



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

Estudio de las medidas de adaptación al cambio climático de los Puertos de Interés General de la Comunidad Valenciana

ANEJO 4

Estrategias de Adaptación al Cambio Climático

Autor: Alejandro Folch Ruiz
Tutora: M. Esther Gómez Martín
Cotutor: Jorge Molines Llodrá

Valencia, septiembre de 2022

ÍNDICE

1. OBJETIVO DEL ANEJO.....	3
2. INTRODUCCIÓN	3
2.1.1. Desarrollo Resiliente al Clima (<i>Climate Resilient Development</i>).....	3
2.1.2. Tipos de medidas.....	4
3. EL ROL DE LA INCERTIDUMBRE.....	4
3.1.1. Evitar la “mala adaptación”.....	5
3.1.2. Medidas a corto y largo plazo.....	5
3.1.3. Incluir la incertidumbre en el diseño	5
3.1.4. Incorporar la flexibilidad al diseño	6
3.1.5. Incorporar la redundancia	6
3.1.6. Considerar las consecuencias del fallo	6
4. LISTA DE POSIBLES MEDIDAS.....	7
4.1. TEMPERATURA ATMOSFÉRICA.....	7
4.1.1. TP1 - Empeoramiento de las condiciones de trabajo en el exterior	8
4.1.2. TP2 - Aumento en el mantenimiento de las instalaciones y equipos	8
4.1.3. TP3 - Aumento de la demanda energética (contenedores frigoríficos)	8
4.2. PRECIPITACIÓN	9
4.2.1. PR1 - Reducción de visibilidad.....	9
4.2.2. PR2 - Inundaciones.....	9
4.2.3. PR5 - Vertidos.....	10
4.3. VIENTO.....	10
4.3.1. V1 - Limitación de acceso y maniobrabilidad de buques	10
4.3.2. V2 - Rotura de amarras.....	10
4.3.3. V4 - Daños en instalaciones.....	11
4.3.4. V5 - Reducción de la calidad del aire	12
4.4. OLEAJE	12
4.4.1. OL5 - Rebase.....	12
4.5. TORMENTA.....	12
5. MEDIDAS APLICABLES	13
5.1. GENERALES	13
5.1.1. Corto plazo (2022-2030)	13
5.1.2. Medio plazo (2030-2050)	15
5.2. PUERTO DE VALENCIA.....	15
5.2.1. Medio plazo (2030-2050)	15
5.3. PUERTO DE CASTELLÓN	17

5.3.1. Medio plazo (2030-2050)	17
5.4. PUERTO DE ALICANTE	19
5.4.1. Medio plazo (2030-2050)	19
6. VALORACIÓN ECONÓMICA	20
7. REFERENCIAS	21

1. OBJETIVO DEL ANEJO

En esta fase se establecen una serie de pasos para identificar y evaluar la aplicación de posibles medidas de **adaptación** que contribuyan al aumento de la **resiliencia** frente al cambio climático de los puertos de interés general de la Comunidad Valenciana.

Las opciones comprenden medidas o grupos de medidas para hacer frente a los riesgos identificados anteriormente. Estas etapas culminan con el desarrollo de "vías de adaptación". Una vía de adaptación describe una secuencia de acciones (medidas, modificaciones u otras intervenciones) que se aplican en respuesta a los cambios en las condiciones meteorológicas.

El enfoque global de la adaptación al cambio climático puede presentarse entonces como una estrategia de adaptación. La aplicación de las medidas de adaptación, y su posterior rendimiento en el cumplimiento de los objetivos de la estrategia se basan en el seguimiento.

2. INTRODUCCIÓN

La adaptación y la mitigación pueden reducir los riesgos relacionados con el clima. La aplicación conjunta de estos dos tipos de acción climática aumenta su eficacia al aprovechar las sinergias.

2.1.1. Desarrollo Resiliente al Clima (*Climate Resilient Development*)

El vínculo entre el cambio climático y el desarrollo sostenible está reconocido desde hace tiempo. El Quinto Informe de Evaluación introdujo el concepto de "desarrollo resistente al clima" para ayudar a evaluar las trayectorias de desarrollo que incluyen acciones coordinadas de adaptación y mitigación destinadas a reducir el riesgo climático.

El Sexto Informe de Evaluación del IPCC amplía el enfoque con una mayor atención a la equidad y a los procesos necesarios para seguir dichas trayectorias. Así, se define el **desarrollo resistente al clima** como "un proceso de aplicación de soluciones de mitigación y adaptación a los gases de efecto invernadero para apoyar el desarrollo sostenible para todos".

El desarrollo resiliente al clima requiere **cambios amplios y equitativos** en los sistemas humanos y naturales. Se considera que cuatro transiciones en los sistemas socioeconómicos (energía, suelo y ecosistemas, urbano e infraestructura, e industrial) deben producirse a gran escala y a un ritmo rápido para lograr un desarrollo resiliente al clima. Estas transiciones sociales son necesarias para garantizar que las otras cuatro transiciones se desarrollen a una velocidad y escala suficientes para alcanzar los objetivos del Acuerdo de París y los ODS, así como para garantizar la equidad en estas transiciones.

Las **vías de desarrollo resiliente al clima** son trayectorias que fortalecen el desarrollo sostenible y los esfuerzos para erradicar la pobreza y reducir las desigualdades, al tiempo que promueven reducciones justas y equitativas de las emisiones de GEI, y sirven para dirigir a las sociedades hacia futuros bajos en carbono, prósperos y ecológicamente seguros.

No existe una vía única o preferida para el desarrollo resiliente al clima ni la mejor combinación de estrategias de adaptación, mitigación y desarrollo sostenible. de adaptación, mitigación y desarrollo sostenible. Todas las vías implican complejas compensaciones y sinergias entre diferentes acciones. Todas las vías están sujetas a impactos difíciles de predecir, tanto adversos, como los desastres climáticos, como beneficiosos, como las nuevas tecnologías o los cambios en los valores públicos.

La vía que surja será el resultado de la negociación, la cooperación y la competencia entre los actores a muchas escalas, cuyos diferentes valores y objetivos favorecerán diferentes trayectorias.

Las condiciones favorables que pueden acelerar el desarrollo resiliente al clima incluyen la gobernanza, las finanzas, la economía y la ciencia, la tecnología y la información. La búsqueda de la equidad y la justicia son tanto un factor facilitador como un resultado del desarrollo resiliente al clima. **El desarrollo resiliente al clima implica un proceso de acción, aprendizaje y respuesta, por lo que la capacidad de ese seguimiento y de la gestión iterativa del riesgo también representa una importante condición habilitante.**

Los gobiernos tienen un importante papel que desempeñar en la ampliación del espacio de soluciones, a menudo centrándose en la tecnología, la política y la financiación. Destaca el papel que tienen los ciudadanos, la sociedad civil, las instituciones del conocimiento, los medios de comunicación, los inversores y las empresas, y la importancia de ampliar los ámbitos de compromiso en los que interactúan (IPCC WGII, 2022).

2.1.2. Tipos de medidas

Las medidas de adaptación compatibles con un desarrollo resiliente al clima pueden ser de diferentes tipos, en función de su naturaleza:

- **Físicas:** incluyen intervenciones estructurales, de ingeniería, tecnológicas, de sistemas y de servicios. Esta categoría de medidas abarca las medidas de ingeniería duras y blandas, las soluciones basadas en la naturaleza, las actividades de mantenimiento y los nuevos productos.
- **Sociales:** basadas en las personas, incluidas las medidas operativas, de gestión, educativas, de información y de comportamiento. La concienciación, la formación, la alerta temprana, la respuesta a incidentes, los planes de contingencia, las modificaciones operativas y la recogida de datos son ejemplos de esta categoría.
- **Institucionales:** incluye la gobernanza, la economía, la legislación, la reglamentación, las políticas y los programas. Esta categoría abarca los incentivos y sanciones legales y financieras, la cartografía y la zonificación, la planificación espacial y el papel de las normas de diseño o construcción.

