

Guía de Buenas Prácticas

Manejo de graneles sólidos en el Puerto de Tarragona

Autoridad Portuaria de Tarragona



Diciembre, 2013

E-02-021-13



Documento I: Memoria.

Índice

1.	Introducción	5
1.1	Objetivos	5
1.2	Ámbito de aplicación de la Guía de Buenas Prácticas	6
1.3	Marco normativo	7
2	Descripción de la operativa de graneles en el Puerto de Tarragona	9
2.1	Tráfico anual	9
2.2	Tipología de graneles	13
2.3	Tipos de Operativas realizadas en el Puerto de Tarragona	14
3	Impactos del riesgo ambiental asociado al manejo de graneles sólidos	20
3.1	Verificación de los impactos asociados al manejo de graneles	20
3.2	Modelación del transporte de contaminantes particulados	24
4	Medidas de reducción del impacto	34
4.1	Identificación de las medidas	34
4.2	Tipología de las medidas	34
4.3	Descripción de las medidas	39
5	Evaluación del riesgo ambiental asociado al manejo de graneles sólidos	76
5.1	Planteamiento	76
5.2	Factores para el cálculo de los distintos riesgos	77
5.3	Cálculo del riesgo total	94
5.4	Ejemplo de aplicación del modelo de cálculo	97
6	Plan de vigilancia ambiental de la aplicación de las BP	101
6.1	Objetivos	101
6.2	Contenido del Plan de Vigilancia Ambiental (PVA)	101
6.3	Procedimientos de vigilancia ambiental	103
7	Bibliografía	112



Índice de figuras

Figura 1: Ámbito de aplicación de la Guía de Buenas Prácticas.	6
Figura 2: Localización de las fuentes y dominio de simulación	27
Figura 3: Localización de la fuente emisora en el Muelle Aragón (2012)	27
Figura 4: MUELLE DE CATALUÑA. Carbón. Viento de Sudoeste.	31
Figura 5: MUELLE DE REUS. Clinker. Viento de Sudoeste.	31
Figura 6: MUELLE DE CASTILLA SUR. Alfalfa. Viento de Sudoeste.	32
Figura 7: MUELLE DE ARAGÓN. Fosfatos. Viento de Sudoeste.	32
Figura 8: Resultados de las modelaciones situadas en un único plano de la zona.	33
Figura 9: Niveles de riesgo de los muelles del Puerto de Tarragona con manipulación de graneles.	84

Índice de tablas

Tabla 1: Graneles sólidos, ordenados alfabéticamente, manejados en el Puerto de Tarragona en 2012, con las toneladas, número y muelle de operaciones así como las empresas estibadoras encargadas de su manipulación.	10
Tabla 2: Clasificación de los graneles manipulados en el Puerto de Tarragona en 2012 en ocho tipos diferentes, con un producto indicador de cada uno de ellos.	13
Tabla 3: Descripción de las operativas y equipos implicados en el movimiento y almacenamiento de graneles sólidos en el Puerto de Tarragona.	15
Tabla 4: Matriz de impacto ambiental asociada a la manipulación de graneles sólidos	22
Tabla 5: Escenarios modelación	25
Tabla 6: Características de la malla en la que se ejecuta el modelo de dispersión	28
Tabla 7: Características de la fuente emisora	28
Tabla 8: Granulometría completa de los materiales	28
Tabla 9: Granulometría de los materiales en suspensión	29
Tabla 10: Identificadores de los diferentes escenarios con su velocidad y dirección de viento a nivel de superficie.	29
Tabla 11: Factores de emisión (g/s) en función de la velocidad del viento y la estabilidad	29
Tabla 12: Niveles de riesgo	34
Tabla 13: Identificación del conjunto de medidas de corrección propuestas	35
Tabla 14: Factores considerados para el análisis del riesgo intrínseco de los graneles	78
Tabla 15: Valores de velocidad media a partir de los cuales se podrán parar temporalmente las operativas, por tipo de productos.	81



Tabla 16: Cálculo del valor de riesgo por cada muelle y tipificación en tres niveles	83
Tabla 17: Factores utilizados para el cálculo del riesgo ubicación	85
Tabla 18: Identificación, descripción y tipificación del nivel de riesgo de las operativas detectadas en el Puerto de Tarragona	88
Tabla 19: Medidas correctoras que se aplican en el Puerto de Tarragona o que son susceptibles de ser aplicadas en breve	90
Tabla 20: Factores para la carga total de granel.	94
Tabla 21: Tabla para el cálculo del valor de riesgo de los graneles sólidos.	96
Tabla 22: Resultados del cálculo de riesgo intrínseco de producto para los graneles indicadores	98
Tabla 23: Resultados del cálculo de riesgo de ubicación para los graneles indicadores	98
Tabla 24: Resultados del cálculo de riesgo de operación para los graneles indicadores	99
Tabla 25: Resultados del cálculo de las medidas de corrección para los graneles indicadores	99
Tabla 26: Valores de riesgo de ubicación, riesgo de operación y medidas de corrección	99
Tabla 27: Resultados del cálculo del riesgo total para los graneles indicadores, según las operativas y medidas correctoras escogidas a modo de ejemplo	100
Tabla 28: Principales impactos ambientales asociados al manejo de graneles sólidos	104
Tabla 29: Impactos genéricos asociados a cada operación	107

Documento II: Anejos

Anejo 1. Cálculos de riesgo para los graneles indicadores

Anejo 2. Medidas PM₁₀

Anejo 3. Resultados de la modelación



Documento I: Memoria

1. Introducción

1.1 Objetivos

El objetivo fundamental de la Guía de Buenas Prácticas es establecer procedimientos para reducir los efectos ambientales generados por la manipulación de los graneles sólidos en el Puerto de Tarragona, y a su vez definir procedimientos de control de su aplicación.

Para poder establecer estos procedimientos es necesario profundizar en el conocimiento de la problemática generada en el Puerto de Tarragona por la manipulación de graneles sólidos. Su consecución implica una serie de objetivos parciales que son en realidad fases en el desarrollo de los trabajos:

- a) Profundizar en el conocimiento de la problemática ambiental generada por la manipulación de graneles sólidos en el conjunto de las instalaciones del Puerto de Tarragona.
- b) Asignar un valor de riesgo ambiental objetivo a los diferentes tipos de graneles que se manipulan en el Puerto de Tarragona en base a las características del producto, a la ubicación, a las condiciones de operación, a las medidas correctoras aplicadas y al tráfico anual de la mercancía.
- c) Definir y justificar un conjunto de buenas prácticas a aplicar en función del nivel de riesgo y establecer el marco de compromiso de su implementación con los distintos operadores del Puerto de Tarragona.
- d) Redactar un plan de vigilancia ambiental para comprobar la aplicación real de los procedimientos definidos y las reacciones oportunas frente a impactos inesperados.





1.2 Ámbito de aplicación de la Guía de Buenas Prácticas

La zona de aplicación de la Guía de Buenas Prácticas es el conjunto del Puerto de Tarragona. En la *Figura 1* se incluye un esquema con los distintos muelles, identificando tanto las terminales como las instalaciones de manipulación de graneles sólidos.

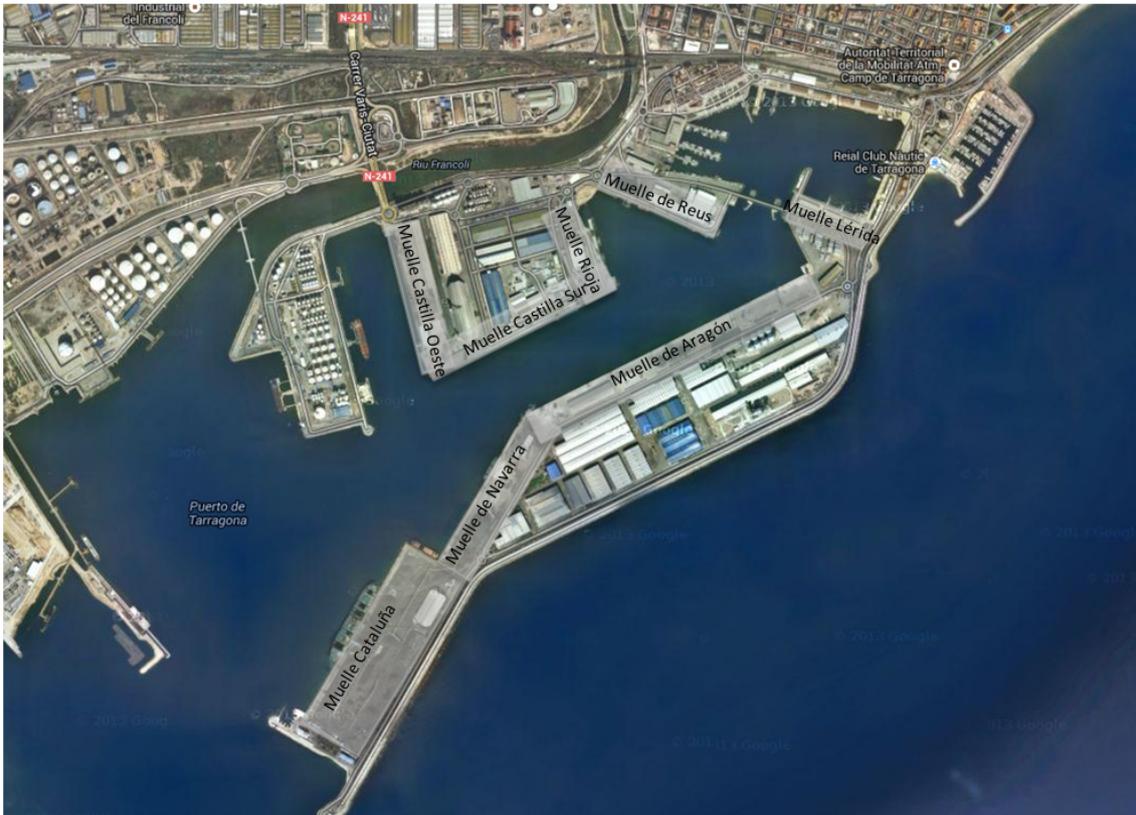


Figura 1: Ámbito de aplicación de la Guía de Buenas Prácticas.



1.3 Marco normativo

Legislación sectorial

- **DIRECTIVA 2005/35/CE** DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 7 de septiembre de 2005 relativa a la contaminación procedente de buques y la introducción de sanciones para las infracciones.
- **Real Decreto Legislativo 2/2011**, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante
- **Directiva 2001/96/CE** que incluye la responsabilidad de cada estado de disponer de requisitos para la carga y descarga segura de graneles.
- **R.D. 995/2003**, de 25 de julio, por el que se establecen los requisitos y procedimientos armonizados para las operaciones de carga y descarga de los buques graneleros.
- **Reglamento (CE) Nº 725/2004** del Parlamento Europeo y del Consejo de 31 de marzo de 2004 para mejorar la seguridad de los buques y las instalaciones portuarias. OJ L129 29.4.2004.

Legislación ambiental

- **Ley 26/2007**, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.

La legislación europea referente a los límites de contaminación se resume en:

- **Directiva 96/61/CE** del Consejo, de 24 de Septiembre de 1996, relativa a la prevención y al control integrado de la contaminación (IPPC).
- **Directiva 96/62/CE** del Consejo, de 27 de Septiembre de 1996, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente.
- **Directiva 1999/30/CE** del Consejo, de 22 de Abril de 1999, relativa a los valores límite de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno, partículas y plomo en el aire ambiente (modificada por la Decisión de la Comisión 2001/744/CE, de 17 de octubre).
- **Decisión de la Comisión, de 17 de Julio de 2000**, relativa a la realización de un Inventario Europeo de Emisiones Contaminantes (EPER) con arreglo al artículo 15 de la Directiva 96/61/CE del Consejo relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación (IPPC).
- **Directiva 2008/50/CE** del Parlamento europeo y del Consejo, de 21 de mayo de 2008 relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa.

La normativa estatal y autonómica, con la trasposición en algunos casos de Directivas Europeas, se concreta en:

- **Ley 38/1972**, de 22 de Diciembre, de Protección del Ambiente Atmosférico
- **Decreto 833/1975**, de 6 de Febrero, que desarrolla la Ley 38/1972 de protección del Ambiente Atmosférico.
- **Orden de 18 de Octubre de 1976**, sobre prevención y corrección de la Contaminación Atmosférica de Origen Industrial.



- **Real Decreto 547/1979**, de 20 de Febrero, sobre modificación del Anexo IV del Decreto 833/1975, de 6 de febrero, por el que se desarrolla la Ley de Protección del Ambiente Atmosférico.
- **Real Decreto 1613/1985**, de 1 de Agosto, por el que se modifican parcialmente el Decreto 833/1975, de 6 de febrero y se establecen nuevas normas de calidad del aire en lo referente a contaminación por dióxido de azufre y partículas.
- **Real Decreto 1154/1986**, de 11 de Abril, por el que se modifica parcialmente el Real Decreto 1613/1985, de 1 de Agosto, y se establecen nuevas normas de calidad del aire en lo referente a contaminación por dióxido de azufre y partículas.
- **Real Decreto 1321/1992**, de 30 de Octubre, por que se modifica parcialmente el Real Decreto 1613/1985, de 1 de agosto, y se establecen nuevas normas de calidad del aire en lo referente a la contaminación por dióxido de azufre y partículas.
- **Ley 16/2002**, de 1 de Julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- **Ley 34/2007** de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- **Real Decreto 102/2011**, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire. Desarrolla los aspectos relacionados con la calidad del aire y protección de la atmósfera y transpone la nueva directiva europea, integrando todos los reales decretos anteriormente aprobados.



2 Descripción de la operativa de graneles en el Puerto de Tarragona

2.1 Tráfico anual

Para la elaboración del estudio se han utilizado los datos de 2012, que son los últimos completos. En la *Tabla 1* se incluye un resumen de los datos, con la siguiente información:

- Identificación del producto
- Toneladas año manipuladas
- Número de operaciones (tanto carga como descarga)
- Muelles en los que se han realizado las operaciones
- Operadores de la mercancía

Tal y como se puede ver en la tabla, el mayor tráfico de graneles sólidos correspondió al carbón de hulla (con más de cinco millones de toneladas). El maíz y el trigo superaron el millón de toneladas cada uno, sumando entre los dos casi 3 millones. 7 graneles (entre los cuales coque de petróleo, torta de colza, torta de girasol y torta de soja) superaron las 100.000 toneladas durante el año 2012. Entre los menos frecuentes, con un tráfico inferior a las 5.000 toneladas, almatruces forrajeros, borax, caolín en bruto, ferromanganeso y habas de soja.

Como se comprueba en la tabla, en base a los datos de 2012, el tráfico de graneles en el puerto de tarragona es muy heterogéneo, con más de 60 productos diferentes.



Tabla 1: Graneles sólidos, ordenados alfabéticamente, manejados en el Puerto de Tarragona en 2012, con las toneladas, número y muelle de operaciones así como las empresas estibadoras encargadas de su manipulación.

PRODUCTO	T/año	Operaciones	Muelle	EMPRESAS ESTIBADORAS
ALFALFA	115.261	58	CAST/S, CAST/O, BRIA, NAVA	EPT, BER. CODE
ALTRAMUCES FORRAJEROS	3.650	1	CAST/O	SIT
ANTRACITA	16.614	2	NAVA	EPT
AZUFRE	22.651	4	NAVA, CAST/O	EPT, CODE, SIT
BAUXITA	6.328	2	ARAG	SIT, VIC
BICARBONATO DE POTASA Y SOSA	15.821	10	CAST/S	EPT
BORAX	2.439	1	ARAG	SIT
CAL DE TODAS CLASES	3.000	1	LER	SIT
CAOLIN EN BRUTO	4.050	1	CAST/O	SIT
CAOLIN LAVADO	16.289	4	NAVA, ARAG	BER
CARBON MINERAL (HULLA)	5.084.800	392	CATA, ALCUD, NAVA	EPT, ERS
CARBONATO SODICO	111.001	20	NAVA, CAST/S	EPT, ERS
CEBADA	16.101	5	ARAG	SIT, VER, ERS
CENIZA DE PIRITA	17.719	3	CAST/O, NAVA	EPT
CENTENO	99.570	22	NAVA, ARAG, CAST/O	ERS, SIT, BER
CHATARRA DE ACERO	175.968	44	NAVA, ARAG	EPT, VER, VIC, SIT
CLINKER A GRANEL	41.890	1	CAST(O	SIT
CLORURO DE AMONI.CAL MAG.Y POTASA	9.473	3	CAST/S	EPT
CLORURO DE POTASIO	2.001	1	CAST/S	SIT
COQUE DE PETROLEO SIN CALCINAR	363.020	29	CATA, ALCUD	EPT
COQUE METALURGICO	5.858	2	ARAG	ERS
DESTILADOS DE MAIZ	5.386	1	ARAG	ERS
ESCORIAS DE MANGANESO	30.438	5	ARAG, NAVA	ERS
FERROMANGANESO	4.026	2	ARAG, LER	ERS
FERROSILICOMANGANESO	8.836	4	ARAG, LLER	ERS
FERTILIZANTE NPK	18.384	7	CAST/S, CAST/O, RIOJ	EPT, SIT
FOSFATO CALCICO	11.684	8	CAST/S,ARAG, NAVA	EPT
FOSFATO DIAMONICO (D.A.P.)	13.492	7	CAST/S,ARAG, NAVA	ERS, EPT, BER
FOSFATOS NATURALES DE CAL	116.501	10	ARAG	ERS
GLUTEN DE MAIZ	16.872	12	CAST/O, NAVA	ERS, CODE
GRAVAS	27.646	9	CAST/O, CAST/S, NAVA, ALCU	EPT
GUISANTES SECOS	120.485	59	CAST/S, CAST/O, NAVA, ARAG	ERS, CODE, SIT
HABAS DE SOJA	4.825	1	CAST/O	SIT
LAS DEMAS ESCORIAS	20.531	6	NAVA, CAST/O, REUS	VIC, CEM, EPT
LAS DEMAS MANUFACTURAS DE HIERRO O DE ACERO	519	16	BRIA, ANDA, GALI	VER, CODE



Estudio detallado del impacto de graneles sólidos en el Puerto de Tarragona y propuesta manual de Buenas Prácticas

PRODUCTO	T/año	Operaciones	Muelle	EMPRESAS ESTIBADORAS
LAS DEMAS SALES DE ACIDOS O PEROXOACIDOS	3.651	2	CAST/S	EPT
LEÑA	9.258	2	ARAG	SIT
MADERA DE CONIFERAS	1.007	1	ARAG	VER
MADERA EN PLAQUITAS, BRIQUETAS, LEÑOS	5.472	1	ARAG	VER
MAIZ	1.181.981	85	ARAG, CAST/S, CAST/O, NAVA	CODE, ERS, SIT, VER, EPT
MINERAL DE MANGANESO	31.610	5	ARAG, NAVA	ERS
NITRATO AMONICO (U.A.N.) SOLIDO	11.956	4	ARAG, NAVA, CAST/O	ERS, VER, SIT
PAJA DE TODAS CLASES	13	1	BRIA,	EPT
PERBORATO SODICO	2.484	1	ARAG	SIT
PULPA DE REMOLACHA	56.058	26	CAST/O, CAST/S, ARAG	CODE, ERS
RESIDUOS CEREALES	41.126	14	ARAG, NAVA	ERS, BER
SAL COMUN	51.274	11	ARAG	ERS
SALES DE POTASAS.	107.373	16	ARAG, NAVA	ERS
SALVADO	7.508	4	ARAG, NAVA	ERS
SEMILLA ALGODÓN	5.532	3	CAST/O	CODE
SEMILLA GIRASOL	42.175	8	CAST/O, CAST/S, ARAG	SIT
SEMILLAS FORRAJERAS, DE ALTRAMUCES	66.779	11	CAST/O, ARAG	SIT, ERS
SERRIN DE MADERA	45.066	11	CAST/O, ARAG	SIT, BER
SILICOMANGANESO	1.703	1	ARAG	ERS
SORGO	3.190	1	CAST/O	SIT
SULFATO AMONICO	7.317	2	CAST/O, ARAG	SIT, EPT
SULFATO DE HIERRO	8.110	2	ARAG, CAST/S	VIC, EPT
SUPERFOSFATO	3.869	3	CAST/S	EPT
TIERRA DE CHAMOTA	4.982	1	NAVA	VIC
TORTA DE COLZA	230.979	100	NAVA, CAST/O, ARAG, CAST/S	ERS, CODE, SIT, BER, EPT
TORTA DE GIRASOL	335.123	119	NAVA, CAST/O, ARAG, CAST/S	BER, CODE, ERS, EPT, SIT
TORTA DE PALMA – PALMISTE	52.371	8	ARAG, NAVA	ERS; SIT
TORTA DE SOJA	522.915	56	NAVA, CAST/O, ARAG, CAST/S	SIT, ERS, BER, CODE
TRIGO	1.717.497	119	NAVA, CAST/O, ARAG, CAST/S	SIT, BER, ERS, CODE, EPT
TRITICALE	6.709	1	ARAG	SIT
UREA FERTILIZANTES SÓLIDA	16.152	19	NAVA, CAST/O, ARAG, CAST/S	EPT, ERS, SIT
VIDRIO ROTO	13.948	6	CAST/S, CAST/O	EPT



MUELLES

EMPRESAS ESTIBADORAS

Cantabria
Castilla (S, sur; O, oeste)
Aragón
Navarra
Catalunya
Lerida
Alcudia
Rioja
Reus
Andalucía

BRIA
CAST
ARAG
NAVA
CATA
LER
ALCU
RIOJ
REUS
ANDA

SILOS DE TARRAGONA S.A. (SIT)
ERSHIP, S.A. (ERS)
CODEMAR-IBERBULK, S.A. (CODE)
BERGE MARITIMA, S.L. (BER)
CEMEX España, S.A. (CEM)
EUROPORTS IBÉRICA TPS, S.L (EPT)



2.2 Tipología de graneles

Debido a la heterogeneidad de productos que se ha podido observar en la *Tabla 1*, se han clasificado la totalidad de los graneles **en ocho tipos diferentes**; cada tipo incluye diversos productos que comparten características similares. Esta tipificación se recoge en la *Tabla 2* y a la vez se identifica un representante que servirá como indicador en el análisis de riesgos.

Tabla 2: Clasificación de los graneles manipulados en el Puerto de Tarragona en 2012 en ocho tipos diferentes, con un producto indicador de cada uno de ellos.

