

# CORRECCIÓN DEL EFECTO DE EROSIÓN LOCALIZADA EN EL EXTREMO OESTE DE LA SEGUNDA PLAYA DEL SARDINERO. T. M. DE SANTANDER (CANTABRIA)

---

*HUELLA DE CARBONO DE LA FASE OBRA*



## ÍNDICE

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | ANTECEDENTES.....   | 3 |
| 2 | ALCANCE .....   | 4 |
| 3 | METODOLOGÍA.....  | 5 |
| 4 | CÁLCULO DE LAS EMISIONES.....   | 6 |
| 5 | RESULTADOS.....   | 8 |
| 6 | PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE REDUCCIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO Y MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA ..... | 9 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|          |  |   |
|----------|--|---|
| Tabla 1. | Origen y fuentes de emisión .....  | 4 |
| Tabla 2. | Unidades de ejecución de la obra.....  | 6 |
| Tabla 3. | Estimación de emisiones procedentes de la maquinaria utilizada en obra .....   | 7 |
| Tabla 4. | Estimación de emisiones procedentes de los materiales utilizados en obra ..... | 7 |
| Tabla 5. | Resumen de los resultados de la huella de carbono .....                        | 8 |

## 1 ANTECEDENTES

Con fecha 28 de junio del 2017, el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, una vez analizada la documentación que obra en el expediente y considerando las respuestas recibidas a las consultas practicadas y, a propuesta de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, ha resuelto que:

*“De acuerdo con la evaluación de impacto ambiental practicada según la Sección 2ª del Capítulo II del Título II, y el análisis realizado con los criterios del Anexo III de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, no es previsible que el proyecto “OBRAS PARA LA CORRECCIÓN DEL EFECTO DE EROSIÓN LOCALIZADO EN EL EXTREMO OESTE DE LA SEGUNDA PLAYA DEL SARDINERO, T.M. DE SANTANDER (CANTABRIA)”, cumpliendo los requisitos ambientales que se desprenden de la presente Resolución de Informe de Impacto Ambiental, vaya a producir impactos adversos significativos, por lo que no se considera necesaria la tramitación prevista en la Sección 1ª del Capítulo II del Título II de dicha Ley”.*

A pesar del carácter positivo de dicha resolución, se indica en la misma que:

*“En el proyecto de construcción deberán tenerse en cuenta las consideraciones realizadas por la Oficina de Cambio Climático incluyendo un **cálculo de la huella de carbono de la alternativa 4**, así como el planteamiento de alternativas de reducción de consumo energético y mejora de la eficiencia energética. “*

Atendiendo a esta indicación de La Resolución, se ha calculado la huella de carbono de la alternativa 4, la cual corresponde con la reconstrucción de los tres espigones en sentido perpendicular al muro exterior de la Avenida García Lago. Para el estudio se recurrirá a metodología reconocida y contrastada por instituciones de prestigio en estimación del impacto de Cambio Climático y Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, tales como: World Resources Institute and World Business Council on Sustainable Development, así como World Ports Climate Initiative a través de su Grupo Carbon Footprint Working Group. Esta metodología, conocida como GHG Protocol, permite preparar inventarios de las emisiones de gases de efecto invernadero directas e indirectas.

## 2 ALCANCE

GHG PROTOCOL define 3 alcances que reúnen las diferentes fuentes de emisiones de GEI:

- EMISIONES DE ALCANCE 1: comprende todas las emisiones generadas en el lugar de actividad, de manera directa (procesos químicos, utilización de vehículos pertenecientes a la entidad objeto de estudio, consumo de combustibles, etc.)
- EMISIONES DE ALCANCE 2: comprende las emisiones de GEI generadas por la producción de energía procedente del exterior (electricidad comprada), desde el lugar de producción (pérdidas en línea: distribución/transporte).
- EMISIONES DE ALCANCE 3: comprende las emisiones generadas por bienes y servicios consumidos (productos entrantes, desplazamiento del personal, gestión de residuos).