Las medidas sociales e institucionales son especialmente importantes a la hora de prepararse para los retos que inevitablemente traerá el cambio climático. Dependiendo de la naturaleza de los riesgos identificados en el *Anejo 3. Evaluación de Riesgos*, los cambios en las operaciones, la gestión, el mantenimiento o el comportamiento podrían ser más rentables que una solución estructural o tecnológica, al menos a corto y medio plazo. Los cambios institucionales, por ejemplo, en la política o la financiación, también podrían formar parte de una solución a corto y medio plazo (PIANC, 2020).

3. EL ROL DE LA INCERTIDUMBRE

Para muchas organizaciones, la adaptación al cambio climático supondrá una importante desviación de la actividad habitual. Las numerosas incertidumbres que hay que tener en cuenta significan que la "solución convencional" o la "opción más obvia" puede dejar de ser la más eficaz, tanto desde el punto de vista técnico como de los costes. Más bien hay que considerar una serie de posibles medidas estructurales, operativas e institucionales (tradicionales o novedosas) en función del lugar.

La selección de las medidas y combinaciones de medidas más eficaces y la determinación de cómo y cuándo pueden aplicarse mejor a lo largo del tiempo, a medida que las condiciones cambian, requerirán a menudo pensar de forma innovadora (PIANC, 2020).

3.1.1. Evitar la “mala adaptación”

A la hora de identificar las opciones para reforzar la resiliencia y adaptarse al cambio climático, hay que evitar la "mala adaptación". La mala adaptación significa no ajustarse adecuada o apropiadamente a un cambio previsto.

Si las decisiones de adaptación se toman sin comprender el panorama general, puede haber un **riesgo importante de diseño o inversión insuficiente o excesiva**. Es fundamental evitar una decisión que lleve a una solución con insuficiente flexibilidad o capacidad de ajuste en el futuro, o una inversión que sólo funcione si los parámetros climáticos cambian de una determinada manera o a un determinado ritmo. Tales decisiones pueden no ofrecer la funcionalidad prevista a lo largo del plazo previsto e incluso pueden dar lugar a mayores niveles de riesgo.

Seguidamente se muestran algunos ejemplos de mala adaptación son:

- no asegurar un activo eficaz o no proporcionar la redundancia o capacidad de adaptación necesaria porque los parámetros relacionados con el clima cambian más rápidamente de lo que las proyecciones sugerían.
- Diseñar en exceso, adoptar un diseño inapropiado/irreversible o gastar más de lo necesario porque el clima no cambia tan rápidamente como indican las proyecciones actuales, o de la manera en que lo hacen.

La selección de opciones a corto plazo o provisionales que fortalezcan la resiliencia o ayuden a reducir los riesgos relacionados con el clima puede ayudar a abordar las incertidumbres y a evitar la mala adaptación al dar tiempo para **recopilar datos, realizar estudios, explorar opciones alternativas o buscar inversiones adicionales**.

3.1.2. Medidas a corto y largo plazo

Los primeros pasos en una vía de adaptación serán a menudo medidas temporales, provisionales o a corto plazo. Además de la necesidad de evitar la mala adaptación, estas medidas pueden adoptarse para prolongar la funcionalidad de un bien existente porque la adaptación es demasiado compleja o porque el bien tiene una vida residual corta y, de todos modos, debe ser sustituido en unos años.

Las medidas provisionales podrían considerarse si no hay suficiente redundancia o capacidad de adaptación en el sistema existente. A corto y medio plazo, las soluciones basadas en la naturaleza que contribuyen a reforzar la resistencia de las infraestructuras o las operaciones existentes junto con otros beneficios pueden desempeñar un papel importante en una vía de adaptación.

En ocasiones puede haber una necesidad inmediata de pasar a una solución a largo plazo, sobre todo si se ha identificado un riesgo inaceptablemente alto para la vida, la propiedad o la continuidad de la actividad, o si se planifica un activo caro con una larga vida útil. En estas situaciones, deben buscarse soluciones flexibles, reversibles o sin arrepentimiento, al menos hasta que se conozcan mejor las consecuencias del cambio climático.

3.1.3. Incluir la incertidumbre en el diseño

Incluso con la aplicación de los escenarios descritos habrá situaciones en las que las incertidumbres pendientes relacionadas con el cambio climático exijan soluciones de ingeniería más flexibles de lo que es habitual en la actualidad.

Si es necesario reequipar o sustituir un activo, o si se introducen nuevas operaciones o sistemas, éstos deben diseñarse teniendo en cuenta la necesidad de futuras modificaciones, con suficiente contingencia, o deben ser reversibles cuando proceda. Las consecuencias de los fallos también deben ser comprendidas y tenidas en cuenta.

3.1.4. Incorporar la flexibilidad al diseño

Las condiciones extremas que se aplican para el diseño de infraestructuras como los diques, suelen corresponder a condiciones que se dan de media una vez cada 50 o 100 años. En cambio, las operaciones portuarias, como la manipulación de la carga o el pilotaje, se rigen generalmente por condiciones ambientales más frecuentes.

A medida que el clima cambie, también lo harán los periodos de retorno. Existen algunas proyecciones, pero otros parámetros siguen siendo mucho más inciertos, tanto en lo que respecta a los eventos actualmente raros como a los relativamente comunes.

Las infraestructuras nuevas o modificadas con una vida útil prevista de, por ejemplo, 50 años, deben seguir siendo funcionales durante ese período, independientemente del ritmo y la naturaleza reales de los cambios en los parámetros climáticos clave.

Es posible que se requiera un dique para proporcionar protección contra una tormenta de 1 en 100 años, pero puede que no haya suficiente certeza para entender cómo será esta tormenta dentro de 30 años. En lugar de limitarse a un único escenario de cambio climático e invertir en un dique de una altura determinada (es decir, una decisión irreversible, con el riesgo de una mala adaptación), puede ser preferible diseñar la base y la estructura de tal manera que pueda elevarse, reforzarse o modificarse de otro modo en años futuros, según lo exijan las condiciones.

La futura mejora o modificación de las infraestructuras puede implicar la elevación, ampliación, refuerzo o desmantelamiento y reconstrucción. Las decisiones sobre el momento en que es necesario llevar a cabo estas acciones se incorporan al itinerario de adaptación y se basan en el seguimiento de los parámetros y procesos climáticos pertinentes, así como en el estado y el rendimiento del activo, y no en las fechas indicadas en un programa de construcción predefinido.

3.1.5. Incorporar la redundancia

Las incertidumbres del cambio climático exigen que se diseñe un nivel adecuado de redundancia en los aspectos vulnerables de las infraestructuras críticas. En este contexto, la redundancia significa la complementación o duplicación de funciones clave para aumentar la resistencia.

En las últimas décadas se ha tendido a dejar de incorporar la redundancia en el diseño porque las sofisticadas herramientas de modelización y diseño han fomentado una impresión de mayor seguridad. Por lo tanto, la duplicación deliberada (por ejemplo, proporcionar un generador de reserva) o el diseño excesivo (por ejemplo, añadir 0,1 m a la altura de un muro de muelle) pueden desviarse de la práctica reciente. Sin embargo, en un contexto de cambio climático, incluir la redundancia puede ayudar a reforzar la capacidad de adaptación, mejorar la longevidad general y reducir significativamente las pérdidas potenciales asociadas tanto a los cambios a largo plazo como a los fenómenos extremos.

3.1.6. Considerar las consecuencias del fallo

La frecuencia y la gravedad de los fenómenos extremos seguirán aumentando a medida que cambie el clima, pero hay muchas incertidumbres asociadas. En los casos en que las estructuras o las operaciones sean propensas a fallar, será vital comprender las consecuencias de esos fallos.

Estas estructuras y operaciones deberán ser diseñadas para "fallar con elegancia" y no de forma catastrófica. Para lograrlo, podría ser necesario modificar el diseño, seleccionar un diseño diferente o introducir medidas complementarias para mejorar la resiliencia.