TIPO	DENOMINACIÓN	GRANELES QUE COMPRENDE	INDICADOR
I	CARBONES	CARBON MINERAL (HULLA)	HULLA
		ANTRACITA	
		COQUE DE PETRÓLEO	
II	MINERALES PULVERULENTOS	CEMENTO Y CLINKER	CLINKER
		CAOLÍN	
		CARBONATOS	
		CAL DE TODAS CLASES	
		ANDALUCITA, CIANITA	
AZUFRE			
III	OTROS MINERALES	ALUMINIO EN BRUTO	MINERAL DE Mn
		BAUXITA	
		MINERAL DE COBRE	
		MINERAL DE HIERRO	
		MINERAL DE MANGANESO	
		SILICOMANGANESO	
		FERROSILICOMANGANESO	
		ARENAS NATURALES	
		GRAVAS	
		ARCILLAS	
		SAL COMUN	
CENIZAS VOLANTES			
IV	CEREALES Y GRANOS	ARROZ	MAIZ
		AVENA	
		CEBADA	
		CENTENO	
		CEREALES TOSTADO	
		MAIZ	
		TRIGO	
		SEMILLAS FORRAJERAS	
		SEMILLA GIRASOL	
V	HARINAS	HARINA DE ALFALFA	
		HARINA DE PESCADO	
		HARINA DE UVA (TORTA)	



		HARINA SEMILLA UVA, AJONJOLI	
		TORTA DE COLZA	
		TORTA DE GIRASOL	
		TORTA DE PALMA - PALMISTE	
		TORTA DE SOJA	HARINA DE SOJA
		GLUTEN DE MAIZ	
		SEMOLA DE CEREALES	
		PULPA DE REMOLACHA	
		SALVADO	
VI	OTROS AGROALIMENTARIOS	ALFALFA	ALFALFA
		ALGARROBAS	
		ALGODON CARDADO O PEINADO	
		ALGODON SIN CARDAR NI PEINAR	
		ALMIDON	
		GUISANTES SECOS	
		HABAS DE SOJA	
		HABAS SECAS	
		PAJA DE TODAS CLASES	
		SEMILLA ALGODON	
VII	FOSFATOS Y ABONOS	ABONOS ANIMALES Y VEGETALES	
		ABONOS MINERALES O QUIMICOS CON 2 O 3 ELEMENTOS	
		ABONOS MINERALES O QUIMICOS POTASICOS	
		BICARBONATO DE POTASA Y SOSA	
		SALES DE POTASAS	
		FERTILIZANTE NPK	
		FOSFATO CALCICO	FOSFATO CÁLCICO
		FOSFATO DIAMONICO (D.A.P.)	
		UREA FERTILIZANTES SOLIDA	
		FOSFATOS NATURALES DE CAL	
		NITRATO AMONICO (U.A.N.) SOLIDO	
VIII	VARIOS	CHATARRAS	
		VIRUTAS DE MADERA	
		VIDRIO ROTO	

2.3 Tipos de Operativas realizadas en el Puerto de Tarragona

En la *Tabla 3* se realiza una breve descripción de los esquemas operativos y equipos implicados en el movimiento y almacenamiento de graneles sólidos en el Puerto de Tarragona.



Tabla 3: Descripción de las operativas y equipos implicados en el movimiento y almacenamiento de graneles sólidos en el Puerto de Tarragona.

OPERATIVAS Y EQUIPOS IMPLICADOS		DESCRIPCIÓN
Descarga/carga de buque	a) Grúa móvil-cuchara	<p>Equipos de carga continua de buques en los que la mercancía es elevada y conducida a la vertical del buque mediante sistemas de acarreo continuo, desde donde desciende por gravedad a la bodega conducida por tolvas telescópicas, mangas de descarga u otros sistemas de descenso.</p>  <p><i>Grúa móvil-cuchara</i></p>
	b) Tolva	<p>Las tolvas para la carga de camiones pueden ser sencillas o dobles. Sobre este esquema general, algunas tolvas incorporan elementos para la reducción de la contaminación pero que se han de computar como medidas correctoras.</p>  <p><i>Tolva doble</i></p>
	c) Cinta móvil	<p>Algunas estibadoras disponen de transportes automatizados mediante cintas transportadoras. En este caso la descarga del barco se realiza con grúa-cuchara y se deposita el material directamente a las cintas transportadoras mediante las tolvas ecológicas adaptadas a las cintas.</p>  <p><i>Cinta móvil</i></p>



OPERATIVAS Y EQUIPOS IMPLICADOS		DESCRIPCIÓN
Descarga/carga de buque	d) Descargador neumático	<p>En el caso del cemento la descarga se realiza mediante descarga neumática y entra en el circuito cerrado de las instalaciones. Su destino pueden ser silos o almacenes.</p>  <p><i>Silo/tolva de distribución completamente tapada</i></p>
	e) Descargador continuo mecánico	<p>Descarga de barco a silos o almacén mecanizado por circuito cerrado mediante redler de cadenas y elevador de cangilones.</p>  <p><i>Punto de descarga circuito de cadenas</i></p>
	f) Big-bags	<p>Algunos graneles son operados con big-bags habiéndose detectado algunas deficiencias como la falta de eslingas y de hermeticidad.</p>  <p><i>Transporte mediante big-bags</i></p>
Transporte horizontal	a) Pala-camión	<p>Los camiones realizan el transporte directo a cliente o almacén (ya sea dentro del mismo puerto o a almacenes que las empresas tienen alquilados fuera en polígonos próximos).</p>  <p><i>Transporte horizontal mediante camión</i></p>



OPERATIVAS Y EQUIPOS IMPLICADOS		DESCRIPCIÓN
Transporte horizontal	b) Cinta transportadora	<p>El circuito de cintas transporta el material desde el punto de descarga a los parques o almacenes.</p>  <p><i>Cita transportadora</i></p>
	c) Remonte acopios	<p>El apilamiento se realiza mediante ayuda de un remontador.</p>  <p><i>Remontador</i></p>
Almacenamiento	a) Parque graneles	<p>En el puerto existen diversos parques de graneles al aire libre, algunos de carácter permanente (como los de carbón y fosfatos) y otros temporales (el tiempo que transcurre entre la descarga y la exportación).</p>  <p><i>Parque graneles</i></p>
	b) Almacén	<p>La llegada de los graneles a los almacenes interiores del puerto se realiza mediante camión: depositan el material y una pala o un remontador realiza el apilamiento.</p> <p>Los graneles pueden llegar también al almacén mediante cinta transportadora o por circuito cerrado.</p>  <p><i>Interior almacén</i></p>



OPERATIVAS Y EQUIPOS IMPLICADOS		DESCRIPCIÓN
Almacenamiento	c) Silo	La llegada de los materiales mediante circuito cerrado.  <i>Silos</i>
Manipulación	a) Cribado	En el Puerto de Tarragona se producen también operaciones de cribado de material para su clasificación por tamaños (hulla, por ejemplo).  <i>Planta de cribaje</i>
	b) Ensacado	Algunos graneles sólidos son ensacados en el propio puerto antes de su exportación (como en el caso del cemento).  <i>Producto ensacado</i>
Salida al cliente final	a) Camión	Son cargados mediante tolva o pala.  <i>Carga a camión para cliente</i>



OPERATIVAS Y EQUIPOS IMPLICADOS		DESCRIPCIÓN
Salida al cliente final	b) Camión cisterna	<p>La carga para transportar el cemento al cliente se realiza también por descarga neumática a camión cisterna.</p>  <p><i>Camión cisterna tipo</i></p>
	c) Ferrocarril	<p>La exportación mediante ferrocarril se hace siempre con la carga de las unidades mediante pala.</p>  <p><i>Ferrocarril</i></p>
	d) Barco	<p>Los graneles se trasladan mediante camión al muelle correspondiente donde se deposita en acopios. La grúa-cuchara se encarga de depositar la mercancía en el barco.</p>  <p><i>Carga de barco mediante cuchara</i></p>



3 Impactos del riesgo ambiental asociado al manejo de graneles sólidos

3.1 Verificación de los impactos asociados al manejo de graneles

Para la identificación de los impactos potenciales en el caso concreto del Puerto de Tarragona, se ha elaborado una matriz de interacción entre los elementos generadores (las distintas operaciones que se realizan para el manejo de los graneles así como las situaciones de accidente) y los principales receptores del medio (diferenciando entre los vectores físicos y químicos, biológicos y económicos). En total se consideran 17 generadores y 12 receptores, con lo que el número de interacciones potenciales es $17 \times 12 = 204$ aunque no todas ellas tienen probabilidad de ocurrencia, tal como se muestra en la *Tabla 4*.

A partir de esta tabla se identifican los principales impactos asociados al manejo de graneles sólidos en el Puerto de Tarragona. En total se identifican 8 impactos significativos, de carácter ambiental: 4 sobre el medio físico y químico, 2 sobre el medio biológico y 2 sobre el medio económico. Son impactos de carácter ambiental y no se consideran otros de distinta categoría que también se relacionan con el manejo de graneles (como serían los de seguridad y salud, por ejemplo).

Impactos sobre el medio físico y químico

- a) Contaminación atmosférica provocada por las operaciones de carga, descarga y transporte de graneles así como también por la aplicación de determinadas medidas de corrección (como el barrido de viales). Esta contaminación se relaciona fundamentalmente con las partículas en suspensión (PM_{10}) pero también con otros contaminantes gaseosos generados por la maquinaria asociada a las operaciones.
- b) Contaminación acústica, muy relacionada con la anterior, y que se desprende del funcionamiento del conjunto de los equipos necesarios para el manejo de graneles.
- c) Contaminación odorífera asociada a las propiedades intrínsecas de algunos de los graneles. La categoría abarca también la capacidad alergénica que presentan determinados productos.
- d) Contaminación del agua de las dársenas, provocada por tres principales vías:
 - i. Incremento de la turbidez a causa de la precipitación en el agua de una fracción de las partículas en suspensión así como los derrames directos durante las operaciones de carga y descarga.
 - ii. Incremento de la eutrofia debido a que los materiales que se incorporan al agua de las dársenas tienen condiciones de nutrientes (como ocurre en el caso de los fertilizantes y también de los graneles alimentarios).
 - iii. Incorporación de hidrocarburos en situaciones de operación normal y también de accidente, tanto de los medios marítimos como de la maquinaria en tierra.



Impactos sobre el medio biológico

- a) Modificación de la estructura y composición de las comunidades naturales. Los impactos sobre la calidad del agua, asociados con la eutrofización, provocan alteraciones en la composición y estructura de las comunidades naturales del interior del puerto, tanto del seston como del bentos: incremento de la biomasa, reducción de la diversidad, etc. Una situación peculiar de esta modificación de las comunidades naturales se asocia con las denominadas “mareas rojas”, desarrollo extraordinario de especies del plancton (de carácter tóxico en general) como consecuencia de las condiciones de eutrofia y temperatura.
- b) Potenciación de la presencia de plagas. El manejo de graneles alimentarios implica una fuente extraordinaria de recursos tróficos para determinadas especies oportunistas (como palomas y roedores) que pueden incrementar su presencia en el ámbito del puerto, provocando problemas sanitarios y de contaminación de productos.

Impactos sobre el medio económico

- a) Mermas de producto a consecuencia de su pérdida durante las operaciones de manejo y también del consumo de las poblaciones de plagas.
- b) Averías de la maquinaria, provocadas por la acumulación de contaminantes particulados en los engranajes, especialmente cintas transportadoras. También puede incluirse la pérdida de calidad de los productos acopiados debido a la contaminación cruzada entre ellos.



Tabla 4: Matriz de impacto ambiental asociada a la manipulación de graneles sólidos

		RECEPTORES DE IMPACTO											
		MEDIO FÍSICO Y QUÍMICO								MEDIO BIOLÓGICO		MEDIO ECONÓMICO	
		ATMOSFERA		AGUA			SUELOS	OLORES	ACÚSTICA				
		PARTICULAS (PM ₁₀ , PM _{2,5} Y OTRAS)	OTROS CONTAMINANTES GASEOSOS	TURBIDEZ	NUTRIENTES	HIDROCARBUROS	CALIDAD SUELOS	NIVEL MALOS OLORES	NIVEL RUIDOS	FITOPLANKTON Y BENTOS	POBLACIONES PALOMAS Y OTROS	MERMAS	AVERÍAS Y PERDIDA CALIDAD
GENERADORES DE IMPACTO	Descarga y carga de graneles en buques	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X
	Pérdida graneles a la lámina de agua			X	X					X		X	
	Carga en camiones	X	X						X		X	X	
	Acopio en muelle	X		X			X	X	X		X	X	
	Remonte acopios	X							X				
	Riego acopios			X	X					X			
	Adición productos humectantes				X					X			
	Riego superficie muelles			X	X	X				X			
	Barrido superficie muelles	X							X				
	Almacenamiento parque graneles	X						X			X		
	Almacenamiento en locales cerrados	X									X		
	Almacenamiento en silos								X				
	Carga vagones ferrocarril	X							X				
	Salida al cliente por camión	X	X						X		X	X	
	Exportación por ferrocarril								X		X		
	Vertidos accidentales buques			X	X	X				X			X
	Vertidos accidentales maquinaria					X	X						X



Como se desprende de la matriz, los impactos más significativos se relacionan con la contaminación atmosférica generada por la dispersión de la fracción pulverulenta debida a factores físicos (acción del viento, resuspensión por el paso de camiones y maquinaria, etc).

Evidentemente, los impactos sobre la calidad del aire no son los únicos que se generan con la manipulación de graneles sólidos por lo que las buenas prácticas se enfocarán hacia el conjunto de los efectos negativos.

Según el informe de la ESPO (2009) la calidad del aire es el problema ambiental más importante de los grandes puertos (más de diez millones de toneladas anuales de tráfico). Coincide con las consideraciones de la Comisión Europea que señala la prioridad en la atención a las cuestiones relacionadas con la salud de las personas que trabajan o viven cerca de los puertos. Todo ello refuerza el planteamiento de que las buenas prácticas en la manipulación de graneles sólidos en el Puerto de Tarragona se hayan relacionado con las partículas.



3.2 Modelación del transporte de contaminantes particulados

3.2.1 Planteamiento y objetivos

El objetivo de la presente guía es analizar la dispersión de los contaminantes particulados procedentes de la manipulación de graneles en el Puerto de Tarragona, centrada en las partículas inferiores a 10 micrómetros (PM_{10}).

Se han analizado diferentes fuentes dentro del puerto, recogiendo datos de inmisión en diferentes puntos, localizando tres focos que podrían ser más problemáticos debido a la proximidad a receptores y dirección de los vientos dominantes. Se establecieron nueve escenarios diferentes correspondientes a tres velocidades combinadas con tres direcciones del viento en atmósfera estable, en particular las predominantes en la zona, y las que podían provocar más afectación.

Con estos escenarios y los parámetros de las fuentes se ha modelizado sus emisiones y deposiciones con el modelo de dispersión de contaminantes CALPUFF, que ya fue utilizado el año 2012 al estudiar la problemática asociada a los fosfatos sobre el área comprendida entre los muelles de Costa y Levante. De este modo, los resultados son completamente comparables y pueden integrarse a un mejor conocimiento del conjunto de muelles.

La dispersión de contaminantes de una fuente depende de la cantidad de turbulencia en la atmósfera cercana. La turbulencia puede ser creada por el movimiento horizontal y vertical de la atmósfera. El movimiento horizontal es lo que normalmente se denomina viento. La velocidad del viento puede afectar en gran medida a la concentración de contaminantes en un área. A mayor velocidad del viento, menor será la concentración de contaminantes aunque mayor será la distancia de transporte. El viento diluye y dispersa rápidamente los contaminantes. Para este estudio además, se ha tenido en cuenta la diferente granulometría de cada una de las fuentes de partículas, que tiene asociada una velocidad de deposición.

3.2.2 Escenarios objeto de modelación

En la *Tabla 5* se incluyen los distintos escenarios para la modelización (un total de 36 situaciones: 4 muelles x 9 escenarios de dispersión) que se han escogido atendiendo a los siguientes condicionantes:

- Diferentes tipologías de graneles:
 - Minerales y alimentarios.
 - Los de mayor volumen de tráfico que se manipulan en el Puerto de Tarragona.
 - Con características físicas variadas (granulometría, densidad, etc).
 - Generadores de la mayor parte de la problemática detectada.
- Diferentes muelles de manipulación.
- Diferentes sistemas de almacenamiento y transporte.
- Diferentes condiciones meteorológicas, incluyendo siempre la más desfavorable.



Tabla 5: Escenarios modelación

MUELLE	GRANEL	METEOROLOGIA	CALIDAD MATERIALES
CATALUÑA	Carbón	<u>Dirección:</u> <ul style="list-style-type: none"> SW (coincidente con el caso de los fosfatos) WNW: por ser predominantes y más intensos W: transporte hacia la ciudad 	<u>Factor emisión (PM₁₀):</u> 115 g/min <u>Granulometría:</u> D ₅₀ > 1mm <u>Densidad:</u> 1,80 g/cm ³
CASTILLA	Alfalfa	<u>Intensidades</u> Para que coincidan con los escenarios de Port Tarraco <ul style="list-style-type: none"> 11,5 Km/h 33,1 km/h 51,1 Km/h 	<u>Factor emisión (PM₁₀):</u> 105 g/min <u>Granulometría:</u> D ₅₀ 0,170 mm <u>Densidad:</u> 1,6 g/cm ³
REUS	Cemento (Clinker) (actualmente no se trabaja con este granel pero es probable que vuelva a manipularse en el futuro)	<u>Estabilidad</u> La más desfavorable <ul style="list-style-type: none"> Estable TOTAL: 9 escenarios por muelle	<u>Factor emisión (PM₁₀):</u> 210 g/m <u>Granulometría:</u> D ₅₀ 0,045 mm <u>Densidad:</u> 3,2 g/cm ³
ARAGÓN	Fosfatos		<u>Factor emisión (PM₁₀):</u> 250 g/m <u>Granulometría:</u> D ₅₀ 0,045 mm <u>Densidad:</u> 1,5 g/cm ³



3.2.3 Modelo utilizado

El CALPUFF es un modelo meteorológico y de calidad ambiental desarrollado por científicos de Atmospheric Studies Group (ASG). Este modelo ha sido adoptado por la US Environmental Protection Agency (US EPA) en sus indicaciones sobre modelos de calidad del aire, como el modelo preferido para evaluar el impacto de los contaminantes. Este modelo consiste en tres componentes principales, el CALMET (un modelo meteorológico de diagnóstico tridimensional), CALPUFF (un modelo de dispersión de contaminantes), y el CALPOST (un post procesador de datos). Además de estos componentes, existen numerosos procesadores que pueden ser usados para preparar datos geofísicos y meteorológicos, tanto de superficie como de radiosondeo.

Algunos ejemplos para los que el modelo CALPUFF puede ser aplicable son:

- Impacto a corta distancia en flujos complejos como:
 1. áreas de terreno complejo
 2. condiciones de estancamiento , inversión , recirculación y fumigación
 3. condiciones de transporte sobre el mar o la costa
 4. condiciones de calma o de velocidad del viento baja
- Transporte a larga distancia
- Estudios de visibilidad
- Modelización de contaminantes primarios
- Contaminados secundarios y de partículas
- Áreas con gran convección y fuentes lineales o de área

3.2.4 Configuración

Como ya se ha comentado, se han modelizado tres fuentes de emisión ubicados en tres muelles de descarga de materias diferentes, situados en el Puerto de Tarragona. Los muelles llamados Reus, Castilla Sur y Cataluña cuya localización se muestra en la *Figura 2*. A estos casos debe añadirse el caso de los fosfatos, cuyo estudio se realizó en las mismas circunstancias en el año 2012 (*Figura 3*).

Para escoger el área a modelizar y la resolución, se tuvo en cuenta que se debía incluir una zona bastante amplia en torno a los focos emisores. Las características de la malla donde se ejecuta el modelo de dispersión se pueden ver en la *Tabla 6*.



Figura 2: Localización de las fuentes y dominio de simulación



Figura 3: Localización de la fuente emisora en el Muelle Aragón (2012)



Tabla 6: Características de la malla en la que se ejecuta el modelo de dispersión

UTM-x inicial (m)	UTM-Y inicial (m)	Δx (m)	Δy (m)	Puntos x	Puntos y
350650	4549750	20	20	150	150

Las fuentes del "Muelle Reus" y el "Muelle Castilla Sur" son similares en tanto que corresponden a descargas de material, por tanto se modelizaron de manera análoga a la pila de materiales del informe de 2012, como fuentes volumétricas. No obstante, el caso del "Muelle Cataluña" es diferente, dado que el principal foco no es un punto determinado de descarga, si no un área desde la cual los materiales se pueden emitir. En la *Tabla 7* se recogen las características de las fuentes.

Tabla 7: Características de la fuente emisora

Muelle	UTM-x central (m)	UTM-Y central (m)	Altura efectiva	Elevación de la base	Emisión PM ₁₀
Castilla Sur	351700	4551750	6 m.	0 m.	1.75 g/s
Reus	352350	4552060	6 m.	0 m.	3.5 g/s
Cataluña	351300	4550500	5 m.	0 m.	1.9 g/s
Aragón (2012)	352020	4551544	4 m	0 m	3.33 g/s

Para estas simulaciones se ha tenido en cuenta el tipo de material dispersado en cada muelle, gracias a los datos obtenidos a campo y en la literatura. Esto permite detallar la diferente granulometría y por tanto, velocidad de deposición. Por analogía con el anterior informe (2012) y para dar una información más completa se han contemplado dos casos, uno con una dispersión de todo el espectro (*Tabla 7*), y otro de sólo las partículas en suspensión, donde también se ha incluido el muelle Aragón para obtener los dos tipos de simulación para todas las fuentes (*Tabla 8*).

Tabla 8: Granulometría completa de los materiales

Muelle	Granel	D ₅₀
Castilla Sur	Alfalfa	172 μm
Reus	Cemento	45 μm
Cataluña	Carbón	88 μm
Aragón	Fosfatos	216 μm



Tabla 9: Granulometría de los materiales en suspensión

Muelle	Granel	D ₅₀
Castilla Sur	Alfalfa	12.5 µm
Reus	Cemento	9 µm
Cataluña	Carbón	15 µm
Aragón	Fosfatos	4 µm

Con esta configuración, se han escogido 9 condiciones meteorológicas diferentes, con tres velocidades del viento a superficie (S03, S09, S14), combinados con tres direcciones del viento (SO, O, ONO) bajo el mismo gradiente de temperatura. Además, dentro de cada una de estas simulaciones, se han modelizado diferentes parámetros de turbulencia, que categorizamos en "estable", "neutral" y "turbulento". Sin embargo sólo se muestran los del escenario "estable", el más desfavorable. En la *Tabla 10* incluye un resumen de los escenarios en función de la velocidad y dirección del viento.

Tabla 10: Identificadores de los diferentes escenarios con su velocidad y dirección de viento a nivel de superficie.

Escenario	S03	S09	S14
Velocidad del viento (m/s)	3.2	9.2	14.2
Velocidad del viento (Km/h)	11.5	33.1	51.1
Direcciones	SO	O	ONO
Dirección del viento(Grados)	225°	270°	292°

Debido a las características de las fuentes, su emisión está directamente relacionada con la velocidad del viento y la categoría de estabilidad de Pasquill; por tanto se ajustaron los parámetros de emisión por el factor mostrado en la *Tabla 11*.

Tabla 11: Factores de emisión (g/s) en función de la velocidad del viento y la estabilidad

Velocidad del viento (m/s)	<1.54	<3.09	<5.14	<8.23	<10.8	>10.8
Estabilidad A	0.6	0.8	1.0	*	*	*
Estabilidad B	0.6	0.8	1.0	1.2	*	*
Estabilidad C	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	*
Estabilidad D	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6
Estabilidad E	0.6	0.8	1.0	1.2	*	*
Estabilidad F	0.6	0.8	1.0	*	*	*



3.2.5 Resultados

Se presentan los resultados de la concentración media horaria de PM_{10} en formato gráfico para cada caso. El conjunto de los resultados se incluyen en el Anejo 3, mientras que en las *Figuras 4 a 8* se presentan algunos ejemplos representativos con las direcciones de viento más desfavorables al impacto sobre los receptores, y con velocidad de 14 m/s.

3.2.6 Conclusiones

En función de los resultados de la aplicación del modelo en los escenarios expuestos, se desprenden las siguientes conclusiones:

- a) Existe una congruencia entre los resultados del modelo y las medidas de campo realizadas a lo largo de este estudio en el sentido de que en condiciones normales no se supera el límite máximo de calidad de PM_{10} en inmisión ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en medidas puntuales) en el ámbito del puerto, excepto en las zonas cercanas a la manipulación de graneles. Esta situación se da en todos los muelles, con valores esperados (según el modelo) superiores a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que coinciden con los detectados instrumentalmente. En este caso, la proximidad a la fuente, determina valores cercanos a los de emisión.
- b) En los cuatro escenarios contemplados (hulla, fosfatos, clinker y alfalfa) existen dos modelos diferentes de tipología de fuente: en el caso del carbón las parvas ocupan una amplia superficie mientras que en los restantes casos (principalmente alfalfa y clinker) puede hablarse de focos puntuales. Por tanto, el muelle de Cataluña es diferente a los restantes y requiere un tratamiento específico.
- c) De acuerdo con los datos de la rosa anual de vientos, el escenario más desfavorable (con vientos de transporte hacia los receptores más sensibles) tiene una frecuencia muy baja de presentación.
- d) La concentración de partículas disminuye al incrementarse la velocidad del viento, a pesar de aumentar su emisión, hasta llegar a un punto de saturación a partir de los 40 Km/h.
- e) La situación de atmósfera estable es la más desfavorable en cuanto a la concentración de partículas en suspensión procedente del manejo de los graneles considerados.
- f) El resultado del modelo demuestra claramente el conocimiento previo de que el impacto sobre las zonas más sensibles está condicionado por la tipología del material y la ubicación del muelle de manejo.
- g) Las situaciones relativamente más críticas se producen en condiciones meteorológicas desfavorables en cuanto a dirección e intensidad. Se trata de escenarios totalmente previsibles por lo que es importante que queden reguladas a nivel de buenas prácticas.

