meses más fríos (DEF y SON) poseen grandes cambios en la pluviometría y una tendencia relativamente estable; mientras que las precipitaciones diarias de los meses más cálidos (MAM y JJA) disminuyen a lo largo de los años con picos máximos de lluvia, como el del año de 1983.



Gráfica 8. Precipitación total mensual entre 1970 y 2014 junto con la media móvil y la tendencia lineal asociada.

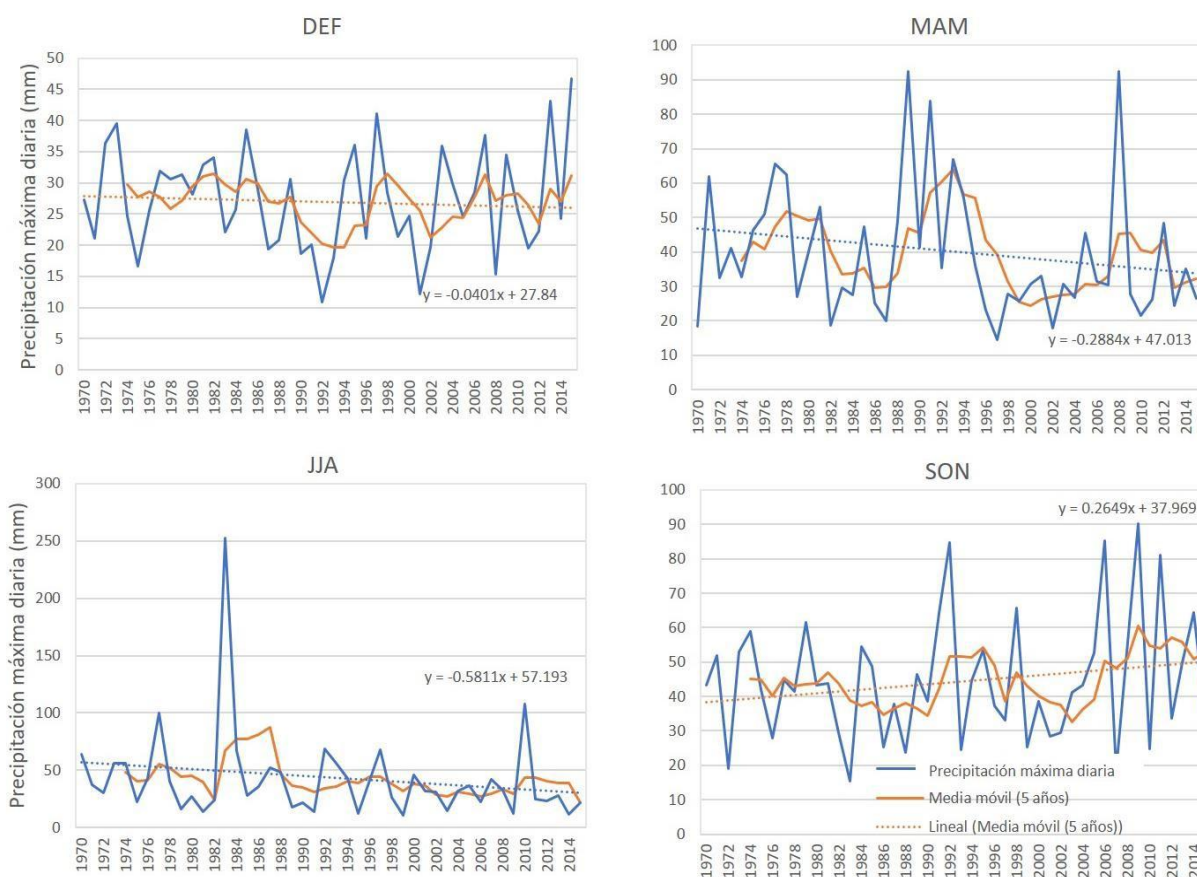
Por otro lado, las **precipitaciones máximas diarias** que se han registrado a lo largo de los últimos años no han superado los 100 mm, a excepción del evento extraordinario ocurrido en 1983, el cual produjo grandes pérdidas económicas e incluso pérdidas humanas en el municipio a consecuencia de las inundaciones.



Gráfica 9. Precipitaciones máximas diarias registradas durante el periodo de 1970 y 2015.

Fuente: AEMET.

Por último, las **precipitaciones máximas diarias** disminuyen durante los periodos más cálidos (estaciones MAM y JJA) y presentan un comportamiento estable durante el invierno (DEF). Por el contrario, los meses de otoño (SON) muestran un incremento en la intensidad de las precipitaciones máximas, siendo la última década el periodo con los valores máximos de lluvia.



Gráfica 10. Precipitaciones máximas diarias registradas durante el periodo comprendido entre 1970 y 2015. Fuente: AEMET.

La **precipitación total anual** disminuye considerablemente desde los 1300 mm hasta los 1100 mm, mientras que las **máximas** diarias permanecen relativamente constantes entre 1970 y 2014. El comportamiento de dichos **parámetros para cada estación** revela que, en general, disminuyen durante las estaciones de DEF, MAM y JJA. Por el contrario, durante el periodo más lluvioso (estación de SON) tanto las máximas diarias como las totales aumentan.

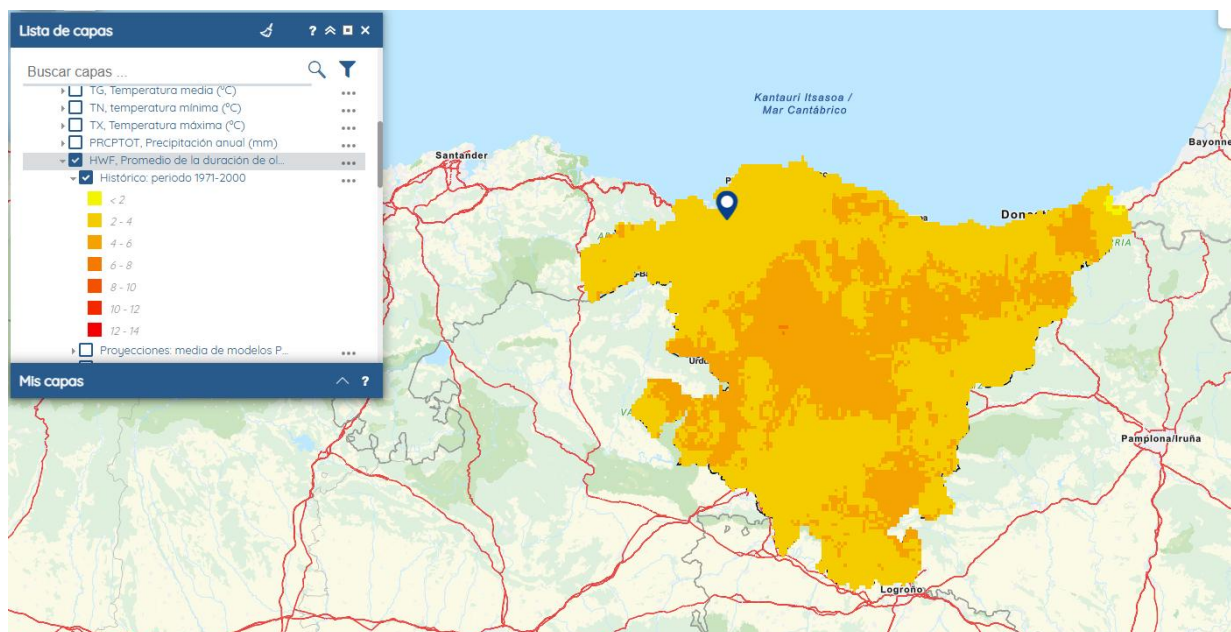
3.1.3 Eventos extremos

Los eventos extremos hacen referencia a los fenómenos, severos o impropios de cada estación. En las últimas décadas, le municipio de Leioa ha experimentado olas de calor debido a las altas temperaturas, sequías, inundaciones fluviales e inundaciones por la subida del nivel del mar. A continuación, se presentan los eventos extremos registrados en los últimos años y su incidencia en el área de estudio.

Olas de calor

Partiendo de los indicadores generados por la CAPV, la duración media de las olas de calor en el área de estudio es de 2,7 días consecutivos con una temperatura máxima media de 23.4 °C durante el periodo entre 1971 y 2000.