Para el presente proyecto se analizará, en un horizonte temporal equivalente a la duración de las obras, la huella de carbono esperada con la actividad que se generará al ejecutarse las obras. Así, las fuentes de emisión significativas en la obra se presentan en la siguiente tabla:

| ALCANCE          | ORIGEN  | FUENTES DE EMISIÓN  |
|------------------|---|---|
| <b>ALCANCE 1</b> | Emisiones directas de la utilización de cada uno de los elementos en la obra durante la etapa de construcción<br>Consumo de combustible   | Vehículos<br>Unidad de maquinaria en obra   |
| <b>ALCANCE 2</b> | Emisiones indirectas relativas al consumo eléctrico en las instalaciones de obra<br>Consumo de electricidad   | Maquinaria e instalaciones en obra  |
| <b>ALCANCE 3</b> | Emisiones indirectas derivadas de la fabricación de materiales, transporte de materiales y producción y distribución de combustible<br>Producción y distribución de combustible,<br>producción y transporte de materiales | Producción y distribución de combustible<br>Producción y distribución de electricidad<br>Producción de materiales<br>Transporte de materiales |

Tabla 1. Origen y fuentes de emisión

### 3 METODOLOGÍA

Para el cálculo se divide la obra en diferentes unidades de ejecución, 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, HueCO<sub>2</sub><sup>1</sup>, 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> eq/kWh de combustible)

El término dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub> 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 (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>), el óxido de nitrógeno (N<sub>2</sub>O), los hidrofluorocarbonos (HFCs), los perfluorocarbonos (PFCs), el hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) y, desde finales de 2012, el trifluoruro de nitrógeno (NF<sub>3</sub>). Sin embargo, el CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>eq es la unidad universal de medida que indica el potencial de calentamiento atmosférico o potencial de calentamiento global (PCG)<sup>2</sup> de cada uno de estos GEI, expresados en términos del PCG de una unidad de CO<sub>2</sub>.

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

- División de la obra en unidades de ejecución

---

<sup>1</sup> aplicación informática que facilita el cálculo de la huella de carbono de la construcción de una obra pública en España. La base de datos ha sido desarrollada por TECNIBERIA (Asociación española de empresas de ingeniería, consultoría y servicios tecnológicos) con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

<sup>2</sup> PCG: potencial de calentamiento global. Factor que describe el impacto de la fuerza de la radiación (grado de daño a la atmósfera) de una unidad de un determinado GEI en relación a una unidad de CO<sub>2</sub>.

- 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

## 4 CÁLCULO DE LAS EMISIONES

División de la obra en unidades de ejecución:

| UD EJECUCIÓN | DESCRIPCIÓN   |
|--------------|---|
| 1            | Actuaciones previas y acondicionamiento del terreno |
| 2            | Excavación  |
| 3            | Construcción de los espigones                       |
| 4            | Varios  |

Tabla 2. Unidades de ejecución de la obra

Inventario de elementos de maquinaria y materiales:

| MAQUINARIA                    |   |     |          |         |          |                           |                             |                             |                       |                       |
|-------------------------------|---|-----|----------|---------|----------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Unidad de ejecución           | Designación   | Ud. | Cantidad | Alcance | FE       | Ud.                       | Emisiones                   | Ud.                         |                       |                       |
| Excavación                    | Retroexcavadora sobre orugas  | h   | 20,88    | 1       | 74,13    | kg CO <sub>2</sub> eq / h | 1.547,63                    | kg CO <sub>2</sub> eq       |                       |                       |
|                               |   |     |          | 3       | 0,248    | kg CO <sub>2</sub> eq / L | 5,18                        | kg CO <sub>2</sub> eq       |                       |                       |
|                               | Retroexcavadora sobre orugas, con martillo rompedor                   | h   | 77,05    | 1       | 41,76    | kg CO <sub>2</sub> eq / h | 3.217,60                    | kg CO <sub>2</sub> eq       |                       |                       |
|                               |   |     |          | 3       | 0,248    | kg CO <sub>2</sub> eq / L | 19,11                       | kg CO <sub>2</sub> eq       |                       |                       |
| Construcción de los espigones | Pala cargadora frontal de cadenas                                     | h   | 114,01   | 1       | 66,219   | kg CO <sub>2</sub> eq / h | 7.549,31                    | kg CO <sub>2</sub> eq       |                       |                       |
|                               |   |     |          | 3       | 0,248    | kg CO <sub>2</sub> eq / L | 28,27                       | kg CO <sub>2</sub> eq       |                       |                       |
|                               | Retroexcavadora sobre orugas, con pinza para escollera                | h   | 555,87   | 1       | 41,76    | kg CO <sub>2</sub> eq / h | 23.213,08                   | kg CO <sub>2</sub> eq       |                       |                       |
|                               |   |     |          | 3       | 0,248    | kg CO <sub>2</sub> eq / L | 137,86                      | kg CO <sub>2</sub> eq       |                       |                       |
|                               | Mezclador continuo con silo, para mortero industrial en seco a granel | h   | 428,70   | 1       | 64,695   | kg CO <sub>2</sub> eq / h | 27.734,56                   | kg CO <sub>2</sub> eq       |                       |                       |
|                               |   |     |          | kWh     | 1.714,79 | 2                         | 0,399                       | kg CO <sub>2</sub> eq/kWh   | 684,20                | kg CO <sub>2</sub> eq |
|                               |   |     |          |         |          | 3                         | 0,035                       | kg CO <sub>2</sub> eq / kWh | 60,02                 | kg CO <sub>2</sub> eq |
|                               | Taladro de perforación hasta 1 m                                      | h   | 144,00   | 1       | 22,807   | kg CO <sub>2</sub> eq / h | 3.284,21                    | kg CO <sub>2</sub> eq       |                       |                       |
|                               |   |     |          | kWh     | 1.440,00 | 2                         | 0,399                       | kg CO <sub>2</sub> eq/kWh   | 574,56                | kg CO <sub>2</sub> eq |
| 3                             |   |     |          |         |          | 0,035                     | kg CO <sub>2</sub> eq / kWh | 50,40                       | kg CO <sub>2</sub> eq |                       |