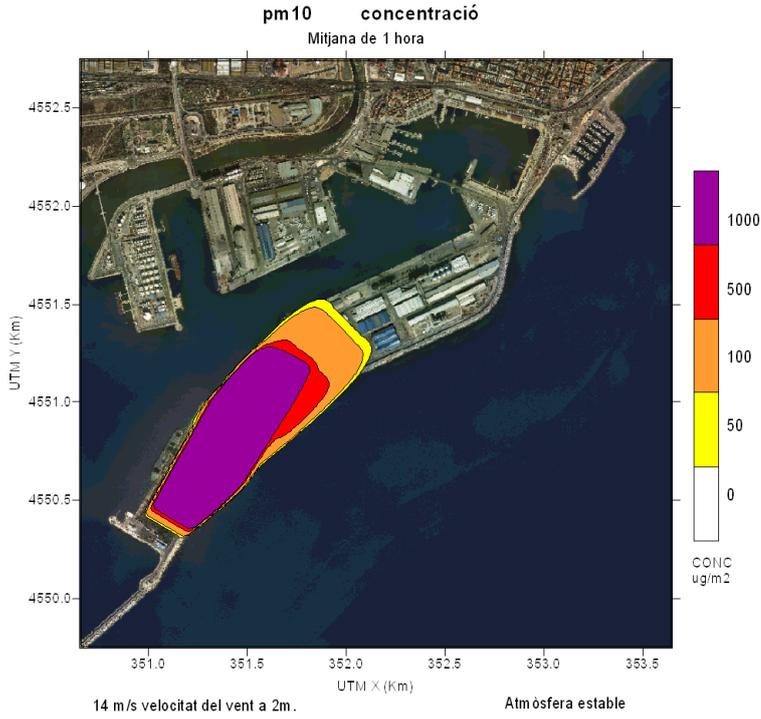


Figura 4: MUELLE DE CATALUÑA. Carbón. Viento de Sudoeste.

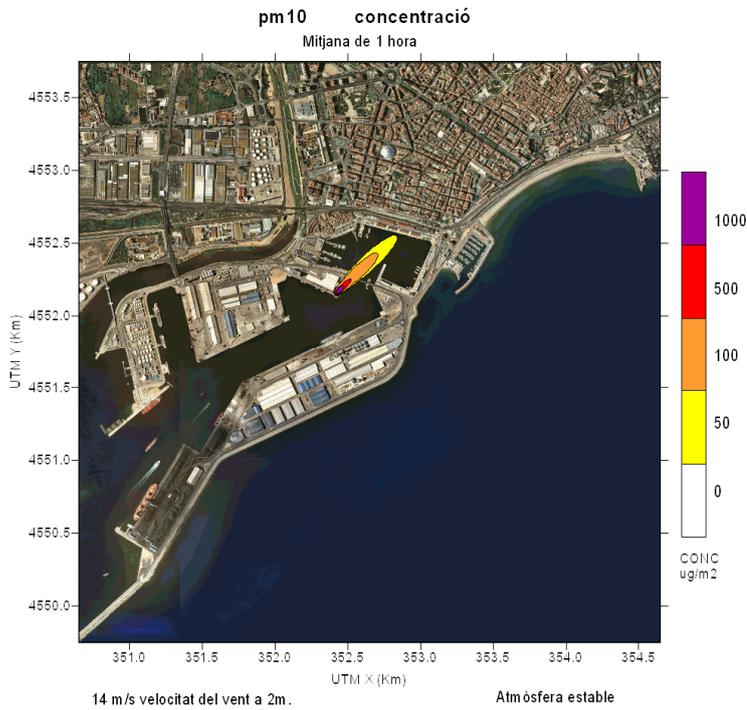


Figura 5: MUELLE DE REUS. Clinker. Viento de Sudoeste.

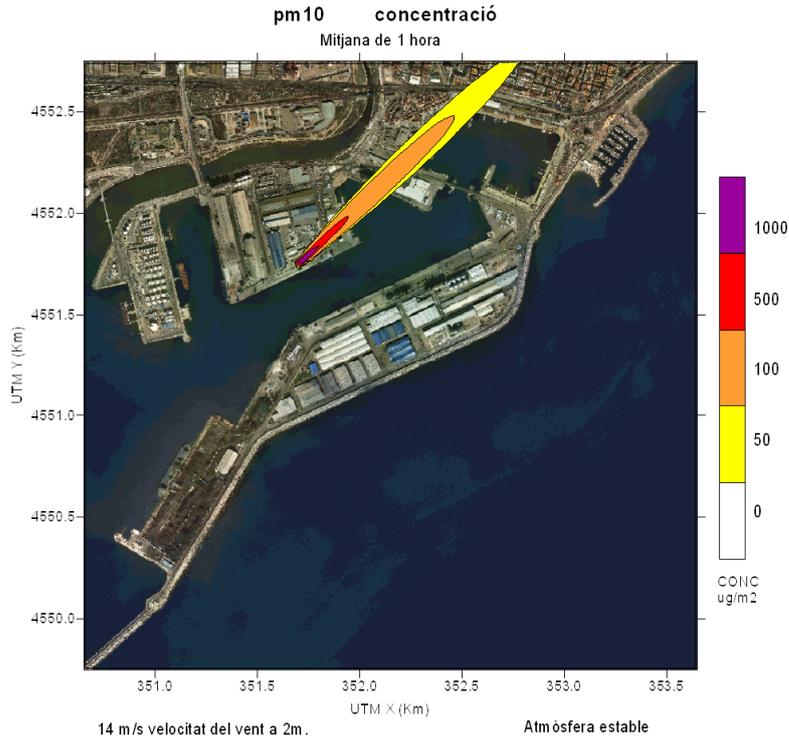


Figura 6: MUELLE DE CASTILLA SUR. Alfalfa. Viento de Sudoeste.

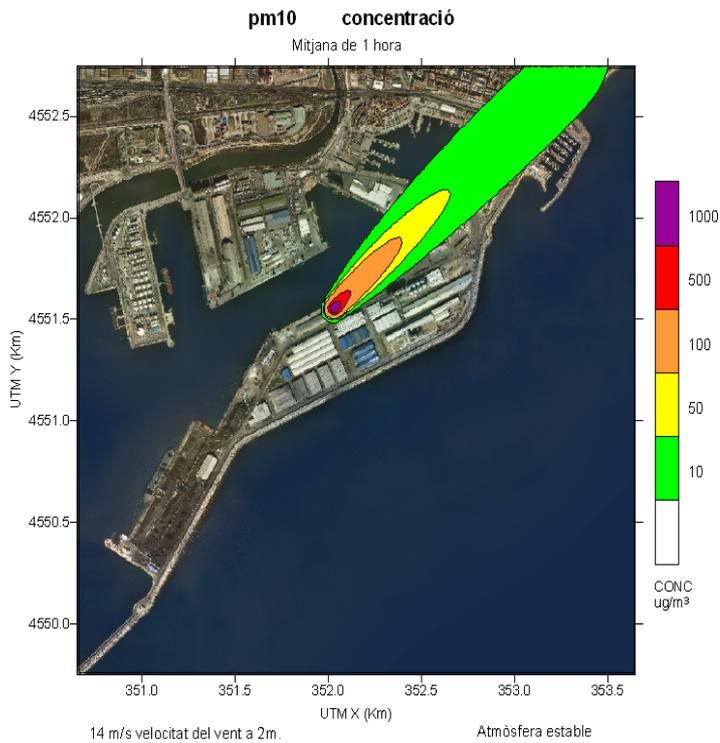


Figura 7: MUELLE DE ARAGÓN. Fosfatos. Viento de Sudoeste.



Figura 8: Resultados de las modelaciones situadas en un único plano de la zona.



4 Medidas de reducción del impacto

4.1 Identificación de las medidas

Una vez conocidas las operativas que tienen lugar en el Puerto de Tarragona e identificado el impacto que causan sobre la calidad del aire, el siguiente paso es definir medidas que permitan reducir el impacto asociado a la manipulación de graneles sólidos en el Puerto de Tarragona.

Se identifican cinco niveles de riesgo (*Tabla 12*), tipificados del siguiente modo:

Tabla 12: Niveles de riesgo

LÍMITES	NIVEL DE RIESGO
>70	MUY ALTO
41 a 70	ALTO
26 a 40	MEDIO
16 a 25	MODERADO
<15	BAJO

La Autoridad Portuaria de Tarragona ha definido una política ambiental en relación a la manipulación de graneles sólidos con el objetivo de admitir, a corto plazo, valores de riesgo hasta el nivel medio (un máximo de 40 u.r.) y reducir el nivel de referencia hasta moderado (un máximo de 25 u.r.) a medio plazo. Para conseguirlo es necesario implementar una serie de medidas de reducción del impacto, identificadas en la *Tabla 13*, las cuales pueden agruparse en dos conjuntos:

- Medidas de corrección, en el sentido clásico del término en los procesos de evaluación del impacto ambiental, y que en general llevan asociada la necesidad de una inversión.
- Buenas prácticas, que se relacionan con la manera de realizar las operaciones y que pueden llevar asociado un coste corriente moderado.

En total se han identificado 31 medidas, distribuidas prácticamente a partes iguales entre una y otra categoría. En términos generales se observa que las medidas de corrección suelen ser de eficacia alta mientras que las buenas prácticas la presentan de grado medio.

4.2 Tipología de las medidas

Las medidas se han agrupado operativamente en seis tipologías distintas, a pesar de que algunas medidas probablemente puedan adscribirse a más de un grupo.

- Optimizar la gestión
- Evitar la generación y dispersión de partículas
- Mejorar las instalaciones y equipos
- Aplicar acciones de limpieza y mantenimiento
- Formalizar los compromisos
- Verificar la implementación de las medidas



Tabla 13: Identificación del conjunto de medidas de corrección propuestas

MEDIDAS DE REDUCCIÓN DEL IMPACTO POR MANEJO DE GRANELES SÓLIDOS			
NUM. FICHA	MEDIDAS CORRECCIÓN	NÚM. FICHA	BUENAS PRÁCTICAS
M_01	<ul style="list-style-type: none">Tolvas y mangas telescópicas	BP_01	<ul style="list-style-type: none">Limpieza y mantenimiento maquinaria
M_02	<ul style="list-style-type: none">Tolvas ecológicas	BP_02	<ul style="list-style-type: none">Mejora hermeticidad cucharas
M_03	<ul style="list-style-type: none">Tolvas con sistema Flex-Flap	BP_03	<ul style="list-style-type: none">Limitación altura descarga cuchara
M_04.1	<ul style="list-style-type: none">Sistema manual humidificación acopios	BP_04	<ul style="list-style-type: none">Cierre escotillas de las bodegas inactivas
M_04.2	<ul style="list-style-type: none">Sistema automático riego acopios	BP_05	<ul style="list-style-type: none">Minimizar recorrido cuchara
M_04.3	<ul style="list-style-type: none">Aplicación agentes químicos	BP_06	<ul style="list-style-type: none">Limitar altura acopios
M_05	<ul style="list-style-type: none">Cobertura de los acopios con lonas	BP_07	<ul style="list-style-type: none">Limitar altura carga camiones y tolvas
M_06.1	<ul style="list-style-type: none">Cerramiento contorno de acopios >2m	BP_08	<ul style="list-style-type: none">Limitar carga cucharas
M_06.2	<ul style="list-style-type: none">Cerramiento contorno de acopios <2m	BP_09	<ul style="list-style-type: none">Previsión condiciones meteorológicas adversas
M_07	<ul style="list-style-type: none">Cazos de alto volteo	BP_10	<ul style="list-style-type: none">Limitación velocidad de la circulación 30 km/h
M_08	<ul style="list-style-type: none">Barreras cortavientos	BP_11	<ul style="list-style-type: none">Ordenación circulación camiones
M_09	<ul style="list-style-type: none">Carenado cintas	BP_12	<ul style="list-style-type: none">Limpieza superficie muelles y viales al menos 2 veces al día
M_10	<ul style="list-style-type: none">Uso Big-Bags herméticos	BP_13	<ul style="list-style-type: none">Riego superficies muelles y viales al menos 2 veces al día
M_11	<ul style="list-style-type: none">Cobertura caja camiones con lonas	BP_14	<ul style="list-style-type: none">Localizar puntos para el vertido de exceso de carga
M_12	<ul style="list-style-type: none">Estanqueidad instalaciones contra fauna		
M_13	<ul style="list-style-type: none">Lavadero de ruedas		
M_14	<ul style="list-style-type: none">Lavadero de tolvas de ferrocarril		
M_15	<ul style="list-style-type: none">Incremento capacidad operativa		
M_16	<ul style="list-style-type: none">Recogida y tratamiento aguas escurrientía		
M_17	<ul style="list-style-type: none">Carga neumática hermética de camiones		



Optimizar la gestión

El modelo de operación viene condicionado por cada tráfico teniendo en cuenta una serie de características comunes de los graneles sólidos, como son:

- a) Carga “suelta” con granulometría variable, con densidades también muy variables, entre 0,8 t/m³ (carbón) y 3,0 t/m³ (mineral de hierro).
- b) Carga en general de bajo valor unitario.
- c) Carga a buque por gravedad.
- d) Descarga de buque con equipos mecánicos, especialmente por cuchara bivalva y también por equipos neumáticos.
- e) Movimientos internos con cintas transportadoras y ayuda de la gravedad (carga a camiones).
- f) No se pueden operar con mal tiempo
- g) Dispersión área de partículas por efecto del viento alrededor de la instalación.
- h) También suele producirse contaminación hídrica por derrames de materiales o por lixiviación de los acopios.

Para la mejora de la gestión se identifican un conjunto de acciones de carácter general que tienen que ver con la organización de las operaciones con el fin de reducir la intensidad de los impactos o minimizar los tiempos de producción ya que son de carácter temporal, tal como se recoge en la siguiente tabla:

MEDIDAS DE CORRECCIÓN

- Incremento capacidad operativa de la maquinaria
- Recogida y tratamiento aguas esorrentía
- Optimización de la red de control de partículas en suspensión

BUENAS PRÁCTICAS

- Limitar altura de acopios
 - Previsión condiciones meteorológicas adversas
 - Limitación velocidad circulación camiones
 - Ordenación circulación camiones
 - Distancia mínima del acopio al cantil del muelle
 - Localizar puntos para el vertido de exceso de cargas
-

Evitar la generación y dispersión de partículas

La generación y dispersión de partículas se puede evitar mediante la mejora de equipos e instalaciones (véase siguiente apartado) pero también con un conjunto de medidas como:

- a) Limitar los recorridos de distintos elementos potencialmente contaminantes para reducir el área que se convierte en foco secundario y que requiere de la limpieza.
- b) La suspensión de las operaciones de descarga y manipulación en condiciones meteorológicas desfavorables, condiciones (precipitaciones, viento) que podrían, de lo contrario, potenciar el impacto.
- c) Pulverización de agua para controlar el polvo durante las operaciones de manipulación



- d) Reducir la cantidad de material expuesto a condiciones meteorológicas (alturas de acopios y cargas) y protegerlo adecuadamente frente a las mismas (escotillas, lonas, etc).

En este ámbito, las medidas que se proponen son las de la siguiente tabla:

MEDIDAS DE CORRECCIÓN

- Sistemas humidificación y sellado de parvas
- Cobertura de los acopios con lonas
- Cobertura caja camiones con lonas
- Uso big-bags herméticos

BUENAS PRÁCTICAS

- Limitación altura descarga cuchara
 - Cierre escotillas de las bodegas inactivas
 - Minimizar recorrido cuchara
 - Limitar altura carga camiones y tolvas
 - Limitar carga cucharas
 - Suspensión operativa por fuerte viento
-

Mejorar las instalaciones y equipos

Otro conjunto de medidas están encaminadas a evitar que las partículas entren en contacto con la masa de aire y puedan ser transportadas.

- a) Optimizar los descensos de mercancía al ser este un punto especialmente sensible del proceso de incorporación de partículas a la atmósfera.
- b) Disponer de sistemas de aspiración de las partículas en el proceso de carga.
- c) Evitar el contacto de los materiales con la atmósfera durante los procesos horizontales de transporte.
- d) Aislar convenientemente las instalaciones de almacenamiento de la atmósfera exterior lo que a la vez impide el acceso de la fauna.
- e) Impedir o dificultar la acción del viento sobre la fracción fina de los graneles mediante la instalación de barreras.
- f) Reducir las pérdidas por derrames.

La mayor parte de estas acciones son medidas de corrección que requieren de una inversión para disponer de equipos que puedan ser utilizados de forma permanente. Así mismo se deberá prever la renovación de estos equipos utilizando las mejores tecnologías disponibles para mantener las emisiones a niveles aceptables. Las medidas identificadas en este ámbito se recogen en la siguiente tabla:



MEDIDAS DE CORRECCIÓN

- Tolvas y mangas telescópicas
- Tolvas ecológicas
- Tolvas con sistema flex-flap
- Cerramiento contorno de acopios
- Cazos de alto volteo
- Barreras cortavientos
- Carenado cintas
- Estanqueidad instalaciones contra fauna

BUENAS PRÁCTICAS

- Mejora hermeticidad cucharas
-

Aplicar acciones de mantenimiento y limpieza

Todas las medidas descritas anteriormente no consiguen eliminar por completo la emisión de partículas a la atmósfera; hay una fracción remanente que se incorpora a la atmósfera, es transportada y se deposita en el entorno. Estos materiales se convierten en fuente secundaria de emisión al ser movilizados por los medios de transporte que circulan por el área de trabajo o bien por la propia acción del viento sobre la superficie receptora. Las acciones se encaminan a la retirada de estos materiales, de acuerdo con lo que se propone en la siguiente tabla:

MEDIDAS DE CORRECCIÓN

- Lavadero de ruedas
- Lavadero de tolvas de ferrocarril

BUENAS PRÁCTICAS

- Limpieza y mantenimiento maquinaria
 - Limpieza superficie muelles y viales
 - Riego superficies muelles y viales
-

Formalizar los compromisos

La medida se fundamenta en este caso en la disponibilidad de un sistema de certificación, auditado externamente, que implique el compromiso por parte de los estibadores de disponer de una política ambiental y de unos objetivos que no sólo tengan en cuenta los requisitos legales sino también otros requisitos que la organización suscriba y que se relacionen con las buenas prácticas en la manipulación de los graneles sólidos. Se complementa con la formación a los trabajadores implicados en la manipulación y acarreo de mercancía, con objeto de desarrollar las destrezas necesarias para ejecutar los protocolos de buenas prácticas ambientales. En consecuencia, las acciones en este ámbito son las que se recogen en la siguiente tabla:

MEDIDAS DE CORRECCIÓN

- No Proceder

BUENAS PRÁCTICAS

- Formación personal
 - Adhesión a sistemas de certificación
-



4.3 Descripción de las medidas

Cada una de estas medidas se describe a continuación en base a una serie de fichas con la siguiente información:

- Identificación de la medida.
- Vector ambiental sobre el que determina su capacidad de corrección.
- Aplicabilidad: sobre qué tipología de granel u operación se aplica.
- Descripción de la medida.
- Análisis, en formato DAFO, de ventajas, inconvenientes, eficacia y coste.
- En el caso de las medidas de corrección, conjunto de buenas prácticas que están asociadas con la medida.
- Estimación del coste en aquellos casos en los que se dispone de suficiente información.

La valoración del grado de eficacia se ha realizado en base al estudio de Puertos del Estado y de otra información que se ha obtenido en la bibliografía. No obstante, a través del trabajo de retroalimentación con los operadores del puerto será posible incorporar nuevos conocimientos a cada ficha.



Dispersión de graneles. Buenas prácticas ambientales

MEDIDA M_01

Tolvas y mangas telescópicas



VECTOR SOBRE EL QUE ACTÚA

Calidad del aire

APLICABILIDAD

Carga de barco; cargadores de camiones o trenes; en transferencias; formación de acopios

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

Uso de mangas y tolvas telescópicas para realizar las descargas/descargas a granel en condiciones seguras y libres de polvo desde silos a camiones, vagones, barcos o naves. Se trata de sistemas cerrados o semicerrados, de longitud variable por los que desciende la mercancía, evitando una interacción directa del flujo de mercancía y el aire circundante

VENTAJAS

- Eliminan la emisión de polvo inducida por el viento sobre el penacho de mercancía.
- Mejora el control de derrames al canalizar la mercancía

INCONVENIENTES

- Necesidad de mantenimiento constante
- Peso adicional sobre sistemas de descarga
- No frena la mercancía, puede producirse polvo en el punto de impacto

EFICACIA

Alta (70%)

BUENAS PRÁCTICAS ASOCIADAS

- Operativas: control de flujo; mantener el cabezal de descarga próximo a la pila de mercancía con ajuste constante de mercancía, elevación automática de la tolva según crece el cono; seguimiento visual constante, sistema de detección de atascos; sistema de medida y control del nivel de flujo en el sistema de carga; sistema de medida y control del nivel de flujo en el sistema de carga; corona de descarga apantallada para reducir emisiones en punto de impacto; transferencia entre cargador y tolva telescópica totalmente carenada
- Mantenimiento: seguimiento del plan de mantenimiento establecido por el instalador; verificar antes de la operativa el correcto funcionamiento; limpieza de la tolva telescópica
- Complementarias; aspiración y nebulización



Dispersión de graneles. Buenas prácticas ambientales

MEDIDA M_02

Tolvas ecológicas



VECTOR SOBRE EL QUE ACTÚA

Calidad del aire

APLICABILIDAD

Carga/Descarga

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

Las tolvas ecológicas cuentan con bombas de aspiración y la necesidad de mantenimiento continuo; disponen de filtros que se ponen en funcionamiento por motores.

VENTAJAS

- Reducen la emisión de partículas en suspensión

INCONVENIENTES

- Elevado coste de instalación
- Necesidad de mantenimiento constante
- Consumo energético y de fungibles

EFICACIA

Alta (>90%)

BUENAS PRÁCTIAS ASOCIADAS

- Mantener el nive de carga de la tolva entre el 60 y 80 % de su capacidad
- Seguimiento de la caída de presión en el filtro
- Seguimiento del consumo del ventilador
- Verificar que los restos filtrados son evacuados correctamente y no se producen atascos
- Inspecciones visuales durante operativas
- Realizar el mantenimiento debidamente según las especificaciones, mantenimiento preventivo recomendado de una periodicidad entre revisiones de una vez cada 15 días aprox.
- Complementarias: alimentar el sistema mediante sistemas de descarga automatizados y cubiertos de modo que se minimizarían las emisiones de polvo



Dispersión de graneles. Buenas prácticas ambientales

MEDIDA M_03

Tolvas con sistema Flex-Flap



VECTOR SOBRE EL QUE ACTÚA

Calidad del aire

APLICABILIDAD

Carga/Descarga.

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

Se trata de un entramado metálico colocado sobre la boca de la tolva, formado por chapas colocadas con un cierto ángulo (parte fija) y un conjunto de elementos flexibles cerrando la abertura que queda. Estos elementos flexibles se abren debido al propio peso del producto cuando es descargado: de esta forma se produce una aspiración simultánea del polvo producido, introduciéndose éste en la parte cerrada de la tolva evitándose así la salida al exterior.

