



## Descripción del Reto

El reto planteado por la Autoridad Portuaria de Bilbao lleva por título: ***“¿Cuál es la mejor forma para evitar que las partículas difusas procedentes de los graneles sólidos almacenados a la intemperie en un muelle se dispersen hacia el espacio de empresas colindantes?”***

Este reto responde a las necesidades que se describen a continuación:

### Contexto

El Puerto de Bilbao cuenta con varios muelles dedicados al almacenamiento, carga y descarga de graneles sólidos que han supuesto en el 2020 un 12,4% del total del tráfico gestionado en el Puerto, y que son gestionados por varias empresas concesionarias (ver adjunto archivo con los tipos de graneles y Ton). Estos graneles se encuentran en su mayor parte almacenados en montones y a la intemperie. Esto supone que los fenómenos meteorológicos como el viento, o el propio movimiento de carga y descarga genere una difusión de partículas que, según la pulverulencia del material, puede suponer graves incidencias en las empresas colindantes.

Estos aspectos adversos de la operativa portuaria acarrearán, además, los siguientes costes para la Autoridad Portuaria de Bilbao, y para el puerto en su conjunto<sup>1</sup>:

- Costes de operación: la presencia de polvo depositado sobre viales, redes pluviales, redes de distribución o el propio fondo de la dársena, implican un incremento significativo en los costes de mantenimiento de la Autoridad Portuaria
- Costes de emergencias o incidencias: los aspectos ambientales ligados a la manipulación de graneles pueden desencadenar emergencias o no conformidades legales, que pueden afectar al rendimiento operativo del puerto o tener gastos no previstos de remediación que afecten a la eficiencia económica de la actividad.
- Costes de oportunidad: la contaminación cruzada entre mercancías o la interferencia con otras actividades que requieren niveles de calidad ambiental elevados, supone una pérdida de calidad de servicio que puede impedir el desarrollo de otras oportunidades de negocio.
- Costes de reputación: un desempeño ambiental no adecuado puede comprometer la imagen y reputación del puerto, generando desconfianza entre distintos agentes sociales, lo cual puede tener efectos negativos, tanto en el desarrollo normal de la operativa portuaria como en el desarrollo de posibles actuaciones sobre la infraestructura del puerto, con el consiguiente coste económico para la Autoridad Portuaria.

Desde la Autoridad Portuaria de Bilbao, se han valorado las siguientes posibles soluciones:

- Paneles móviles
- Cobertura de los montones con lonas
- Cinta transportadora carenada y humectante
- Spray de agua

También se han valorado las medidas incluidas en la [Guía de buenas prácticas en cuanto a la manipulación y almacenamiento de graneles sólidos](#), pero tampoco han dado respuesta al reto

---

<sup>1</sup> Guía de buenas prácticas en cuanto a la manipulación y almacenamiento de graneles sólidos

