

*Anejo 13: Evaluación de los posibles efectos
del cambio climático*

HOJA DE FIRMAS

Proyecto con fecha y firma electrónica

CONDICIÓN DE FIRMANTE	NOMBRE Y APELLIDOS	FIRMA ELECTRÓNICA
Examinado y conforme El Ingeniero Jefe de la Demarcación de Costas	Daniel Caballero Quirantes	
La ingeniera de Caminos, Canales y Puertos Directora del proyecto	Encarnación Segura Torres	
El ingeniero de Caminos, Canales y Puertos Autor del proyecto	Mario F. Arias Blanco	

Hoja de control de calidad

Documento	Anejo 13: Evaluación de los posibles efectos del cambio climático	
Proyecto	PROYECTO DE RETIRADA DE INSTALACIONES DE PUERTO MAYOR Y RECUPERACIÓN AMBIENTAL DEL ESPACIO OCUPADO POR LAS MISMAS, EN EL T.M. DE SAN JAVIER (MURCIA)	
Código	CP9370-PC-AN-HE-EFECT_CAMB_CLIMA-130000-D03.docx	
Autores:	Firmado:	DGM
	Fecha:	08/08/2024
Verificado	Firmado:	FBA
	Fecha:	08/08/2024
Destinatario		
Notas		

Índice

1. INTRODUCCIÓN2

2. ESTUDIO DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO2

3. CÁLCULO Y COMPENSACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO6

3.1. ALCANCE6

3.2. METODOLOGÍA6

3.3. CÁLCULO DE LAS EMISIONES.....6

3.4. COMPENSACIÓN DE LAS EMISIONES7

3.5. CONCLUSIÓN9

Índice de Figuras

Figura 1 Visor C3E del IH Cantabria y ubicación del punto de datos utilizado2

Figura 2 Variaciones de la altura de ola significativa para el horizonte temporal de 21002

Figura 3 Variaciones del periodo pico para el horizonte temporal de 21003

Figura 4 Variaciones de la dirección del oleaje para el horizonte temporal de 21003

Figura 5 Flujos de energía actual y en los dos RCPs de estudio para el horizonte temporal de 21003

Figura 6 Flujos de energía actual descrito en el Estudio de dinámica litoral.....3

Figura 7 Formas en planta actual (azul), para el intervalo de confianza del 5% (verde) e intervalo de confianza de 95% (rojo) de la alternativa 1 en el RCP 4.5 (derecha) y el RCP 8.5 (izquierda)4

Figura 8 Formas en planta actual (azul), para el intervalo de confianza del 5% (verde) e intervalo de confianza de 95% (rojo) de la alternativa 2 en el RCP 4.5 (derecha) y el RCP 8.5 (izquierda)4

Figura 9 Formas en planta actual (azul), para el intervalo de confianza del 5% (verde) e intervalo de confianza de 95% (rojo) de la alternativa 3 en el RCP 4.5 (derecha) y el RCP 8.5 (izquierda)5

Figura 10 Visor PIMA Murcia y ubicación del punto de datos utilizado)5

Figura 11 Aumento del nivel medio del mar para el horizonte temporal de 2100.....5

Figura 12 Retroceso de la línea de costa en el horizonte de 2100, visor PIMA Murcia. Línea azul: RCP 4.5. Línea roja: RCP 8.5.....6

1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se pretende analizar los cambios previsibles en la dinámica marina y litoral como consecuencia de los efectos del cambio climático en el año horizonte del proyecto.

Asimismo muestran los resultados de cálculo de huella de carbono de alcance 1 asociada a las emisiones de la ejecución material de las obras definidas en la alternativa seleccionada, así como la evaluación de la compensación de las citadas emisiones de acuerdo a los objetivos europeos y Estrategia de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático de la Región de Murcia (aprobada por consejo de Gobierno el 11 de junio de 2020).

2. ESTUDIO DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Las zonas costeras son un área de interfase que las hacen especialmente dinámicas y por tanto sensibles a los cambios climáticos. Los potenciales impactos están relacionados con las variaciones de los forzamientos como son el aumento del nivel del mar y la acción del oleaje.