Por último, el incentivo económico para planificar el fallo también puede ser importante. Las incertidumbres inherentes a la adaptación al cambio climático, en particular a los fenómenos extremos, hacen que una proporción cada vez mayor de los proyectos nuevos deban aceptar esos riesgos y hacerles frente. Esto se debe a que el coste de proporcionar protección contra todas las eventualidades es probablemente excesivo en todos los casos, salvo en los excepcionales.

4. LISTA DE POSIBLES MEDIDAS

Al identificar las medidas que deben incluirse en la vía de adaptación para un activo, operación o sistema crítico en particular, debe hacerse referencia a:

- la naturaleza del peligro y sus impactos previstos
- los umbrales operativos o de diseño pertinentes
- la naturaleza, el alcance y la importancia de la incertidumbre residual en los parámetros o procesos climáticos clave y el riesgo asociado de mala adaptación
- la cantidad de capacidad de adaptación o redundancia existente
- la vida residual o el estado del activo
- el horizonte de planificación
- la tolerancia al riesgo o los niveles de riesgo aceptables

Cuando se tienen en cuenta todos estos factores, puede haber una solución única y aceptable. Sin embargo, lo más frecuente es que sea preferible desarrollar una serie de medidas que comiencen con acciones temporales o provisionales que reduzcan los riesgos mientras se recopilan datos y se mejora la confianza para identificar las opciones más adecuadas a largo plazo (PIANC, 2020).

Las medidas que se mostrarán a continuación pretenden ser una **fuentes de ideas** e inspiración para complementar los conocimientos y la experiencia locales. Su objetivo es animar a quienes desarrollan estrategias de adaptación a considerar tecnologías emergentes, soluciones de ingeniería blanda o basadas en la naturaleza, cambios en las prácticas de funcionamiento o mantenimiento, opciones híbridas o intervenciones políticas, junto con soluciones estructurales más convencionales.

Las medidas que se van a exponer se clasificarán en función de cada una de las variables climáticas que se han expuesto a lo largo de todo el estudio. Asimismo, se corresponderán con los riesgos que se han considerado más relevantes por su nivel.

4.1. TEMPERATURA ATMOSFÉRICA

El aumento significativo de la temperatura en verano tiene consecuencias para la salud, las instalaciones y la eficiencia energética. El siguiente conjunto de riesgos se encuentra en un rango alto o muy alto, que requiere aplicar medidas con carácter prioritario.

4.1.1. TP1 - Empeoramiento de las condiciones de trabajo en el exterior

FISICA	<ul style="list-style-type: none"> - Suministro de sombra, utilizando soluciones basadas en la naturaleza cuando sea posible. - Mejorar la eficiencia térmica, mejorar el aislamiento o la ventilación; instalar sistemas de aire acondicionado o refrigeración en las oficinas, los almacenes, etc. - Emplear un sistema para controlar la temperatura en todo momento. - Construcción de espacios en la terminal con puntos de hidratación en la temporada de verano.
SOCIAL	<ul style="list-style-type: none"> - Mejorar o promover el seguimiento y el registro de los parámetros relacionados con el calor en cada lugar. - Preparar y revisar periódicamente los sistemas de alerta de calor extremo. - Preparar y dar a conocer los planes de respuesta al calor extremo. - Introducir y aplicar procedimientos de gestión adaptativa; planificar las operaciones o los acuerdos de trabajo en función de los resultados de la supervisión. - Garantizar la flexibilidad de los turnos de trabajo para optimizar la productividad y proporcionar un descanso adecuado. - Concienciar sobre los problemas relacionados con el calor; impartir una formación adecuada en materia de primeros auxilios. - Considerar una automatización de determinadas operaciones.
INSTITUCIONAL	<ul style="list-style-type: none"> - Revisar la legislación en materia de salud y seguridad para las operaciones en climas cálidos. - Seguros o fondos de contingencia para ayudar en caso de olas de calor prolongadas.

4.1.2. TP2 - Aumento en el mantenimiento de las instalaciones y equipos

FISICA	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar plantas, equipos, infraestructuras o materiales resistentes o tolerantes al calor. - Instalar cabinas climatizadas para los equipos y sistemas críticos.
SOCIAL	<ul style="list-style-type: none"> - Mejorar o promover el seguimiento y el registro de los parámetros relacionados con el calor en cada lugar. - Investigar sobre nuevas instalaciones, equipos y materiales resistentes o tolerantes al calor, etc.
INSTITUCIONAL	<ul style="list-style-type: none"> - Proporcionar subvenciones/incentivos financieros para fomentar la inversión en infraestructuras resistentes.

4.1.3. TP3 - Aumento de la demanda energética (contenedores frigoríficos)

FISICA	<ul style="list-style-type: none"> - Construir espacios cubiertos para evitar el contacto directo con el sol. - Construir naves climatizadas para evitar el contacto directo con el sol y crear ambientes a temperatura óptima para el almacenamiento de los contenedores frigoríficos.
SOCIAL	<ul style="list-style-type: none"> - Mejorar (o promover) el seguimiento y el registro de los parámetros relacionados con el calor en cada lugar. - Preparar y revisar periódicamente los sistemas de alerta de calor extremo.
INSTITUCIONAL	<ul style="list-style-type: none"> - Proporcionar subvenciones/incentivos financieros para fomentar la inversión en infraestructuras resistentes.

4.2. PRECIPITACIÓN

Las fuertes precipitaciones ocurrirán con mayor frecuencia y severidad, provocando la aparición de situaciones de riesgo. Los riesgos ocasionados aparecerán en conjunto, pero se analizan por separado para discernir las medidas. El objetivo de las medidas es reducir los impactos de la aparición del riesgo.

Los riesgos siguientes tienen un carácter moderado, por lo que medidas para reducir sus impactos deben ser consideradas en la gestión diaria.

4.2.1. PR1 - Reducción de visibilidad

FISICA	<ul style="list-style-type: none"> - Instalar o mejorar los equipos de advertencia, radar, iluminación de alta visibilidad, etc. - Revisar/mejorar las ayudas a la maniobra, las ayudas a la navegación, (balizas, luces, boyas, etc.). - Garantizar la provisión de respaldo cuando se dependa de equipos automatizados u operados a distancia. - Instalar instrumentos de medición de la visibilidad.
SOCIAL	<ul style="list-style-type: none"> - Invertir en dispositivos asequibles, inteligentes y portátiles para la vigilancia o la recogida de datos. - Desarrollar o mejorar los sistemas de alerta; revisar y perfeccionar los procedimientos de respuesta. - Desarrollar nuevos protocolos o códigos de prácticas para las operaciones con poca visibilidad (uso recreativo, pilotaje, etc.) Sensibilización o formación. - Zonificación o restricciones temporales o permanentes del uso (no esencial; recreativo). - Introducir desvíos, sistemas de un solo sentido o cierres temporales del puerto o la vía navegable.

4.2.2. PR2 - Inundaciones

FISICA	<ul style="list-style-type: none"> - Garantizar el mantenimiento eficaz del sistema de drenaje existente, de los desagües pluviales, de las alcantarillas, etc. - Instalar y mantener sistemas de drenaje sostenibles aprovechando las soluciones basadas en la naturaleza. - Aumentar la capacidad de drenaje. - Investigar las opciones de desvío o almacenamiento de las inundaciones más allá de la zona portuaria o fluvial. - Construir pequeños diques alrededor de los activos y equipos críticos (por ejemplo, generadores de reserva, estación de bombeo). - Reforzar la resistencia de los postes de iluminación, los sistemas eléctricos y las subestaciones que se encuentran a nivel del suelo para evitar fallos críticos.
SOCIAL	<ul style="list-style-type: none"> - Preparar, revisar y actualizar periódicamente los mapas de riesgo de inundación y el plan de respuesta a las inundaciones; sensibilizar a los usuarios. - Considerar un ejercicio de modelización del riesgo de inundación. - Proporcionar o mejorar los sistemas de previsión y alerta de inundaciones. - Restringir temporal o permanentemente las actividades sensibles en las zonas propensas a las inundaciones.