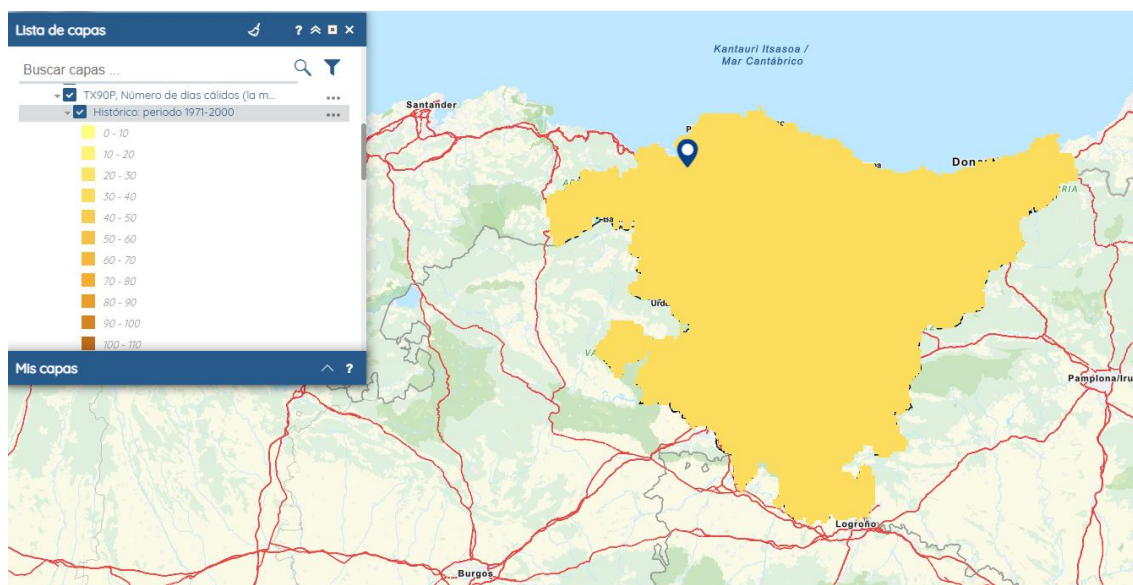
Este fenómeno ocurre de manera ocasional en la CAPV y entre ellas, destacan las olas de calor de mayo de 2001 y agosto de 2003, que tuvieron una duración de 3 y 10 días y temperaturas máximas de 35 y 40 °C respectivamente.



Fuente: <https://www.geo.euskadi.eus/s69-bisorea/es/x72aGoeuskadiWAR/index.jsp>

Figura 14. Mapa histórico de la duración de las olas de calor entre los años 1971 y 2000 (días/ola).

En cuanto al número de días cálidos de la zona de estudio, que hace referencia al número de días en los que la máxima del día supera el percentil 90, se observa un total de 36,34 días para el periodo de 1971 y 2000.



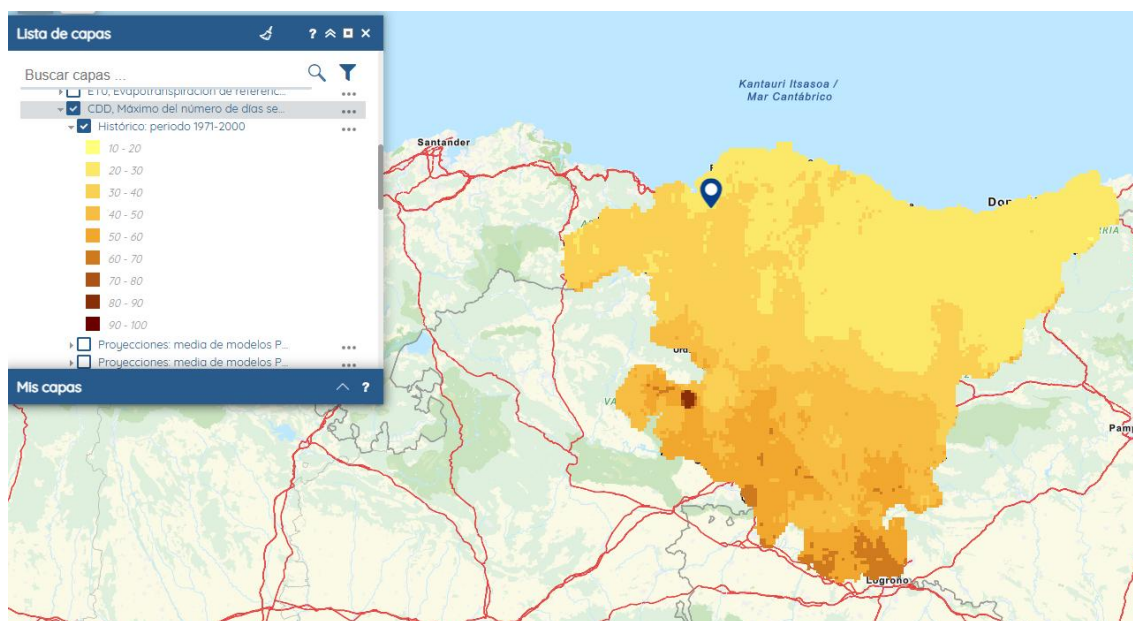
Fuente: <https://www.geo.euskadi.eus/s69-bisorea/es/x72aGoeuskadiWAR/index.jsp>

Figura 15. Mapa de número de días cálidos.

Sequía

Los fenómenos de sequía, que se producen cuando las precipitaciones no alcanzan 1 mm, han impactado en los municipios de estudio en menor medida. La sequía más importante registrada hasta el momento en toda la CAPV, ha sido la ocurrida entre agosto de 1989 y noviembre de 1990, que afectó especialmente al área metropolitana de Bilbao y la ciudad de Vitoria. Durante dicho periodo, las precipitaciones descendieron en un 35% y las temperaturas elevadas junto con el viento sur redujeron de manera significativa el nivel de los embalses (Euskalmet, 2017). Como consecuencia, se realizaron obras de emergencias y se aplicaron importantes restricciones y cortes de agua, que afectaron a más de 1.200.000 habitantes y al sector industrial del territorio vasco (Confederación Hidrográfica del Cantábrico, 2007).

En la siguiente figura se indica el número máximo de días secos consecutivos en los cuales la precipitación acumulada media se encuentra por debajo de 1 mm para el periodo histórico de 1971 y 2000. El resultado de este indicador determina que para la zona en la que se encontrará el proyecto del poliducto el número de días secos consecutivos es de 27,64 días.

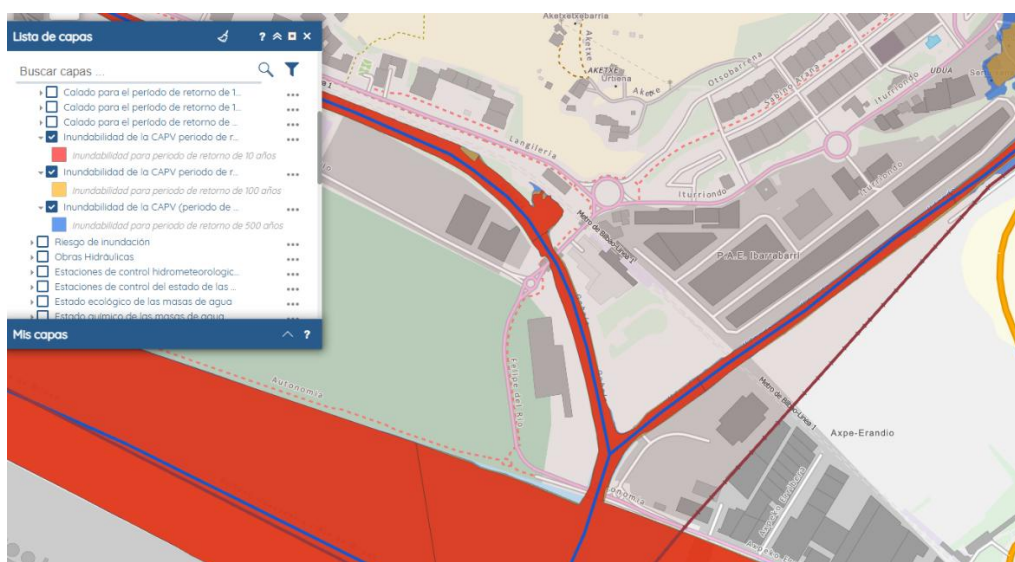


Fuente: <https://www.geo.euskadi.eus/s69-bisorea/es/x72aGoeuskadiWAR/index.jsp>

Figura 16. Máximo de días secos consecutivos ($RR^3 < 1mm$) (días)

Inundaciones fluviales

Por último, de acuerdo con los mapas de inundabilidad elaborados por URA (Agencia Vasca del Agua), el río Galindo, se encuentra afectado por esta amenaza para los distintos periodos de retorno. Por tanto, el proyecto, podría verse puntualmente afectado durante la fase de las obras debido a la acumulación de restos vegetales y piedras en los cauces y márgenes del río.