Estos pueden provocar consecuencias destacables en los diferentes elementos que configuran la zona costera. Por ello, este apartado se destina al estudio de la evolución de la playa en las tres alternativas analizadas en el presente trabajo a muy largo plazo teniendo en cuenta dos escenarios climáticos, el RCP 4.5 y 8.5, en el horizonte temporal de 2100.

Los agentes involucrados se definen en base a unos parámetros básicos: el nivel del mar, la altura de ola significativa, el periodo pico y dirección del oleaje. Se analizaron las variaciones de estos factores con la información recogida en las dos fuentes de referencia más actualizadas:

- El visor de C3E de IH Cantabria (<https://c3e.ihcantabria.com/>). Para ello se utilizó el punto situado al frente de la zona de interés con longitud -0.6667°E y latitud 37.75°N (Ilustración 56).
- El visor PIMA de Murcia (<https://pimamurcia.ihcantabria.es/visor/>). Para ello se utilizó el punto situado al frente de la zona de interés con longitud -0.7145°E y latitud 37.7413°N.



Figura 1 Visor C3E del IH Cantabria y ubicación del punto de datos utilizado

Se recogen en la Figura 2 y en la Figura 3 las variaciones de la altura de ola significativa y el periodo pico, respectivamente. Asimismo, se incluyeron los intervalos de confianza de 5% y 95% de las mismas. Como se puede observar, los incrementos o disminuciones son del orden de magnitud inferior a centímetros, alcanzando el valor máximo de 2 cm en el intervalo de confianza del 5% en el RCP 4.5.

En cuanto al periodo pico del oleaje, las modificaciones son dos órdenes de magnitud inferiores al segundo en ambos intervalos de confianza. De modo general, las variaciones en estos parámetros son tan pequeñas que se considera que su influencia en las playas sea mínima. Cabe tener en cuenta que estas variables modifican el perfil de la playa principalmente y la profundidad de cierre está varios metros lejos de salir de la zona confinada.

	ΔHs (m)	Hs IC5% (m)	Hs IC95% (m)
RCP 4.5	-0,0068	-0,0208	0,0073
RCP 8.5	0,0011	-0,0123	0,0144

Figura 2 Variaciones de la altura de ola significativa para el horizonte temporal de 2100

	ΔTp (s)	Tp IC5% (s)	Tp IC95% (s)
RCP 4.5	-0,0257	-0,0641	0,0127
RCP 8.5	-0,0558	-0,0789	-0,0328

Figura 3 Variaciones del periodo pico para el horizonte temporal de 2100

Por otra parte, la dirección del flujo de energía es el principal factor determinante para la forma en planta de equilibrio. Este es función de la altura de ola significativa y la dirección del oleaje, a pesar de que la Hs no sufre variaciones, en la dirección se obtuvieron variaciones de hasta 4°. Como se observa en la figura 4, las previsiones para el RPC 4.5 y 8.5 indican una reducción de entre 1° y 2° aproximada y respectivamente. Teniendo en cuenta los intervalos de confianza, la disminución podría superar los 4° o aumentar más de 1°.

	ΔDir (º)	IC5% (º)	IC95% (º)
RCP 4.5	-0,8818	-2,9196	1,1559
RCP 8.5	-1,9283	-4,3011	0,4444

Figura 4 Variaciones de la dirección del oleaje para el horizonte temporal de 2100

En base a lo expuesto, se recalcaron los flujos de energía en cada uno de los puntos de difracción utilizados en las formas en planta de las alternativas estudiadas. Para ello se aplicaron las variaciones, correspondientes a ambos intervalos de confianza mencionados, a la serie completa de estados de mar en cada uno de los puntos y para cada RCP. De esta forma se obtuvieron los valores recogidos en la figura 5, donde se comparan con los flujos actuales. Se puede observar como en el RCP 4.5 el cambio se sitúa en torno a $\pm 3^\circ$ en comparación al vigente, mientras que en el RCP 8.5, el más pesimista, alcanza variaciones de -7° en el intervalo de confianza de 5% y se mantiene similar al actual para el intervalo del 95%.