INSTITUCIONAL	<ul style="list-style-type: none"> - Cartografía y zonificación para ayudar a reubicar las actividades sensibles fuera de la zona de riesgo de inundación o para identificar las zonas de almacenamiento de las inundaciones; vinculación con la política de uso del suelo. - Proporcionar, asegurar y coordinar rutas de transporte y logística alternativas para acceder al puerto o a las instalaciones. - Exigir la preparación de planes de gestión de riesgos de inundación; garantizar la participación activa de todas las partes interesadas.
---------------	---

4.2.3. PR5 - Vertidos

FISICA	<ul style="list-style-type: none"> - En las terminales de graneles sólidos construir pequeños diques para delimitar las zonas de acopio de material y evitar la propagación del vertido en la dársena - Construir naves para el almacenamiento cerrado de graneles sólidos.
SOCIAL	<ul style="list-style-type: none"> - Actualizar e informar adecuadamente a los responsables del control de la emergencia.
INSTITUCIONAL	<ul style="list-style-type: none"> - Proporcionar subvenciones/incentivos financieros para fomentar la inversión en infraestructuras resistentes.

4.3. VIENTO

Los siguientes riesgos son de carácter moderado, que requiere medidas a considerar en la gestión diaria de la operativa, con prioridad media.

4.3.1. V1 - Limitación de acceso y maniobrabilidad de buques

SOCIAL	<ul style="list-style-type: none"> - Mejorar (o promover) la supervisión y el registro de los parámetros relacionados con el viento en cada lugar. - Instalar anemómetros; desarrollar o mejorar los sistemas de alerta. - Invertir en dispositivos asequibles, inteligentes y portátiles para el control del viento o la recogida de datos. - Revisar la susceptibilidad de las infraestructuras, los activos y las operaciones existentes, incluidos los efectos del viento en los buques y el uso de remolcadores. - Proceder al cierre del puerto al tráfico marítimo e informar a todos los agentes oportunos.
--------	---

4.3.2. V2 - Rotura de amarras

FISICA	<ul style="list-style-type: none"> - Instalar nuevos puntos de anclaje o amarre para tormentas, especialmente para grúas; también sistemas de frenado. - Evaluar y, si es necesario, aumentar la cantidad y la resistencia de los bolardos, los muelles y las líneas de amarre. - Introducir nuevas tecnologías de amarre, por ejemplo, sistemas de amarre por vacío. - Evaluar la resistencia de los remolcadores y del remolque para que sea suficiente para el aumento del tamaño de los buques. - Examinar y revisar la disposición de los anclajes; considerar la posibilidad de cambiar el emplazamiento.
--------	--

SOCIAL	<ul style="list-style-type: none"> - Mejorar o promover la supervisión y el registro de los parámetros relacionados con el viento en cada lugar. - Instalar anemómetros; desarrollar o mejorar los sistemas de alerta. - Invertir en dispositivos asequibles, inteligentes y portátiles para el control del viento o la recogida de datos. - Revisar la vulnerabilidad de las infraestructuras, los activos y las operaciones existentes, incluidos los efectos del viento en los buques y el uso de remolcadores. - Considerar el cierre del puerto si un barco quedara a la deriva en una dársena.
INSTITUCIONAL	<ul style="list-style-type: none"> - Fomentar la reubicación de activos o actividades propensas al viento fuera de las zonas de alto riesgo. - Proporcionar subvenciones/incentivos financieros para fomentar la inversión en infraestructuras resistentes. - Revisar o modificar los códigos de diseño, las normas o los parámetros operativos pertinentes, incluidos los relativos a la estabilidad de las embarcaciones y el viento.

4.3.3. V4 - Daños en instalaciones

FISICA	<ul style="list-style-type: none"> - Reforzar las infraestructuras de protección existentes. - Instalar deflectores de viento para reducir la carga de viento. - Construir nuevos cortavientos o infraestructuras de protección utilizando soluciones basadas en la naturaleza cuando sea posible. - Reforzar la protección de los activos clave potencialmente afectados por la presión del viento. - Modificar el diseño de las estructuras (por ejemplo, las grúas) para reducir la vulnerabilidad. - Reubicar los activos vulnerables. - Utilizar equipos desmontables que puedan ser retirados/almacenados cuando se reciba un aviso. - Garantizar la provisión de respaldo cuando se dependa de equipos automatizados u operados a distancia.
SOCIAL	<ul style="list-style-type: none"> - Mejorar y promover la supervisión y el registro de los parámetros relacionados con el viento en cada lugar. - Instalar anemómetros; desarrollar o mejorar los sistemas de alerta. - Revisar la susceptibilidad de las infraestructuras, los activos y las operaciones existentes, incluidos los efectos del viento en los buques y el uso de remolcadores. - Reubicar o modificar las operaciones y actividades vulnerables. - Considerar ubicaciones y procedimientos alternativos de embarque de prácticos; revisar los planes de amarre para condiciones de vientos fuertes; practicar para condiciones de vientos fuertes en simuladores de amarre. - Zonificación o restricciones temporales o permanentes del uso (no esencial; recreativo). - Introducir desvíos, sistemas de un solo sentido o cierres temporales de puertos o vías navegables. - Prohibir el tránsito de personas.
INSTITUCIONAL	<ul style="list-style-type: none"> - Fomentar la reubicación de activos o actividades propensas al viento fuera de las zonas de alto riesgo. - Proporcionar subvenciones/incentivos financieros para fomentar la inversión en infraestructuras resistentes. - Revisar o modificar los códigos de diseño, las normas o los parámetros operativos pertinentes, incluidos los relativos a la estabilidad de las embarcaciones y el viento.

4.3.4. V5 - Reducción de la calidad del aire

FISICA	<ul style="list-style-type: none"> - Instalar pantallas cortaviento en el perímetro de los espacios de almacenamiento de graneles sólidos en el exterior. - En las terminales de graneles sólidos, construir pequeños diques para delimitar las zonas de acopio de material y evitar la propagación del vertido en la dársena - Construir naves para el almacenamiento cerrado de graneles sólidos.
--------	--

4.4. OLEAJE

Uno de los principales riesgos de la ocurrencia de un fuerte oleaje es el rebase, un fenómeno que podría tener impactos catastróficos y que supone un nivel de riesgo alto.

4.4.1. OL5 - Rebase

FISICA	<ul style="list-style-type: none"> - Reforzar los diques de abrigo: <ul style="list-style-type: none"> - Construir bermas (cuenco amortiguador) en el lado mar del dique que rompan de manera anticipada las olas que alcancen la estructura. - Construir diques sumergidos delante de los diques más afectados del puerto para reducir la energía de las olas incidentes y romper las más grandes. - Incrementar el ancho del dique. - Incrementar la altura del dique. En el caso de diques en talud, esto puede realizarse añadiendo escollera o bloques, o construyendo un espaldón en lo alto del dique. En el caso de diques verticales, esto se realiza aumentando la altura del espaldón. - Reubicar los elementos susceptibles de sufrir impactos por rebase en zonas alejadas del espaldón del dique. Reubicar o elevar las vías de acceso y las instalaciones de almacenamiento.
SOCIAL	<ul style="list-style-type: none"> - Mejorar o promover el seguimiento y el registro de los parámetros relacionados con los rebases en cada lugar, incluida la zona afectada. - Desarrollar y concienciar sobre los nuevos protocolos operativos de respuesta a los rebases. - Restringir temporal o permanentemente el acceso a las zonas propensas a los rebases y alrededores.
INSTITUCIONAL	<ul style="list-style-type: none"> - Crear un “Plan de Adaptación al Cambio Climático” de cada Autoridad Portuaria: - Elaborar un “Observatorio Portuario del Cambio Climático” en el que se realice una observación sistemática del clima. - Proporcionar subvenciones/incentivos financieros para fomentar la inversión en infraestructuras resistentes.