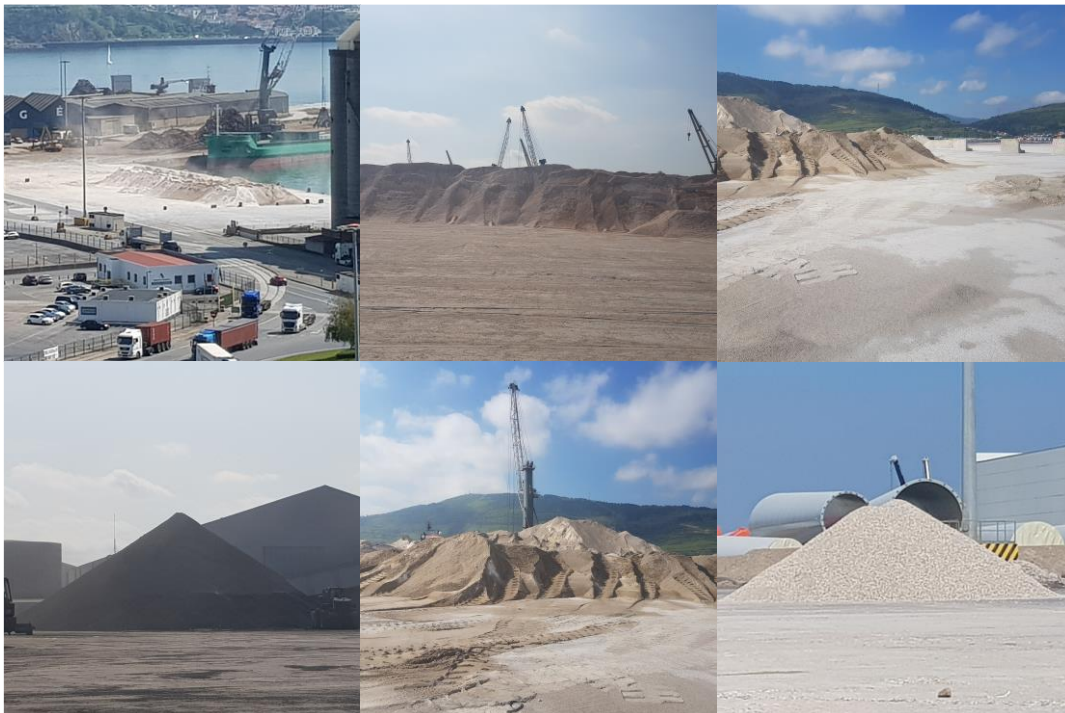
planteado por el Puerto de Bilbao. La solución que se busca debería ser una alternativa a estas medidas.

Hay varios motivos por los que estas soluciones no han prosperado, que versan desde la responsabilidad en la implementación de la solución y la viabilidad económica/operativa de la misma. En primer lugar, son las empresas concesionarias que almacenan y manipulan los graneles sólidos las responsables de implantar las medidas que minimicen la afección en el entorno derivada de su actividad. Por otro lado, las medidas aplicables más efectivas existentes en la actualidad requieren de una importante inversión y son proyectos de gran envergadura difíciles de llevar a cabo. Por último, las medidas que se vayan a aplicar han de interferir o perjudicar lo mínimo posible en la operativa de almacenamiento, de carga y descarga de los graneles sólidos, ya que esto influye significativamente en los costes de las empresas que los trabajan.

### **Información adicional:**

Para mayor información, se incluyen a continuación una serie de fotografías y vídeos ilustrativos donde se muestra la disposición de los graneles almacenados en la intemperie, los procesos de carga y descarga de dichos graneles, así como el deterioro causado en las parcelas colindantes y equipos.

- [Video 1](#): proceso de acopio de graneles a la intemperie
- [Video 2](#): proceso de carga de camión
- [Video 3](#): visualización del puerto y los acopios de granel, durante situación meteorológica adversa.



Fuente: Autoridad Portuaria de Bilbao; muestras de graneles almacenados en montones a la intemperie.



Fuente: Autoridad Portuaria de Bilbao; muestras de cargas y descargas de graneles.



Fuente: Autoridad Portuaria de Bilbao; muestras de superficies y equipamiento deteriorados.

### **Partes interesadas**

Los actores principales involucrados en este reto, y que por tanto representan el conjunto de agentes de interés a tener en cuenta a la hora de presentar la solución, son:

- La Autoridad Portuaria de Bilbao, entidad pública que gestiona el Puerto de Bilbao, sus infraestructuras y servicios, así como la propietaria y concesionaria de los espacios. También es su labor garantizar la buena relación en la comunidad portuaria.
- Las empresas concesionarias, terminales de graneles sólidos, son las empresas que desarrollan el tráfico de estos graneles, y las encargadas de su almacenamiento, carga y descarga.
- Las empresas concesionarias colindantes a los espacios en los que se encuentran los montones de graneles sólidos son empresas de diferentes sectores que pueden verse afectadas en algunos casos por daños generados en las piezas terminadas y almacenadas a la intemperie, riesgo para la salud de sus trabajadores, por suciedad en sus instalaciones o deterioro del edificio.