Fuente: <https://www.geo.euskadi.eus/s69-bisorea/es/x72aGoeuskadiWAR/index.jsp>

Figura 17. Inundabilidad

En las últimas décadas, el municipio de Leioa se han visto afectados por un **aumento de las temperaturas** y un **descenso en las precipitaciones** principalmente durante las

estaciones de DEF, MAM y JJA. Sin embargo, durante el periodo más lluvioso (estación de SON) tanto las precipitaciones máximas diarias como las totales han aumentado.

Asimismo, el área de estudio ha registrado **olas de calor** con una duración media de 2,7 días y **sequías** con un máximo de 27,64 días consecutivos. Sin embargo, los **fenómenos de inundación por subida del nivel del mar y fluvial** no han influido directamente en el área de estudio.

3.2 Proyecciones de cambio climático

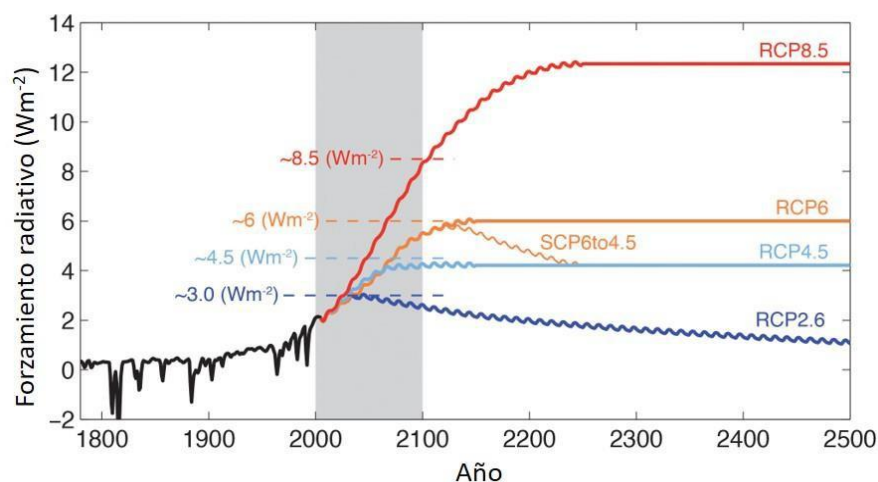
3.2.1 Escenarios radiactivos de proyección climática

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) viene realizando periódicamente proyecciones climáticas a través de modelos de circulación global (GCP – *General Circulation Models*), que están basados en distintos escenarios radiativos.

Estos escenarios caracterizan la evolución futura de los factores antropogénicos que afectan al sistema climático y constituyen un instrumento apropiado para analizar de qué manera influirán las fuerzas determinantes en el futuro y evaluar el margen de incertidumbre de dicho análisis.

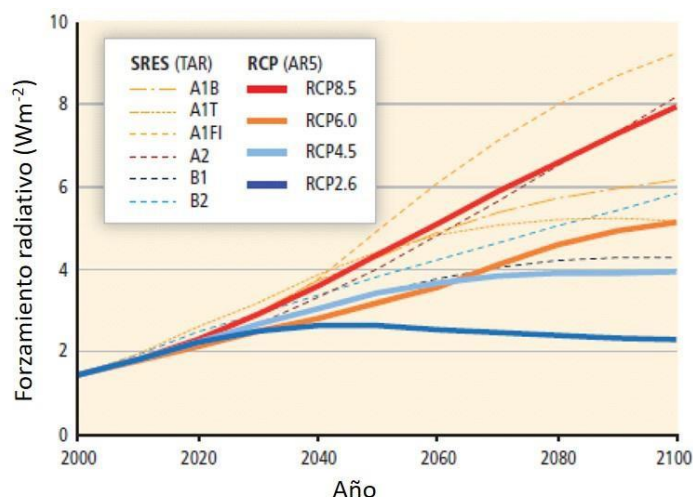
Las nuevas simulaciones climáticas, que ha realizado el IPCC en el marco de la quinta fase del Proyecto de comparación de modelos acoplados (CMIP5) del Programa Mundial de Investigaciones Climáticas, consideran cuatro nuevos escenarios de emisión, denominadas Sendas Representativas de Concentración (RCP, por sus siglas en inglés) (Figura 18):

- **RCP 2.6:** el forzamiento radiativo alcanza el valor máximo de aproximadamente 3 W/m² antes de 2100 y posteriormente disminuye.
- **RCP 4.5:** el forzamiento radiativo se estabiliza aproximadamente en 4.5 W/m² después del año 2100.
- **RCP 6.0:** el forzamiento radiativo se estabiliza aproximadamente en 6 W/m² después del año 2100.
- **RCP 8.5:** el forzamiento radiativo alcanza valores superiores a 8.5 W/m² en 2100 y sigue en aumento durante un periodo de tiempo.



Gráfica 11. Forzamiento radiativo de los distintos escenarios RCP. IPCC, 2013.

Cada escenario RCP tiene asociada una base de datos de alta resolución espacial de emisiones de gases de efecto invernadero, aerosoles y gases químicamente activos, así como del uso del suelo y cubierta terrestre hasta el año 2100. Estos escenarios, a diferencia de los considerados en el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC (2007), denominados SRES por sus siglas en inglés, contemplan los efectos de las políticas orientados a limitar el cambio climático del siglo XXI.



Gráfica 12. Equivalencia de escenarios SRES y RCP desde el punto de vista del forzamiento radiativo. IPCC, 2007.

En el presente estudio, se ha considerado el peor escenario posible, el RCP 8.5, con el fin de aplicar el principio de precaución y establecer medidas de tipo no regret⁴.

Por último, el horizonte temporal seleccionado se encuentra en línea con la vida útil de los nuevos tubos instalados en el poliducto (40 años), es por ello que se considera el periodo comprendido entre 2011-2040.

3.2.2 Cambios en el patrón de las temperaturas

Según las proyecciones regionalizadas del País Vasco, se espera que la media de las temperaturas máximas diarias incremente en la zona de estudio desde los 17°C hasta los 18,1°C para el periodo comprendido entre 2011-2040. Del mismo modo, la media de las temperaturas medias diarias y mínimas diarias aumentarán 1°C por lo que existirán cambios en el patrón de las temperaturas. **Sin embargo, cabe señalar que la media de las temperaturas máximas diarias se encuentra cercana a la temperatura de diseño (20°C), por lo que no se espera un impacto en la vida útil de la tubería.**

Además, es importante destacar, que las tuberías se encontrarán enterradas por lo tanto la afección de la temperatura será menor que si se encontrasen a la intemperie.

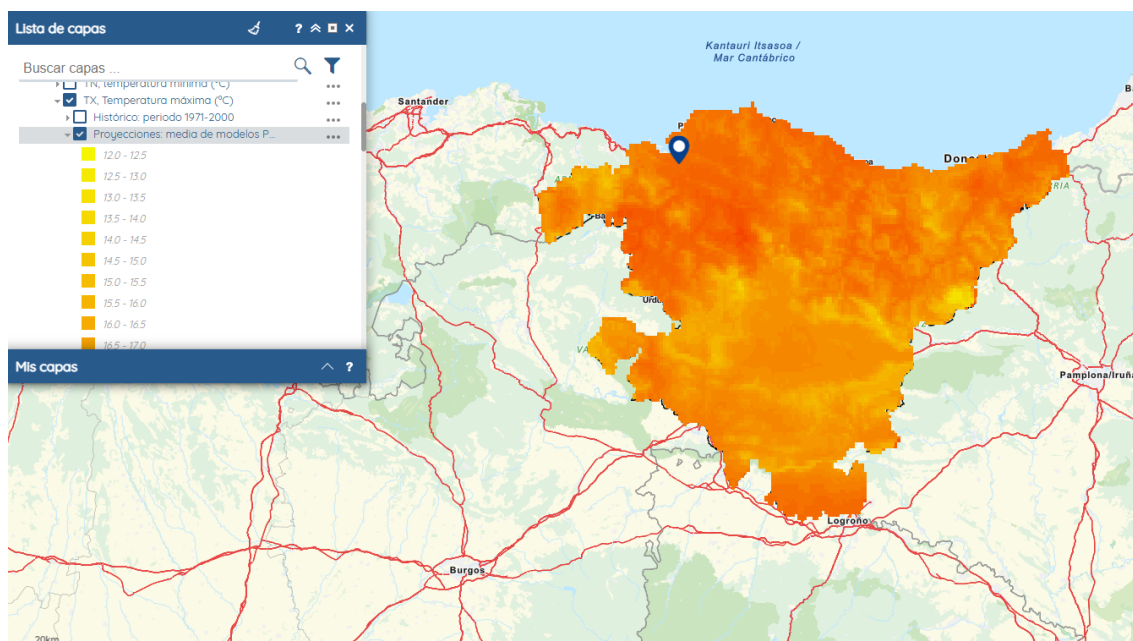


Figura 18. Proyección para el intervalo de 2011 a 2041 de la media temperaturas máximas diarias (°C). Fuente: Geoeuskadi.