	Actual	RCP 4.5		RCP 8.5	
		IC5%	IC95%	IC5%	IC95%
Punto A	S20.4E	S23.3E	S22.1E	S24.7E	S19.9E
Punto B	S64.0E	S66.9E	S62.8E	S71.2E	S63.5E
Punto C	S51.7E	S54.6E	S50.5E	S58.9E	S51.2E
Punto 1	N79.3E	N76.4E	N80.5E	N75E	N79.8E
Punto 2	N81.5E	N78.5E	N82.6E	N77.2E	N81.9E

Figura 5 Flujos de energía actual y en los dos RCPs de estudio para el horizonte temporal de 2100



Figura 6 Flujos de energía actual descrito en el Estudio de dinámica litoral

Se aplicaron los valores de los nuevos flujos de energía a las formas en planta de las alternativas estudiadas. Se presentan en las siguientes imágenes, diferenciando por RCP, marcadas en verde la correspondiente al intervalo de confianza del 5%, en rojo la del 95% y en azul la propuesta como actual. No se definió la unión de la playa norte y sur para permitir la apreciación de la diferencia entre situaciones.



Figura 7 Formas en planta actual (azul), para el intervalo de confianza del 5% (verde) e intervalo de confianza de 95% (rojo) de la alternativa 1 en el RCP 4.5 (derecha) y el RCP 8.5 (izquierda)



Figura 8 Formas en planta actual (azul), para el intervalo de confianza del 5% (verde) e intervalo de confianza de 95% (rojo) de la alternativa 2 en el RCP 4.5 (derecha) y el RCP 8.5 (izquierda)

En las alternativas 1 y 2, las playas de estudio generan una playa confinada, es decir, limitada en sus contornos laterales por una estructura “natural” en el norte y una artificial al sur, el contradique, los cuales limitan su dinámica longitudinal. De este modo, y dada la extensión de la misma, los dos puntos de difracción generan dos parábolas en cada extremo sin llegar a disponer de una zona intermedia perpendicular al flujo de energía del oleaje. Al modificar el flujo en los puntos de difracción se observa como la parte de la curvatura sufre pequeñas variaciones, siendo apreciables en donde comienza la zona recta de cada playa (área de transición). Por lo tanto, se puede concluir que las variaciones de los forzadores debido al cambio climático modificarán ligeramente la forma en planta de las playas sin llegar a afectar a zonas construidas dado el tamaño del ancho de playa seca.

La alternativa 3 presenta ciertas diferencias respecto a las anteriores. La playa norte de esta alternativa es de las mismas características, una playa en forma de gancho sin alcanzar su forma recta perpendicular al oleaje, por lo que los cambios son muy leves. Sin embargo, la playa sur es de mayor longitud y no está definida en su totalidad por la forma en gancho. Debido a esto, es más sensible a las variaciones del flujo de energía. Se puede observar como el cambio en la dirección hará que sufra una distribución del sedimento avanzando y retrocediendo la línea de costa en las diferentes zonas.

Otro aspecto a tener en cuenta en la alternativa 3, en la que se propone dismantelar el espigón Sur y el dique de abrigo Norte, es el Canal del Estacio que puede verse afectado debido al transporte de sedimentos dirección Sur-Norte pudiendo afectar la navegabilidad del mismo. Es preciso realizar un estudio detallado para conocer el grado de alcance del mismo.

Para analizar y valorar de forma más detallada esta alternativa bajo los efectos del cambio climático se debería realizar un estudio pormenorizado de toda la costa Sur de la Manga del Mar Menor, de tal manera que se tenga en cuenta toda la unidad fisiográfica completa



Figura 9 Formas en planta actual (azul), para el intervalo de confianza del 5% (verde) e intervalo de confianza de 95% (rojo) de la alternativa 3 en el RCP 4.5 (derecha) y el RCP 8.5 (izquierda)

Por último, para analizar el aumento del nivel medio del mar (ANMM) se han utilizado los datos del visor PIMA de Murcia en el punto más próximo a la zona de estudio obteniendo los siguientes resultados.