|        |   |     |        |   |       |                           |          |                       |
|--------|---|-----|--------|---|-------|---------------------------|----------|-----------------------|
|        | Cesta elevadora de brazo articulado, 16 m | h   | 35,69  | 1 | 45,73 | kg CO <sub>2</sub> eq / h | 1.631,88 | kg CO <sub>2</sub> eq |
|        |   |     |        | 3 | 0,248 | kg CO <sub>2</sub> eq / L | 8,85     | kg CO <sub>2</sub> eq |
| Varios | Alquiler casetas obra                     | kWh | 349,14 | 2 | 0.399 | kg CO <sub>2</sub> eq/kWh | 139,31   | kg CO <sub>2</sub> eq |

Tabla 3. Estimación de emisiones procedentes de la maquinaria utilizada en obra

| MATERIALES  |  |                |          |                      |         |                         |                                      |                       |                       |
|---|--|----------------|----------|----------------------|---------|-------------------------|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Unidad de ejecución                                 | Designación                                    | Ud.            | Cantidad | Fuente de emisión    | Alcance | FE                      | Ud.                                  | Emisiones             | Ud.                   |
| Actuaciones previas y acondicionamiento del terreno | Geotextil poliéster y fijación mediante grapas | m <sup>2</sup> | 400,00   | fabricación          | 3       | 11,71*                  | kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup> | 4.684,00              | kg CO <sub>2</sub> eq |
| Excavación  | Cortina antiturbidez                           | ml             | 55,00    | fabricación          | 3       | 4,03*                   | kg CO <sub>2</sub> eq/m              | 221,60                | kg CO <sub>2</sub> eq |
| Construcción de los espigones                       | Bloque de piedra caliza 800-1.200 kg           | t              | 1.834,28 | transporte           | 3       | 0,122                   | kg CO <sub>2</sub> eq/t-km           | 3.156,38              | kg CO <sub>2</sub> eq |
|   |  |                |          | producción diesel    | 3       | 0,248                   | kg CO <sub>2</sub> eq/l              | 151,66                | kg CO <sub>2</sub> eq |
|   | Hormigón HM-30                                 | m <sup>3</sup> | 253,98   | fabricación hormigón | 3       | 282,00                  | kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>3</sup> | 71.621,70             | kg CO <sub>2</sub> eq |
|   |  |                |          | transporte           | 3       | 0,122                   | kg CO <sub>2</sub> eq/t-km           | 1.528,42              | kg CO <sub>2</sub> eq |
|   |  |                |          | producción diesel    | 3       | 0,248                   | kg CO <sub>2</sub> eq/l              | 74,80                 | kg CO <sub>2</sub> eq |
|   | Piedra caliza mampostería                      | m <sup>3</sup> | 239,27   | transporte           | 3       | 0,122                   | kg CO <sub>2</sub> eq/t-km           | 1.127,28              | kg CO <sub>2</sub> eq |
|   |  |                |          | producción diesel    | 3       | 0,248                   | kg CO <sub>2</sub> eq/l              | 54,16                 | kg CO <sub>2</sub> eq |
|   | Mortero industrial M-5                         | m <sup>3</sup> | 146,20   | fabricación mortero  | 3       | 272,00                  | kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>3</sup> | 39.765,23             | kg CO <sub>2</sub> eq |
|   |  |                |          | transporte           | 3       | 0,122                   | kg CO <sub>2</sub> eq/t-km           | 553,39                | kg CO <sub>2</sub> eq |
|   |  |                |          | producción diesel    | 3       | 0,248                   | kg CO <sub>2</sub> eq/l              | 27,08                 | kg CO <sub>2</sub> eq |
|   | Acero B500S galvanizado                        | t              | 1,11     | fabricación acero    | 3       | 1.400,00                | kg CO <sub>2</sub> eq/t              | 1.551,52              | kg CO <sub>2</sub> eq |
|   |  |                |          | transporte           | 3       | 0,122                   | kg CO <sub>2</sub> eq/t-km           | 1,08                  | kg CO <sub>2</sub> eq |
|   |  |                |          | producción diesel    | 3       | 0,248                   | kg CO <sub>2</sub> eq/l              | 1,03                  | kg CO <sub>2</sub> eq |
|   | Hormigón HA-25                                 | m <sup>3</sup> | 9,68     | fabricación hormigón | 3       | 310,787                 | kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>3</sup> | 3.006,86              | kg CO <sub>2</sub> eq |
|   |  |                |          | transporte           | 3       | 0,122                   | kg CO <sub>2</sub> eq/t-km           | 105,41                | kg CO <sub>2</sub> eq |
| producción diesel                                   |  |                |          | 3                    | 0,248   | kg CO <sub>2</sub> eq/l | 5,16                                 | kg CO <sub>2</sub> eq |                       |