- Camiones que pasan cerca de los montones (son un factor que pueden provocar la resuspensión de las partículas ya precipitadas. Es algo a tener en cuenta, pero en menor grado, se puede solucionar/minimizar con una limpieza periódica y adecuada del muelle)
- Municipios colindantes al puerto (a pesar de que en las encuestas de satisfacción suelen mencionar el polvo etc. no hay quejas respecto a la calidad del aire fuera del propio recinto portuario. Tampoco por parte de Ayuntamientos u otro tipo de organismos.)
- Coches de los trabajadores que se aparcen en las zonas aledañas a los montones de granel sólido (sufren daños y provocan gastos de limpieza).

### **Necesidades**

Estas emisiones de partículas derivadas de la manipulación y almacenamiento de material transportado a granel, puede traducirse en impactos ambientales significativos sobre el entorno social, natural y económico<sup>1</sup>.

*Tabla 1 Impactos significativos sobre el entorno ocasionados por las emisiones de partículas difusas*

IMPACTOS AMBIENTALES	
Calidad de aire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento del nivel de partículas en suspensión</li> </ul>
Calidad del agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación de sedimentos</li> <li>• Eutrofización</li> </ul>
IMPACTOS SOCIALES	
Seguridad Laboral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhalación de partículas</li> <li>• Reducción de la visibilidad</li> </ul>
Seguridad industrial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riesgo de incendios</li> <li>• Reducción de la visibilidad</li> </ul>
Seguridad alimentaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento de la población de aves</li> </ul>
IMPACTOS ECONÓMICOS	
Costes de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento de costes de limpieza</li> <li>• Deterioro prematuro de maquinaria</li> <li>• Pérdida de calados en muelles</li> <li>• Deterioro de drenajes y registros</li> </ul>
Deterioro del servicio prestado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación cruzada con otras mercancías</li> <li>• Interferencia con otras actividades productivas del puerto</li> <li>• Mermas de mercancía</li> </ul>

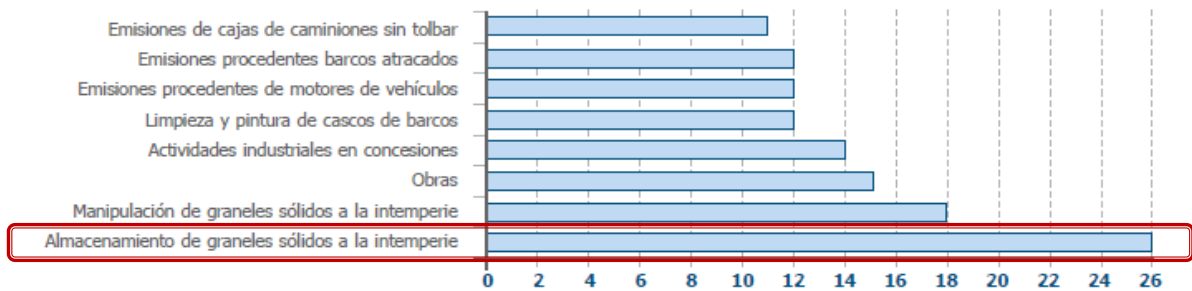
Fuente: Guía de buenas prácticas en cuanto a la manipulación y almacenamiento de graneles sólidos

De hecho, como se desprende de las memorias de sostenibilidad elaboradas por las Autoridades Portuarias durante 2012<sup>2</sup>, veintiséis de las veintiocho Autoridades Portuarias consideran la manipulación y almacenamiento de granel sólido a la intemperie como la primera causa de emisiones a la atmósfera en los puertos, mientras que dieciséis Autoridades Portuarias la clasifican como la segunda causa de deterioro de la calidad del agua y de los sedimentos<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> [Memoria de sostenibilidad del sistema portuario de interés general. Año 2012](#)



Gráfica 1 Principales focos de emisiones en los puertos. N.º de Autoridades Portuarias que los consideran significativos.