Las predicciones realizadas para el País Vasco durante el periodo comprendido entre 2011 y 2040 y escenario climático RCP 8.5 muestran un aumento de un grado tanto en las **temperaturas máximas y mínimas**, como en las **medias**. Sin embargo, **la media de las temperaturas máximas diarias se encuentra cercana a la temperatura de diseño (20°C)** por lo que no se espera un impacto en la vida útil de la tubería.

Además, es importante destacar, que las tuberías se encontrarán enterradas por lo tanto la afección de la temperatura será menor que si se encontrasen a la intemperie.

3.2.3 Cambios en el patrón de las precipitaciones

En las próximas décadas, las precipitaciones anuales totales disminuirán 18 mm en el área de estudio ya que se reducirán desde los 1213 mm (periodo 1971-2000) hasta los 1194 mm (periodo 2011-2040) bajo el escenario RCP 8.5.

Por el contrario, la precipitación media máxima asociada al periodo de retorno de 50 años aumentará desde los 68,4 mm hasta los 79 mm. Este aumento en la intensidad de lluvia dará lugar a una mayor escorrentía superficial y una menor infiltración (Pernía, 2008).

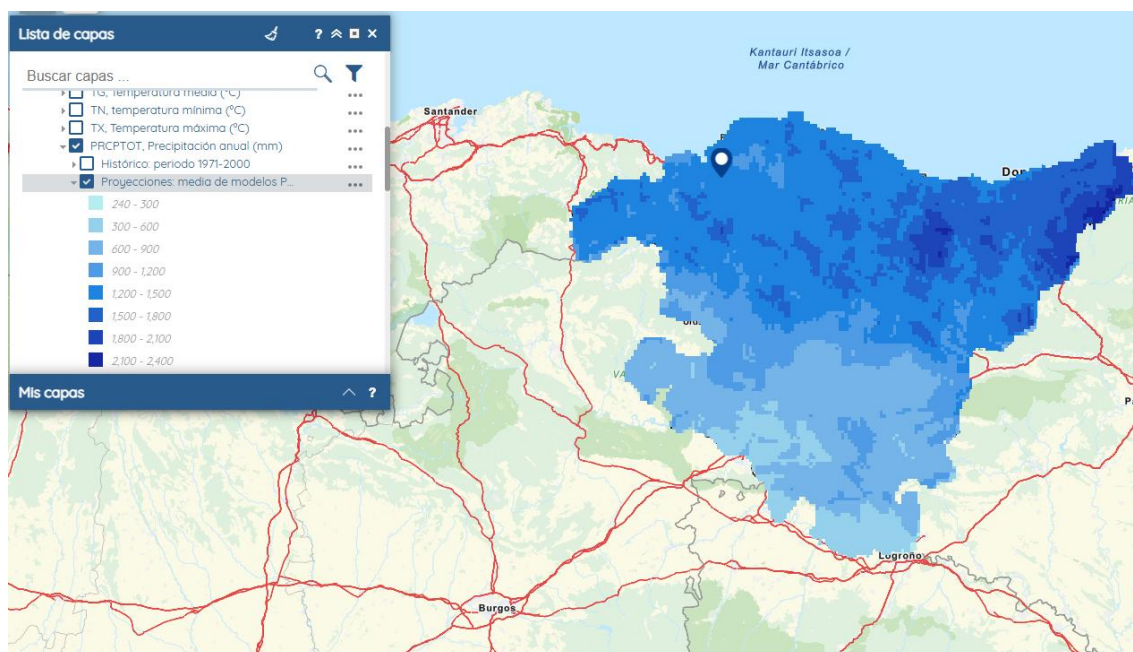


Figura 3. Proyección para el periodo 2011 a 2041 de la precipitación anual (mm). Fuente: Geoeuskadi.

Las **proyecciones de las precipitaciones totales anuales** disminuirán en la zona de estudio para el periodo comprendido entre 2011 y 2040, y el escenario climático RCP 8.5. Sin embargo, las precipitaciones serán más concentradas a lo largo de año y como resultado, se espera una mayor escorrentía superficial y menor infiltración.

3.2.4 Previsión de eventos extremos

Olas de calor

En cuanto a las olas de calor, la siguiente figura representa la proyección de la duración media de las olas de calor para el periodo 2011 a 2041. Si se compara esta información con respecto al periodo histórico (periodo 1971-2000), se aprecia un aumento en el número de días desde los 2,7 días hasta los 5,2 días consecutivos. Del mismo modo, la temperatura máxima media durante estos eventos también aumentará desde los 23,4 °C hasta los 24 °C.

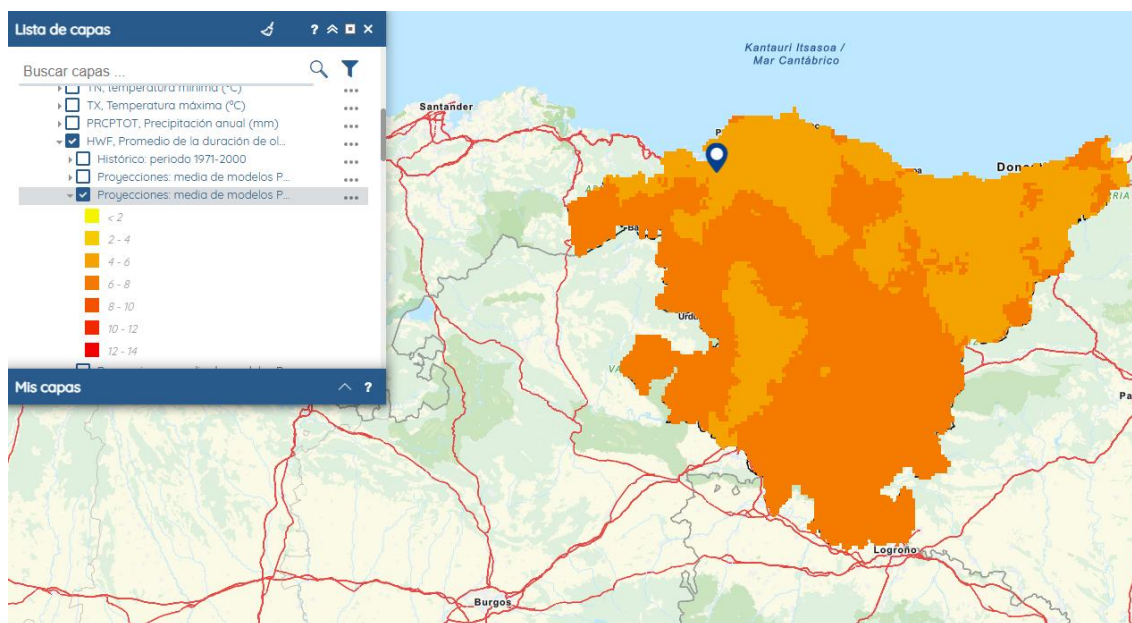


Figura 20. Proyección del promedio de la duración de la ola de calor (días/ola). Periodo (2041-2070). Fuente: Geoeuskadi.

En cuanto al número de días cálidos, se observa también un aumento en la zona de estudio, ya que se registra un total de 56,03 días para el periodo 2011-2040 y de 36,3 días para el periodo histórico 1971-2000.

A pesar del incremento puntual de las temperaturas durante las olas de calor, el aumento del número de olas de calor y días cálidos no se espera afecciones en la vida útil de las tuberías ya que este fenómeno es puntual y la media de las temperaturas máximas diarias se encuentra cercana a la temperatura diseño.