VENTAJAS

- Reduce la emisión de polvo durante las operaciones de carga y descarga

INCONVENIENTES

EFICACIA

Alta (80%)

BUENAS PRÁCTIAS ASOCIADAS

- Complementarias: alimentar el sistema mediante sistemas de descarga automatizados y cubiertos de modo que se minimizarían las emisiones de polvo



Dispersión de graneles. Buenas prácticas ambientales

MEDIDA M_04

Sistemas humidificación y sellado parvas

- M_04.1 Sistema manual humidificación acopios
- M_04.2 Sistema automático riego acopios
- M_04.3 Aplicación agentes químicos



VECTOR SOBRE EL QUE ACTÚA

Calidad del aire: Descenso de mercancía en caída libre; arrastre del viento sobre acopios y mercancía derramada; resuspensión por rodadura de vehículos

APLICABILIDAD

La humidificación solo puede aplicarse a mercancías que admitan ser humedecidas: almacenamiento a la intemperie y viales; manipulación a la intemperie con cuchara, pala y camión; tolvas; cintas y trasferencias; descargaderos de camiones; apiladores, recogedores y rotopalas

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

Prevención de polvo por aspersión, pulverización y sellado. Aplicación de agua mediante cañones, riego fijo o turbinas pulverizadoras que pueden incorporar aditivos selladores/tensioactivos. Sistema instalado. Mejorar control del panel de mando: sistema manual y/o automático de humidificación de acopios; aplicación agentes químicos.

VENTAJAS

- Humidificación de acopios manual: reduce la capacidad de emisión de partículas en los acopios al aire libre
- Sistema automático de riego de acopios: mejora la eficacia de la medida
- la adición de determinados agentes químicos también disminuye los factores de emisión

INCONVENIENTES

- No todos los graneles admiten este tipo de medida
- Gasto de agua
- Incremento en el peso del material
- Generación de escorrentías en el caso de aspersión
- Exceso de adherencia, aceleración del deterioro de la maquinaria
- Reducción del poder calorífico

EFICACIA

Alta (80-90%)

BUENAS PRÁCTIAS ASOCIADAS

- Disponer de un plan de riego que determine cuando aplicar la medida en función de viento, humedad...
- Verificar antes de las operaciones el buen funcionamiento de los sistemas
- Complementarias: apantallamiento de los puntos de aplicación; automatización de los sistemas; red de drenaje de recogida de escorrentías



Dispersión de graneles. Buenas prácticas ambientales

MEDIDA M_05

Cobertura de los acopios con lonas



VECTOR SOBRE EL QUE ACTÚA

Calidad del aire

APLICABILIDAD

Acopios

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

- Cubrir mediante lonas los acopios en muelle.

VENTAJAS

- Evita la acción de arrastre del viento sobre los materiales depositados en muelle

INCONVENIENTES

- El tamaño de algunos acopios no permite esta medida

EFICACIA

Alta (90%)

BUENAS PRÁCTIAS ASOCIADAS

- Mantener las lonas en buen estado, especialmente la zona de solape



Dispersión de graneles. Buenas prácticas ambientales

MEDIDA M_06

Cerramiento contorno de acopios
Cerramiento contorno de acopios >2m
Cerramiento contorno de acopios <2m

- M_06.1
- M_06.2



VECTOR SOBRE EL QUE ACTÚA

Calidad del aire y del agua

APLICABILIDAD

Acopios y delimitación de zonas de tránsito

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

- Uso de muros y barreras móviles, tipo "New Jersey" que permiten limitar la dispersión de mercancía. La instalación de muros y barreras debe de ser de forma contigua con el fin de minimizar la dispersión
- Delimitar acopios
- Separar la zona de operación de la zona de tránsito

VENTAJAS

- La construcción de recintos disminuye la ocupación de los muelles y la dispersión de los materiales en superficie.
- Optimización de espacio.
- Reducción de pérdida de mercancía
- Limitación de emisiones por arrastre de vehículos

INCONVENIENTES

- Consumo de tiempo y medios necesarios para posibles reorganizaciones de muros y barreras

EFICACIA

Alta (75%)

BUENAS PRÁCTIAS ASOCIADAS

- Procurar la instalación contigua de los diferentes módulos
- Colocar fieltros entre las juntas con el fin de evitar arrastres de mercancía
- Realizar un buen mantenimiento para asegurar la estanqueidad de las barreras
- Procurar desplazar los muros y barreras móviles levantándolos



Dispersión de graneles. Buenas prácticas ambientales

MEDIDA M_07

Cazos de alto volteo



VECTOR SOBRE EL QUE ACTÚA

Calidad del aire

APLICABILIDAD

Carga/descarga con pala

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

Hacer rotar el cazo en alto, sin necesidad de que el proceso de vertido tenga que ser acompañado por el avance de la pala o por el avance del brazo de la misma. Este proceso simplifica la operativa de descarga del cazo, permitiendo un mayor rendimiento y un mejor control de derrames accidentales

VENTAJAS

- Reducción de derrames

INCONVENIENTES

- Necesidad de adaptación de equipos convencionales

EFICACIA

Alta

BUENAS PRÁCTIAS ASOCIADAS

- Avanzar con la pala lo más baja posible desde el punto de recogida hasta el punto de carga.
- Limitar la velocidad de desplazamiento a menos de 6 km/h
- Avanzar evitando aceleraciones bruscas o cambios rápidos de dirección.
- Alzar la pala al llegar al camión colocándola sobre la vertical, procurando que el labio inferior del cazo quede dentro de la caja.
- Realizar un volteo progresivo del cazo.
- Limitar altura de caída de producto sobre la caja del camión
- Evitar golpear la caja del camión.
- Atacar parva desde sotavento, utilizando la propia parva como pantalla



Dispersión de graneles. Buenas prácticas ambientales

MEDIDA M_08

Barreras cortavientos



VECTOR SOBRE EL QUE ACTÚA

Calidad del aire

APLICABILIDAD

Almacenamiento de parvas esacionarias al aire libre/zonas de manipulación de mercancía en acopios temporales

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

Instalación de una barrera cortavientos natural o artificial que reduzca la velocidad del viento incidente, de manera que la velocidad en sotavento sea significativamente menor que a barlovento. (Ver ficha adjunta)

VENTAJAS

- Reducción de la velocidad efectiva del viento
- Minimiza el impacto visual de las parvas

INCONVENIENTES

- Difícil ubicación ya que puede ser obstáculo para el tránsito u operativas del Puerto.
- Requiere un mantenimiento constante

EFICACIA

En función tipología y altura. En general: Porosas (70-80%) y vegetales (10%)

BUENAS PRÁCTIAS ASOCIADAS

- Aplicar las buenas prácticas operativas recomendadas a cada una.
- Ordenar la superficie de trabajo
- Regular la operativa en función de la velocidad del viento
- Llevar a cabo un mantenimiento de las barreras: limpieza en las artificiales y riegos, abonados...en las naturales
- Aplicación de sistemas de nebulización para arrastrar y estabilizar las posibles nubes de polvo



Dispersión de graneles. Buenas prácticas ambientales

MEDIDA M_08

Barreras cortavientos

CONDICIONES TÉCNICAS

Pantallas artificiales:

En la instalación de barreras artificiales es conveniente considerar, entre otros, los siguientes aspectos:

• *Tipos de pantallas y configuración.* La configuración de las barreras en relación al viento y a los acopios, depende del tipo de efecto deseado, en este sentido cabe diferenciar las siguientes configuraciones:

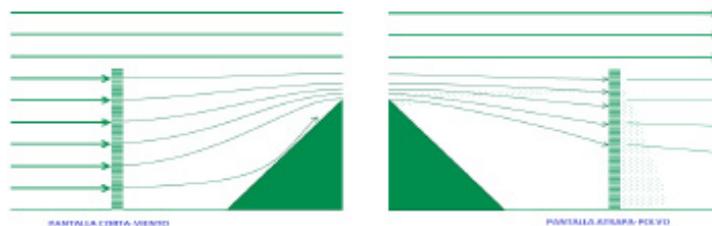
→ **Barrera corta-vientos:** Se instala entre el viento que nos ocasiona molestia y la zona de operación que se desea proteger (barlovento). Este tipo de pantallas tienen una acción preventiva, destinada a evitar la emisión de partículas. Actúan "laminando" el viento y reduciendo tanto su intensidad como su nivel de turbulencia, con lo cual se reduce su capacidad para levantar y arrastrar las partículas menos pesadas de la mercancía.

→ **Barreras atrapa-polvo:** Se instala tras la zona de operación, una vez que el viento se ha cargado de polvo (sotavento). Este tipo de pantallas tiene una acción atenuante, destinada a reducir la carga de polvo en el aire. Actúan frenando el viento y acelerando la deposición de las partículas en suspensión. Estas pantallas deben tener un diseño especial del poro en forma de grano de arroz (a barlovento es circular). En cualquier caso, es conveniente que el ángulo de incidencia del viento sobre la barrera esté entre 65 y 115 grados. Entendiendo como dirección del viento la dirección más frecuente.

En aquellos casos con varias direcciones predominantes, será conveniente que la barrera envuelva al máximo la zona de operación o de acopio, buscando una configuración compatible con la operativa.

• *Porosidad:* Tanto las pantallas corta-vientos, como las pantallas atrapa-polvo, han de ser porosas, con el fin de evitar la formación de remolinos a sotavento de la pantalla. Las pantallas porosas tienen un rendimiento superior (30%) sobre las opacas.

Una pantalla corta-viento opaca, o con porosidad insuficiente induce intensas turbulencias a sotavento, que pueden intensificar la emisión de polvo, dando lugar a un efecto distinto al deseado. Así mismo, tampoco es aconsejable el uso de pantallas atrapa-polvo poco porosas, pues el viento las remonta y no se logra el efecto de frenado del viento y decantación de la mercancía.





El nivel de porosidad depende del tipo de función de la pantalla. De modo general se puede proporcionar la siguiente referencia.

	<i>Pantalla corta-viento</i>	<i>Pantalla atrapa-polvo</i>
Objetivo	<i>Reducir la velocidad del viento sobre los acopios.</i>	<i>Hacer precipitar las partículas presentes en el aire</i>
Permeabilidad	30% - 40%	20%-30%
Tamaño abertura	6-10 mm	4-6 mm
Grosor de la pantalla	0,8 - 1,5mm	0,8 -1,5mm
Geometría de la abertura	Circular	Rectangular
		

• **Área protegida:** Una barrera porosa corta-viento es capaz de proteger una distancia a sotavento del orden de 15 veces su altura, lográndose no sólo una reducción de la velocidad sino también una reducción de las estelas turbulentas movidas con el viento.

No obstante, esta atenuación no es uniforme ya que a una distancia de dos veces la altura de la barrera, la velocidad puede atenuarse hasta un 50% de la velocidad incidente; mientras que a una distancia de nueve veces la altura de la barrera la atenuación del viento podrá estar en torno al 20% de la velocidad incidente.

• **Régimen de vientos:** Resulta fundamental realizar una climatología de vientos de la zona con el fin de determinar las condiciones normales de operación y las condiciones extremas. La posición y orientación de las pantallas debe tener en cuenta la frecuencia de los vientos que pueden causar problemas. Por otro lado, la capacidad resistente debe adaptarse a los vientos extremos esperables.

• **Estructura y materiales:** El grosor y la cimentación de la barrera deben resistir el empuje del viento y evitar el vuelco de la misma. Los materiales deben resistir la fuerza del viento y la posible deposición de salitre.

• **Diseño:** La eficacia, y diseño óptimo, de cualquier proyecto de apantallamiento debe evaluarse mediante modelos numéricos o modelos a escala en túnel de viento que tengan en cuenta el régimen de vientos, encauzamientos orográficos y la presencia de obstáculos significativos al viento (incluidos los propios buques).



CONDICIONES TÉCNICAS

Pantallas naturales

En la instalación de barreras vegetales es conveniente considerar, entre otros, los siguientes aspectos:

- **Número de hileras:** La porosidad viene determinada, entre otros factores, por el tipo de especie, la distancia entre ejemplares y el número de filas plantadas. Un nivel de apantallamiento apropiado puede requerir hasta tres filas de plantas y combinar especies de distinto porte.
- **Porte:** Para que la pantalla sea efectiva, los árboles deben tener geometría cónica o cilíndrica, y deben ser capaces de alcanzar alturas similares a las de los acopios.
- **Adaptabilidad:** Es conveniente seleccionar de hoja perenne, preferiblemente autóctonas o con capacidad probada para adaptarse a las características climáticas de la zona, así como resistir vientos húmedos y salinos.
- **Resistencia:** Con el fin de poder hacer frente a rachas de viento intensas, las especies seleccionadas deben tener las ramas flexibles además de contar con un buen sistema radicular para evitar descaloes de raíz.
- **Especies probadas:** Algunas especies utilizadas para este propósito son: *Alnus cordata*, *Alnus glutinosa*, *Casuarina cunninghamiana*, *Cupressus macrocarpa*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus gomphocephala*, *Eucalyptus occidentalis*, *Leylandii*, *Myoporum acuminatum*, *Quercus cerris* y *Tamarix africana*.
- **Suelo:** Se prestará especial atención a la calidad del suelo, que debe tener la profundidad, estructura y textura adecuadas para el crecimiento de los árboles que se planten. Si no se dan las condiciones adecuadas, en terrenos portuarios de relleno por ejemplo, habrá que preparar el suelo previamente para la correcta implantación.
- **Suelo elevado:** Cuando se disponga de espacio, el efecto de atenuación de la barrera y su efecto estético pueden incrementarse mediante barreras vegetales plantadas sobre montículos artificiales. Esta solución también contribuye a proporcionar un sustrato adecuado a las plantas, en aquellos terrenos con sustrato de tierra poco profundo o inadecuado.
- **Mantenimiento.** La barrera seguirá un plan de mantenimiento con control fitosanitario, abonado, poda y control periódico de las características del suelo sobre el que se asienta.

EFICACIA Y CONDICIONANTES

Las pantallas porosas situadas a barlovento de la zona de operaciones o de los acopios, consiguen reducciones promedio de hasta un 30% de la velocidad de viento incidente, reduciendo además la turbulencia del viento. En estas condiciones pueden conseguirse reducciones de más de un 50% en las emisiones de partículas inducidas por arrastre del viento sobre acopios.

En general las barreras a sotavento de los acopios o áreas de operación, tienen una eficacia menor, pues no se logra reducir la velocidad del viento ni el nivel de turbulencia. En esta configuración se busca reducir la velocidad con la que es arrastrado el polvo generado, con el fin de acelerar la precipitación del mismo.

En cualquier caso, la eficiencia de las pantallas está condicionada por su adecuado diseño y ubicación.



EJEMPLOS



Barreras fijas



Barreras móviles





Dispersión de graneles. Buenas prácticas ambientales

MEDIDA M_09

Carenado de cintas



VECTOR SOBRE EL QUE ACTÚA

Calidad del aire y fauna

APLICABILIDAD

Medida preventiva básica recomendable para todo tipo de mercancías, en todo tipo de entornos.

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

- Se basa en proteger la cinta mediante una secuencia de bóvedas fabricadas en metal o fibra de vidrio, con anclajes que permiten levantarlas para acceder a la cinta. El sistema puede cubrir sólo la parte superior, o estar complementado por bandejas inferiores que retienen posibles derrames.
- La medida evita la resuspensión de la fracción fina de los materiales transportados. Protección de la mercancía de la acción del viento mediante cobertura de las cintas.

VENTAJAS

- Reducción significativa de emisiones
- En agroalimentarios, aseguramiento de la calidad de la mercancía.
- Reducción de costes de limpieza de explanadas y viales
- Ayuda a evitar el acceso de aves a la mercancía

INCONVENIENTES

- Posibles dificultades de mantenimiento o resolución de atascos si el sistema no está bien dimensionado

EFICACIA

Alta (100%)

BUENAS PRÁCTIAS ASOCIADAS

- Evitar golpear las pantallas
- En cintas y transferencias, realizar un seguimiento continuo del nivel de flujo para detectar de inmediato derrames y atascos.
- Realizar un adecuado mantenimiento
- Control del nivel de carga de las cintas para evitar derrames y atascos



Dispersión de graneles. Buenas prácticas ambientales

MEDIDA M_10

Uso de big-bags herméticos



VECTOR SOBRE EL QUE ACTÚA

Calidad del aire

APLICABILIDAD

Cualquier operativa

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

- Transportar la mercancía empaquetada en big-bags

VENTAJAS

- Reduce la posibilidad de resuspensión de materiales y a la vez limita los consumos de plásticos para el cubrimiento de la mercancía en el muelle

INCONVENIENTES

- Es necesario un sistema de carga y descarga diferente al habitual, inversión adicional

EFICACIA

Alta (90%)

BUENAS PRÁCTICAS ASOCIADAS

- Planificar la operación en función de predicciones de velocidad del viento existentes para la zona.
- Aplicar las buenas prácticas operativas recomendadas para cada uno de los sistemas operativos implicados, extremando el rigor con el que se aplican en condiciones de alerta.



Dispersión de graneles. Buenas prácticas ambientales

MEDIDA M_11

Cobertura caja camiones con lonas



VECTOR SOBRE EL QUE ACTÚA

Calidad del aire

APLICABILIDAD

Transporte con camión, independientemente de la mercancía

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

Cubrir la caja del camión con un toldo para evitar que la mercancía sea arrastrada y dispersada por la corriente de aire generada por el movimiento del camión.

Puede realizarse mediante toldo corredero incorporado desplegable a lo largo de guías manuales o automáticos o mediante lona manual desplegable con la ayuda de una plataforma elevada que permita la instalación del toldo en condiciones de seguridad

VENTAJAS

- Reduce la posibilidad de caída de material durante el transporte y su posterior resuspensión con el paso de los vehículos

INCONVENIENTES

- No todos los camiones disponen de un sistema automatizado para cubrir la caja.
- Retardo en la operativa cuando los camiones no cuentan con toldos correderos de accionamiento automático o semiautomático.

EFICACIA

Alta (80%)

BUENAS PRÁCTIAS ASOCIADAS

- Toldar el camión en zona de carga
- Realizar controles de sobrecarga de los camiones
- Realizar un adecuado mantenimiento del estado de las lonas (sellar roturas; limpieza y engrasado de elementos móviles)



Dispersión de graneles. Buenas prácticas ambientales

MEDIDA M_12

Estanqueidad instalaciones contra la fauna



VECTOR SOBRE EL QUE ACTÚA

Fauna

APLICABILIDAD

Instalaciones (almacenes principalmente, talleres...)

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

• Instalación de redes u otros sistemas que impidan la entrada y nidificación de la fauna (principalmente palomas) en el interior de las instalaciones.

VENTAJAS

• Evitan el acceso de la fauna a las instalaciones, y a su fuente de alimentación

INCONVENIENTES

EFICACIA

Alta

BUENAS PRÁCTIAS ASOCIADAS

• Cerrar herméticamente los accesos a las naves cuando estas no se estén utilizando.
• Realizar un adecuado mantenimiento de las redes, reparando roturas....
• Realizar inspecciones visuales para comprobar la eficacia de los sistemas instalados y detectar posibles vías de entrada de la fauna



Dispersión de graneles. Buenas prácticas ambientales

MEDIDA M_13

Lavadero de ruedas



VECTOR SOBRE EL QUE ACTÚA

Calidad del aire

APLICABILIDAD

Transporte mediante camiones, especialmente entorno a operaciones con sensibilidad alta o media

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

- Instalación que consiste en inyectores de agua a presión de modo que se elimina la mercancía adherida a ruedas y bajos de los camiones. El agua residual es recogida y tratada con el fin de retirar los residuos arrastrados en el proceso de limpieza y reutilizar el agua.
- Pueden ser de dos tipos:
 - Sistemas de paso continuo: El camión pasa lentamente (<4km) y sistemas de agua a presión limpian ruedas y bajos.
 - Sistemas de paso secuencial: El camión realiza una serie de paradas en las que se realiza una limpieza profunda de las ruedas mediante rodillos.

VENTAJAS

- Evita la dispersión de mercancía y las emisiones de polvo por camiones fuera de los entornos de operación.
- Posibilidad de reciclar parte del agua utilizada

INCONVENIENTES

- Costes de implantación y de mantenimiento.
- Consumo de agua. Una fracción del agua utilizada queda en el camión.

EFICACIA

Alta (70%)

BUENAS PRÁCTIAS ASOCIADAS

- Mantener limpios los viales de salida
- Aplicar con rigor las buenas prácticas de operación en los sistemas implicados en la manipulación y transporte de la mercancía.
- En lavaruedas de paso continuo, circular a velocidad moderada (< 5Km/h)
- Realizar un buen mantenimiento de las instalaciones



Dispersión de graneles. Buenas prácticas ambientales

MEDIDA M_14

Lavadero de tolvas de ferrocarril

VECTOR SOBRE EL QUE ACTÚA

Calidad del aire

APLICABILIDAD

Transporte mediante ferrocarril

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

• Instalación que consiste en inyectores de agua a presión de modo que se elimina la mercancía adherida a los vagones.

VENTAJAS

- Evita la dispersión de mercancía y las emisiones de polvo por camiones fuera de los entornos de operación.
- Posibilidad de reciclar parte del agua utilizada

INCONVENIENTES

- Costes de implantación y de mantenimiento.
 - Consumo de agua. Una fracción del agua utilizada queda en el camión.
-

EFICACIA

Alta (80%)

BUENAS PRÁCTICAS ASOCIADAS

- Mantener limpios los viales de salida
 - Aplicar con rigor las buenas prácticas de operación en los sistemas implicados en la manipulación y transporte de la mercancía.
 - Realizar un buen mantenimiento de las instalaciones
-



Dispersión de graneles. Buenas prácticas ambientales

MEDIDA M_15

Incremento capacidad operativa

VECTOR SOBRE EL QUE ACTÚA

Calidad del aire

APLICABILIDAD

Cualquier operativa

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

- Utilizar los medios más potentes para la ejecución de las operativas
-

VENTAJAS

- Reducción del tiempo de ejecución, por lo tanto reducción de las emisiones de partículas

INCONVENIENTES

- En algunos casos requiere cambios en la maquinaria disponible e implica incremento en las gestiones logísticas para conseguir este objetivo
-

EFICACIA

Media

BUENAS PRÁCTICAS ASOCIADAS

- Mantener limpios los viales de salida
 - Aplicar con rigor las buenas prácticas de operación en los sistemas implicados en la manipulación y descarga de la mercancía.
-



Dispersión de graneles. Buenas prácticas ambientales

MEDIDA M_16

Recogida y tratamiento aguas esorrentía



VECTOR SOBRE EL QUE ACTÚA

Calidad del agua

APLICABILIDAD

Acopios aire libre

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

• Disponer de un sistema de recogida y tratamiento de aguas de esorrentía antes de ser vertida a la dársena.

VENTAJAS

• Reduce la contaminación de las aguas por arrastre de materiales de la superficie de los muelles.

INCONVENIENTES

• Requiere inversión inicial y periódico para el tratamiento de las aguas

EFICACIA

Media

BUENAS PRÁCTIAS ASOCIADAS

• Proteger arquetas y canaletas para que no sean obstruidos por derrames de mercancía
• Mantener limpios los viales de salida
• Aplicar con rigor las buenas prácticas de operación en los sistemas implicados en la manipulación y descarga de la mercancía.