4.5. TORMENTA

FISICA	<ul style="list-style-type: none"> - Reforzar los diques de abrigo: <ul style="list-style-type: none"> - Construir bermas (cuenco amortiguador) en el lado mar del dique que rompan de manera anticipada las olas que alcancen la estructura. - Construir diques sumergidos delante de los diques más afectados del puerto para reducir la energía de las olas incidentes y romper las más grandes. - Incrementar el ancho del dique. - Incrementar la altura del dique. En el caso de diques en talud, esto puede realizarse añadiendo escollera o bloques, o construyendo un espaldón en lo alto del dique. En el caso de diques verticales, esto se realiza aumentando la altura del espaldón. - Reubicar los elementos susceptibles de sufrir impactos por rebase en zonas alejadas del espaldón del dique. Reubicar o elevar las vías de acceso y las instalaciones de almacenamiento.
--------	--

SOCIAL	<ul style="list-style-type: none"> - Mejorar o promover el seguimiento y el registro de los parámetros relacionados con los rebases en cada lugar, incluida la zona afectada. - Desarrollar y concienciar sobre los nuevos protocolos operativos de respuesta a los rebases. - Restringir temporal o permanentemente el acceso a las zonas propensas a los rebases y alrededores.
INSTITUCIONAL	<ul style="list-style-type: none"> - Crear un “Plan de Adaptación al Cambio Climático” de cada Autoridad Portuaria: - Elaborar un “Observatorio Portuario del Cambio Climático” en el que se realice una observación sistemática del clima. - Proporcionar subvenciones/incentivos financieros para fomentar la inversión en infraestructuras resistentes.

5. MEDIDAS APLICABLES

Los puertos de interés general de la Comunidad Valenciana son bastante similares en el ámbito físico. Se trata de puertos donde gran parte del terreno ha sido ganado al mar, a excepción del Puerto de Gandía.

Sin embargo, cada puerto tiene sus **particularidades** si se analiza desde el punto de vista de los usos principales y la especialización. De esa manera, el Puerto de Valencia está dedicado a la mercancía general en contenedor, mientras que tanto el Puerto de Castellón como el Puerto de Alicante están especializados mayoritariamente en graneles sólidos.

Por lo tanto, hay una gran cantidad de medidas que pueden aplicarse al conjunto de los puertos y hay otras medidas que son particulares de cada puerto debido a las sus características.

En cuanto a los riesgos que son motivo de la aplicación de medidas, es habitual que cuando se produce un fenómeno como un temporal marítimo aparezcan varios riesgos asociados a la precipitación, el viento o el oleaje. En otras palabras, los riesgos suceden agrupados de la misma manera que las variables climáticas actúan normalmente agrupadas, en forma de temporal.

En ese aspecto, se pueden diferenciar dos factores que van a ser objeto de la mayor cantidad de medidas:

- **Temperatura:** es la única variable que puede diferenciarse del resto porque no tiene una influencia directa en fenómenos extremos como las tormentas, donde hay presencia de la precipitación, el viento, el oleaje.
- **Fenómenos extremos:** tormenta, temporal, DANA, *medicane*, marejada, etc.

5.1. GENERALES

5.1.1. Corto plazo (2022-2030)

A corto plazo no hay diferencia entre los escenarios climáticos, por lo que es importante seguir recopilando datos, realizando estudios, explorando opciones alternativas o buscando inversiones adicionales. La selección de opciones a corto plazo o provisionales que fortalezcan la resiliencia o reduzcan los riesgos relacionados con el clima puede ayudar a abordar las incertidumbres y a evitar la mala adaptación.

Cualquier medida a aplicar implica la necesidad de realizar una inversión que debe ser contemplada en los instrumentos de planificación:

- **Plan de Empresa:** se acuerda con Puertos del Estado.

- **Plan Estratégico:** es fundamental incluir en los futuros planes estratégicos de las Autoridades Portuarias una línea estratégica dedicada a la adaptación al cambio climático donde se definan vías de adaptación con sus correspondientes medidas.
- **Plan Director de Infraestructuras:** cualquier alternativa que pueda plantearse en relación con la adaptación debe quedar recogida en esta herramienta, para que llegado el momento pueda construirse.

Las siguientes medidas no suponen grandes inversiones. Se trata de incluir su gestión de manera progresiva a corto plazo.

Por una parte, se plantean **medidas para combatir el calor extremo:**

FISICA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Suministro de sombra, utilizando soluciones basadas en la naturaleza cuando sea posible. 2. Mejorar la eficiencia térmica, mejorar el aislamiento o la ventilación; instalar sistemas de aire acondicionado o refrigeración en las oficinas, los almacenes, etc. 3. Habilitar espacios en la terminal con puntos de hidratación para los trabajadores de la terminal en la temporada de verano.
SOCIAL	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mejorar o promover el seguimiento y el registro de los parámetros relacionados con el calor en cada lugar. 2. Preparar y revisar periódicamente los sistemas de alerta de calor extremo. 3. Preparar y dar a conocer los planes de respuesta al calor extremo. 4. Introducir y aplicar procedimientos de gestión adaptativa; planificar las operaciones o los turnos de trabajo en función de los resultados de la supervisión. 5. Garantizar la flexibilidad de los turnos de trabajo para optimizar la productividad y proporcionar un descanso adecuado. 6. Concienciar sobre los problemas relacionados con el calor; impartir una formación adecuada en materia de primeros auxilios. 7. Considerar una automatización de determinadas operaciones.
INSTITUCIONAL	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisar la legislación en materia de seguridad y salud para las operaciones en climas cálidos. 2. Seguros o fondos de contingencia para ayudar en caso de olas de calor prolongadas.

Por otra parte, se plantean **medidas para combatir los fenómenos extremos de carácter tormentoso:**

FISICA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Garantizar el mantenimiento eficaz del sistema de drenaje existente, de los desagües pluviales, de las alcantarillas, etc. 2. Reubicar los elementos susceptibles de sufrir impactos por los efectos del temporal. 2.1. Reubicar elementos lejos del trasdós del dique para evitar impactos por rebase. 3. Desarrollar planes actualizados de mantenimiento preventivo para la detección precoz de averías en infraestructuras (diques).
SOCIAL	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mejorar o promover el seguimiento y el registro de las variables meteorológicas una mayor cantidad de puntos dentro de las instalaciones portuarias. 2. Desarrollar y concienciar sobre los nuevos protocolos operativos de respuesta a los rebases. 3. Restringir temporal o permanentemente el acceso a las zonas propensas a los rebases y alrededores. 4. Proceder al cierre del puerto al tráfico marítimo e informar a todos los agentes oportunos.

INSTITUCIONAL	<ol style="list-style-type: none"> 1. Crear un “Plan de Adaptación al Cambio Climático” de cada Autoridad Portuaria. <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Realizar un estudio de los efectos del cambio climático sobre la demanda y oferta portuaria. 1.2. Evaluar la vulnerabilidad de las infraestructuras y operaciones portuarias ante fenómenos climáticos adversos medidos. 1.3. Conocer la información de alta resolución océano-meteorológica ante escenarios de cambio climático marcados por los sucesivos informes del IPCC. 1.4. Diseñar las acciones a acometer y su inclusión en los instrumentos de planificación y de gestión. 2. Elaborar un “Observatorio Portuario del Cambio Climático” en el que se realice una observación sistemática del clima. 3. Optar a subvenciones/incentivos financieros para fomentar la inversión en infraestructuras resistentes.
---------------	---

5.1.2. Medio plazo (2030-2050)

En este periodo de tiempo, previsiblemente se contará con más información y las Autoridades Portuarias tendrán más certeza que incertidumbre para llevar a cabo medidas de mayor envergadura. Se trata, especialmente de medidas de carácter estructural, de nuevo enfocadas a minimizar los impactos de los fenómenos extremos.

Asimismo, **las medidas operativas/sociales e institucionales deben mantenerse y tener una continuidad en el tiempo**, requiriendo una actualización periódica.