Fuente: Guía de buenas prácticas en cuanto a la manipulación y almacenamiento de graneles sólidos; Evolución del tráfico de graneles sobre a otro tipo de presentación de la mercancía

De las externalidades descritas, la Autoridad Portuaria de Bilbao prioriza dar respuesta a las necesidades relacionadas con deterioro del servicio prestado, esto es: contaminación cruzada con otras mercancías, interferencia con otras actividades productivas del puerto y mermas de mercancía. Consideran preciso evitar las interferencias con las actividades de las parcelas colindantes, tanto las relacionadas con los procesos productivos como con los productos almacenados en dichas parcelas. Teniendo esto en cuenta, desde la Autoridad Portuaria de Bilbao se definen dos puntos críticos de actuación:

- Durante el acopio a la intemperie de los materiales, ya que, si se pasan días en el muelle sin protección alguna, los episodios de viento hacen que se dispersen sin control, creando impacto en el entorno.
- Durante los momentos puntuales de manipulación de los graneles. Tanto desde el camión a muelle, como de muelle a bodega del buque.

Asimismo, se detallan a continuación las necesidades específicas de varias de las empresas localizadas en el Puerto de Bilbao, que se ven afectadas por esta problemática:

- La empresa Haizea Wind se dedica a la fabricación de cimentaciones y torres eólicas offshore y Onshore, estando ubicada la planta en el muelle AZ2. Son piezas de dimensiones considerables (100 m) que una vez fabricadas son almacenadas en el muelle a la intemperie. La presencia de graneles sólidos acopiados a la intemperie en ese mismo muelle provoca que con rachas de viento estos materiales sean proyectados contra la fábrica y las piezas almacenadas en el exterior, dañándolas. Esto implica que esas piezas puedan requerir mantenimientos adicionales o que pierdan parte de su garantía (25 años), con el elevado coste que eso implica.
- La empresa Lointek está ubicada en el AZ1 se dedica a la fabricación de grandes piezas (calderas industriales, reactores, sistemas modulares etc.) de hasta 2000 Tn y 150 m de longitud en algunos casos. El portón principal de esta empresa está orientado al muelle, y tiene enfrente y a poca distancia los acopios a la intemperie de los graneles sólidos operados por otra empresa. Dada la envergadura de sus piezas, en muchas ocasiones han de trabajar con el portón abierto. Ven muy afectados por el polvo y la arena sus conducciones, sistemas eléctricos, y su proceso productivo en general, ya que las proyecciones de arena también atacan a las piezas que producen. Por otro lado, se dañan los vehículos de los trabajadores y

se pone en riesgo su salud. Todo esto ha provocado que tengan que incrementar el gasto en la limpieza y mantenimientos del proceso productivo, así como en los vehículos.

- CSP Iberian es la principal terminal de contenedores del Puerto de Bilbao. Está ubicada en el muelle A1. Existen graneles sólidos acopiados en el muelle Adosado, y cuando el viento de componente S-SE sopla, una pluma de polvo procedente de los acopios impacta en los vehículos de los trabajadores y en el edificio principal de CSP Iberian. Los daños relatados implican el incremento de costes en el mantenimiento del edificio, así como en la limpieza de los vehículos, tanto corporativos como los de los trabajadores.
- La empresa Chronimet se dedica a la importación y exportación de chatarras y metales. Está ubicada en el AZ-1, y tiene su parcela perimetralmente cerrada con un vallado hasta varios metros. No tiene la parcela cerrada por la parte superior, ya que acopia chatarras y estas sobrepasan el vallado y necesita maniobrabilidad para las grúas etc. Está ubicada muy cerca también de donde se acopian las arenas en el AZ1. Los problemas que nos han relatado se refieren a daños en los vehículos e instalaciones. Destacar que cuando se dan episodios de fuertes vientos, han tenido que parar de trabajar ya que las condiciones provocadas por las nubes de arena no son admisibles y pone en riesgo la salud de sus trabajadores

La Autoridad Portuaria de Bilbao, proactiva en la búsqueda de soluciones para los problemas del entorno, busca dar respuesta a estas necesidades con el objetivo de fomentar un entorno de relaciones armónicas y optimizar la asignación de espacios a negocios inicialmente incompatibles. Para ello, necesita garantizar la satisfacción de la problemática en el corto plazo y ofrecer a los principales agentes de interés involucrados una solución viable.