Dispersión de graneles. Buenas prácticas ambientales

MEDIDA M_17

Carga neumática hermética a camión



VECTOR SOBRE EL QUE ACTÚA

Calidad del aire

APLICABILIDAD

Carga de camiones o trenes

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

Uso de sistemas de carga neumáticos, circuitos cerrados herméticamente y con mangas telescópicas para realizar las cargas seguras y libres de polvo desde silos a camiones o vagones. Se trata de sistemas cerrados o semicerrados, de longitud variable por los que desciende la mercancía, evitando una interacción directa del flujo de mercancía y el aire circundante

VENTAJAS

- Eliminan la emisión de polvo inducida por el viento sobre el penacho de mercancía.
- Mejora el control de derrames al canalizar la mercancía

INCONVENIENTES

- Necesidad de mantenimiento constante
- Peso adicional sobre sistemas de descarga
- No frena la mercancía, puede producirse polvo en el punto de impacto

EFICACIA

Alta (70%)

BUENAS PRÁCTIAS ASOCIADAS

- Operativas: control de flujo; mantener el cabezal de descarga próximo a la pila de mercancía con ajuste constante de mercancía, elevación automática de la tolva según crece el cono; seguimiento visual constante, sistema de detección de atascos; sistema de medida y control del nivel de flujo en el sistema de carga; sistema de medida y control del nivel de flujo en el sistema de carga; corona de descarga apantallada para reducir emisiones en punto de impacto; transferencia entre cargador y tolva telescópica totalmente carenada
- Mantenimiento: seguimiento del plan de mantenimiento establecido por el instalador; verificar antes de la operativa el correcto funcionamiento; limpieza de la tolva telescópica
- Complementarias; aspiración y nebulización



Dispersión de graneles. Buenas prácticas ambientales

MEDIDA BP_01

Limpeza y mantenimiento maquinaria



VECTOR SOBRE EL QUE ACTÚA

Calidad del aire

APLICABILIDAD

Toda la maquinaria

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

Disponer de una zona para la limpieza y mantenimiento de la maquinaria. La limpieza y mantenimiento de algunos equipos de carga y descarga de graneles (grúas, tolvas....) debe hacerse sobre el propio muelle por motivos de espacio y manipulación.

VENTAJAS

• Evita la dispersión de mercancía y las emisiones de polvo por camiones fuera de los entornos de operación.

INCONVENIENTES

• Limitación de espacio: es necesario disponer de una zona habilitada para realizar esta tarea

EFICACIA

Alta

BUENAS PRÁCTIAS ASOCIADAS

- Mantener limpios los viales de salida
- Aplicar con rigor las buenas prácticas de operación en los sistemas implicados en la manipulación y transporte de la mercancía.
- Realizar un buen mantenimiento de las instalaciones
- Complementarias: en el caso de tener que realizar la limpieza en el propio muelle, disponer de superficies impermeabilizadas dotadas de aguas residuales y medios adecuados para recoger posibles derrames accidentales



Dispersión de graneles. Buenas prácticas ambientales

MEDIDA BP_02

Mejorar la hermeticidad de las cucharas.



VECTOR SOBRE EL QUE ACTÚA

Calidad del aire

APLICABILIDAD

Descarga de barco a tolva mediante grúa-cuchara

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

- Adaptación a la mercancía: Utilizar cucharas adaptadas a las propiedades de densidad, cohesividad, fluencia y abrasividad de la mercancía.
- Uso de tapas: Utilizar cucharas con tapas superiores que impidan reboses de mercancía en el movimiento de la cuchara y limiten la acción erosiva de viento.
- Adecuado encaje: Instalar lengüetas que ayuden al correcto encuadre de las valvas.
- Cuchillas con cierre hermético. Utilizar cuchillas machiembradas con mercancías fluyentes, cuando los niveles de abrasividad lo permitan.
- Buenas prácticas operativas. Seguir una buena práctica operativa que tenga en cuenta las condiciones del viento y que eviten reboses, aperturas bruscas o aperturas en alto.
- Mantenimiento preventivo: Realizar un adecuado mantenimiento que garantice un cierre lo más hermético posible de la cuchara.

VENTAJAS

- Reducción de derrames de mercancía y emisiones por rebase o mal cierre

INCONVENIENTES

- Necesidad de contar con varios tipos de cucharas en terminales multiproducto

EFICACIA

Media



BUENAS PRÁCTIAS ASOCIADAS

- Asegurar el cierre completo de la cuchara antes de salir de la bodega.
 - Esperar reboses de la cuchara dentro de la bodega.
 - Realizar las esperas con cuchara llena o vacía siempre sobre la bodega.
 - Sacudir la cuchara sobre la mercancía antes de retornar.
 - Evitar golpear la cuchara contra la estructura del buque o la tolva.
 - Minimizar la altura de caída de la mercancía sobre la tolva o el acopio.
 - En mercancías fluyentes (grano), abrir ligeramente la cuchara sobre parva o tolva.
 - En mercancías fluyentes, no hundir en exceso la cuchara en la mercancía antes de cerrar la cuchara.
 - Cerrar escotillas no utilizadas del buque (siempre que sea posible).
 - Minimizar el recorrido o vuelo de la grúa sobre el muelle.
 - Colocar toldo o lona entre cantil y buque.
 - Regulación de la velocidad y rigor del control operativo en función de la pulverulencia de la mercancía, y de la velocidad y dirección del viento.
 - Parada operativa por rachas de viento prolongadas de intensidad y dirección desfavorable.
-



Dispersión de graneles. Buenas prácticas ambientales

MEDIDA BP_03

Limitación altura descarga cuchara



VECTOR SOBRE EL QUE ACTÚA

Calidad del aire

APLICABILIDAD

Descarga de barco a tolva mediante grúa-cuchara

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

- Minimizar la altura de caída de la mercancía sobre la tolva o el acopio.
- Con mercancía pulverulenta o viento intenso, abrir progresivamente la cuchara.
- Mantener la tolva llena, (al 60-70% de su capacidad).
- Asegurar la entrada parcial de la cuchara en la tolva antes de abrir.

VENTAJAS

Al reducir la altura de la caída de los graneles se reduce la generación de polvo

INCONVENIENTES

Ralentiza los trabajos de modo que baja el rendimiento

EFICACIA

Media

BUENAS PRÁCTICAS ASOCIADAS

- Asegurar el cierre completo de la cuchara antes de salir de la bodega.
- Esperar reboses de la cuchara dentro de la bodega.
- Realizar las esperas con cuchara llena o vacía siempre sobre la bodega.
- Sacudir la cuchara sobre la mercancía antes de retornar.
- Evitar golpear la cuchara contra la estructura del buque o la tolva.
- Minimizar la altura de caída de la mercancía sobre la tolva o el acopio.
- En mercancías fluyentes (grano), abrir ligeramente la cuchara sobre parva o tolva.
- En mercancías fluyentes, no hundir en exceso la cuchara en la mercancía antes de cerrar la cuchara.
- Cerrar escotillas no utilizadas del buque (siempre que sea posible).
- Minimizar el recorrido o vuelo de la grúa sobre el muelle.
- Colocar toldo o lona entre cantil y buque.
- Regulación de la velocidad y rigor del control operativo en función de la pulverulencia de la mercancía, y de la velocidad y dirección del viento.
- Parada operativa por rachas de viento prolongadas de intensidad y dirección desfavorable.



Dispersión de graneles. Buenas prácticas ambientales

MEDIDA BP_04

Cierre escotillas de las bodegas inactivas



VECTOR SOBRE EL QUE ACTÚA

Calidad del aire

APLICABILIDAD

Descarga de barco

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

Cerrar escotillas no utilizadas del buque (siempre que sea posible)

VENTAJAS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none">• Reducción de la emisión de partículas	

EFICACIA

Media

BUENAS PRÁCTIAS ASOCIADAS

• Todas las buenas prácticas operativas asociadas a la carga/descarga de buques.



Dispersión de graneles. Buenas prácticas ambientales

MEDIDA BP_05

Minimizar recorrido cuchara



VECTOR SOBRE EL QUE ACTÚA

Calidad del aire

APLICABILIDAD

Carga/descarga mediante grúa-cuchara

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

- Minimizar el recorrido o vuelo de la grúa sobre el muelle.
 - Regulación de la velocidad y rigor del control operativo en función de la pulverulencia de la mercancía, y de la velocidad y dirección del viento
-

VENTAJAS

- Minimiza la superficie del material caído.
Reduce la emisión de partículas

INCONVENIENTES

•

EFICACIA

Media

BUENAS PRÁCTIAS ASOCIADAS

- Todas las buenas prácticas operativas asociadas a la carga/descarga mediante cuchara (BP_02, BP_03)
-



Dispersión de graneles. Buenas prácticas ambientales

MEDIDA BP_06

Limitar la altura de los acopios



VECTOR SOBRE EL QUE ACTÚA

Calidad del aire

APLICABILIDAD

Acopios

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

- Limitar la altura máxima de los acopios a 20 m

VENTAJAS

- Al reducir la altura de los acopios se reduce la superficie expuesta al viento y por lo tanto la dispersión de polvo

INCONVENIENTES

- Mayor espacio/superficie necesaria

EFICACIA

Media

BUENAS PRÁCTICAS ASOCIADAS

- Aspersión, pulverización y sellado de las parvas y todas las buenas prácticas asociadas (M_04)



Dispersión de graneles. Buenas prácticas ambientales

MEDIDA BP_07

Limitar altura de carga camiones y tolvas



VECTOR SOBRE EL QUE ACTÚA

Calidad del aire

APLICABILIDAD

Carga mediante cuchara y a camiones

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

- Limitar la altura de la carga de camiones y tolvas

VENTAJAS

- Reduce la pérdida de materiales y por lo tanto reduce la emisión de partículas

INCONVENIENTES

- Posibles costes por incremento de viajes ya que la carga es inferior

EFICACIA

Media

BUENAS PRÁCTICAS ASOCIADAS

- Toldado de cajas de camiones
- Ordenación y velocidad de circulación de camiones
- Medidas relacionadas con la operativa con cuchara (BP_02, BP_03)



Dispersión de graneles. Buenas prácticas ambientales

MEDIDA BP_08

Limitar carga cucharas



VECTOR SOBRE EL QUE ACTÚA

Calidad del aire

APLICABILIDAD

Carga mediante cuchara

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

- Limitar la carga de las cucharas para que no rebose el material y caiga durante su transporte

VENTAJAS

- Reduce la pérdida de materiales y por lo tanto reduce la emisión de partículas

INCONVENIENTES

- Posibles costes por incremento de tiempo al no llenar las cucharas

EFICACIA

Media

BUENAS PRÁCTIAS ASOCIADAS

- Toldado de cajas de camiones
- Ordenación y velocidad de circulación de camiones
- Medidas relacionadas con la operativa con cuchara (BP_02, BP_03)



Dispersión de graneles. Buenas prácticas ambientales

MEDIDA BP_09

Previsión de condiciones meteorológicas adversas

Previsión de riesgos para el Puerto de A Coruña y el Puerto Exterior para las próximas 72 horas. El baremo de riesgos se establece de la siguiente forma:

HS (m.)	<3.5 m	>=3.5 m	>=7 m
Vel. Viento (km/h)	< 45 km/h	>=45 km/h	>=70 km/h
Vel. Viento (Nudos)	< 24 Nudos	>=24 Nudos	>=38 Nudos

NOTA: Las direcciones son de PROCEDENCIA.

Día	Alt. HS (m)	Dir. HS	Vel. (km/h)	Vel. (Nudos)	Dir. Vel.
lunes, 18	1,5	NNO	37,4	20,2	N
martes, 19	3,4	NNO	50	27	N
miércoles, 20	2,3	NNO	32,8	17,7	NO
jueves, 21	3,2	NNO	35,6	19,2	ONO

Acceso a SCOR

Día	Alt. HS (m)	Dir. HS	Vel. (km/h)	Vel. (Nudos)	Dir. Vel.
lunes, 18	1,7	NNO	37,8	20,4	N
martes, 19	3,4	N	43,9	23,7	NNE
miércoles, 20	3	N	33,1	17,9	NNE

Acceso a SLANG

VECTOR SOBRE EL QUE ACTÚA

Calidad del aire

APLICABILIDAD

Descargas con cuchara, cargas con pala, transporte con cintas no carenadas...

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

- Disponer de un sistema de alerta previo para situaciones meteorológicas desfavorables puede evitar los fenómenos extremos.

VENTAJAS

- La disposición de un sistema de alerta previo para situaciones meteorológicas desfavorables puede evitar los fenómenos extremos.

INCONVENIENTES

- Limitación de ciertas actividades en función de las condiciones meteorológicas puede reducir el rendimiento

EFICACIA

Alta

BUENAS PRÁCTIAS ASOCIADAS

- Llevar a cabo un adecuado mantenimiento del sistema de previsión y alerta de situaciones meteorológicas adversas



Dispersión de graneles. Buenas prácticas ambientales

MEDIDA BP_10

Limitación velocidad de circulación camiones



VECTOR SOBRE EL QUE ACTÚA

Calidad del aire

APLICABILIDAD

- Transporte con camión interno

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

- Limitar la velocidad de circulación en el Puerto a 30 km/h

VENTAJAS

- Reduce la resuspensión de las partículas con el paso de los vehículos

INCONVENIENTES

EFICACIA

Media

BUENAS PRÁCTIAS ASOCIADAS

- Realizar controles de velocidad
- Realizar adecuado mantenimiento de las senales
- Puede reforzarse mediante la instalación de badenes
- Aplicar las buenas prácticas asociadas al transporte de mercancías terrestre (ya sea en camión o tren) (M_04, M_05, M_06, M_11, M_15, BP_13)



Dispersión de graneles. Buenas prácticas ambientales

MEDIDA BP_11

Ordenación circulación camiones



VECTOR SOBRE EL QUE ACTÚA

Calidad del aire

APLICABILIDAD

Transporte con camión interno y externo

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

- Determinar recorridos obligatorios reduciendo la superficie de afectación por derrames.
- Determinar accesos de entrada y salida de camiones a los muelles donde se realizan las operativas.

VENTAJAS

- Reduce la afectación por derrames y posterior resuspensión del material

INCONVENIENTES

EFICACIA

Media

BUENAS PRÁCTIAS ASOCIADAS

- Limpieza de viales
- Aplicar las buenas prácticas asociadas a las diferentes operativas



Dispersión de graneles. Buenas prácticas ambientales

MEDIDA BP_12

Limpieza de superficie muelles y viales al menos 2 veces al día



VECTOR SOBRE EL QUE ACTÚA

Calidad del aire y del agua

APLICABILIDAD

Cualquier operativa

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

• Limpiar la superficie del muelle mediante el uso de barredoras mecánicas, al menos dos veces al día cuando hay operativa, especialmente cuando la descarga se realiza con cuchara a tolva no ecológica i el transporte se realiza mediante camión.

VENTAJAS

- Evita la dispersión de mercancía y las emisiones de polvo por camiones fuera de los entornos de operación.
- Disminuye la afectación a las aguas por escorrentía

INCONVENIENTES

EFICACIA

Alta

BUENAS PRÁCTIAS ASOCIADAS

- Realizar una primera limpieza con la cuchilla de una pala
- Mantener limpios los viales de salida
- Aplicar con rigor las buenas prácticas de operación en los sistemas implicados en la manipulación y descarga de la mercancía.
- Gestión de residuos generados



Dispersión de graneles. Buenas prácticas ambientales

MEDIDA BP_13

Riego de superficies muelles y viales al menos 2 veces al día



VECTOR SOBRE EL QUE ACTÚA

Calidad del aire

APLICABILIDAD

Cualquier operativa

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

• Aplicar riegos a las superficies portuarias, con una frecuencia acorde a las necesidades, mínimo dos veces al día.

VENTAJAS

• Disminuye las emisiones de polvo por camiones fuera de los entornos de operación.

INCONVENIENTES

EFICACIA

Alta

BUENAS PRACTIAS ASOCIADAS

• Mantener limpias las zonas de trabajo
• Aplicar con rigor las buenas prácticas de operación en los sistemas implicados en la manipulación y descarga de la mercancía.



Dispersión de graneles. Buenas prácticas ambientales

MEDIDA BP_14

Localizar puntos para el vertido de exceso de carga



VECTOR SOBRE EL QUE ACTÚA

Calidad del aire

APLICABILIDAD

Transporte con camión

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

- Localizar un punto donde realizar la descarga del material sobrante de los camiones de modo que esté lo suficiente alejado de las maniobras de la operativa para que no sea resuspendido

VENTAJAS

- Reduce a dispersión de material y por lo tanto reduce la emisión de partículas

INCONVENIENTES

EFICACIA

Media

BUENAS PRÁCTIAS ASOCIADAS

- Toldado de cajas de camiones
- Ordenación y velocidad de circulación de camiones
- Mantener limpios los viales y los muelles



5 Evaluación del riesgo ambiental asociado al manejo de graneles sólidos

5.1 Planteamiento

La manipulación de graneles comporta la generación de una serie de impactos en el medio ambiente, tal como se valora en el Capítulo 3. Estos impactos se producen fundamentalmente sobre la calidad del aire (contaminación por partículas, acústica y malos olores) aunque también sobre la del agua, suelo, paisaje, hábitats, etc. La Ley 26/2007 de Responsabilidad Medioambiental los identifica como “daño” y los define como “el cambio adverso y mensurable de un recurso natural o el perjuicio de un servicio de recursos naturales, tanto si se produce directa como indirectamente y quedan incluidos en el concepto de daño aquellos que hayan sido ocasionados por los elementos transportados por el aire”.

Estos impactos llevan asociado un determinado riesgo que es función de la probabilidad de ocurrencia de un suceso y de la cuantía del daño que puede provocar. En el caso del manejo de graneles sólidos en el Puerto de Tarragona, se ha considerado que el riesgo total de que la operación produzca un determinado impacto ambiental puede descomponerse en cinco componentes principales:

- 1) **Riesgo del producto (RP):** es el riesgo intrínseco de cada producto, independientemente de donde se maneje y cómo se maneje, y se establece en función de sus propiedades físicas, químicas, capacidad alergénica, potencialidad para incorporarse a la atmósfera, etc. La información para el cálculo de este riesgo se ha basado en la información del proyecto HADA (Herramienta Automática de Diagnóstico Ambiental, que implantó en los puertos de Huelva, A Coruña, Santander, Bilbao, Barcelona, Tarragona, Valencia y Cartagena una herramienta de diagnóstico y predicción de la calidad del aire, con un sistema de apoyo a la toma de decisiones en caso de episodios de contaminación atmosférica, prestando especial atención al problema de las partículas en suspensión y sedimentables.), la aportada por los propios estibadores y la consulta a distintas bases de datos.
- 2) **Riesgo de ubicación (RU):** es el riesgo que depende de la zona en la que tiene lugar la manipulación del granel y la capacidad de transporte de los contaminantes particulados hacia los receptores que se han definido. El cálculo de este riesgo se ha basado en las condiciones para la dispersión de contaminantes atmosféricos y los resultados de los trabajos de modelación realizados para los principales muelles y una serie de graneles considerados como representativos.
- 3) **Riesgo de operación (RO):** es el riesgo asociado a cómo se manipula el granel en todas las fases que tienen lugar dentro de la instalación portuaria (descarga, transporte horizontal, almacenamiento, salida al cliente final, etc) teniendo en cuenta el tipo de maquinaria y de instalaciones que se hacen servir. El conocimiento de las condiciones concretas del Puerto de Tarragona se ha basado en las entrevistas realizadas a todos los estibadores (cuya descripción se ha incluido en el Capítulo 3) y en los trabajos de campo de observación y medida.



- 4) **Medidas de corrección (MC):** a igualdad de condición de los anteriores riesgos, el impacto disminuye si se aplican unas determinadas medidas de corrección razón por la que su valor numérico es sustractivo en el cálculo, como se verá más adelante. Las medidas de corrección son, en unos casos, medidas correctoras que requieren algún tipo de inversión mientras que en otras su efecto amortiguador del impacto se basa en la aplicación de buenas prácticas que pueden implicar también un coste. La identificación de las medidas implementadas en el Puerto de Tarragona o que lo pueden ser en un futuro inmediato se basa también en la información obtenida mediante los cuestionarios y los trabajos de campo. Es por lo tanto una situación concreta para este puerto.
- 5) **Volumen (Q):** todo lo anterior está finalmente condicionado por un factor de escala en el que interviene el volumen de granel, el número de operaciones y el tiempo de exposición al aire libre.

5.2 Factores para el cálculo de los distintos riesgos

En este apartado se definen y justifican los factores que se han aplicado para el cálculo de cada uno de los componentes determinantes del riesgo total.

5.2.1 Riesgo producto

Para el cálculo de este riesgo se han definido en total trece factores, que se identifican y justifican en la *Tabla 14*; se incluye además una breve indicación de la fuente utilizada para obtener la información. Se han tenido en cuenta también los datos aportados en las reuniones con los estibadores.

Como se comprueba, una serie de factores se refieren a las características del producto que guardan relación con su capacidad para que una fracción del mismo sea arrastrado por el viento; parámetros como la densidad, el porcentaje de finos o el diámetro medio son determinantes para calcular el riesgo asociado a la contaminación atmosférica. Asimismo, se ha incluido una medida global en forma de factor de emisión. El problema estriba en que no se dispone de información para la mayoría de graneles y se han utilizado datos del proyecto HADA (con la ventaja que son mediciones realizadas en el propio Puerto de Tarragona) y de datos sintetizados por Puertos del Estado a partir fundamentalmente de la Environmental Protection Agency (EPA norteamericana) y Environment Australia. La mayoría de los datos se refieren a graneles minerales y hay muy poca información de agroalimentarios.

Otros factores se relacionan con la salud y se sitúan en un ámbito fronterizo entre higiene laboral y medio ambiente. Se trata de la toxicidad (que puede establecerse a partir de dos conceptos distintos, como valor límite o como concentración sin efecto conocido), capacidad alergénica y también olor.

El resto de factores se refieren a propiedades químicas de los graneles y que miden su capacidad de interacción con el entorno, especialmente la corrosión, capacidad de reacción con el agua o bien evaporación. Evidentemente no todos los factores tienen el mismo peso en la determinación del riesgo, y más adelante se expondrá la fórmula de ponderación con la que se ha trabajado.