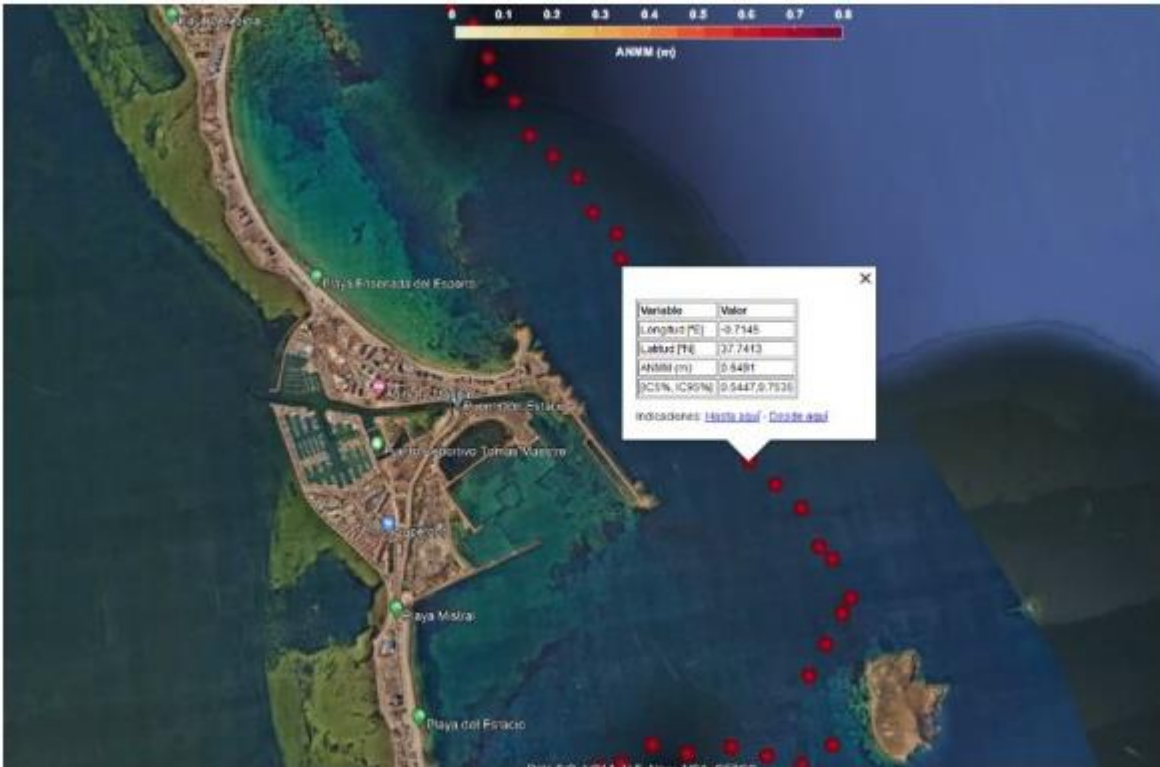


Figura 10 Visor PIMA Murcia y ubicación del punto de datos utilizado)

	Δ NMM (m)	ANMM IC5% (m)	ANMM IC95% (m)
RCP 4.5	0,4570	0,3872	0,5268
RCP 8.5	0,6491	0,5447	0,7535

Figura 11 Aumento del nivel medio del mar para el horizonte temporal de 2100

Como se puede observar los valores que se obtienen de aumento del nivel del mar para los escenarios RCP 4.5 y 8.5 para el horizonte 2100 son de 46 cm y 65 cm, respectivamente. Incluso llegando a valores superiores en el IC95% de 53 cm y 75 cm, respectivamente.

Este aumento del nivel medio del mar a muy largo plazo va a provocar un retroceso de la línea de costa que puede alcanzar los 11 metros en el RCP 4.5 y los 49 metros en el RCP 8.5, ambos en el horizonte de 2100, en la zona próxima al espigón Sur.



Figura 12 Retroceso de la línea de costa en el horizonte de 2100, visor PIMA Murcia. Línea azul: RCP 4.5. Línea roja: RCP 8.5.