### Objetivos

A modo orientativo, se incluye la siguiente tabla que recoge las necesidades funcionales requeridas, calificadas como requisito o ponderadas según su nivel de importancia siendo 3 el nivel más bajo y 9 el más alto:

Variable	Necesidad funcional	Ponderación
1- La solución realiza una contención de las partículas	1.1- En días de viento	Requisito
	1.2- Durante la carga y descarga	Requisito
2- La solución se aplica en:	2.1- Carga	6
	2.2- Acopio	Requisito
	2.3- Descarga	6
3- La solución no es fija	3.1- Puede ser llevada a diferentes espacios	3
	3.2- Fácil de transportar	3
	3.3- Pesa poco	3
	3.4- Fácil montaje/desmontaje	3
4- La solución es fija	4.1- No altera la infraestructura existente	6
	4.2- No ocupa excesivo espacio	6
	4.3- No altera la operativa de carga y descarga	6
5- La solución es viable financieramente	5.1- La solución puede ser ofrecida por la Autoridad Portuaria como un servicio en forma de concesión/alquiler	6

	5.2- La fabricación de la solución tiene un valor asequible	Requisito
	5.3- La solución es escalable a otros puertos con la misma problemática	9
6- La solución es sostenible con el medioambiente	6.1- Durabilidad prolongada	9
	6.2- El material no se deteriora fácilmente con el viento	Requisito
	6.3- El material no se deteriora fácilmente con la lluvia	Requisito
	6.4- Fabricada con materiales reciclados	6
	6.5- Tras su uso el material puede ser reciclado/reutilizado	9
	6.6- Cumple las normativas más estrictas respecto al medioambiente	9
	6.7- El material resistirá las condiciones meteorológicas adversas	Requisito
7- Tiempo de ejecución	7.1- Menor a 12 meses	9
8- La solución es aceptada por la CP	8.1- Su uso es fácil de explicar	9
	8.2- Es fácil de utilizar	9

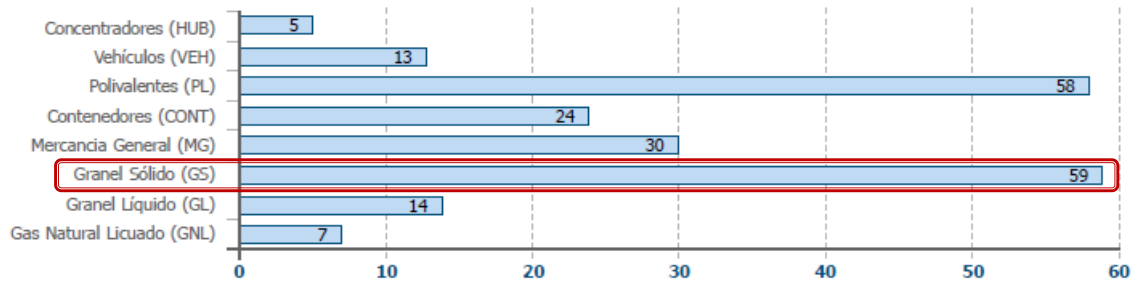
### Alcance

A pesar de que en el contenido del documento se ha considerado oportuno mostrar la totalidad del desafío actual que suponen las partículas difusas procedentes de los graneles sólidos almacenados a la intemperie en los muelles portuarios, **se define como alcance** a abarcar a través del presente reto, **el desarrollo de una primera prueba de concepto**. Se aceptarán soluciones que como mínimo se encuentren en un TRL 3 (Función analítica y experimental y/o prueba de concepto característica) aunque se valorarán con más puntuación aquellas soluciones que se acerquen a TRL 6 (Demostración de sistema en un entorno relevante) y que a continuación de las pruebas realizadas en el Puerto pueda llegar a un TRL 7 (Prototipo en un entorno real) o mayor.