FISICA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reforzar los diques de abrigo: <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Construir bermas (cuenco amortiguador) en el lado mar del dique que rompan de manera anticipada las olas que alcancen la estructura. 1.2. Construir diques sumergidos delante de los diques más afectados del puerto para reducir la energía de las olas incidentes y romper las más grandes. 1.3. Incrementar el ancho del dique. 1.4. Incrementar la altura del dique. En el caso de diques en talud, esto puede realizarse añadiendo escollera o bloques, o construyendo un espaldón en lo alto del dique. En el caso de diques verticales, esto se realiza aumentando la altura del espaldón. 2. Construir pequeños diques alrededor de los activos y equipos críticos (por ejemplo, generadores de reserva, estación de bombeo).
--------	---

5.2. PUERTO DE VALENCIA

5.2.1. Medio plazo (2030-2050)

Una opción de medidas para evitar el aumento del consumo energético, sobre todo en los meses de verano se centra en mejorar la eficiencia energética en los contenedores frigoríficos. El Puerto de Valencia cuenta con unas 2.800 conexiones para este tipo de contenedores, repartidas en tres terminales.

La terminal gestionada por *Cosco Shipping Ports (CSP)* tiene 1.500 conexiones para contenedores frigoríficos, que ocupan una superficie total de unos **46.000 m²**.

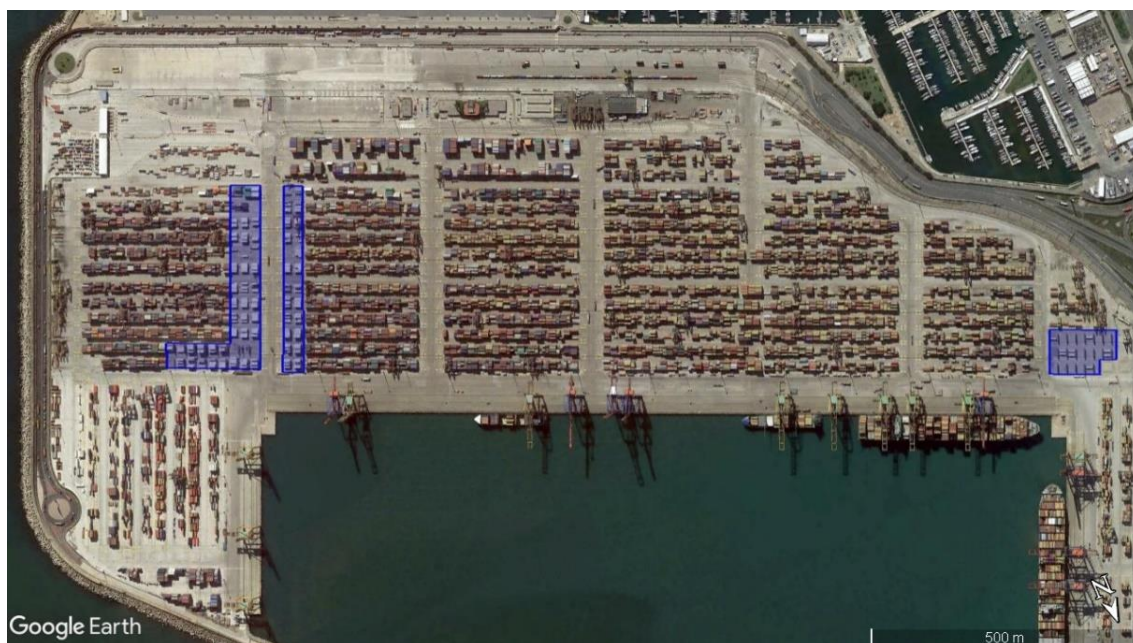


Figura 1. Conexiones para contenedores frigoríficos en la terminal de CSP. Fuente: (Google Earth, s. f.).

La terminal gestionada por *Mediterranean Shipping Company (MSC)* tiene 600 conexiones para contenedores frigoríficos, que ocupan una superficie total de **13.000 m²**.



Figura 2. Conexiones para contenedores frigoríficos en la terminal de MSC. Fuente: (Google Earth, s. f.).

Finalmente, La terminal gestionada por *A.P. Møller-Mærsk (APM)* tiene 700 conexiones para contenedores frigoríficos, que ocupan una superficie total de **11.000 m²**.

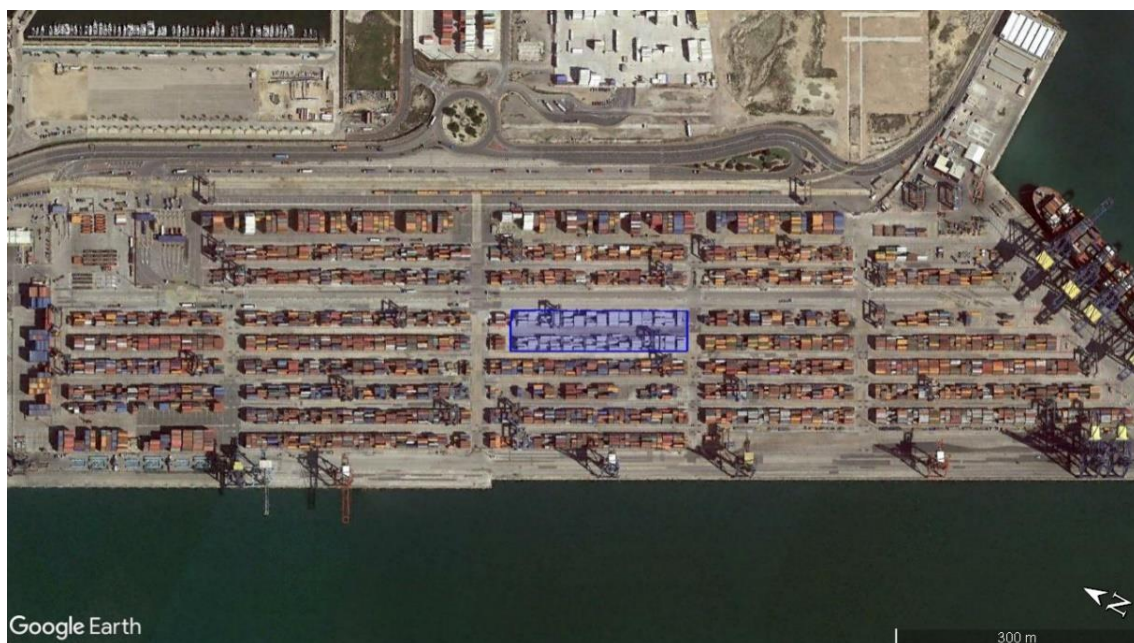


Figura 3. Conexiones para contenedores frigoríficos en la terminal de APM. Fuente: (Google Earth, s. f.).

Dada la cantidad de conexiones para contenedores frigoríficos y la previsible construcción de la nueva terminal de contenedores, gestionada por MSC, es necesario dar cabida a medias para fomentar la eficiencia energética en este aspecto.

FISICA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Construir espacios cubiertos para evitar el contacto directo con el sol. 2. Construir naves climatizadas para evitar el contacto directo con el sol y crear ambientes a temperatura óptima para el almacenamiento de los contenedores frigoríficos.
--------	---

5.3. PUERTO DE CASTELLÓN

5.3.1. Medio plazo (2030-2050)

En el Puerto de Alicante hay espacios para el almacenamiento de graneles sólidos que están a la intemperie. De esa manera, la vulnerabilidad de esos activos es elevada en caso de fuerte tormenta, produciendo una reducción de la calidad del aire, así como vertidos a la dársena.

En la parte norte del Puerto de Castellón, en el Muelle de la Cerámica hay una zona de almacenamiento de graneles sólidos descubierta que ocupa una superficie de **45.000 m²**.