3. CÁLCULO Y COMPENSACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO

3.1. ALCANCE

De acuerdo a los “objetivos de mitigación del Cambio climático. Objetivos europeos y Estrategia de Mitigación y Adaptación al Cambio climático de la Región de Murcia” (aprobada por el Consejo de Gobierno el 11 de junio de 2020) se procede a realizar el cálculo de la huella de carbono de la obra proyectada para el alcance 1.

Para ayudar a determinar la responsabilidad en las emisiones, el “Protocolo de Gases de Efecto Invernadero” introdujo el concepto de “alcance”. Con la denominación de “alcance 1” se refiere a las “emisiones directas”, en nuestro caso: emisiones que son responsabilidad del promotor del plan o proyecto (combustibles que se consumirán, emisiones previstas de metano de una granja, emisiones de óxido nitroso por abonado nitrogenado en el funcionamiento de la agricultura, etc.).

3.2. METODOLOGÍA

Para el cálculo se cogen todas las unidades del presupuesto, y posteriormente se realiza un inventario de todos los elementos de maquinaria y materiales previstos para la construcción de la obra.

La estimación de los factores de emisión se ha realizado teniendo en cuenta la Base de Datos de Factores de Emisión, HueCO2, aplicando la metodología descrita a continuación:

En una primera aproximación, puede decirse que el cálculo de la huella de carbono consiste en el producto de la actividad por su factor de emisión. Como resultado se obtiene una cantidad determinada de dióxido de carbono equivalente (kg CO2 eq):

$$\text{Huella de carbono} = \text{Dato Actividad} \times \text{Factor de emisión}$$

- El dato de actividad es un parámetro que define el grado o nivel de la actividad generadora de las emisiones de GEI (Ejemplo: kWh de combustible)
- El factor de emisión (FE) supone la cantidad de GEI emitidos por cada unidad del parámetro “dato de actividad” (Ejemplo: kg CO2 eq/kWh de combustible)

El término dióxido de carbono equivalente (CO2 eq) es la unidad utilizada para exponer los resultados en cuanto a emisiones de GEI. Los gases que se indican en el Protocolo de Kioto como máximos responsables del efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global, los denominados gases de efecto invernadero (GEI), son: el dióxido de carbono (CO2), el metano (CH4), el óxido de nitrógeno (N2O), los hidrofluorocarbonos (HFCs), los perfluorocarbonos (PFCs), el hexafluoruro de azufre (SF6) y, desde finales de 2012, el trifluoruro de nitrógeno (NF3). Sin embargo, el CO2 es el GEI que influye en mayor medida en el calentamiento del planeta, y es por ello que las emisiones de GEI se miden en función de este gas. La t CO2eq es la unidad universal de medida que indica el potencial de calentamiento atmosférico o potencial de calentamiento global (PCG)2 de cada uno de estos GEI, expresados en términos del PCG de una unidad de CO2.

Los pasos a seguir para la estimación de emisiones de GEI han sido los siguientes:

- Inventario de todos los elementos de maquinaria y de materiales proyectados a ser utilizados en la ejecución de la obra con sus cantidades respectivas
- Consulta de los factores de emisión en la base de datos HueCO2
- Multiplicación de la cantidad de cada elemento por su factor de emisión correspondiente
- Sumatorio de las emisiones
- Resultados

3.3. CÁLCULO DE LAS EMISIONES

Para Alcance 1:

Código	DENOMINACIÓN MAQUINARIA	CANTIDAD		FACTOR DE EMISIÓN	GRADO DE INCERTIDUMBRE	UNIDADES	EMISIONES	UNIDADES
MAAPV03	RETROEXCAVADORA 50t	4.248,042	h	74,13	2,00	KgCo2 eq/h	314.907,353	Kg CO2 eq
MA22	RETROEXCAVADORA 100 CV	744,230	h	24,59	2,00	KgCo2 eq/h	18.299,871	Kg CO2 eq
MA35	GRUA AUTOPROPULSADA M MAX DE 1500T*M	120,000	h	45,73	1,75	KgCo2 eq/h	5.487,600	Kg CO2 eq
MA31b	GRÚA AUTOPROPULSADA DE 35 t	1.154,000	h	53,40	1,75	KgCo2 eq/h	61.623,600	Kg CO2 eq
MA32	GRÚA AUTOPROPULSADA DE 25 t	988,000	h	45,73	1,75	KgCo2 eq/h	45.181,240	Kg CO2 eq
MAAPV02	PALA CARGADORA 300 CV 6,0 m3	2.957,787	h	59,34	2,00	KgCo2 eq/h	175.506,207	Kg CO2 eq
MM01b	PALA CARGADORA DE NEUMÁTICOS 102CV	2,392	h	22,46	2,00	KgCo2 eq/h	53,724	Kg CO2 eq
MQ36	SKIDDER 101/130 CV	150,000	h	20,88	2,00	KgCo2 eq/h	3.132,000	Kg CO2 eq
PON_CON01	PONTONA >100 M3 DE CÁNTARA	705,286	h	444,78	1,00	KgCo2 eq/h	313.697,107	Kg CO2 eq
MAAPV05b	PONTONA MODULAR CON TRIPULACION	951,056	h	296,52	1,00	KgCo2 eq/h	282.007,125	Kg CO2 eq
MAAPV04	PONTONA MODULAR AUXILIAR	1.550,549	h	296,52	1,00	KgCo2 eq/h	459.768,789	Kg CO2 eq
MA08	EMBARCACIÓN AUXILIAR	2.066,379	h	296,52	1,00	KgCo2 eq/h	612.722,701	Kg CO2 eq
MM15a	PLANTA MÓVIL TRITURADO DE RESIDUOS	525,000	h	71,66	1,75	KgCo2 eq/h	37.620,975	Kg CO2 eq
MA67	COMPRESOR CON 2 MARTILLOS NEUMÁTICOS	5,750	h	16,51	1,50	KgCo2 eq/h	94,910	Kg CO2 eq
MAAPV13	MARTILLO HIDRÁULICO	120,000	h	7,36	1,50	KgCo2 eq/h	883,680	Kg CO2 eq
MA06	CAMIÓN BASCULANTE 4X4 14 T	1.173,082	h	29,03	2,00	KgCo2 eq/h	34.058,090	Kg CO2 eq
MA01	CAMION DE 25 Tn CON CAPACIDAD 27 M3	53,050	h	49,67	2,00	KgCo2 eq/h	2.635,047	Kg CO2 eq
MAAPV01	CAMION BAÑERA 40 t	34.990,065	h	73,64	2,00	KgCo2 eq/h	2.576.563,416	Kg CO2 eq
						total	4.944.243,44	

Se obtiene un total de 4.944.243,44 kg Co2 eq.

3.4. COMPENSACIÓN DE LAS EMISIONES

La Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética tiene por objeto asegurar el cumplimiento, por parte de España, de los objetivos del Acuerdo de París, así como facilitar la descarbonización de la economía española y su transición a un modelo circular de modo que se garantice el uso racional y solidario de los recursos; y promover la adaptación a los impactos del cambio climático y la implantación de un modelo de desarrollo sostenible. En consecuencia, las obligaciones para España en relación a los sectores difusos, con el reparto de esfuerzos, suponen emitir un 37,7% menos a 2030 respecto a 2005 de acuerdo al Reglamento (UE) 2023/857 del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de abril de 2023 por el que se modifica el Reglamento (UE) 2018/842 sobre reducciones anuales vinculantes de las emisiones de gases de efecto invernadero por parte de los Estados miembros entre 2021 y 2030 que contribuyan a la acción por el clima, con objeto de cumplir los compromisos contraídos en el marco del Acuerdo de París, y el Reglamento UE) 2018/1999.

La compensación de una tonelada de gases de efecto invernadero constituye una reducción neta de emisiones, ya que las emisiones se mezclan uniformemente en la atmósfera por lo que las reducciones o absorciones en cualquier lugar plan o proyecto pueden cancelar las emisiones de otro lugar plan o proyecto. La dinámica atmosférica distribuye las emisiones realizadas desde cualquier punto. Lo importante es reducir la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera en su conjunto, por lo que es indiferente desde qué punto se “remueven” (se retiran) y, por tanto, son capturadas por un sumidero o desde qué punto se evitan las que se podrían producir (emisiones evitadas).