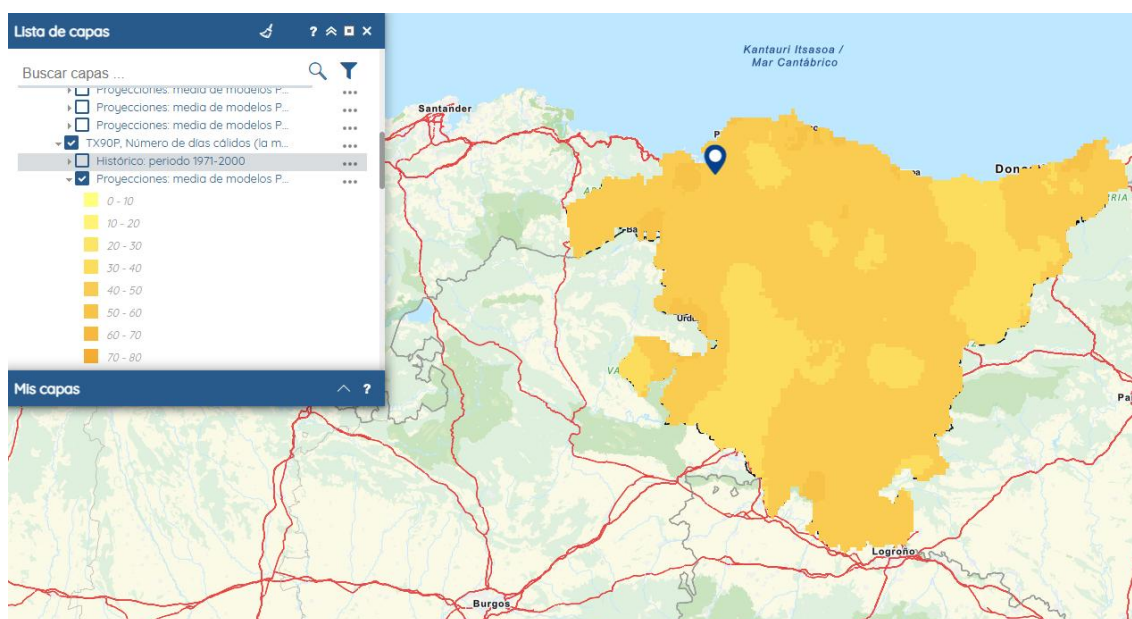


Figura 21. Proyección del número de días cálidos por encima del percentil 90 para el periodo 2011 y 2041. Fuente: Geoeuskadi.

Sequía

Las sequías también aumentarán debido a un descenso en las precipitaciones. En concreto, el número de días secos consecutivos aumentará desde los 28.2 días (escenario histórico) hasta los 29.3 días (escenario de cambio climático). **Sin embargo, las sequías no ejercen un impacto sobre el presente proyecto.**

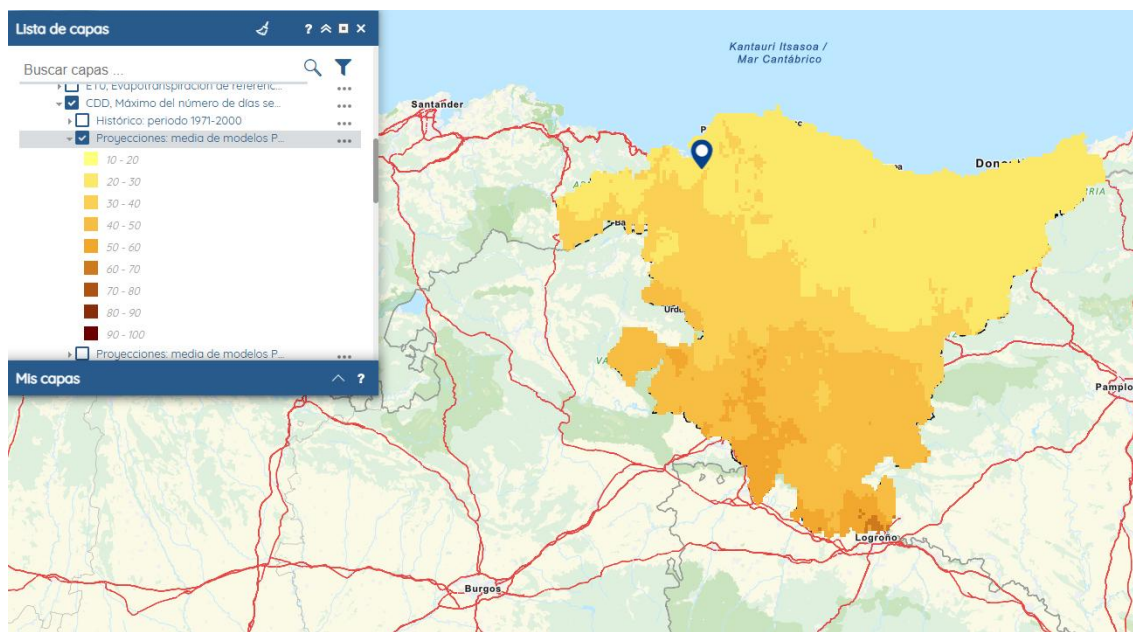


Figura 22. Proyección del máximo número de días secos consecutivos ($RR < 1$ mm) (días/año). Fuente: Geoeuskadi.

Inundación por la subida del nivel del mar

Según el estudio elaborado por Ihobe (2019), que estima un aumento del nivel del mar de 22 cm para 2050 según el escenario RCP 8.5 (Vousdoukas et al., 2017), la exposición del municipio de Leioa presentará un riesgo bajo ante esta amenaza (Figura 15). No obstante, este estudio no analiza los cambios en el nivel freático, por lo que no permite estudiar posibles impactos de flotabilidad y empujes hidrostáticos en la que la tubería discurre en el tablero del puente.

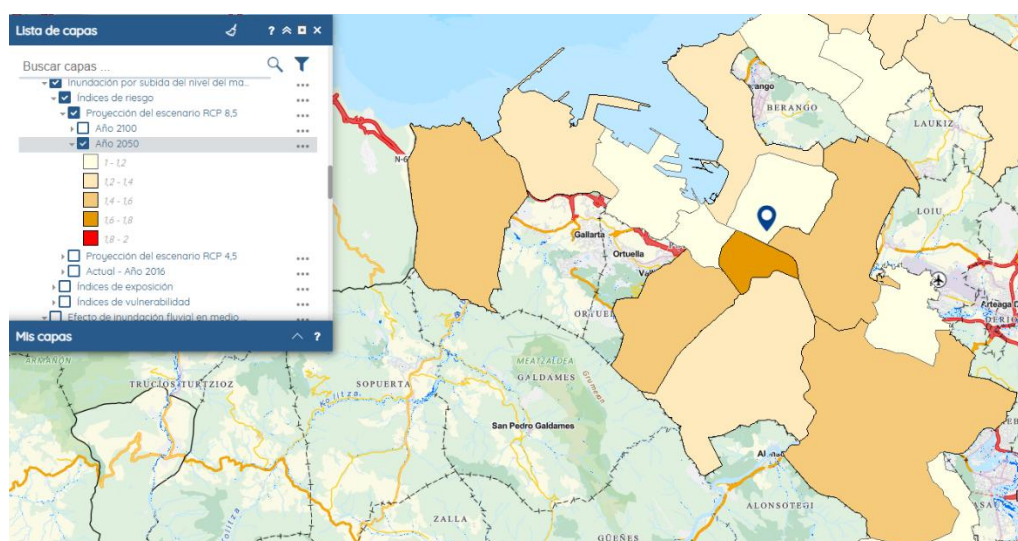


Figura 23. Proyección del escenario RCP 8,5 de la inundabilidad por subida del nivel del mar para el año 2050. Fuente: Geoeuskadi.

Aun así, cabe destacar que el **proyecto Kostegoki**, impulsado por el Gobierno Vasco y recientemente finalizado, que tiene previsto elaborar proyecciones de cambio climático regionalizadas para analizar la vulnerabilidad y el riesgo que presenta la costa vasca al cambio climático.

El objetivo de la Fase I, la cual ha sido consultada, es estimar el impacto del cambio climático y el riesgo sobre los sistemas socioeconómicos y el medio natural. En el caso de los sistemas socioeconómicos, se han estimado las consecuencias esperables por los impactos de inundación y erosión costeras para distintos escenarios propuestos. En lo que respecta al sistema natural, se ha analizado la afección a los hábitats y especies costeras debido a la inundación en los mismos escenarios climáticos propuestos.