Tabla 14: Factores considerados para el análisis del riesgo intrínseco de los graneles

FACTOR	UNIDADES EXPRESIÓN	JUSTIFICACIÓN	PRINCIPALES FUENTES
Densidad	Kg/m ³	La densidad del producto se relaciona directamente con su capacidad de movilización por el viento. Interviene en la modelación. También puede estimarse a través del factor de estiba que es el volumen (en m ³) que ocupa una tonelada.	<ul style="list-style-type: none"> - Fichas de productos - Tabla factor estiba - Informe HADA (2005) - “Proyecto guía de buenas prácticas para la manipulación y almacenamiento de graneles sólidos en instalaciones portuarias” (Puertos del Estado, 2012)
Humedad	%	Contenido en agua de un producto, determinado según procedimientos normalizados.	<ul style="list-style-type: none"> - CEMA (2009). Classification and definitions of bulks materials
Pulverulencia	Finos (%)	La fracción fina de los materiales es la que participa en los fenómenos de dispersión. Dos modos de medirla: por el porcentaje de finos (partículas de diámetro <0,063mm) el diámetro medio de las partículas. Ambos parámetros definen la “pulverulencia”. Interviene en la modelación.	<ul style="list-style-type: none"> - Informe HADA (2005) - CEMA (2009). Classification and definitions of bulks materials
	D ₅₀ (mm)		
Factor de emisión	Kg/T	Mide la cantidad de partículas en suspensión (PM ₁₀) que se emiten a la atmósfera por tonelada de material o por tiempo. Su cálculo teórico es complejo (tamaño partículas, velocidad fricción, rugosidad, etc). Interviene en la modelación.	<ul style="list-style-type: none"> - Informe HADA (2005) - Puertos del Estado (2012)



Límites de exposición	DNEL (mg/m ³)	Nivel de concentración sin efecto obtenido: nivel de exposición a una sustancia por debajo del cual no se esperan efectos adversos.	<ul style="list-style-type: none"> - IFA www.dguv.de - European Agency for Safety and Health at work
	VLA (mg/m ³)	Valor de límites ambientales. Tiene un enfoque de salud laboral: valores de referencia para las concentraciones de los agentes químicos en el aire, y representan condiciones a las cuales, según conocimientos actuales, a las que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos día tras día, durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para su salud.	<ul style="list-style-type: none"> - Ministerio de Empleo y Seguridad Social (2012)
Corrosividad	Cualitativo	Mide la capacidad de determinadas sustancias para producir alteraciones en materiales o tejidos vivos.	<ul style="list-style-type: none"> - Fichas Internacionales de Seguridad Química
Capacidad alergénica	Según clasificación	Capacidad de determinadas sustancias para provocar una reacción de defensa del organismo. Esas sustancias pueden penetrar por el aparato digestivo, por el aparato respiratorio (inhalantes), absorbidas por la piel (contactantes), o atravesando la piel.	<ul style="list-style-type: none"> - WHO/IUIS: Unión Internacional de Sociedades de inmunología
Reactividad con el agua	Cualitativo	Reacción de determinadas sustancias en contacto con el agua. Es importante su conocimiento frente a determinadas medidas correctoras.	<ul style="list-style-type: none"> - Fichas Internacionales de Seguridad Química - CEMA (2009). Classification and definitions of bulks materials
Solubilidad en el agua de mar	gr/l	Capacidad de una determinada sustancia para disolverse con agua. En este caso, hay que	<ul style="list-style-type: none"> - Fichas de productos



Estudio detallado del impacto de graneles sólidos al Puerto de Tarragona y propuesta del manual de Buenas Prácticas

		tener en cuenta que se trata de agua de mar, de características especiales por su elevada concentración salina.	
Malos olores	Cualitativo	Percepción de la presencia de sustancias químicas volátiles en el aire que se respira. El tono hedónico puede ser agradable o desagradable y frecuentemente cuando se habla de contaminación olfativa se refiere a sustancias que tienen un efecto adverso.	- Documento grupo de Trabajo de CONAMA10 (2010)
Inflamabilidad	Cualitativo	Determina la facilidad con la que una sustancia arde. El riesgo se sitúa con las sustancias que tienen un punto de ignición bajo.	- Fichas Internacionales de Seguridad Química
Evaporación	Cualitativo	Proceso por el que una sustancia pasa del estado líquido al estado gaseoso.	- Fichas de productos
Pureza producto	Cualitativo	Especialmente en el caso de los graneles alimentarios (maíz, por ejemplo) en función de su origen pueden estar acompañados de un nivel mayor o menor de impurezas. Este dato no se ha incorporado en la tabla ya que depende de cada tráfico y puede ser muy variable en función de su origen. Cuando se disponga del dato, que no se conoce con anterioridad, podrá perfeccionarse el cálculo.	- Fichas productos y analíticas



Independientemente de este factor, se han establecido unos valores máximos de velocidad del viento, en un promedio de 10 minutos, a partir de los cuáles se podrán parar las operativas temporalmente. Estos valores se han establecido según las tres categorías del factor de emisión de los productos. En la *Tabla 15* se indican los valores máximos de velocidad de viento según el factor de emisión de los productos.

Tabla 15: Valores de velocidad media a partir de los cuales se podrán parar temporalmente las operativas, por tipo de productos.

Factor de emisión (Kg/Tm)	Tipo de producto	Velocidad* (Km/h)
>0,01 (Bajo)	Tipo VI	40 (11,1 m/s)
	Tipo IV	
<0,01 y > 0,05 (Medio)	Tipo I	35 (9,7 m/s)
	Tipo III	
	Tipo II	
< 0,05 (Alto)	Tipo VII	30 (8,3 m/s)
	Tipo V	

* Velocidad: valor medio procedente de la media diezminutal.

5.2.2 Riesgo ubicación

En la *Tabla 17* se incluyen los seis factores que se han tenido en cuenta para calcular el riesgo de ubicación, con sus unidades de expresión, la justificación de su elección y también las fuentes utilizadas. Este riesgo depende de las condiciones meteorológicas concretas de la ubicación en la que tiene lugar el manejo del granel: la intensidad media del viento, las rachas, la dirección predominante del transporte y la persistencia. Dada la marcada estacionalidad del régimen de vientos establecidos en el Puerto de Tarragona, se ha optado también por diferenciar las condiciones de verano y de invierno.

El resultado de la modelización del Capítulo 3 ha servido para establecer y alimentar el modelo con diferentes tipos de granel y en distintos muelles. Se han escogido las isolíneas de distribución de la concentración de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} , que puede tomarse como límite de contaminación. Es evidente que existe una relación directa entre la distancia alcanzada por este límite y el riesgo que puede asignarse a una determinada ubicación teniendo en cuenta los receptores.

En el cálculo del riesgo de ubicación debe tenerse en cuenta el riesgo intrínseco asignado a cada muelle en función de la distancia a los receptores potenciales (en el caso del muelle Aragón, debido a su longitud, se ha dividido en dos tramos). Este riesgo de muelle es independiente del tipo de granel que se maneje y se ha establecido en función de los siguientes receptores:



RECEPTORES POTENCIALES	TIPO	FACTOR PONDERACIÓN		
		<500	500-1000	>1000
a) Viviendas más cercanas (El Serrallo)	I	100	10	2
b) Otros zonas de la ciudad	II	50	5	1
c) Port Tarraco	II	50	5	1
d) Campa automóviles	III	2	1	0
e) Puerto deportivo	II	50	5	1
f) Paseo dique	II	50	5	1
g) Zonas Zepa	III	2	1	0
h) Playa de la Pineda	III	2	1	0

Para cada muelle se ha calculado:

1. La distancia a las viviendas más cercanas (El Serrallo).
2. El número de receptores potenciales situados a distancias crecientes.
3. El número de receptores potenciales situados en la dirección de máxima dispersión.

Posteriormente se aplican unos factores de ponderación que se justifican por la relevancia de los receptores. De este modo, los diferentes receptores pueden clasificarse en 3 tipos: I, II y III

Estos cálculos se incluyen en la Tabla 16 y se clasifican los muelles en tres niveles de riesgo en relación al manejo de graneles sólidos (véase *Figura 10*):

1. BAJO: Castilla-W (CW, menos de 20 según los cálculos realizados).
2. MEDIO: Rioja (RJ), Castilla-S (CS), Aragón-S (AS), Navarra (N) y Cataluña (C, entre 20 y 80).
3. ALTO: Reus (R), Lérida (L) y Aragón-N (AN) (más de 80).



Tabla 16: Cálculo del valor de riesgo por cada muelle y tipificación en tres niveles

	A: <500m									B: 500-1000 m									C: >1000 m								
	C	N	AN	AS	L	R	RJ	CS	CW	C	N	AN	AS	L	R	RJ	CS	CW	C	N	AN	AS	L	R	RJ	CS	CW
Número receptores potenciales																											
- TIPO I						1							1	1	1		1	1		1	1	1					1
- TIPO II	1	1	1	1	2							3	1	2	2	2	1	1	3	3	1	2		2	2	3	3
- TIPO III																			3	3	3	3	3	3	3	3	3
Número receptores en la dirección dispersión																											
- TIPO I:						1						1	1	1		1	1		1	1							1
- TIPO II:					1							1		1	1	1			2	2		1		1	1	2	2
- TIPO III:																											
Subtotal	50	50	50	50	150	200						40	25	35	15	35	25	5	9	9	11	3	0	3	3	5	9

El subtotal es el resultado de multiplicar el número de receptores potenciales y número de receptores en la dirección de la dispersión, por el factor de ponderación de cada tipo de receptor (ver tabla anterior)

El cálculo del nivel final de riesgo resulta de la suma de los valores obtenidos en el subtotal para un mismo muelle en las diferentes situaciones: <500m, 500-1000m, >1000m

TOTAL	59	59	101	78	185	218	38	30	14
NIVEL FINAL DE RIESGO	CATALUÑA	NAVARRA	ARAGON N	ARAGON S	LERIDA	REUS	RIOJA	CASTILLA S	CASTILLA W
	MEDIO	MEDIO	ALTO	MEDIO	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO	BAJO



Figura 9: Niveles de riesgo de los muelles del Puerto de Tarragona con manipulación de graneles.



Tabla 17: Factores utilizados para el cálculo del riesgo ubicación

FACTOR		UNIDADES EXPRESIÓN	JUSTIFICACIÓN	FUENTE
Intensidad viento	Velocidad horaria	Km/h	El transporte de PM ₁₀ , a igualdad de los otros condicionantes, guarda una relación directa con la intensidad media del viento.	Datos de la Generalitat de Catalunya y APT. Rosa de vientos
	Racha máxima	Km/h	Para determinar la capacidad de transporte, junto con la velocidad media debe atenderse a las rachas máximas.	
Dirección viento predominante	Verano	°S	La procedencia del viento dominante y su abatimiento respecto al eje de transporte hacia un determinado receptor incide lógicamente en el cálculo del riesgo.	
	Invierno			
	Persistencia dirección	%	La persistencia de un viento desfavorable es otro factor a tener en cuenta en la valoración del riesgo.	
Capacidad dispersión PM₁₀	Distancia $\geq 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	m	El riesgo es directamente proporcional a la distancia de la isolínea que marca el límite de contaminación por PM ₁₀ . Es el resultado de la modelización alimentada con los factores que se han citado anteriormente, con un viento de 9 m/s.	Resultados aplicación modelo (véase Capítulo 6)
Intensidad impacto entorno	Cualitativo	-	A cada muelle, en función de las instalaciones permanentes y del tipo de operaciones, se les puede asignar un grado mayor o menor de impacto paisajístico.	



Muelle operación	Muelle Cataluña	Medio	El riesgo asignado a cada muelle se ha establecido en función de la distancia a una serie de receptores definidos para el caso particular del Puerto de Tarragona así. También se ha tenido en cuenta la orientación del receptor en relación al viento predominante de transporte. Por último, el muelle de Castilla cuenta con la ventaja adicional del apantallamiento de los edificios.	Véase <i>Tabla 6</i>
	Muelle Navarra	Medio		
	Muelle Aragón-Norte	Alto		
	Muelle Aragón-Sur	Medio		
	Muelle Lérida	Alto		
	Muelle Reus Sur	Alto		
	Muelle Rioja	Medio		
	Muelle Castilla Sur	Medio		
	Muelle Castilla Oeste	Bajo		
Incompatibilidad otros graneles	Distancia	m	Determinados graneles pueden resultar contaminados por la dispersión de contaminantes procedentes de otros acopios, en razón inversa a la distancia.	Ubicación de las distintas terminales y acopios (APT)



5.2.3 Riesgo operación

En la *Tabla 18* se identifican las distintas operaciones que se realizan en el Puerto de Tarragona: un total de 18 que han sido agrupadas en cinco ámbitos fundamentales:

1. Descarga/carga de buque
2. Transporte horizontal
3. Almacenamiento
4. Manipulación
5. Salida al cliente

Para cada operación se incluye una breve descripción de en qué consiste, con especial incidencia en sus efectos ambientales, y en la tipificación de su capacidad de impactar negativamente sobre la calidad ambiental, en tres grados:

1. BAJA
2. MEDIA
3. ALTA

Por último, en la tabla se identifican las fuentes que se han utilizado para su elaboración: los cuestionarios a los Estibadores junto con las reuniones celebradas, se han completado con la información obtenida a partir de documentos externos.



Tabla 18: Identificación, descripción y tipificación del nivel de riesgo de las operativas detectadas en el Puerto de Tarragona

FACTOR		TIPIFICACIÓN
Descarga/carga de buque	g) Grúa móvil-cuchara	ALTA
	h) Tolva	ALTA
	i) Cinta móvil	MEDIA
	j) Descargador neumático	BAJA
	k) Descargador continuo mecánico	BAJA
	l) Big-bags	BAJA
Transporte horizontal	d) Pala-camión	ALTA
	e) Cinta transportadora	MEDIA
	f) Remonte acopios	MEDIA
Almacenamiento	d) Parque graneles	ALTA
	e) Almacén	MEDIA
	f) Silo	BAJA
Manipulación	c) Cribado	ALTA
	d) Ensacado	MEDIA
Salida al cliente final	e) Camión	MEDIA
	f) Camión cisterna	BAJA
	g) Ferrocarril	MEDIA
	h) Barco	ALTA



5.2.4 Medidas de corrección

Se han identificado un total de 31 medidas de corrección (tanto en el sentido de medidas correctoras como buenas prácticas) que ya se aplican en el manejo de los graneles del Puerto de Tarragona o que son susceptibles de serlo en un plazo de tiempo corto. Para cada una de estas medidas se incluye una pequeña descripción de su alcance y se tipifica su eficacia en tres niveles:

1. BAJA (<10% eficacia)
2. MEDIA (10 al 50% de eficacia)
3. ALTA (>50% de eficacia).

Esta tipificación se ha realizado en base al documento de cálculo de emisiones realizado por Puertos del Estado, en el que se incluye el porcentaje de corrección para la mayoría de medidas propuestas. No obstante, no en todos los casos se dispone de este valor cuantitativo y entonces se ha acudido al conocimiento general que se tiene sobre la manipulación de graneles.

Por otro lado, en el cálculo también se incluyen toda una serie de actuaciones que si bien no pueden considerarse propiamente como medida correctora, contribuyen a disminuir el impacto y con una eficacia elevada. Se han identificado:

1. Certificación de la calidad medioambiental según norma ISO 14001 o EMAS.
2. Elaboración de planes operativos ambientales en los que se revise el estado de la cuestión y se proponga mejoras acompañadas de indicadores para el control de la eficacia.

Toda esta información se recoge en la *Tabla 19*.



Tabla 19: Medidas correctoras que se aplican en el Puerto de Tarragona o que son susceptibles de ser aplicadas en breve

FACTOR	JUSTIFICACIÓN	TIPIFICACIÓN EFICACIA
M_01 Tolvas y mangas telescópicas	Eliminan la emisión de partículas en suspensión.	MEDIA-ALTA
M_02 Tolvas ecológicas	Eliminan por completo la emisión de partículas en suspensión.	MEDIA-ALTA
M_03 Tolvas con sistema flex-flap	Reduce la emisión de polvos durante las operaciones de carga y descarga.	MEDIA-ALTA
M_04.1 Sistema manual humidificación acopios	Reducen la capacidad de emisión de partículas en los acopios al aire libre. No obstante, no todos los graneles admiten esta medida.	MEDIA-ALTA
M_04.2 Sistema automático riego acopios	La instalación de un sistema automático mejora la eficacia de la medida.	MEDIA-ALTA
M_04.3 Aplicación agentes químicos	La adición de determinados agentes químicos tiene también por objetivo disminuir los factores de emisión.	MEDIA-ALTA
M_05 Cobertura con lonas acopios	Su objetivo es evitar la acción de arrastre del viento sobre los materiales depositados en muelle.	MEDIA-ALTA
M_06.1 Cerramiento contorno pilas >2m	La construcción de recintos disminuye la ocupación de los muelles y la dispersión de los materiales en su superficie.	ALTA
M_06.2 Cerramiento contorno pilas <2m	La construcción de recintos disminuye la ocupación de los muelles y la dispersión de los materiales en su superficie.	MEDIA-ALTA
M_07 Cazos de alto volteo	Reducen la emisión de partículas durante la carga de camiones.	MEDIA-ALTA
M_08 Barreras cortavientos	Las barreras cortavientos, en sus distintas modalidades, reducen la intensidad del viento que actúa sobre el acopio y con ello su capacidad de movilización de materias en suspensión. La eficacia como medida correctora depende de las características de la barrera.	MEDIA-ALTA



Estudio detallado del impacto de graneles sólidos al Puerto de Tarragona y propuesta del manual de Buenas Prácticas

M_09 Carenado cintas	La medida evita la resuspensión de la fracción fina de los materiales transportados.	MEDIA-ALTA
M_10 Uso Big-Bags herméticos	La manipulación de graneles mediante big-bags herméticos reduce la posibilidad de resuspensión de materiales y a la vez limita los consumos de plásticos para el cubrimiento de la mercancía en muelle.	MEDIA-ALTA
M_11 Cobertura caja camiones con lonas	Es una medida obligatoria en el caso del Puerto de Tarragona para la exportación de los graneles. Sin embargo, también puede plantearse para los transportes internos.	MEDIA-ALTA
M_12 Estanqueidad instalaciones contra fauna	Los graneles alimentarios constituyen un recurso trófico de gran magnitud para determinadas especies de animales que forman verdaderas plagas. La medida correctora consiste en este caso evitar el acceso de la fauna al interior de los almacenes.	MEDIA-ALTA
M_13 Lavadero de ruedas	Sistema para la retirada, mediante agua, de los materiales adheridos a las ruedas de la maquinaria, especialmente los camiones.	MEDIA-ALTA
M_14 Lavadero de tolvas de ferrocarril	Lavado y limpieza de los laterales y bajos de los vagones, con el fin de eliminar todos los restos que se acumulan por derrame en los procesos de carga de vagones con pala cargadora.	MEDIA-ALTA
M_15 Incremento capacidad operativa	Cuando más potentes sean los medios utilizados para la ejecución de las operaciones, menor será el tiempo de ejecución lo que ha de considerarse como medida correctora puesto que se trata de impactos de carácter temporal.	MEDIA-ALTA
M_16 Recogida y tratamiento aguas escurrientía	En el caso de acopios al aire libre, que son objeto de riesgo para evitar las resuspensión de los materiales, debe procederse a la recogida y tratamiento de las aguas de escurrientía antes de verterse a la dársena.	MEDIA-ALTA
M_17 Carga neumática hermética a camión	Eliminan la emisión de partículas en suspensión.	ALTA
BP_01 Limpieza y mantenimiento maquinaria	Evita la dispersión de mercancía y las emisiones de polvo por camiones fuera de los entornos de operación.	MEDIA-BAJA



Estudio detallado del impacto de graneles sólidos al Puerto de Tarragona y propuesta del manual de Buenas Prácticas

BP_02 Mejora hermeticidad cucharas	Reducción de derrames de mercancía y emisiones por rebase o mal cierre.	MEDIA-BAJA
BP_03 Limitación altura descarga cuchara	Al reducir la altura de la caída de los graneles se reduce la generación de polvo.	MEDIA-BAJA
BP_04 Cierre escotillas de las bodegas inactivas	Reducción de la emisión de partículas.	BAJA
BP_05 Minimizar recorrido cuchara	Minimiza la superficie del material caído y reduce la emisión de partículas.	BAJA
BP_06 Limitar altura acopios	Al reducir la altura de los acopios se reduce la superficie expuesta al viento y por lo tanto la dispersión de polvo.	MEDIA-BAJA
BP_07 Limitar altura carga camiones y tolvas	Reduce la pérdida de materiales y por lo tanto reduce la emisión de partículas.	MEDIA-BAJA
BP_08 Limitar carga cucharas	Reduce la pérdida de materiales y por lo tanto reduce la emisión de partículas.	BAJA
BP_09 Previsión condiciones meteorológicas adversas	La disposición de un sistema de alerta previo para situaciones meteorológicas desfavorables puede evitar los fenómenos extremos.	MEDIA-BAJA
BP_10 Limitación velocidad de la circulación 30 Km/h	La resuspensión de materiales finos está directamente correlacionada con la velocidad a la que circulan los camiones en los transportes. Por ello, fijar un límite máximo de velocidad de circulación ayuda a reducir la emisión de partículas.	BAJA
BP_11 Ordenación circulación camiones	Determinar recorridos obligatorios reduce la superficie de afectación por derrames.	BAJA
BP_12 Limpieza superficies muelles y viales al menos 2 veces al día	Mediante el uso de barredoras mecánicas, con una frecuencia acorde a los impactos detectados.	MEDIA-BAJA
BP_13 Riego superficies muelles y viales al menos 2 veces al día y al finalizar la operativa	Aplicación de riegos a las superficie portuarias, con una frecuencia acorde a las necesidades.	BAJA
BP_14 Localizar puntos para el vertido exceso carga	Reduce superficie con material vertido y por lo tanto reduce los puntos de emisión de polvo.	BAJA



Sistemas de certificación calidad según norma ISO 14001 o EMAS	Aseguramiento de la calidad mediante procedimientos homologados y seguimiento de las no conformidades. Marco: ISO14001 y en sintonía con la certificación ISO 14001 de la APT (julio 2012) o EMAS.	MEDIA-ALTA
Elaboración de Planes Operativos anuales	A partir de la descripción de la operativa y de las instalaciones y elementos disponibles, se proponen una serie de objetivos operativos y una revisión de las situaciones de no conformidad y quejas recibidas. Se recomienda que estos planes dispongan de una batería de indicadores objetivos de la calidad ambiental en el manejo de graneles y que permita conocer su evolución temporal.	MEDIA-ALTA



5.2.5 Tráfico anual (Q)

En último término, el riesgo total depende del volumen total de mercancía manejada al año, del número de operaciones y de las condiciones básicas de su ejecución (si es en forma o no de acopios al aire libre).

El cálculo del riesgo individual para cada operativa no tendrá en cuenta este parámetro. Será la Autoridad Portuaria de Tarragona quien aplicará la corrección mediante el parámetro Q al cálculo del riesgo total. Los factores que la componen se presentan en la *Tabla 20*.

Tabla 20: Factores para la carga total de granel.

FACTOR	UNIDADES EXPRESIÓN	JUSTIFICACIÓN
Volumen de graneles	Tm/año	En igualdad de los restantes parámetros, es evidente que el riesgo total es directamente proporcional al volumen de graneles. Hay que tener en cuenta que la emisión de contaminantes particulados se estima por volumen de material.
Número de operaciones	N	El número de operaciones afecta también directamente a la emisión de contaminantes. Ya se ha indicado que una de las posibles medidas correctoras consiste en aumentar el tonelaje de los buques y también de la capacidad operativa de la maquinaria con el fin de reducir el tiempo de las operaciones.
Exposición al aire libre	Días	Las condiciones de almacenamiento de los graneles determina también la capacidad de movilización de partículas, siendo la situación más crítica la de acopio al aire libre y la permanencia de esta situación.

5.3 Cálculo del riesgo total

Con toda esta información se ha preparado una hoja de cálculo para el cálculo del riesgo total asignado a cada granel (*Tabla 21*) en base de las siguientes operaciones:

- Cada factor es tipificado en una escala de dos o tres niveles, colocando el valor 1 en la casilla que le corresponde.
- Cada casilla se multiplica por 1, 10 o 100 (escala logarítmica), correspondiendo el valor 1 al menor efecto y el 100 al de mayor.
- Se ha considerado que cada grupo de factores (RP, RU y RO) tiene el mismo peso para determinar los riesgos.



- d) Dentro de cada grupo se ha establecido una gradación (10, 5 y 1), asignando el valor 10 a los factores que se consideran más importantes para el riesgo (asociados principalmente a la contaminación por partículas), 1 a los de menos peso y 5 a los restantes. Para ello se han utilizado las fuentes que se han identificado en el texto.
- e) El valor de cada factor, multiplicado por el que corresponde a la asignación de la importancia relativa, figura en la correspondiente casilla. La suma de todos los valores del conjunto de factores para cada tipo de riesgo, da un total específico de cada tipo de granel, de su ubicación o de los procedimientos de manipulación.
- f) En cuanto a las medidas de corrección, se ha tenido en cuenta la eficacia según la información contenida sobre todo en la Guía de Graneles de Puertos del Estado. En el caso de las medidas correctoras el procedimiento de cálculo ha sido el mismo, pero a la suma total se le ha asignado un valor negativo ya que la implementación de las sucesivas medidas correctoras rebaja el nivel de riesgo.
- g) La fórmula aplicable y que se ha introducido en la hoja de cálculo es:

$$RT = [(RP + RU + RO) - MC] / 100$$

- h) Una vez obtenido el valor de riesgo, la APT podrá aplicar la corrección por la carga (Q) cuando la operativa se repita de manera frecuente, que en este caso se ha estimado conveniente que sea un valor multiplicativo de todo lo anterior, dividido por 100.000 simplemente para que el número final sea más manejable.

En este caso, la fórmula aplicable será:

$$RT = [(RP + RU + RO) - MC] \times Q / 100.000$$

El objetivo de todo el algoritmo de cálculo es poder asignar un valor de riesgo en función del volumen y de las características del granel, de sus condiciones de operación (incluido el emplazamiento) y del nivel de aplicación de medidas correctoras. El riesgo depende de estos factores: en consecuencia, un mismo granel operado de forma distinta o bien con un nivel de impurezas distinto (caso de los agroalimentarios) puede dar valores diferentes. Los cálculos que siguen se han aplicado a las condiciones que se especifican en cada ficha y en el futuro podrán hacerse los cálculos más adaptados a medida que se disponga de la información para poderlo hacer.