Por esta razón, la compensación se puede plantear bien mediante emisiones evitadas, o mediante el incremento o manejo de la capacidad de sumidero que consiga una absorción equivalente a la reducción de emisiones necesaria, incrementando el carbono en la vegetación o en el suelo.

Sistemas de compensación por absorción en sumideros vegetales o secuestro de carbono en el suelo.

Los árboles y cultivos agrícolas y la vegetación en general, por su capacidad fotosintética, remueven o retiran CO2 de la atmósfera, fijándolo y almacenándolo y actuando así como sumideros. En un bosque, o en la actividad agrícola, parte del CO2 que fija la planta queda almacenado en el suelo gracias a sus raíces o a la incorporación al suelo de restos de poda y cosecha, comportándose como un sumidero a largo plazo, mientras que el CO2 necesario para el carbono contenido en el crecimiento del tronco, raíces y ramas principales se comporta como un sumidero a medio plazo (en el caso de árboles agrícolas como mínimo tanto como el periodo de vida del árbol, comenzando un nuevo ciclo de acumulación de carbono con el árbol que sustituye al anterior), pudiendo prolongarse si se aprovecha esta madera o en otros productos forestales como el papel.

En el proyecto que nos ocupa contempla la revegetación de la zona, el uso de captadores de mimbre y el empleo de pasarelas elevadas y vallado blando de madera.

Para el cálculo de la absorción se ha recurrido a datos publicados por diversos organismos oficiales, principalmente en la “Guía para la estimación de absorciones de dióxido de carbono” desarrollada por la Oficina Española de Cambio Climático, en el marco del Registro Nacional de Huella de carbono y Compensación de emisiones, creado por el Real Decreto 163/2014. En los cuadros finales de la guía se señala la absorción (fijación) que produciría cada unidad de una serie de especies forestales después de su crecimiento en nuestro caso, debido a la vida útil esperada de la obra, a 40 años.

Elemento vegetal	aborcion CO2		Medición proyecto	total kg CO2 absorbido	fuelle
poseidonia	463,16	kgCo2/m2	25	11579	Estudio del valor socioeconómico de las praderas de posidonia oceanica de Andalucía como sumidero de crabono. Proyecto LIFE. Junta Andalucía.
pinus pinae	290	kgco2 /pie	598	173420	Guía para la estimación de absorciones de dióxido de carbono. MITECO
juniperus	20	kgco2 /pie	86	1720	Guía para la estimación de absorciones de dióxido de carbono. MITECO
tamarix	160	kgco2 /pie	428	68480	Guía para la estimación de absorciones de dióxido de carbono. MITECO
pistacia	400	kgco2 /pie	599	239600	Guía para la estimación de absorciones de dióxido de carbono. MITECO
herbaceas 1ªy 2ª banda	0,5	KgCo2/m2	174342	87171	- Datos estudios amdryc4. - Datos Evaluación de la capacidad de sumidero de CO2 de la vegetación arbórea y arbustiva susceptible de ser utilizada en la red de carreteras de Andalucía. Consejería de obras públicas y transportes de la Junta de Andalucía
			total	581.970,00	

Elemento	aborcion CO2		Medición proyecto	total kg CO2 absorbido	fuelle
Madera	765	kgCo2/m3	1126	861390	Dictamen Comité Económico y Social Europeo Construcción en madera para reducir el CO2 en el sector de la construcción
			total	861.390,00	

Nota: No se ha encontrado datos oficiales sobre la capacidad de absorción del mimbre (Salix viminalis) por lo que no se ha tenido en cuenta en el cálculo.

Lo que da un total de **1.443.360,00 Kg Co2 absorbido**. Lo que supone un **29,20 %** de las emisiones previstas.

Es importante indicar que los datos de la “Guía para la estimación de absorciones de dióxido de carbono” solo contemplan el carbono capturado por la materia viva (vegetación aérea y raíces), no tiene en cuenta el carbono secuestrado en suelo y hojarasca que puede suponer doblar la capacidad de compensación, como se muestran en los trabajos realizados en el Proyecto LIFE FOREST-CO2.