Para el modelado de la inundación, el proyecto Kostegoki ha tenido en cuenta información relativa a el oleaje, la marea meteorológica, la marea astronómica y el nivel medio del mar:

- Los datos de oleaje a lo largo de la franja costera (próximos a la isobata 20 m) provienen de la base de datos DOW (Camus et al. 2013). Como ciertas zonas de la costa requieren un mayor grado de precisión, se volvió a propagar el clima marino en regiones portuarias y bahías con el modelo SWAM, utilizando una batimetría de la costa vasca actualizada de 1 m de resolución en planta (Galparsoro et al. 2009).
- Los datos de marea meteorológica se obtuvieron de la base de datos GOS 1.1 (Cid 2014).
- La marea astronómica fue reconstruida con las constantes armónicas de los mareógrafos de Bilbao y Pasaia.
- Las cotas de inundación asociadas a los periodos de retorno de 100 y 500 años se obtuvieron tras el ajuste del régimen extremal utilizando el método GEV (Generalized Extreme Value) mediante máximos anuales.
- La cartografía de inundación se realizó mediante un Sistema de Información Geográfico, un conjunto de programas auxiliares y con los datos de entrada generados (Modelo Digital de Elevaciones- MDE, escenarios de referencia y escenarios futuros). Se utilizó el MDE generado a partir del LIDAR topográfico de 2016 del Gobierno Vasco.

Con todo ello se han generados mapas de inundación de toda la costa vasca en diez escenarios climáticos.

Los horizontes temporales son el actual, 2050 (cambios a medio plazo), y 2100 (consecuencias a largo plazo). Con base en estos horizontes se han definido diez escenarios que combinan eventos extremos de oleaje de 100 y 500 años de periodo de retorno (Tr), con diferentes aumentos del nivel medio del mar. Todos ellos son valores medios de los escenarios RCP4.5 y RCP8.5. del IPCC en la costa vasca modificado localmente con Slangen et al. 2014, a excepción de un ascenso del nivel medio del mar de +100 cm, usado como caso más pesimista:

- Escenario 1. T1 - Clima actual. Escenario de inundación del evento extremo de 100 años de Tr cuyo horizonte temporal es el clima actual.
- Escenario 2. T2 - Clima actual. Escenario de inundación del evento extremo de 500 años de Tr cuyo horizonte temporal es el clima actual.
- Escenario 3. SLR1 + T1 - Horizonte 2050. Combina el evento extremo de Tr=100 años y subida del nivel del mar de +26 cm (SLR 2050 RCP 4.5 y 8.5).
- Escenario 4. SLR1 + T2 - Horizonte 2050. Combina el evento extremo de Tr=500 años y subida del nivel del mar de +26 cm (SLR 2050 RCP 4.5 y 8.5).
- Escenario 5. SLR2 + T1 - Horizonte 2100. Escenario con el evento extremo de Tr=100 años y subida del nivel del mar de +51 cm (SLR 2100 RCP 4.5).
- Escenario 6. SLR3 + T1 - Horizonte 2100. Escenario con Tr=100 años y subida del nivel del mar de +70 cm (SLR 2100 RCP 8.5).
- Escenario 7. SLR2 + T2 - Horizonte 2100. Tr=500 años y subida del nivel del mar de +51 cm (SLR 2100 RCP 4.5).
- Escenario 8. SLR3 + T2 - Horizonte 2100. Tr=500 años y subida del nivel del mar de +70 cm (SLR 2100 RCP 8.5).
- Escenario 9. SLR4 + T1 - Horizonte 2100. Escenario más pesimista donde se combina el evento extremo de Tr=100 años con una subida del nivel del mar de +100 cm en el horizonte temporal.
- Escenario 10. SLR4 + T2 - Horizonte 2100. Escenario más pesimista donde se combina el evento extremo de Tr=500 años con una subida del nivel del mar de +100 cm en el horizonte temporal.

Actualmente pueden consultarse en GeoEuskadi los 10 escenarios de inundación elaborados:

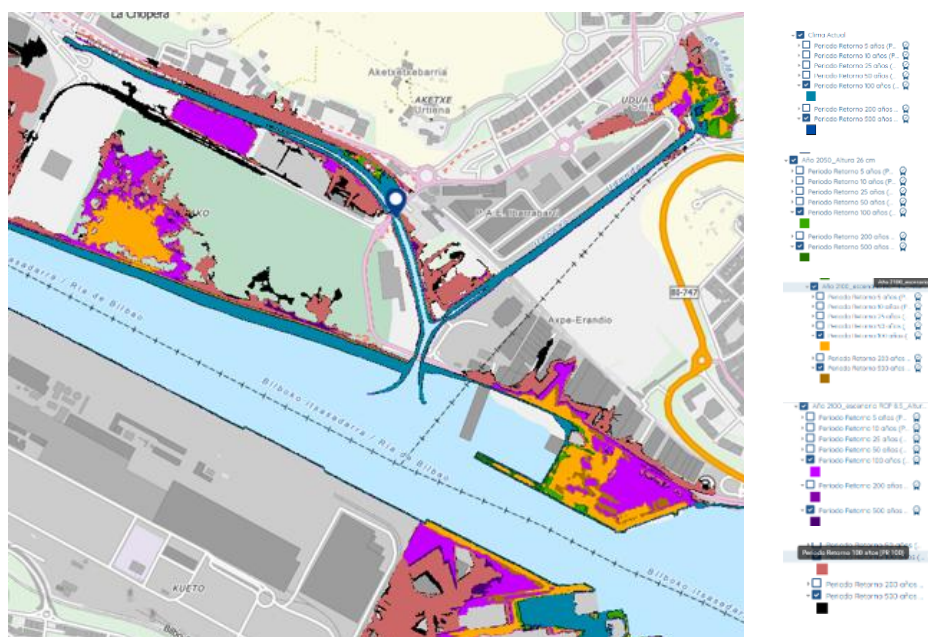


Figura 4. Escenarios de inundación a consecuencia del cambio climático en el ámbito del proyecto. Fuente: Proyecto Kostegoki.

Como puede observarse, el trazado plateado no se vería afectado en ninguno de los escenarios de inundabilidad plateados.

Inundaciones fluviales

Dado que el ámbito del proyecto se encuentra en zonas litorales, los cauces y arroyos cercanos presentan aguas de transición costeras con influencia de las mareas. Consecuentemente, los escenarios detallados en el apartado anterior resultan válidos para representar la inundabilidad fluvial del ámbito del presente proyecto.

Asimismo, en cuanto a la inundabilidad del ámbito obviando las afecciones del cambio climático en el medio marino tal y como se ha expuesto en el apartado anterior, se prevé que las lluvias torrenciales incrementan las condiciones de inundabilidad e incluso se puedan producir un incremento en el socavamiento del terreno, que deje las conducciones al aire.

El aumento generalizado de las temperaturas afectará directamente a la duración de las **olas de calor, a las temperaturas máximas alcanzadas durante las olas de calor y al número de días cálidos**. Sin embargo, no se espera que alteren el tiempo de vida útil de las tuberías ya que son fenómenos puntuales. Además, la media de las temperaturas máximas diarias se encuentra cercana a la temperatura diseño de la tubería y el poliducto se encuentra enterrado por lo tanto la afección de la temperatura es menor.

Las **precipitaciones** se verán reducidas y la duración de los días secos aumentará; no obstante, las lluvias torrenciales aumentarán en la zona de estudio pudiendo incrementar el socavamiento del terreno.

Por último, aunque el **aumento del nivel del mar** ejerza una baja exposición en el municipio de Leioa, se desconoce su impacto en el nivel freático. Por tanto, se recomienda analizar las proyecciones que están actualmente en desarrollo dentro del proyecto Kostegoki, puesto que presentan una mayor resolución.

3.3 Análisis de impactos climáticos

El análisis de variables climáticas y proyecciones de cambio climático realizado en el apartado anterior da como resultado una priorización de amenazas que ponen en riesgo el equipamiento y la operatividad del proyecto.

	<i>Frecuencia de los eventos históricos</i>	<i>Proyecciones de cambio climático</i>	<i>Priorización</i>
Cambio en los patrones de precipitación	●●	●●	●●
Cambio en los patrones de temperatura	●●	●●	●●
Sequía	●●	●●	●●
Inundación fluvial	●●	●●●	●●●
Aumento del nivel del mar	●●	●●●	●●●
Olas de Calor	●●	●●●	●●●

Tabla 2. Priorización de amenazas asociadas al cambio climático.

Como paso previo al análisis de los posibles impactos que puedan surgir como consecuencia de las amenazas priorizadas, conviene reconocer y definir qué elementos serán los principales receptores de sus impactos.

3.3.1 Selección de los receptores

Los receptores hacen referencia a los elementos que conforman un sistema que se encuentran dentro del ámbito de estudio y que pueden sufrir posibles impactos climáticos.