Determinadas hipótesis introducidas en el proceso han sido justificadas por las fuentes documentales y es evidente que los valores multiplicativos aplicados (tanto de nivel dentro de un mismo factor como de comparación entre factor) podrían ser diferentes. Pero la ventaja del método es que el cálculo sea el mismo para los distintos graneles, tanto los que actualmente se manipulan o lo podrían ser en el futuro, y por lo tanto el resultado admite comparaciones con la finalidad de determinar los productos de mayor riesgo.

En relación a las buenas prácticas, su alcance se establecerá en función del valor de riesgo y el modelo puede permitir ensayar el tipo de medidas correctoras que deben implementarse para que sea asumible.



Tabla 21: Tabla para el cálculo del valor de riesgo de los graneles sólidos.

CÁLCULO DE RIESGO													
GRANEL:													
RIESGO PRODUCTO (RP)	FACTOR	UNIDADES	COMPARATIVA ENTRE GRANELES					ENTRE FACTORES					
			X	1	X'	10	X''	100					
RIESGO PRODUCTO (RP)	Densidad	- Kg/m ³	>2000	0	1001-2000	0	100-1000	0	0	0	1	0	
	Humedad	- %	>10	0	5 - 10	0	<5	0	0	0	5	0	
	Pulverulencia	- D ₅₀ (mm)	>1	0	<1 y >0,06	0	<0,06	0	0	0	10	0	
	Factor de emisión	- Kg/Tm	<0,01	0	0,01-0,05	0	>0,05	0	0	0	10	0	
	Límites de exposición	- mg/m ³ (DENEL)	>1000	0	10 - 1000	0	<10	0	0	0	5	0	
	Corrosividad	- Cualitativo	BAJA	0	MEDIA	0	ALTA	0	0	0	10	0	
	Capacidad alergénica	- Según clasificación	NO	0	SI	0			0	0	10	0	
	Reactividad con el agua	- Cualitativo	BAJA	0	ALTA	0			0	0	5	0	
	Solubilidad agua de mar	- Cualitativo	BAJA	0	ALTA	0			0	0	1	0	
	Malos olores	- Cualitativo	NO	0	SI	0			0	0	5	0	
	Inflamabilidad	- Cualitativo	NO	0	SI	0			0	0	5	0	
	Evaporación	- Cualitativo	BAJA	0	ALTA	0			0	0	1	0	
	Pureza producto	- Cualitativo	ALTA	0	BAJA	0			0	0	5	0	
										TOTAL (RP)	0		
RIESGO UBICACIÓN (RU)	Intensidad viento	a) Velocidad media horaria (Km/h)	<15	0	15 - 40	0	>40	0	0	0	10	0	
		b) Racha máxima (Km/h)	<30	0	30-80	0	>80	0	0	0	10	0	
	Dirección viento predominante	a) Verano	Indiferente	0			Desfavorable	0	0	0	5	0	
		b) Invierno	Indiferente	0			Desfavorable	0	0	0	5	0	
		c) Persistencia dirección (%)	<4	0	4 a 10	0	>10	0	0	0	5	0	
	Capacidad dispersión PM10	- Distancia ≥ 50 µg/m ³ (m)	<500	0	500-1000	0	>1000	0	0	0	10	0	
	Intensidad impacto entorno	- Cualitativo	COMPATIBLE	0	MODERADO	0	ALTO	0	0	0	5	0	
	Muelle operación	a) Muelle Cataluña			MEDIO	0			0	0	10	0	
		b) Muelle Navarra			MEDIO	0			0	0	10	0	
		c) Muelle Aragón Norte					ALTO	0	0	0	10	0	
		d) Muelle Aragón Sur			MEDIO	0			0	0	10	0	
		e) Muelle Lérida					ALTO	0	0	0	10	0	
		f) Muelle Reus Sur					ALTO	0	0	0	10	0	
	g) Muelle Rioja			MEDIO	0			0	0	10	0		
	h) Muelle Castilla Sur			MEDIO	0			0	0	10	0		
	i) Muelle Castilla Oeste	BAJO	0					0	0	10	0		
Incompatibilidad otros graneles	- Distancia (m)	>1000	0	200-1000	0	<200	0	0	0	10	0		
										TOTAL (RU)	0		
RIESGO OPERACIÓN (RO)	Descarga/cargade buque	a) Grúa móvil-cuchara					ALTO	0	0	0	10	0	
		b) Tolva					ALTO	0	0	0	5	0	
		c) Cinta móvil			MEDIO	0			0	0	10	0	
		d) Descargador neumático	BAJO	0					0	0	1	0	
		e) Descargador continuo mecánico	BAJO	0					0	0	1	0	
		f) Big-bags	BAJO	0					0	0	5	0	
	Transporte horizontal	a) Pala-camión					ALTO	0	0	0	10	0	
		b) Cinta transportadora			MEDIO	0			0	0	10	0	
		c) Remonte acopios			MEDIO	0			0	0	10	0	
	Almacenamiento	a) Parque graneles					ALTO	0	0	0	10	0	
		b) Almacén			MEDIO	0			0	0	5	0	
		c) Silo	BAJO	0					0	0	1	0	
	Manipulación	a) Cribado					ALTO	0	0	0	10	0	
	b) Ensacado			MEDIO	0			0	0	10	0		
Salida al cliente	a) Camión			MEDIO	0			0	0	10	0		
	b) Camión cisterna	BAJO	0					0	0	5	0		
	c) Ferrocarril			MEDIO	0			0	0	10	0		
	d) Buque					ALTO	0	0	0	10	0		
										TOTAL (RO)	0		
MEDIDAS DE CORRECCIÓN	Genéricas	M_08 Barreras cortavientos					SI	0	0	0	5	0	
		M_15 Incremento capacidad operativa					SI	0	0	0	5	0	
		M_16 Recogida y tratamiento aguas escorrentía					SI	0	0	0	5	0	
		BP_01 Limpieza y mantenimiento maquinaria			SI	0			0	0	10	0	
		BP_09 Previsión condiciones meteorológicas adversas			SI	0			0	0	10	0	
		M_01 Tolvas y mangas telescópicas					SI	0	0	0	5	0	
	Descarga/carga de buque	M_02 Tolvas ecológicas					SI	0	0	0	5	0	
		M_03 Tolvas con sistema flex-flap					SI	0	0	0	5	0	
		M_10 Uso Big-Bags herméticos					SI	0	0	0	5	0	
		BP_02 Mejora hermeticidad cucharas			SI	0			0	0	10	0	
		BP_03 Limitación altura descarga cuchara			SI	0			0	0	10	0	
		BP_04 Cierre escotillas de las bodegas inactivas			SI	0			0	0	5	0	
		BP_05 Minimizar recorrido cuchara			SI	0			0	0	5	0	
		BP_07 Limitar altura carga camiones y tolvas			SI	0			0	0	10	0	
		BP_08 Limitar carga cucharas			SI	0			0	0	5	0	
		BP_12 Limpieza superficies muelles y viales al menos 2 veces al día			SI	0			0	0	10	0	
		BP_13 Riego superficies muelles y viales al menos 2 veces al día			SI	0			0	0	5	0	
		Transporte horizontal	M_09 Carenado cintas					SI	0	0	0	5	0
	M_11 Cobertura caja camiones con lonas						SI	0	0	0	5	0	
	BP_10 Limitación velocidad de la circulación 30 Km/h				SI	0			0	0	5	0	
	BP_11 Ordenación circulación camiones				SI	0			0	0	5	0	
	BP_14 Localizar puntos para el vertido de exceso carga				SI	0			0	0	5	0	
	Almacenamiento		M_04.1 Sistema manual humidificación acopios					SI	0	0	0	5	0
		M-04.2 Sistema automático riego acopios					SI	0	0	0	5	0	
		M_04.3 Aplicación agentes químicos					SI	0	0	0	5	0	
		M_05 Cobertura de los acopios con lonas					SI	0	0	0	5	0	
		M_06.1 Cerramiento contorno de acopios >2m					SI	0	0	0	10	0	
		M_06.2 Cerramiento contorno de acopios <2m					SI	0	0	0	5	0	
		M_12 Estanqueidad instalaciones contra la fauna					SI	0	0	0	5	0	
		BP_06 Limitar altura acopios			SI	0			0	0	10	0	
		Salida cliente	M_07 Cazos de alto voltaje					SI	0	0	0	5	0
			M_13 Lavadero de ruedas					SI	0	0	0	5	0
	M_14 Lavadero de tolvas de ferrocarril						SI	0	0	0	5	0	
M_17 Carga neumática hermética de camiones						SI	0	0	0	10	0		
Sistemas de certificación de la calidad medioambiental según norma ISO 14001 o EMAS						SI	0	0	0	5	0		
Elaboración de Planes Operativos Específicos						SI	0	0	0	5	0		
										TOTAL (-MC)	0		
										TOTAL (RP+RU+RO)	0		
										TOTAL RIESGO ((RP+RU+RO) - MC)	0		
										TOTAL RIESGO ((RP+RU+RO) - MC)/100	<3		



5.4 Ejemplo de aplicación del modelo de cálculo

Como ya se ha expuesto en capítulos anteriores, el conjunto de graneles que se manejan en el Puerto de Tarragona pueden agruparse en ocho tipologías (*Tabla 2*); en la tabla figura el listado de los graneles adscritos a cada tipología.

A partir de esta clasificación se ha elegido un granel característico de cada categoría (excepto en el caso del Tipo VIII (dada la dificultad de disponer de los datos de partida para los graneles que incluye). La aplicación del algoritmo de cálculo a estos graneles ha de servir para ensayar su sensibilidad.

En consecuencia, el cálculo de riesgo se ha llevado a cabo con los siguientes graneles indicadores:

- Hulla
- Clinker
- Mineral de manganeso
- Maíz
- Harina de soja
- Alfalfa
- Fosfato cálcico

Su elección se basa en que incluyen a representantes de los grupos de graneles más importantes (energéticos, minerales, agroalimentarios, etc), con problemáticas específicas y con importantes cargas anuales. Por otro lado, se ha procurado también seleccionar aquellos graneles que fueron investigados en el Proyecto HADA con la finalidad de disponer de la mayor cantidad posible de datos de partida.

Se ha realizado un cálculo de ejemplo para cada producto, y en el caso de la harina de soja, se han realizado dos cálculos con operativas y aplicación de medidas correctoras diferentes, que permitirá ver qué implica llevar a cabo una operativa u otra en el cálculo del riesgo final.

Los cálculos se han realizado a partir de una hoja dinámica derivada de la *Tabla 21* y se recogen en el Anejo 1.



Tabla 22: Resultados del cálculo de riesgo intrínseco de producto para los graneles indicadores

GRANEL	RP
Clinker	2336
Harina de soja	1976
Fosfatos	1787
Mineral Mn	1283
Alfalfa	932
Maiz	797
Hulla	797

En este apartado se aplica el algoritmo de cálculo de riesgo total a los 7 graneles elegidos como indicadores, por ser representativos de los diferentes tipos (*Tabla 2*) y además cubren un porcentaje elevado de la totalidad de tonelaje anual. No obstante, el cálculo podría aplicarse a cualquier otro producto, en función de las necesidades que pueda plantear el manejo de graneles sólidos en el Puerto de Tarragona. Hay que tener en cuenta que el resultado corresponde a una determinada calidad de un granel (que puede ser variable) y con una operativa concreta. Por otro lado, en el caso que se plantee la manipulación de un nuevo granel, deberá procederse a:

- a) Cálculo del valor de riesgo intrínseco del producto.
- b) Evaluación del riesgo de ubicación, valorando distintas alternativas de muelle con el fin de decidir la que minimiza su valor.
- c) Análisis de la operativa propuesta por el consignatario y cálculo del riesgo asociado.
- d) Valoración de la idoneidad de las medidas correctoras propuestas.
- e) Definición de las buenas prácticas específicas para la nueva operativa.

A modo de ejemplo se adjuntan algunas operativas (con y sin medidas correctoras, ver *Tabla 24*).

Por su parte, en las *Tablas 23 a 26* se representan los resultados del riesgo de ubicación, de operación y de medidas de corrección, en orden decreciente.

Tabla 23: Resultados del cálculo de riesgo de ubicación para los graneles indicadores

GRANEL	RU
Clinker	3265
Harina de soja	3175
Fosfatos	2770
Mineral Mn	2235
Maiz	2235
Alfalfa	2230
Hulla	1780



Tabla 24: Resultados del cálculo de riesgo de operación para los graneles indicadores

GRANEL	RO	Operativa Evaluada
Hulla	3400	Descarga a acopios mecanizada y aplicación de riego autom.
Mineral Mn	3100	grúa a acopio no cerrado, cubierto con lona
Harina de soja (no mecanizada)	2650	Sistema no mecanizado, sin sistemas de certificación
Fosfatos	2200	grúa a acopio, cerrado y con aplicación de riego manual
Harina de soja (mecanizada)	1750	Sistema mecanizado, con sistema de certificación
Maiz	1750	grúa-cuchara a tolva ecológica y cinta trans. Carenada
Alfalfa	1750	grúa-cuchara a tolva ecológica y cinta trans. Carenada
Clinker	8	Descarga mecanizada, en silo, todo cubierto

A modo de ejemplo, tal como se ha mencionado anteriormente, se han realizado los cálculos con dos operativas distintas para la harina de soja.

Tabla 25: Resultados del cálculo de las medidas de corrección para los graneles indicadores

GRANEL	MC
Clinker	3800
Fosfatos	3600
Maiz	3100
Hulla	2650
Mineral Mn	2550
Harina de soja (mecanizada)	2100
Alfalfa	2100
Harina de soja (no mecanizada)	600

En el caso concreto de la harina de soja, tener en cuenta dos operativas diferentes implica además distinta aplicación de medidas correctoras.

En la *Tabla 26* se incluyen los resultados del cálculo de los distintos riesgos de ubicación y operación, así como el valor de las medidas de corrección.

Tabla 26: Valores de riesgo de ubicación, riesgo de operación y medidas de corrección

GRANEL	RP	RU	RO	MC
Clinker	2336	3265	8	3800
Harina de soja (no mecanizada)	1976	3175	2650	600
Harina de soja (mecanizada)	1976	3175	1750	2100
Fosfatos	1787	2770	2200	3600
Mineral Mn	1283	2235	3100	2550
Alfalfa	932	2230	1750	2100
Maiz	797	2235	1750	3100
Hulla	797	1780	3400	2650



Finalmente, en la *Tabla 27* se presentan los resultados de riesgo total para los graneles indicadores, con la aplicación del algoritmo de cálculo ya expuesto anteriormente. Se insiste que el resultado corresponde a una determinada calidad de granel con una operativa concreta.

Tabla 27: Resultados del cálculo del riesgo total para los graneles indicadores, según las operativas y medidas correctoras escogidas a [modo de ejemplo](#)

GRANEL	LÍMITES	NIVEL DE RIESGO	Descripción operativa evaluada
Harina de soja	>70	MUY ALTO	Sistema no mecanizado, sin sistemas de certificación
Mineral Mn	41 a 70	ALTO	grúa a acopio no cerrado, cubierto con lona
Harina de soja			Sistema mecanizado, con sistema de certificación
Hulla	26 a 40	MEDIO	Descarga a acopios mecanizada y aplicación de riego autom.
Fosfatos			grúa a acopio, cerrado y con aplicación de riego manual
Alfalfa			grúa-cuchara a tolva ecológica y cinta trans. Carenada
Clinker	16 a 25	MODERADO	Descarga mecanizada, en silo, todo cubierto
Maiz			grúa-cuchara a tolva ecológica y cinta trans. Carenada
	<15	BAJO	



6 Plan de vigilancia ambiental de la aplicación de las BP

El planteamiento de la APT es que las buenas prácticas no queden en un puro formulismo sino que se conviertan en un instrumento eficaz para incrementar la calidad ambiental global del Puerto de Tarragona, en el contexto de un proceso de mejora continua. Y para conseguirlo hace falta controlar su aplicación, detectar las deficiencias y arbitrar los procedimientos de corrección.

Este capítulo se dedica a proponer el alcance para un programa de vigilancia ambiental, inspirado en el que se suele aplicar en el caso de obras portuarias, pero adaptado a las peculiares condiciones de la manipulación de los graneles.

La vigilancia ambiental será la herramienta que dispondrá la APT para la implantación de las buenas prácticas y la obligatoriedad de su aplicación formará parte del marco normativo que se determine en su momento.

6.1 Objetivos

Los objetivos genéricos de un programa de vigilancia ambiental de estas características son los siguientes:

- a) Constituir un elemento de garantía para el cumplimiento de las indicaciones y medidas minimizadoras del impacto propuestas.
- b) Establecer procedimientos de inspección, medida, muestreo y análisis que permitan la caracterización ambiental de la zona portuaria de aquellos vectores ambientales directamente afectados por la actividad y que permitan, a su vez, comprobar que la calidad del medio es mejor que los umbrales de contaminación definidos.
- c) Medir el grado de ajuste entre los impactos previstos en el estudio preliminar con los efectos que realmente se producirán en el medio.
- d) Comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en la Licencia de Actividades, en todas las autorizaciones necesarias para la operación y las convenidas según el Manual de Buenas Prácticas.
- e) Finalmente, el programa de vigilancia ambiental posibilitará reacciones oportunas frente a impactos inesperados que puedan surgir durante las operaciones, sobre todo en variables de difícil predicción para lo que se dispondrá de un abanico previo de soluciones (fichas de procedimiento) cuya aplicación deberá ser justificada.

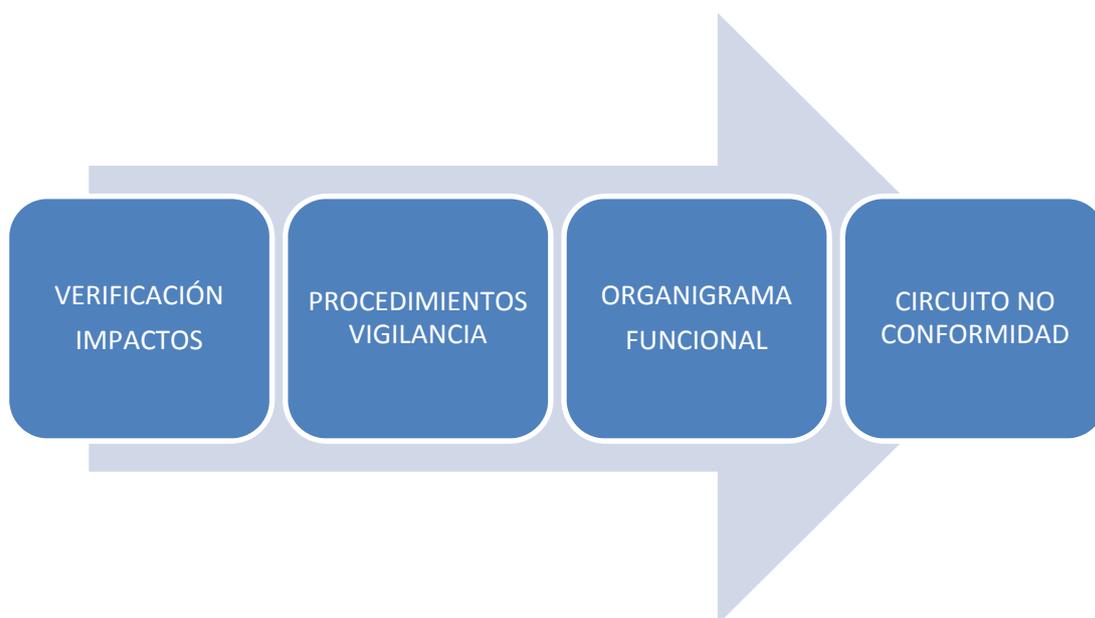
6.2 Contenido del Plan de Vigilancia Ambiental (PVA)

El marco normativo al que se ajustará el PVA es el expuesto en el Capítulo 1, que incluye tanto la legislación sectorial como la general de medio ambiente. Por otro lado, el contenido de las



medidas a aplicar han sido presentadas en el capítulo anterior. En consecuencia, su alcance se estructura en cuatro apartados, cuyo contenido se describe a continuación:

- El primero se destina a la realización de los trabajos previos que incluyen la **verificación de los impactos esperados** en cada operación concreta, tomando como base los expuesto en la memoria y también en el prototipo de manual elaborado por Puertos del Estado.
- El segundo apartado describe los **procedimientos de vigilancia de la gestión ambiental** por parte de la APT, de acuerdo con el nivel de riesgo asignado a cada operación en función del tipo de granel, la ubicación, la operativa y el volumen y la aplicación de las medidas correctoras establecidas en cada caso.
- En el tercero se define el **organigrama funcional, la asignación de responsabilidades y las necesidades de formación** para el desarrollo de la vigilancia.
- Finalmente, el cuarto capítulo incluye los **procedimientos para la detección y comunicación de no conformidades así como los mecanismos de corrección**.





6.3 Procedimientos de vigilancia ambiental

6.3.1 Niveles de vigilancia ambiental

La vigilancia ambiental tiene por objeto auditar el grado de ajuste de las operaciones con graneles en el Puerto de Tarragona a los procedimientos descritos en las Buenas Prácticas. Se realizará a dos niveles:

- a) Vigilancia genérica y sistemática del conjunto de muelles y operaciones que en su momento se están realizando.
- b) Vigilancia específica sobre una determinada operación.

La determinación del nivel a aplicar corresponderá a los Servicios Técnicos de la APT y la adoptarán en función de variables como:

- El nivel de riesgo del producto
- Las condiciones meteorológicas adversas
- El volumen de mercancía
- La aplicación de tecnologías o maquinarias novedosas
- Por tratarse de una operación distinta o con un granel no manipulado con anterioridad
- Por acumulación de no conformidades en operaciones anteriores
- Situaciones de emergencia por accidente ambiental

6.3.2 Descripción de los procedimientos

6.3.2.1 Trabajos previos

Revisión de la documentación

La vigilancia ambiental, genérica o específica, consistirá en primer lugar en la recopilación de la información. En función del tipo de vigilancia, la información a disponer con anterioridad será diferente. Esta información necesaria se describe en los apartados siguientes.

En función de estos datos, los Servicios Técnicos decidirán si la operación requiere de una vigilancia específica o bien queda incluida dentro de los controles genéricos. En todo caso, siempre que se trate de un nuevo producto el control a aplicar será específico.

6.3.2.2 Verificación de los impactos

En la *Tabla 28*, mediante la matriz de elementos generadores y receptores, se han identificado un total de 8 impactos ambientales de tipo genérico que pueden asociarse a la manipulación de graneles en el Puerto de Tarragona.



Tabla 28: Principales impactos ambientales asociados al manejo de graneles sólidos

ÁMBITO	REF	IMPACTOS
Medio físico y químico	FQ1 FQ2 FQ3 FQ4	<ul style="list-style-type: none">• Contaminación atmosférica• Contaminación acúatica• Contaminación acústica• Contaminación odorífera
Medio biológico	BIO1 BIO2	<ul style="list-style-type: none">• Alteración comunidades naturales• Potenciación plagas
Medio económico	ECON1 ECON2	<ul style="list-style-type: none">• Mermas de producto• Averías de maquinaria

6.3.2.3 Vigilancia genérica

Variables a considerar

La vigilancia genérica consistirá en primer lugar en la recopilación de la información correspondiente a la fecha, en relación a:

- Características de los buques en operación
- Tipología de los graneles
- Muelles de carga/descarga
- Condiciones meteorológicas referidas al viento
- Niveles de PM₁₀

Los datos referentes a las variables ambientales se obtendrán en la página web del “cuadro de control ambiental” que está implantando la APT.