Si tenemos en cuenta de forma estimada el carbono secuestrado en suelo y hojarasca obtenemos:

Elemento vegetal	aborcion CO2		Medición proyecto	total kg CO2 absorbido	fuelle
poseidonia	463,16	kgCo2/m2	25	11579	Estudio del valor socioeconómico de las praderas de posidonia oceanica de Andalucía como sumidero de crabono. Proyecto LIFE. Junta Andalucía.
pinus pinae	580	kgco2 /pie	598	346840	(*)Guía para la estimación de absorciones de dióxido de carbono. MITECO
juniperus	40	kgco2 /pie	86	3440	(*)Guía para la estimación de absorciones de dióxido de carbono. MITECO
tamarix	320	kgco2 /pie	428	136960	(*)Guía para la estimación de absorciones de dióxido de carbono. MITECO
pistacia	800	kgco2 /pie	599	479200	(*)Guía para la estimación de absorciones de dióxido de carbono. MITECO
herbaceas 1ªy 2ª banda	0,5	KgCo2/m2	174342	87171	- Datos estudios amdryc4. - Datos Evaluación de la capacidad de sumidero de CO2 de la vegetación arbórea y arbustiva susceptible de ser utilizada en la red de carreteras de Andalucía. Consejería de obras públicas y transportes de la Junta de Andalucía
			total	1.065.190,00	

Elemento	aborcion CO2		Medición proyecto	total kg CO2 absorbido	fuelle
Madera	765	kgCo2/m3	1126	861390	Dictamen Comité Económico y Social Europeo Construcción en madera para reducir el CO2 en el sector de la construcción
			total	861.390,00	

Lo que supone un total de **1.926.580,00 Kg Co2 absorbido**. Lo que supone un **38.97 %** de las emisiones previstas.

Sin embargo hay que indicar que, en relación con el carbono secuestrado en suelo y hojarasca, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico no lo reconoce por ahora en el ámbito del registro creado por el Real Decreto 163/2014, de 14 de marzo, por el que se crea el registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono debido a la incertidumbre de su valor, por lo que no lo tendremos en cuenta a la hora de establecer el balance total de compensación.

Sistemas de compensación por emisiones evitadas

Uno de los posibles métodos de compensación es el de emisiones evitadas. En nuestro caso, emisiones que dejarían de producirse gracias a la actuación contemplada por el plan o proyecto sometido a evaluación ambiental.

El proyecto contempla la **reutilización de materiales dentro de la propia obra** para evitar el empleo de materiales procedentes de cantera, en concreto se plantea la **reutilización de 15.946,51 m³ de escollera de gran tamaño y 31.446,00 m³ de arena y mezcla de arena-piedra**.

Elemento	aborcion CO2		Medición proyecto (m3)	total kg CO2 absorbido	fuelle
Escollera	15,6	kgCo2/m3	15946,51	248765,56	Emisiones medias de material consumido en obras portuarias de la "Guía metodológica para el cálculo de huella de carbono en Puertos" del Ministerio de transportes, movilidad y agenda urbana 2020
			total	248.765,56	

Arena-piedra para una densidad de 1,8 Tn/m3

Elemento	aborcion CO2		Medición proyecto (Tn)	total kg CO2 absorbido	fuelle
Arena	8	kgCo2/Tn	56602,8	452822,4	Base de datos BEDEC
			total	452.822,40	

Lo que supondría un total de **701.587,96 Kg Co2 absorbido**. Lo que supone un **14,19 %** de las emisiones previstas únicamente considerando las emisiones evitadas.

Sumando lo estimado en compensación absorción por revegetación, empleo de pasarelas y vallado de madera y las emisiones evitadas se compensaría el 43,38 % del CO2 estimado para el alcance 1 (53,16 % si se considera la posible estimación absorción en sumideros vegetales o secuestro de carbono en el suelo).

3.5. CONCLUSIÓN

De acuerdo a lo expuesto anteriormente se concluye que con las estimaciones indicadas se cumple con los objetivos europeos y Estrategia de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático de la Región de Murcia (aprobada por Consejo de Gobierno el 11 de junio de 2020).