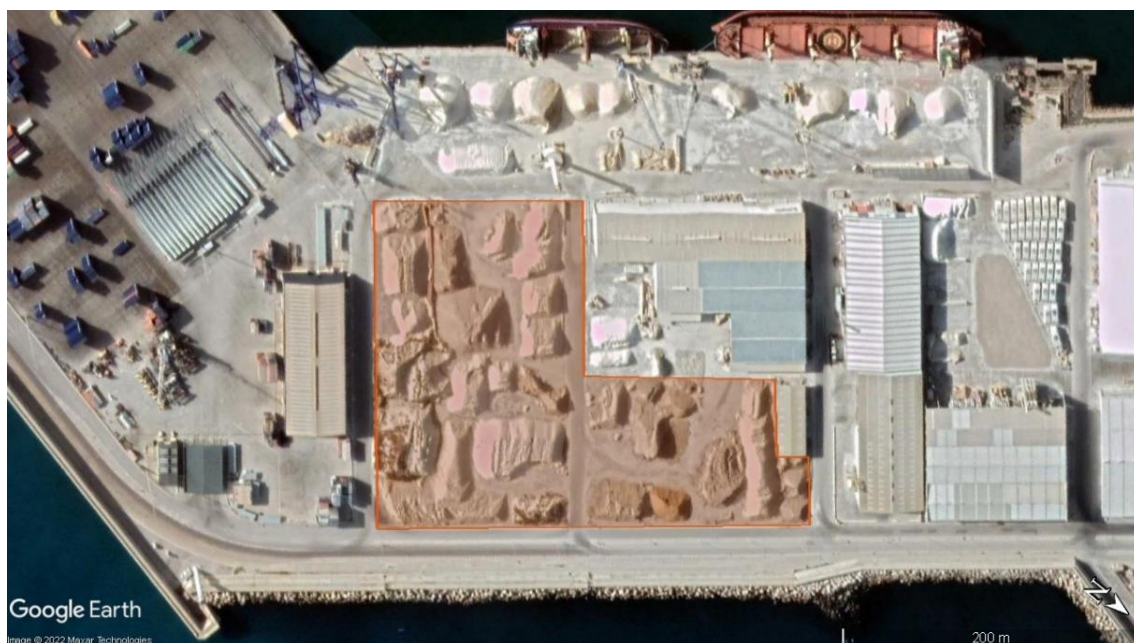


Figura 4. Zona de almacenamiento de graneles sólidos descubierta en el Puerto de Castellón. Fuente: elaboración propia.

En la parte sur del Puerto de Castellón se va a completar la terminal de graneles sólidos, así como la creación de una nueva terminal dedicada a mercancía general. El nuevo espacio dedicado a graneles sólidos que podría tener almacenes alcanza los **65.000 m²**.

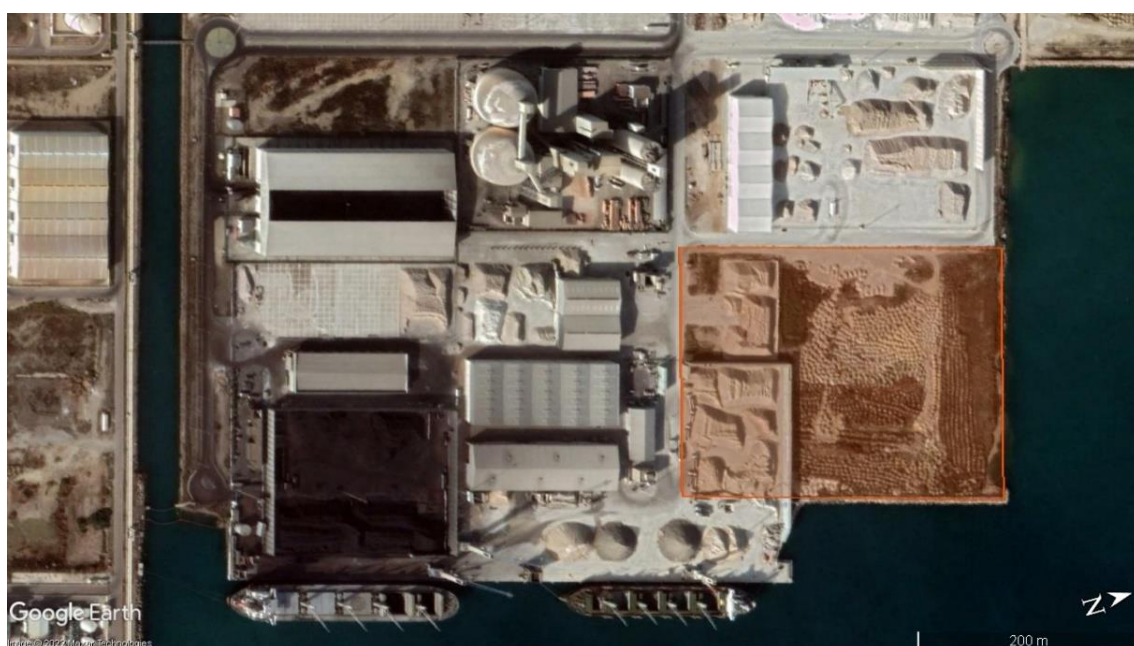


Figura 5. Zona de almacenamiento de graneles sólidos descubierta en el Puerto de Castellón. Fuente: elaboración propia.

A medio plazo, es razonable plantear medidas para cubrir esas zonas.

FISICA	<ol style="list-style-type: none"> 1. En las terminales de graneles sólidos construir pequeños diques para delimitar las zonas de acopio de material. 2. Construir naves para el almacenamiento cerrado de graneles sólidos. 3. Colocación de barreras para evitar la propagación del vertido en la dársena.
--------	---

5.4. PUERTO DE ALICANTE

5.4.1. Medio plazo (2030-2050)

En el Puerto de Alicante se está acondicionando una nueva terminal multipropósito, gracias a la concesión otorgada a la empresa JSV para los próximos 25 años en una parcela del muelle 11 del puerto, con una superficie de 70.000 m² (La Vanguardia, 2022).

Por otra parte, en el muelle 17, gestionado por EIFFAGE se acaba de construir una nave para el almacenamiento de protegido de graneles sólidos, y se ha automatizado el proceso para optimizar la carga y descarga de granel sólido, y hacerlo de forma totalmente sostenible para el medioambiente (alicanteplaza, 2022).

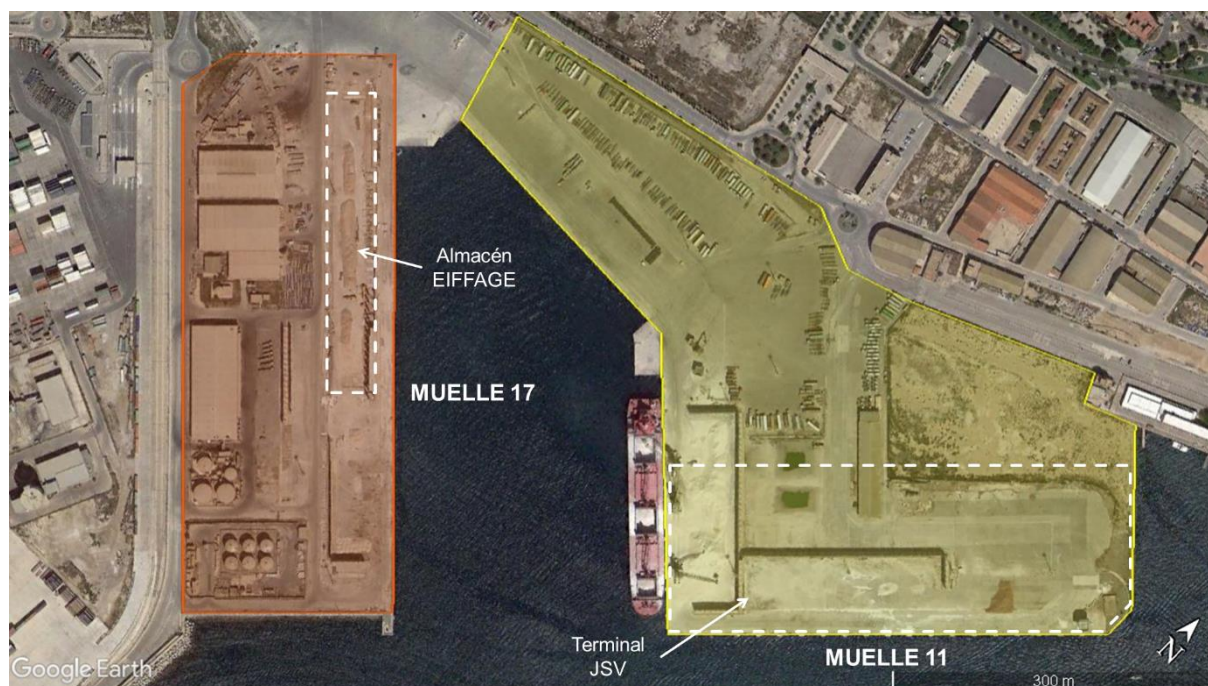


Figura 6. Terminales de EIFFAGE y JSV en el Puerto de Alicante. Fuente: elaboración propia.