\* Factores de Emisión proporcionados por el fabricante

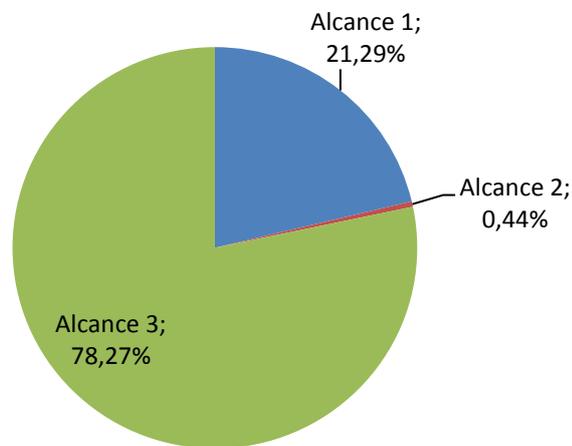
Tabla 4. Estimación de emisiones procedentes de los materiales utilizados en obra

## 5 RESULTADOS

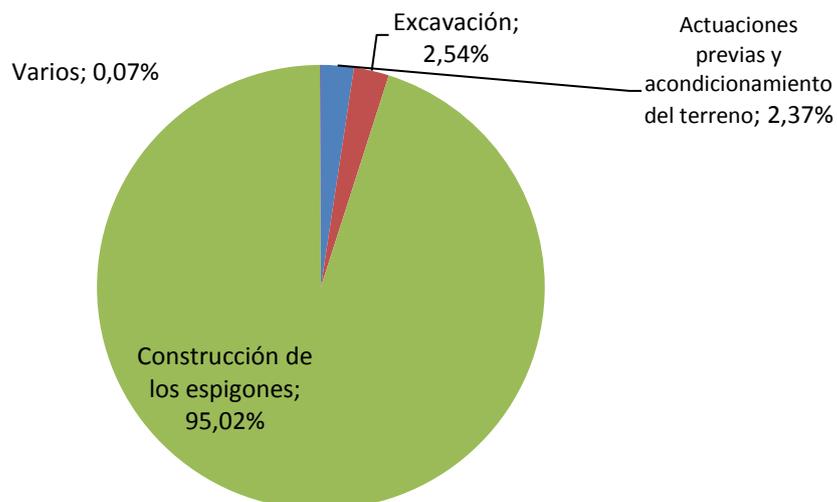
La huella de carbono (en kg CO<sub>2</sub> eq) de la alternativa desarrollada en el proyecto es:

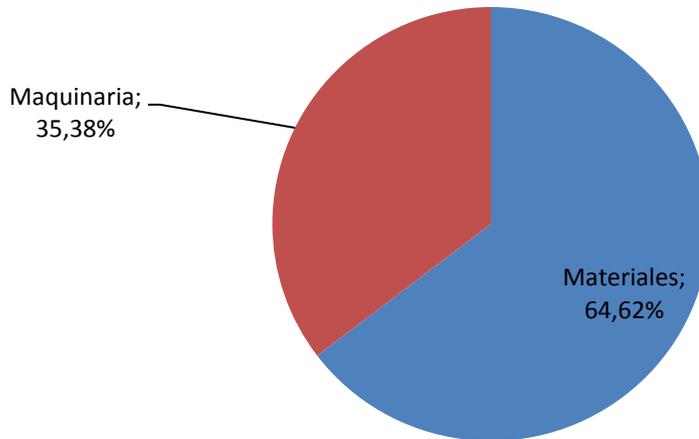
| Huella de carbono |                   |                             |
|-------------------|-------------------|-----------------------------|
| Alcance 1         | 68.178,27         | kg CO <sub>2</sub> eq       |
| Alcance 2         | 1.398,07          | kg CO <sub>2</sub> eq       |
| Alcance 3         | 127.946,44        | kg CO <sub>2</sub> eq       |
| <b>TOTAL</b>      | <b>197.522,78</b> | <b>kg CO<sub>2</sub> eq</b> |

Tabla 5. Resumen de los resultados de la huella de carbono



En las siguientes gráficas podemos observar la distribución de las emisiones según las distintas unidades de ejecución consideradas, así como de los distintos elementos:





La utilización de la huella de carbono surge como un instrumento de información para la comunicación del desempeño ambiental de una entidad a todas sus partes interesadas, además de cómo indicador para tomar decisiones a la hora de reducir las emisiones asociadas a una actividad, producto o servicio.

A la vista de los resultados obtenidos en el caso que nos ocupa, podemos decir que el mayor impacto que se generará durante el Proyecto será en lo relativo a la construcción de los espigones, y más concretamente en lo que se refiere a la fabricación y transporte de hormigón para la cimentación y el relleno de los huecos de la escollera.

## 6 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE REDUCCIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO Y MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Las emisiones analizadas en el presente documento se refieren por un lado a las emisiones directas de la utilización de cada uno de los elementos en la obra durante la etapa de construcción y, por otro, emisiones indirectas relativas al consumo eléctrico, fabricación, transporte de materiales y producción de combustible. Para su reducción, en la fase de obra, se puede actuar sobre las fuentes de emisión directas siguiendo las siguientes recomendaciones:

- Utilizar maquinaria con el sello CE, y utilizar máquinas y vehículos de bajo consumo
- No sobredimensionar la capacidad de los medios utilizados y emplear la maquinaria y equipos adecuados al volumen de obra y el tiempo de ejecución.
- Realizar revisiones regulares de los equipos y maquinaria a fin de optimizar el consumo de energía y minimizar las emisiones

- Parar la maquinaria en periodos de espera (siempre que la operación de arranque consuma menos combustible que la máquina en stand-by durante el tiempo de espera)
- Evitar el uso de halógenos

En relación al consumo eléctrico y la mejora de la eficiencia energética las recomendaciones a seguir son:

- Planificar correctamente las actividades y los tajos de la obra para optimizar el uso de los equipos
- Dimensionar adecuadamente la maquinaria de obra
- Utilizar racionalmente el alumbrado y los equipos eléctricos de la oficina y de la obra. Se recomienda la utilización de lámparas LED, de bajo consumo, larga duración y máxima eficiencia energética, con regulación (bien programada o bien mediante detectores de presencia y/o movimiento)
- Mantener limpias y en buen estado las instalaciones de iluminación
- Fijar objetivos de ahorro energético (electricidad y combustibles)

Las emisiones indirectas derivadas de la fabricación y transporte de materiales, Alcance 3, son más difíciles de reducir en la fase de obra, ya que no dependen del consumo energético realizado por el contratista. Sin embargo, sí es conveniente exigir que sus proveedores cumplan determinadas normas de gestión de las emisiones: tener implantado un sistema de gestión de eficiencia energética o realizar auditorías energéticas de sus instalaciones, el uso de energías renovables o la optimización de productos y procesos, son algunos ejemplos de buenas prácticas orientados a identificar actuaciones de mejora de la eficiencia energética y reducción de emisiones.

Se propone, además, establecer un sistema de Seguimiento e información de emisiones registrando:

- El volumen de material realmente utilizado en la obra
- El medio de transporte utilizado y su capacidad, distancia recorrida y número de vehículos. Características técnicas de los vehículos (potencia y consumos)
- La maquinaria y el equipamiento utilizado para la manipulación, colocación y/o procesado de materiales en la obra, incluyendo rendimientos y consumos
- Factores de emisión de la fabricación de materiales utilizados en obra (solicitados al fabricante)
- Realizar un seguimiento de los consumos energéticos y controles periódicos del gasto de combustible (red eléctrica, grupos electrógenos, maquinaria)