**A través del piloto** desarrollado entre la empresa ganadora y la Autoridad Portuaria de Bilbao, **se validará, en un entorno real y con usuarios reales, la viabilidad de la solución propuesta**. Esta validación, fruto de la colaboración para el diseño de una solución entre entidades usuarias y empresa ganadora, **permitirá también a esta última la posibilidad de afrontar un problema que se da en gran parte de los puertos que trabajan con graneles sólidos en las diferentes fachadas marítimo-portuarias tanto a nivel nacional como mundial**.

De acuerdo con la [Guía de buenas prácticas en cuanto a la manipulación y almacenamiento de graneles sólidos](#), durante el año 2012 el sistema portuario contaba con 59 terminales destinadas al movimiento de graneles sólidos lo cual supone un 28% del total de terminales operativas. A la actividad de dichas terminales hay que sumarle las operaciones realizadas en terminales polivalentes, normalmente desarrolladas con medios de carga/descarga no especializados.

Gráfica 2 N.º de terminales en el sistema portuario por tipos de tráfico en 2012



Fuente: Guía de buenas prácticas en cuanto a la manipulación y almacenamiento de graneles sólidos; N.º de terminales por tipo de tráfico en el sistema portuario

Estas instalaciones movieron en el año 2012 un total de 89 millones de toneladas de mercancía a granel, lo cual representa un 20% del paso de mercancía por los puertos. De modo general los materiales movidos son carbón, minerales, productos agroalimentarios, fertilizantes, productos de construcción y productos químicos.

Por tanto, el tráfico de graneles sólidos representa una actividad importante, por el nivel de actividad desarrollado en los puertos, por los recursos necesarios para dar respuesta al tráfico, y por su impacto en diversos sectores productivos.

El presente reto encarna, por tanto, una interesante oportunidad de acceso a mercado no solo representada por la Autoridad Portuaria de Bilbao, sino declarada por el 93% Autoridades Portuarias a nivel nacional que consideran que la manipulación y almacenamiento de granel sólido a la intemperie como la primera causa de emisiones a la atmósfera en los puertos con sus correspondientes ambientales, sociales y económicos.

### Ejemplo: caso de uso

En procesos de exportación, los materiales llegan al puerto en camión. Una vez llega el camión a la concesión donde se va a almacenar la mercancía hasta que esta sea cargada en el buque, se pueden dar dos situaciones:

1. La empresa concesionaria no dispone de pabellón alguno: en este caso, el camión descarga directamente en el muelle el granel sólido. Después de que hayan descargado todo el material los camiones que van llegando, las empresas estibadoras utilizan excavadoras o máquinas similares para agrupar el material por diversos montones que pueden ser de diversas alturas, pudiendo superar los 12 metros de altura en muchas ocasiones.

Cuando el buque granelero está preparado, una grúa provista de una cuchara o un pulpo (para la chatarra se usa el pulpo) empieza a recoger el material del muelle y lo introduce en el interior de la bodega del buque.

En todo este proceso, se generan varios focos de emisión. El primero en el momento en que el camión deposita la mercancía en el muelle y el segundo cuando el material es retirado de los acopios en el muelle y lo introduce en la bodega. Sin embargo, ese material