La nave construida incluye un sistema de recepción, almacenamiento, transporte y carga a barco de graneles sólidos (yeso, clínker, caliza y dolomía) y tiene una capacidad de 2.000 toneladas por hora (tph).



Figura 7. Nueva nave para el almacenamiento cerrado de graneles sólidos en el Puerto de Alicante. Fuente: (TSK, 2022).

Esta actuación sirve de ejemplo para alcanzar una gestión óptima en las terminales de graneles sólidos que responde a las necesidades del cambio del clima y la legislación vigente.

Por lo tanto, con estas actuaciones el Puerto de Alicante no tiene una gran necesidad de implementar medidas particulares a medio plazo, más allá de las medidas generales que se han establecido anteriormente.

6. VALORACIÓN ECONÓMICA

Una valoración económica de las medidas planteadas es una tarea muy compleja y únicamente se darán estimaciones a nivel general de las consecuencias que supondría la inacción frente a una toma de medidas de adaptación al cambio climático, a través de las observaciones recogidas en el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030 (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2020).

Como se ha observado, el conjunto de impactos derivados del cambio climático es muy amplio, afectando a sectores esenciales del sistema económico, por lo que su cuantificación sólo ha podido ser abordada parcialmente, a menudo a través de estudios de carácter comparativo.

Según el reciente informe de la Comisión Europea, *Climate change impacts and adaptation in Europe (JRC, PESETA IV)*, los beneficios de las medidas de adaptación son duraderos y sin embargo, el daño derivado de la inacción crece con el tiempo y con el aumento del calentamiento global. Según el citado informe si se produjera un calentamiento global de 3 °C, la pérdida anual de bienestar en el conjunto de la UE podría representar el 1,4% del PIB, considerando un conjunto limitado de impactos climáticos (inundaciones fluviales, inundaciones costeras, agricultura, sequías, suministro de energía, mortalidad por temperaturas extremas y tormentas de viento).

En este contexto, además, las pérdidas de bienestar en términos económicos por los impactos climáticos, monetizados en el informe PESETA IV, muestran una clara división norte-sur, con pérdidas de bienestar en las regiones meridionales que serían varias veces mayores en comparación con las del norte de Europa.

Posteriormente se representan los datos obtenidos en el citado estudio con el impacto económico agregado (medido a través del PIB) para el conjunto de Europa y para cada una de las cinco regiones geográficas consideradas y para escenarios de calentamiento de 1,5 °C, 2 °C y 3 °C. El trabajo concluye que **el sur de Europa es la región más impactada** en los **escenarios de 1,5 °C y 2 °C** y la **segunda con más impacto económico** en el **escenario de calentamiento de 3 °C** (Joint Research Centre (European Commission) et al., 2020).

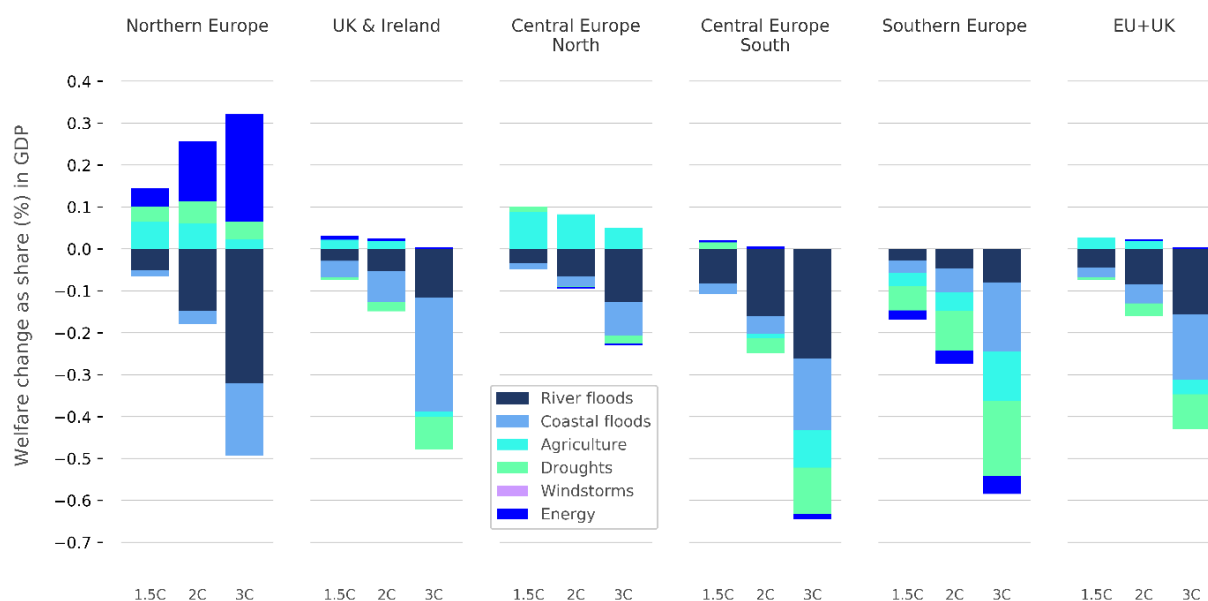


Figura 8. Pérdida de bienestar (expresada en % del PIB) estimada para un conjunto de impactos derivados del cambio climático (inundaciones fluviales y costeras, agricultura, sequías, vientos extremos y cambios en la producción de energía). Se presentan estimaciones para cinco regiones geográficas europeas y para tres posibles niveles de calentamiento global (1,5 °C, 2 °C y 3 °C). Fuente: (Joint Research Centre (European Commission) et al., 2020).

Según estimaciones de la Agencia Europea de Medio Ambiente, únicamente los eventos extremos relacionados con la meteorología y el clima han causado en España unas pérdidas económicas directas superiores a los 37.000 M€ desde 1980.

7. REFERENCIAS

- alicanteplaza. (2022, agosto 24). *Eiffage prueba la nueva terminal de graneles del puerto: A pleno rendimiento en semanas*. Alicanteplaza. <https://alicanteplaza.es/eiffage-prueba-la-nueva-terminal-de-graneles-del-puerto-a-pleno-rendimiento-en-semanas>
- Google Earth. (s.f.). *Google Earth*. Recuperado 1 de septiembre de 2022, de <https://earth.google.com/web/>
- IPCC WGII. (2022). *Chapter 1: Point of Departure and Key Concepts*. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_Chapter01.pdf
- Joint Research Centre (European Commission), Feyen, L., Ciscar, J. C., Gosling, S., Ibarreta, D., & Soria, A. (2020). *Climate change impacts and adaptation in Europe: JRC PESETA IV final report*. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/171121>
- La Vanguardia. (2022, febrero 17). *JSV invierte 11 millones para potenciar el tráfico Europa-Mediterráneo-África a través de Alicante*. La Vanguardia.

<https://www.lavanguardia.com/local/valencia/20220217/8062016/jsv-invierte-11-millones-potenciar-trafico-europa-mediterraneo-africa-traves-alicante.html>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (Ed.). (2020). *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030*. https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/pnacc-2021-2030_tcm30-512163.pdf

PIANC. (2020). Stage 4: Adaptation Options. En *Climate Change Adaptation Planning for Ports and Inland Waterways*. <https://www.pianc.org/publications/envicom/wg178>

TSK. (2022). Sistema de recepción, almacenamiento, transporte y carga a barco de graneles solidos. TSK. <https://www.grupotsk.com/proyecto/sistema-de-recepcion-almacenamiento-transporte-y-carga-a-barco-de-graneles-solidos/>