Los impactos asociados a los receptores del presente trabajo se presentan a continuación.

RECEPTORES	DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS
Equipamientos	Hace referencia a las afecciones sobre la instalación de terminales de carga
Operatividad	Hace referencia a las afecciones que puedan darse en los servicios de suministro.
Salud y Bienestar	Hace referencia a los impactos sobre la salud de los trabajadores.

Tabla 3. Descripción de receptores de los impactos asociados al cambio climático.

3.3.2 Matriz causa-efecto

La matriz causa-efecto muestra los impactos climáticos que ejercen cada una de las amenazas priorizadas en cada uno de los receptores identificados en el apartado anterior. Dicho análisis de impactos se desarrolla para las fases de diseño y construcción, explotación y desmantelamiento de las líneas de carga eléctrica.

A continuación, se muestra las matrices con los potenciales impactos climáticos.

Amenaza: INUNDACIÓN FLUVIAL			
Receptor	Fases de proyecto		
	FASE 1: Diseño y construcción	FASE 2: Explotación	FASE 3: Desmantelamiento
Equipamientos	No se identifican impactos asociados en la infraestructura durante la fase de construcción y diseño.	Posible afección en las tuberías debido a <u>subidas de nivel del arroyo</u> <u>Posible impacto económico</u> por daños en la infraestructura.	No se identifican impactos asociados en la infraestructura durante la fase del desmantelamiento.
Operatividad	No se identifican impactos asociados en la operatividad durante la fase de construcción y diseño.	Posible afección en la operatividad de las tuberías por posibles daños en las conducciones expuestas debido a <u>subidas de nivel de los ríos</u> durante lluvias torrenciales. <u>Posible impacto económico</u> por daños en la infraestructura.	No se identifican impactos asociados en la operatividad durante la fase del desmantelamiento.
Salud y bienestar	No se identifican impactos asociados en la salud y bienestar durante la fase de diseño y construcción.	No se identifican impactos asociados en la salud y bienestar durante la fase de explotación	No se identifican impactos asociados en la salud y bienestar durante la fase de desmantelamiento.

Tabla 10. Matriz causa-efecto de la amenaza priorizada de inundación fluvial.

Amenaza: OLA DE CALOR			
Receptor	Fases de proyecto		
	FASE 1: Diseño y construcción	FASE 2: Explotación	FASE 3: Desmantelamiento
Equipamientos	No se identifican impactos asociados en la infraestructura durante la fase de construcción y diseño.	No se identifican impactos asociados en la infraestructura durante la fase de explotación.	No se identifican impactos asociados en la infraestructura durante la fase del desmantelamiento.
Operatividad	No se identifican impactos asociados en la operatividad durante la fase de construcción y diseño.	No se identifican impactos asociados en la operatividad durante la fase de explotación.	No se identifican impactos asociados en la operatividad durante la fase del desmantelamiento.
Salud y bienestar	Posible afección a la <u>salud de los operarios</u> de las labores de construcción por <u>golpes de calor</u>.	Posible afección a la <u>salud de los trabajadores</u> de mantenimiento por <u>golpes de calor</u> .	Posible afección a la <u>salud de los operarios</u> de las labores de desmantelamiento por <u>golpes de calor</u> .

Tabla 11. Matriz causa-efecto de la amenaza priorizada de ola de calor.

Amenaza: AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR			
Receptor	Fases de proyecto		
	FASE 1: Diseño y construcción	FASE 2: Explotación	FASE 3: Desmantelamiento
Equipamientos	No se identifican impactos asociados en la infraestructura durante la fase de construcción y diseño.	<u>No se identifican impactos asociados durante la explotación</u>	No se identifican impactos asociados en la infraestructura durante la fase del desmantelamiento.
Operatividad	No se identifican impactos asociados en la operatividad durante la fase de construcción y diseño.	<u>No se identifican impactos asociados durante la explotación</u>	No se identifican impactos asociados en la operatividad durante la fase del desmantelamiento.
Salud y bienestar	No se identifican impactos asociados en la salud y bienestar durante la fase de diseño y construcción.	No se identifican impactos asociados en la salud y bienestar durante la fase de explotación.	No se identifican impactos asociados en la salud y bienestar durante la fase de diseño y construcción.

Tabla 12. Matriz causa-efecto de la amenaza priorizada de aumento del nivel del mar.

3.4 Medidas de adaptación

Las **medidas de adaptación** son actuaciones concretas que permiten reducir los impactos asociados al cambio climático actuando sobre los factores que determinan la exposición y la vulnerabilidad y explotando las oportunidades beneficiosas.

Se ha consultado la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española aprobada en diciembre de 2016, en cuya segunda parte se definen los objetivos específicos, directrices generales y medidas para la lucha frente al cambio climático en los entornos litorales.

Se presentan 13 medidas generales, las cuales hacen referencia a políticas de acción para incrementar la resiliencia del territorio y los espacios naturales, promover medidas de adaptación de los sistemas socioeconómicos, crear metodologías de evaluación de coste-beneficio, promover marcos regulatorios y normativos para la adaptabilidad de la costa o promover iniciativas a nivel local de gestión integrada de las zonas costeras y de sus recursos.

De manera más concreta, se presentan algunos ejemplos de medidas, pero que en todo caso responden a un nivel estratégico y se encuentran estrechamente relacionadas con futuros planes de acción y adaptación del medio litoral al cambio climático y no tanto relacionados con proyectos concretos y su adaptación a esta circunstancia como es el caso:

- Diagnóstico y análisis de riesgos
- Monitorización sistemática de la costa
- Introducción de sistemas de alerta temprana y protocolos de evacuación
- Regeneración de playas y sistemas dunares
- Creación de playas y dunas artificiales
- Conservación y restauración de humedales y marismas
- Gestión de sedimentos
- Construcción de nuevas estructuras de protección (muros, paseos)
- Construcción de nuevas estructuras o elementos artificiales para mantener la línea de costa (diques exentos, espigones, geotextiles, etc.)
- Adecuación funcional y estructural de las infraestructuras y edificaciones existentes
- Normativa y códigos de adecuación
- Introducción de seguros y primas específicas
- Realineación de estructuras existentes en la línea de costa
- Realineación de estructuras existentes en estuarios y desembocaduras
- Realineación de estructuras existentes en estuarios y desembocaduras
- Cambios en el uso del suelo
- Favorecer la migración hacia el interior de humedales y marismas y creación de nuevas áreas intermareales
- Capacitación y concienciación
- Reducción de barreras y limitaciones
- Integración en la toma de decisiones
- Investigación
- Evaluación de servicios prestados por ecosistemas costeros
- Relocalización
- Gestión de concesiones
- Áreas protegidas
- Gestión integrada de zonas costeras

A nivel de proyecto concreto, y teniendo en cuenta además que las conducciones discurrirán de forma soterrada, a continuación se desarrollan en detalle las medidas propuestas a corto plazo.

La siguiente tabla, que recoge las diferentes medidas de adaptación propuestas para la atenuación de los impactos asociados al cambio climático, incluye una breve descripción de la medida en cuestión, indica en cuál de las tres fases del desarrollo del proyecto es aplicable y señala tanto la amenaza para la que se plantea como el receptor al que afecta la implementación de la medida.

No se proponen medidas concretas ante la amenaza de subida del nivel del mar ya que como ha quedado patente en los apartados anteriores, las zonas por las cuales discurrirá el trazado propuesto se encuentra o bien lo suficientemente alejado del litoral o se encuentra a la suficiente altitud sobre acantilados litorales para que, según los escenarios previstos, no se vea afectado por este factor.

Medidas	Fases de proyecto			Amenaza	Receptor
	FASE 1	FASE 2	FASE 3		
MEDIDA 1: Selección de temperatura de diseño adecuada para las tuberías de polietileno La vida útil de las tuberías de polietileno se ve afectada por la temperatura de diseño de las mismas. Por ello, teniendo en cuenta el aumento futuro de las temperaturas, la temperatura de diseño debiera situarse en torno a los 20°C. No obstante, las tuberías de polietileno serán diseñadas para soportar temperaturas de fluido de hasta 40°C, cumpliéndose por tanto las limitaciones de temperatura por efecto del cambio climático.	X	X		Aumento de las temperaturas 	Equipamientos  Operatividad 
MEDIDA 2: Plan de actuación ante olas de calor Con este plan se pretende tener preparada la información y coordinación para poder prevenir y mitigar los efectos que las olas de calor pudieran generar en el personal de mantenimiento y en los operarios de las labores de construcción y desmantelamiento. Esta medida se desarrollará en el Estudio de Seguridad y Salud del proyecto.	X	X	X	Ola de calor 	 Salud

Tabla 4. Medidas de adaptación al cambio climático para el nuevo proyecto de sustitución de una línea y la ampliación con tres nuevas líneas del poliducto.