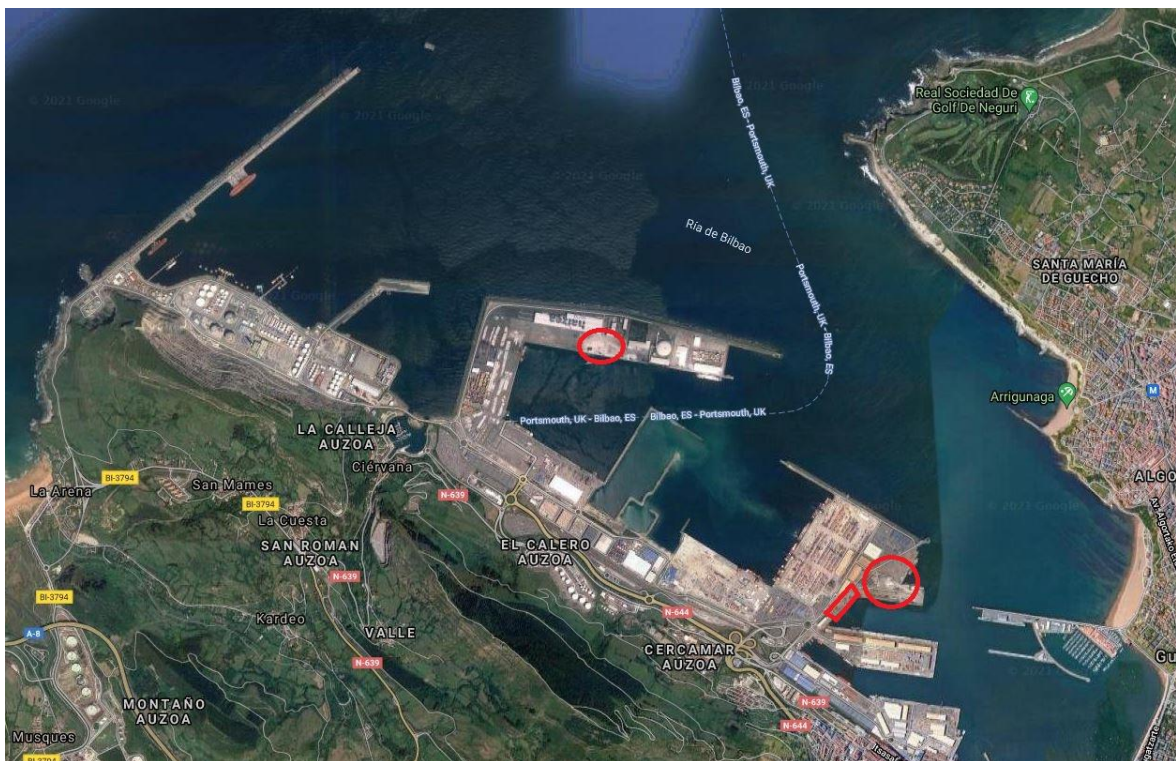
acopiado a la intemperie es un foco constante de emisión, principalmente cuando el viento sopla con fuerza, que es algo habitual.

2. La empresa concesionaria dispone de un pabellón donde almacenar los graneles: En este caso, el camión suele descargar la mercancía fuera del pabellón, y luego es introducida en el mismo empujándola con una excavadora o maquinaria similar. El material es acopiado en el interior del pabellón.

Cuando posteriormente el material va a ser exportado, el material es cargado mediante excavadora dentro del pabellón, e introducido en un camión que espera fuera. El camión se arrima al muelle donde lanza la mercancía que posteriormente es cargada mediante grúa con cuchara en el interior de la bodega del buque. En este tipo de operación los focos de emisión se dan en la entrada del pabellón, en el muelle donde el material es descargado desde el camión en el muelle, y en la carga a buque.

En los procesos de importación, donde la carga llega a puerto en el buque, los focos de emisión se repiten, pero en orden contrario.

Es también importante destacar que hay empresas que trabajan graneles sólidos que no generanafección en el entorno, ya que, además de tener los graneles almacenados en pabellones, disponen de cintas transportadoras carenadas y otros sistemas de carga/descarga directa a buque (p.ej. sistema Cleveland).



Fuente: Autoridad Portuaria de Bilbao; ubicación de los muelles y las parcelas colindantes afectadas

**Anexos: listado de graneles sólidos (por tipología) y cuantías almacenadas durante el 2019-2020**

Enero 2020/ Diciembre 2020 Partida	2019 CARGA Peso Total (Tns) - Año anterior	2019 DESCARGA Peso Total (Tns) - Año anterior	2019 Total Peso Total (Tns) - Año anterior	2020 CARGA Peso Total (Tns)	2020 DESCARGA Peso Total (Tns)	2020 Total Peso Total (Tns)
HABAS DE SOJA		1.035.900	<b>1.035.900</b>		962.383	<b>962.383</b>
CASTINAS	720.706		<b>720.706</b>	615.568		<b>615.568</b>
COQUE DE PETROLEO SIN CALCINAR	591.338		<b>591.338</b>	576.231		<b>576.231</b>
SULFATOS Y ALUMBRES	541.736		<b>541.736</b>	359.026		<b>359.026</b>
CHATARRA DE HIERRO	50.646	363.853	<b>414.499</b>	57.297	199.143	<b>256.441</b>
CEMENTOS Y CLINKER, A GRANEL	338.910	16	<b>338.926</b>	212.768		<b>212.768</b>
CEMENTOS Y CLINKER, A GRANEL	320.843		<b>320.843</b>	193.142		<b>193.142</b>
CARBONATOS		66.300	<b>66.300</b>		99.600	<b>99.600</b>
COQUES Y SEMICOQUES, DE HULLA		67.102	<b>67.102</b>		60.126	<b>60.126</b>
HIERRO FUNDIDO EN LINGOTES		130.484	<b>130.484</b>		54.540	<b>54.540</b>
DOLOMITA				38.159		<b>38.159</b>
TORTAS Y RESIDUOS (LOS DEMAS)		66.411	<b>66.411</b>		37.992	<b>37.992</b>
BENTONITA		74.278	<b>74.278</b>		36.195	<b>36.195</b>
CARBON MINERAL(HULLA),BRIQUETA		52.104	<b>52.104</b>		30.150	<b>30.150</b>
AZUFRE	35.665		<b>35.665</b>	29.948		<b>29.948</b>
TORTAS Y RESIDUOS DE SOJA	6.078	18.627	<b>24.705</b>		25.349	<b>25.349</b>
FERROALEACIONES		14.020	<b>14.020</b>	2.002	13.660	<b>15.662</b>
YESO NATURAL, Y CALCINADO	30.896		<b>30.896</b>	13.937		<b>13.937</b>
TRIGO Y MORCAJO		71.806	<b>71.806</b>		9.641	<b>9.641</b>
MINERAL DE HIERRO NATURAL		5.250	<b>5.250</b>		8.322	<b>8.322</b>
FOSTATOS DE CALCIO NATURALES		21.372	<b>21.372</b>		7.058	<b>7.058</b>
MINERALES DE CINC	6.338		<b>6.338</b>	5.905		<b>5.905</b>
SULFATO AMONICO					4.824	<b>4.824</b>
ABONOS NITROGENADOS					4.619	<b>4.619</b>
ABONOS NITROG.,FOSFORO,POTASIO		16.127	<b>16.127</b>		3.519	<b>3.519</b>
SAL Y CLORURO DE SODIO PURO					2.000	<b>2.000</b>
LEUCITA, ESPATO FLUOR		10.445	<b>10.445</b>		1.950	<b>1.950</b>
CANTOS, GRAVA,PIEDRA MACHACADA		2.406	<b>2.406</b>		1.301	<b>1.301</b>
SEPIOLITA		1.000	<b>1.000</b>		1.200	<b>1.200</b>
PROVISIONES	26		<b>26</b>	406		<b>406</b>
CAL VIVA, APAGADA E HIDRAULICA	6.472		<b>6.472</b>			
CARBON VEGETAL, A GRANEL		50	<b>50</b>			
ARENAS NATURALES NO METALIFERA		10.501	<b>10.501</b>			
PULPA DE REMOLACHA		3.486	<b>3.486</b>			
	<b>2.649.653</b>	<b>2.031.538</b>	<b>4.681.191</b>	<b>2.104.390</b>	<b>1.563.572</b>	<b>3.667.962</b>

Se acopian a la intemperie
Todo el proceso se realiza a la intemperie

Fuente: Autoridad Portuaria de Bilbao; Listado graneles sólidos y cuantías almacenadas durante el 2019-2020.



## **Referencias**

- [1] [Guía de Buenas Prácticas en la manipulación y almacenamiento de graneles sólidos en instalaciones portuarias. Puertos del Estado \(2015\)](#)
  
- [2] [Código IMSBC. Código marítimo internacional de cargas solidas a granel. Organización Marítima Internacional](#)  
  
[Posteriores enmiendas](#)
  
- [3] [Guía para la prevención de emisiones difusas de partículas](#)
  
- [4] [Muelles y terminales del Puerto de Bilbao](#)