4. RESULTADOS AGREGADOS

A continuación, se resumen los principales resultados obtenidos de la valoración del impacto que tiene el clima en el proyecto.

4.1 Valoración del impacto del clima en el proyecto: análisis de vulnerabilidad al cambio climático

4.1.1 Análisis histórico de variables climatológicas

- **Temperatura**

La **temperatura media** y **máximas anual** muestran una tendencia de crecimiento a lo largo de las últimas décadas. Este aumento para cada estación varía, siendo la **estación de primavera** la que presenta un incremento más acusado.

- **Precipitaciones**

La **precipitación total anual** disminuye considerablemente desde los 1300 mm hasta los 1100 mm, mientras que las **máximas** diarias permanecen relativamente constantes entre 1970 y 2014. El comportamiento de dichos **parámetros para cada estación revela** que, en general, disminuyen durante las estaciones de invierno, primavera y agosto, mientras que, en otoño, tanto las máximas diarias como las totales aumentan.

- **Eventos extremos**

En las últimas décadas, el municipio de Leioa, ha registrado **olas de calor** con una duración media de 2,7 días y **sequías** con un máximo de 27,64 días consecutivos. Sin embargo, los **fenómenos de inundación por subida del nivel del mar** y **fluvial** no han influido directamente en el área de estudio.

4.1.2 Proyecciones de cambio climático

- **Cambios en el patrón de las temperaturas**

Las predicciones realizadas para el País Vasco durante el periodo comprendido entre 2011 y 2040 y escenario climático RCP 8.5 muestran un aumento de un grado tanto en las **temperaturas máximas y mínimas**, como en las **medias**. Sin embargo, **la media de las temperaturas máximas diarias se encuentra cercana a la temperatura de diseño (20°C) por lo que no se espera un impacto en la vida útil de la tubería**. Además, las tuberías se encuentran enterradas con lo cual el impacto de la variación de la temperatura es menor.

- **Cambios en el patrón de las precipitaciones**

Las **proyecciones de las precipitaciones totales anuales** muestran una disminución en la zona de estudio para el periodo comprendido entre 2011 y 2040, y el escenario climático RCP 8.5. Sin embargo, las precipitaciones son más concentradas a lo largo de año y como resultado, se espera una mayor escorrentía superficial y menor infiltración.

- **Previsión de eventos extremos**

El aumento generalizado de las temperaturas afectará directamente a la duración de las **olas de calor, a las temperaturas máximas alcanzadas durante las olas de calor y al número de días cálidos**. Sin embargo, no se espera que alteren el tiempo de vida

útil de las tuberías ya que son fenómenos puntuales. Además, la previsión de la media de las temperaturas máximas diarias se encuentra cercana a la temperatura diseño de la tubería y el poliducto se encuentra enterrado con lo cual la afección de la temperatura es menor.

Las **precipitaciones** se verán reducidas y la duración de los días secos aumentará; no obstante, las lluvias torrenciales aumentarán en la zona de estudio pudiendo incrementar el socavamiento del terreno.

Por último, aunque el **aumento del nivel del mar** ejerza una baja exposición en el municipio de Leioa, estando el trazado a salvo de las subidas del nivel del mar pronosticada sen los diferentes escenarios generados en el marco del proyecto Kostegoki del Gobierno Vasco.

4.1.3 Amenazas priorizadas e impactos asociados

Como resultado del estudio histórico y escenarios de cambio climático, se obtiene la priorización de las siguientes amenazas:

- Inundación fluvial
- Aumento del nivel del mar
- Olas de calor

Estas amenazas podrán ejercer impactos sobre los distintos receptores (equipamiento, operatividad y salud) a lo largo de las distintas fases del proyecto. A continuación, se describen los principales impactos para cada una de las amenazas:

- **Inundaciones fluviales**

Afectan principalmente durante la fase de explotación sobre el receptor **equipamientos**. El principal motivo se debe a una posible afección en las tuberías debido a lluvias torrenciales, que dañan las conducciones. Asimismo, pueden afectar a su **operatividad** por los posibles daños producidos en las conducciones expuestas.

- **Olas de calor**

Afectan sobre las tres fases del proyecto (diseño y construcción, explotación y desmantelamiento) sobre el receptor **salud**, debido a una posible afección en la salud de los operarios de las labores de construcción/mantenimiento y desmantelamiento por olas de calor.

- **Aumento del nivel del mar**

Podría tener afección indirecta durante la fase de explotación sobre el receptor **equipamientos** debido a una posible flotabilidad o empuje hidrostático en las zapatas de la estructura del puente sobre el río, por cambios en el nivel freático, pero no directa sobre el cableado.

4.1.4 Medidas de adaptación

MEDIDA 1: Selección de temperatura de diseño adecuada para las tuberías de polietileno

La vida útil de las tuberías de polietileno se ve afectada por la temperatura de diseño de las mismas. Por ello, teniendo en cuenta el aumento futuro de las temperaturas, la temperatura de diseño debiera situarse en torno a los 20°C. No obstante, las tuberías de polietileno serán diseñadas para soportar temperaturas de fluido de hasta 40°C, cumpliéndose por tanto las limitaciones de temperatura por efecto del cambio climático.

MEDIDA 2: Plan de actuación ante olas de calor

Con este plan se pretende tener preparada la información y coordinación para poder prevenir y mitigar los efectos que las olas de calor pudieran generar en el personal de mantenimiento y en los operarios de las labores de construcción y desmantelamiento. Esta medida se desarrollará en el Estudio de Seguridad y Salud del proyecto.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Boletín Oficial del Estado (BOE). (2018). Ley 9/2018 de evaluación ambiental.
- Cantábrico, C. H. (2007). Plan Especial ante situaciones de alerta y eventual sequía.
- Camus P., Mendez F.J., Medina R., Tomas A., Izaguirre C. (2013). High resolution downscaled ocean waves (DOW) reanalysis in coastal areas. Coastal Engineering, Vol. 72, pp 56-68.
- Cid A., Castanedo S., Abascal A. J., Menéndez M., Medina R. (2014). A high resolution hindcast of the meteorological sea level component for Southern Europe: the GOS dataset. Climate Dynamics. doi:10.1007/s00382-013-2041-0.
- Department for Environment, Food & Rural Affairs, UK Government (DEFRA). (2016). Greenhouse gas reporting: conversion factors 2016. Obtenido de <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2016>
- Department for Environment, Food & Rural Affairs, UK Government (DEFRA). (2018). Greenhouse gas reporting: conversion factors 2018. Obtenido de <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2018>
- Flórez de la Colina, M. (2015). Análisis técnico y financiero de las máquinas de elevación. Madrid.
- Galparsoro I., Rodríguez G., Borja Á., Muxika I. (2009). Elaboración de mapas de hábitats y caracterización de fondos marinos de la plataforma continental vasca. Informe inédito elaborado por AZTI-Tecnalia para el Dirección de Biodiversidad; Viceconsejería de Medio Ambiente; Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco, 74 pp.
- Grupos electrógenos. (12 de Marzo de 2016). Cómo elegir un grupo electrógeno según su servicio: Clases, consumo y características. Obtenido de <http://www.ventageneradores.net/blog/elegir-grupo-electrogenero-segun-servicio-clases-caracteristicas/>
- Ihobe. (2019). Evaluación de la vulnerabilidad y riesgo de los municipios vascos ante el cambio climático. IPCC. (2006). Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. IPCC. (2007). Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC. (2013). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth
- Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC. (2014). Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. Obtenido de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf
- IPCC. (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers.
- Maquinariaspesadas.org. (s.f.). ANEXO A. Tablas de rendimientos. Obtenido de <https://docplayer.es/21211648-Anexo-a-tablas-de-rendimientos.html>

- Omicron. Amepro. (s.f.). Estudio de inundabilidad. Estudio ambiental y territorial estratégico del Plan General de Castellón de la Plana. León.
- Pernía, J. y. (2008). Cambio climáticoy agua subterránea. Visión para los próximos decenios. Uriarte, A. (1989). Itsasoa. El mar de Euskal Herria. La naturaleza, el hombre y su historia. Vousdoukas et al. (2017). Extreme sea levels on the rise along Europe's coasts.