A continuación se procederá a un recorrido por los muelles en operación para la obtención de los siguientes datos:

- Descripción procedimientos operativos (carga/descarga y transporte horizontal)
- Maquinaria utilizada
- Emisiones extraordinarias de polvo
- Nivel de contaminación acústica
- Otros impactos ambientales detectados
- Aplicación medidas correctoras genéricas
 - Altura de descarga de la cuchara
 - Barrido y riego de viales
 - Limitación en la velocidad de circulación de los vehículos
 - Respeto de las vías de circulación preestablecidas
 - Niveles de carga de camiones
 - Pérdida de materiales
 - Altura de las parvas
 - Riego de los acopios
 - Cierre de los almacenes y bodegas cuando no están operativos
 - Suspensión de las operaciones en caso de superación umbral de viento
 - Equipos de protección personal
- Sistema de salida del puerto hasta el cliente final



- Presencia de fauna
- Detección de no conformidades y la corrección inmediata si es posible
- Obtención de fotografías representativas
- Otras observaciones

Este tipo de vigilancia será diaria y se aplicará a la totalidad de los muelles en los que se estén realizando operaciones con graneles sólidos.

Será realizada por un inspector/a ambiental, con formación específica en relación a la problemática relacionada con los graneles. Se realizará un mínimo de un recorrido diario que deberá coincidir o bien con los horarios de estiba/desestiba o bien fuera de estos horarios, con el fin de comprobar el estado de las instalaciones una vez aplicadas las medidas correctoras.

6.3.2.4 Vigilancia específica

La vigilancia específica se realiza en relación a una determinada operativa, decidida en función de los criterios expuestos anteriormente. Parte también de un conocimiento de los datos referentes a la operación y a las condiciones ambientales en las que se desarrolla, además de información referente:

- Plan Operativo Anual
- Plan de Mantenimiento de Equipos

Variables a considerar

En este caso las variables de las que es conveniente disponer de información son:

- Descripción procedimientos operativos (carga/descarga y transporte horizontal)
- Maquinaria utilizada
- Emisiones extraordinarias de polvo
- Nivel de contaminación acústica
- Otros impactos ambientales detectados
- Valoración medidas correctoras genéricas
- Auditoría de la aplicación de las medidas específicas derivadas del compromiso de cumplimiento de las Buenas Prácticas
 - Incremento de la capacidad operativa
 - Equipos minimizadores de la emisión de PM₁₀ (tolvas ecológicas)
 - Sistemas de cerramiento
 - Automatización de los riegos
 - Carenados
 - Cobertura de los acopios
 - Hermeticidad de los sistemas de almacenamiento
 - Lavado de ruedas y de tolvas
 - Limpiezas y barridos
 - Recogida aguas de escorrentía
- Sistema de salida del puerto hacia el cliente final
- Presencia de fauna
- Medidas instrumentales (PM₁₀ y ruidos) en el caso que se considere necesario



- Detección de no conformidades y la corrección inmediata si es posible
- Obtención de fotografías representativas
- Otras observaciones

Para cada operación, la vigilancia ambiental específica deberá en primer lugar verificar los impactos que realmente se producirán teniendo en cuenta la operativa concreta que se seguirá (*Tabla 29*), la ubicación de las operaciones y las medidas de reducción del impacto que está previsto aplicar.

En el caso de la vigilancia ambiental específica, esta verificación se realizará con anterioridad al inicio de los trabajos a pie de muelle y se basará en la información contenida en este documento. Los resultados servirán para definir los procedimientos de vigilancia específicos para cada caso, en base al contenido del siguiente apartado.

La verificación será realizada por el mismo inspector/a ambiental, que en este caso deberá disponer de los equipos para las medidas en campo que sean necesarias (sonómetro y analizador portátil de PM₁₀).



Tabla 29: Impactos genéricos asociados a cada operación

OPERACIÓN	MEDIOS UTILIZADOS		IMPACTOS								
			FQ1	FQ2	FQ3	FQ4	BIO1	BIO2	ECON1	ECON2	
Descarga/carga de buque	a)	Grúa móvil-cuchara									
	b)	Tolva	Normal								
			Con flex-flap								
			Ecológica								
	c)	Cinta móvil									
	d)	Descargador neumático									
e)	Descargador continuo mecánico										
f)	Big-bags										
Transporte horizontal	a)	Pala-camión									
	b)	Cinta transportadora									
	c)	Remonte acopios									
Almacenamiento	a)	Parque graneles									
	b)	Almacén									
	c)	Silo									
Manipulación	a)	Cribado									
	b)	Ensacado									
Salida al Cliente final	a)	Camión									
	b)	Camión cisterna									
	c)	Ferrocarril									
	d)	Buque									



6.3.2.5 Documentación

Con los resultados de la vigilancia ambiental se creará un banco de datos, accesible para los distintos Departamentos Técnicos implicados. Incluirá como mínimo la siguiente información:

- Fecha
- Inspector
- Tipo de vigilancia: genérica/específica
- Viento: intensidad media y racha
- Concentración PM₁₀ en inmisión
- Muelle
- Buque: tonelaje
- Granel
- Tipo de operativa
- Auditoría medidas genéricas
- Auditoría medidas específicas
- Gestión no conformidades
 - No conformidades detectadas
 - Fecha de comunicación
 - Plazo de corrección
 - Fecha comunicación corrección
 - Fecha comprobación y cierre no conformidad
 - Listado no conformidades abiertas
- Registro de quejas y denuncias
- Anejo con reportaje fotográfico

Este banco de datos permitirá obtener información para mejorar las operativas

6.3.2.6 Recursos formativos

Los técnicos encargados de llevar a cabo la inspección ambiental deberán recibir una formación específica con anterioridad al desempeño de sus trabajos y que abarquen los siguientes aspectos:

- a) Marco normativo
- b) Operativas realizadas en el Puerto de Tarragona
- c) Cálculo niveles de riesgo
- d) Buenas Prácticas
- e) Metodología para la realización de una inspección
- f) Manejo del medidor PM₁₀



Gestión de las no conformidades

En el plan de vigilancia que se propone, una no conformidad es la no satisfacción de un requisito. Las no conformidades pueden entenderse como desviaciones o incumplimientos de los procedimientos definidos y establecidos en el sistema de Buenas Prácticas para aplicar a la manipulación de graneles. Por no conformidad también se entiende la detección de una actividad distinta a las planificadas y que pueda producir un impacto negativo sobre la calidad ambiental.

Para superar la no conformidad pueden aplicarse dos tipos de acciones:

- a) Preventiva, para evitar su aparición
- b) Correctiva, enfocada a eliminar la causa

Una vez detectada una no conformidad, si admite tratamiento inmediato (como por ejemplo la reducción de la velocidad de circulación o una excesiva carga de los camiones), la inspección ambiental la comunicará al responsable del operador para que se actúe en consecuencia.

En otros casos, y ya en gabinete, deberán:

- a) Analizar las causas que han provocado la no conformidad
- b) Diseñar las medidas correctoras oportunas

Toda no conformidad generará una evidencia documental que será remitida al operador, mediante un informe de no conformidad con la propuesta de la corrección, otorgando un plazo de cinco días para que se presenten las alegaciones oportunas y otro plazo para su corrección, que dependerá de la complejidad de la medida correctora propuesta. Dado que las no conformidades se consideran fuente de detección de oportunidades de mejora del propio sistema, se debe asegurar que se efectúa un adecuado análisis, estudio de su/s causa/s y se evalúa el alcance y consecuencias, generando una acción correctora para eliminar la causa que lo genera.

El cierre de una no conformidad significa que hay una evidencia objetiva y documentada que demuestra que la acción correctiva se ha implementado completamente y que es efectiva en la prevención de que surja de nuevo esta no conformidad. Sólo cuando la situación es satisfactoria se puede proceder a cerrar la no conformidad. La gestión de las no conformidades puede ser realizada directamente por los Servicios Técnicos de la APT o externalizarse mediante una asistencia técnica, según un modelo que queda abierto.

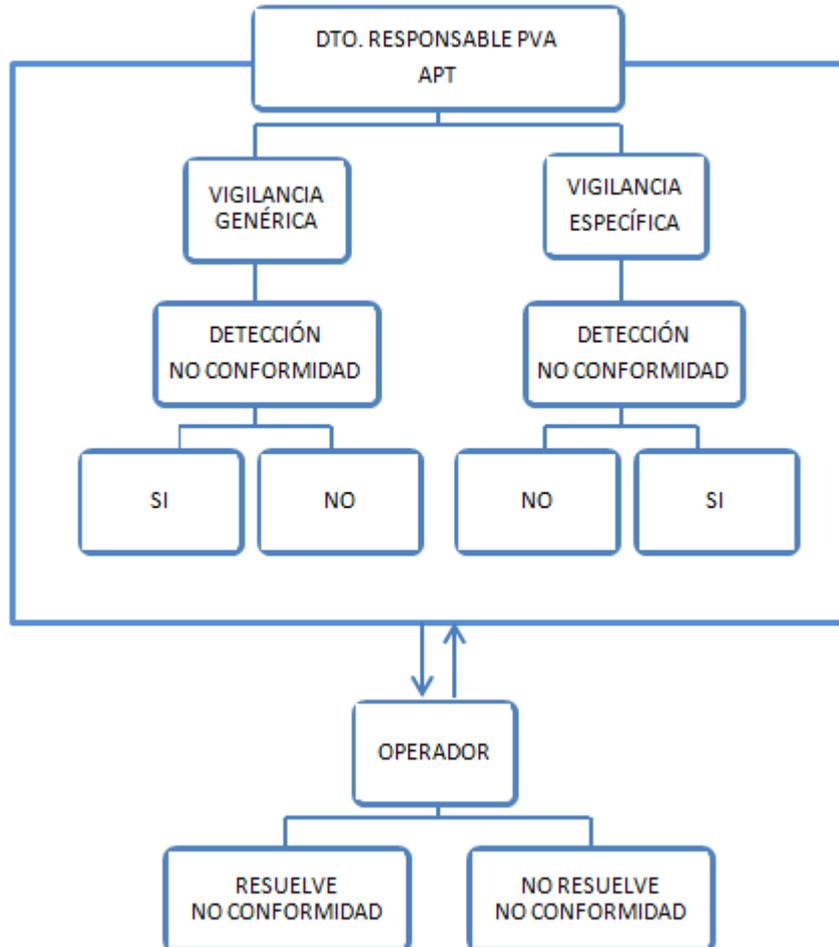


Circuito de información

El organigrama concreto del PVA y las dependencias orgánicas deben resolverse a base de los criterios que en su momento establezca la APT. Para el desarrollo de la inspección con el alcance descrito, se identifican los siguientes recursos:

- a) La vigilancia ambiental de la manipulación de graneles se propone que dependa de la Dirección de Instalaciones y Medio Ambiente de la APT, al que reportará la inspección, aunque otros departamentos también están implicados en la vigilancia (como Operaciones y Dominio Público y Seguridad Integral).
- b) La vigilancia ambiental se estructurará a base de una inspección permanente a pie de muelles y la gestión de las no conformidades.
- c) Estos trabajos de inspección podrán ser realizados por personal propio de la APT, con apoyos puntuales de una asistencia técnica externa, que puede encargarse también de la formación del personal.
- d) En este esquema funcional la Policía portuaria realizará un papel importante en la vigilancia del puerto.

De acuerdo el modelo descrito, el circuito de información sería el que se indica en el siguiente esquema.





7 Bibliografía

AAPA (2006). Environmental Management Handbook

ASOCIACIÓN EUROPEA DE FABRICANTES DE FERTILIZANTES (2007). “Guía para el almacenamiento, manipulación y transporte de fertilizantes minerales sólidos”.

CSIC (2005). “Caracterización de graneles del Puerto de Tarragona. Proyecto HADA”.

DEPARTMENT FOR TRANSPORT UK (2009). “ A Guide to Good Practice on Marine Operations”

ESPO (2004). “Environmental Code of Practice”

ESPO (2009). “EcoPorts Port Environmental Review 2009”

ESPO (2012). “Green Guide: Towards excellence in port environmental management and sustainability”

GENERALITAT DE CATALUNYA (2007). “Pla de Millora de la Qualitat de l’Aire a l’àrea de Barcelona 2007-2010”

GREAT LAKES MARITIME RESEARCH INSTITUTE (2005). “Manual of Best Management Practices for Port Operations and Model Environmental Management System”

MESEGUER, J. ET AL. (2002). “Estudio de barreras cortavientos y otras medidas atenuantes de las emisiones y de la dispersión de polvo en los puertos”. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

NPI (2000). “Emission Estimate Technique Manual for Mining and Processing of Non-metallic Minerals”

OHIO ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY OFFICE OF AIR POLLUTION CONTROL (1983).” Fugitive dust control technology”

PUERTOS DEL ESTADO (2005). “Estudio de medidas atenuantes y correctoras de las emisiones a la atmósfera provocadas por las actividades portuarias”

PUERTOS DEL ESTADO (2013). “Guía de buenas Prácticas en la manipulación y almacenamiento de graneles sólidos en instalaciones portuarias” (Borrador)

TERMINAL GRANELES DEL NORTE (CHILE) (2010). “Plan de Contingencias Con Graneles Sólidos”



WISCONSIN DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES, BUREAU OF WATERSHED MANAGEMENT (1996). "Storage Pile Best Management Practices"

WPCI (2013), World Ports Climate Initiative.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID (2002). "Estudio preliminar de barreras cortavientos para el puerto de Valencia".

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID (2002). "Estudio de barreras cortavientos y otras medidas atenuantes de las emisiones y de la dispersión de polvo en los puertos"

Tarragona, a Diciembre de 2013

Sra. Anna Comellas Ponsà

Entorn S.A.



Documento II: Anejos

Anejo 1. Cálculos de riesgo para los graneles indicadores

Anejo 2. Medidas PM_{10}

Anejo 3. Resultados de la modelación



Anejo 1. Cálculos de riesgo para los graneles indicadores

CÁLCULO DE RIESGO

GRANEL: ALFALFA

	FACTOR	UNIDADES	COMPARATIVA ENTRE GRANELES						ENTRE		
			X	1	X'	10	X''	100	FACTORES		
RIESGO PRODUCTO (RP)	Densidad	- Kg/m ³	>2000		1001-2000		100-1000	1	100	1	100
	Humedad	- %	>10		5 - 10		<5	1	100	5	500
	Pulverulencia	- D ₅₀ (mm)	>1		<1 y >0,06	1	<0,06		10	10	100
	Factor de emisión	Kg/Tm	<0,01	1	0,01-0,05		>0,05		1	10	10
	Límites de exposición	- mg/m ³ (DENEL)	>1000	1	10 - 1000		<10		1	5	5
	Corrosividad	- Cualitativo	BAJA	1	MEDIA		ALTA		1	10	10
	Capacidad alergénica	- Según clasificación	NO		SI	1			10	10	100
	Reactividad con el agua	- Cualitativo	BAJA	1	ALTA				1	5	5
	Solubilidad agua de mar	- Cualitativo	BAJA	1	ALTA				1	1	1
	Malos olores	- Cualitativo	NO		SI	1			10	5	50
	Inflamabilidad	- Cualitativo	NO		SI	1			10	5	50
	Evaporación	- Cualitativo	BAJA	1	ALTA				1	1	1
Pureza producto	- Cualitativo	ALTA		BAJA				0	5	0	
TOTAL (RP)										932	
RIESGO UBICACIÓN (RU)	Intensidad viento	a) Velocidad media horaria (Km/h)	<15	1	15 - 40		>40		1	10	10
		b) Racha máxima (Km/h)	<30		30-80		>80	1	100	10	1000
	Dirección viento predominante	a) Verano	Indiferente	1			Desfavorable	0	1	5	5
		b) Invierno	Indiferente	1			Desfavorable	0	1	5	5
		c) Persistencia dirección (%)	<4	0	4 a 10	1	>10	0	10	5	50
	Capacidad dispersión PM10	- Distancia ≥ 50 µg/m ³ (m)	<500		500-1000		>1000	1	100	10	1000
	Intensidad impacto entorno	- Cualitativo	COMPATIBLE		MODERADO	1	ALTO		10	5	50
	Muelle operación	a) Muelle Cataluña			MEDIO				0	10	0
		b) Muelle Navarra			MEDIO				0	10	0
		c) Muelle Aragón Norte					ALTO		0	10	0
		d) Muelle Aragón Sur			MEDIO				0	10	0
		e) Muelle Lérida					ALTO		0	10	0
		f) Muelle Reus Sur					ALTO		0	10	0
g) Muelle Rioja				MEDIO	1			10	10	100	
h) Muelle Castilla Sur				MEDIO				0	10	0	
i) Muelle Castilla Oeste			BAJO					0	10	0	
Incompatibilidad otros graneles	- Distancia (m)	>1000	1	200-1000		<200		1	10	10	
TOTAL (RU)										2230	

RIESGO OPERACIÓN (RO)	Descarga/cargade buque	a) Grúa móvil-cuchara				ALTO	1	100	10	1000	
		b) Tolva				ALTO	1	100	5	500	
		c) Cinta móvil			MEDIO				0	10	0
		d) Descargador neumático	BAJO						0	1	0
		e) Descargador continuo mecánico	BAJO						0	1	0
		f) Big-bags	BAJO						0	5	0
	Transporte horizontal	a) Pala-camión					ALTO	0	0	10	0
		b) Cinta transportadora			MEDIO	1			10	10	100
		c) Remonte acopios			MEDIO				0	10	0
	Almacenamiento	a) Parque graneles					ALTO		0	10	0
		b) Almacén			MEDIO	1			10	5	50
		c) Silo	BAJO						0	1	0
	Manipulación	a) Cribado					ALTO		0	10	0
		b) Ensacado			MEDIO				0	10	0
	Salida al cliente	a) Camión			MEDIO	1			10	10	100
		b) Camión cisterna	BAJO						0	5	0
		c) Ferrocarril			MEDIO				0	10	0
		d) Buque					ALTO		0	10	0
	TOTAL (RO)										1750
	MEDIDAS DE CORRECCIÓN	Genéricas	M_08 Barreras cortavientos				SI		0	5	0
M_15 Incremento capacidad operativa maquinaria						SI		0	5	0	
M_16 Recogida y tratamiento aguas escorrentía							SI		0	5	0
BP_01 Limpieza y mantenimiento maquinaria					SI	1			10	10	100
Descarga/carga de buque		BP_09 Previsión condiciones meteorológicas			SI				0	10	0
		M_01 Tolvas y mangas telescópicas					SI		0	5	0
		M_02 Tolvas ecológicas					SI	1	100	5	500
		M_03 Tolvas con sistema flex-flap					SI		0	5	0
		M_10 Uso de Big-Bags herméticos					SI		0	5	0
		BP_02 Mejora hermeticidad cucharas			SI	1			10	10	100
		BP_03 Limitación altura descarga cuchara			SI	1			10	10	100
		BP_04 Cierre escotillas de las bodegas inactivas			SI	0			0	5	0
		BP_05 Minimizar recorrido cuchara			SI	1			10	5	50
		BP_07 Limitar altura carga camiones y tolvas			SI	1			10	10	100
		BP_08 Limitar carga cucharas			SI	1			10	5	50
		BP_13 Limpieza superficie muelles y viales			SI	1			10	10	100
		Transporte horizontal	BP_14 Riego superficies muelles y viales			SI	0			0	5
M_09 Carenado cintas							SI	1	100	5	500
M_11 Cobertura caja camiones con lonas							SI		0	5	0
BP_11 Limitación velocidad circulación camiones					SI				0	5	0
BP_12 Ordenación circulación camiones				SI				0	5	0	

Almacenamiento	BP_15 Localizar puntos para el vertido exceso carga			SI			0	5	0
	M_04.1 Sistema manual humidificación acopios					SI	0	5	0
	M-04.2 Sistema automático riego acopios					SI	0	5	0
	M_04.3 Aplicación agentes químicos					SI	0	5	0
	M_05 Cobertura con lonas acopios					SI	0	5	0
	M_06.1 Cerramiento contorno de acopios >2m					SI	0	5	0
	M_06.2 Cerramiento contorno de acopios <2m					SI	0	5	0
	M_12 Estanqueidad instalaciones contra la fauna					SI	0	5	0
Salida cliente	BP_06 Limitar altura camiones			SI			0	10	0
	M_07 Cazos de alto volteo					SI	1	100	500
	M_13 Lavadero de ruedas					SI	0	0	5
	M_14 Lavadero de tolvas de ferrocarril					SI	0	0	5
Salida cliente	M_17 Carga neumática hermética a camión					SI	0	0	10
Sistemas de certificación de la calidad medioambiental según norma ISO 14001 o EMAS						SI	0	5	0
Elaboración de Planes Operativos Anuales						SI	0	5	0
TOTAL (-MC)									2100
TOTAL (RP+RU+RO)									4912
TOTAL RIESGO ((RP+RU+RO) - MC)									2812
TOTAL RIESGO ((RP+RU+RO) - MC)/100									28,1

CÁLCULO DE RIESGO

GRANEL: MINERAL MANGANESO

	FACTOR	UNIDADES	COMPARATIVA ENTRE GRANELES						ENTRE FACTORES		
			X	1	X'	10	X''		100		
RIESGO PRODUCTO (RP)	Densidad	- Kg/m ³	>2000	1	1001-2000		100-1000		1	1	1
	Humedad	- %	>10		5 - 10		<5	1	100	5	500
	Pulverulencia	- D ₅₀ (mm)	>1		<1 y >0,06	1	<0,06		10	10	100
	Factor de emisión	- Kg/Tm	<0,01		0,01-0,05	1	>0,05		10	10	100
	Límites de exposición	- mg/m ³ (DENEL)	>1000		10 - 1000		<10	1	100	5	500
	Corrosividad	- Cualitativo	BAJA	1	MEDIA		ALTA		1	10	10
	Capacidad alérgica	- Según clasificación	NO	1	SI				1	10	10
	Reactividad con el agua	- Cualitativo	BAJA	1	ALTA				1	5	5
	Solubilidad agua de mar	- Cualitativo	BAJA	1	ALTA				1	1	1
	Malos olores	- Cualitativo	NO	1	SI				1	5	5
	Inflamabilidad	- Cualitativo	NO		SI	1			10	5	50
	Evaporación	- Cualitativo	BAJA	1	ALTA				1	1	1
Pureza producto	- Cualitativo	ALTA		BAJA				0	5	0	
TOTAL (RP)										1283	
RIESGO UBICACIÓN (RU)	Intensidad viento	a) Velocidad media horaria (Km/h)	<15	1	15 - 40		>40		1	10	10
		b) Racha máxima (Km/h)	<30		30-80		>80	1	100	10	1000
	Dirección viento predominante	a) Verano	Indiferente	1			Desfavorable	0	1	10	10
		b) Invierno	Indiferente	1			Desfavorable	0	1	5	5
		c) Persistencia dirección (%)	<4		4 a 10	1	>10		10	5	50
	Capacidad dispersión PM10	- Distancia ≥ 50 µg/m ³ (m)	<500		500-1000		>1000	1	100	10	1000
	Intensidad impacto entorno	- Cualitativo	COMPATIBLE		MODERADO	0	ALTO	1	100	5	500
	Muelle operación	a) Muelle Cataluña			MEDIO				0	10	0
		b) Muelle Navarra			MEDIO	1			10	10	100
		c) Muelle Aragón Norte					ALTO		0	10	0
		d) Muelle Aragón Sur			MEDIO				0	10	0
		e) Muelle Lérida					ALTO		0	10	0
		f) Muelle Reus Sur					ALTO		0	10	0
g) Muelle Rioja				MEDIO				0	10	0	
h) Muelle Castilla Sur				MEDIO				0	10	0	
i) Muelle Castilla Oeste			BAJO					0	10	0	
Incompatibilidad otros graneles	- Distancia (m)	>1000	0	200-1000	1	<200	0	10	10	100	
TOTAL (RU)										2775	

RIESGO OPERACIÓN (RO)	Descarga/carga de buque	a) Grúa móvil-cuchara				ALTO	1	100	10	1000	
		b) Tolva				ALTO	0	0	5	0	
		c) Cinta móvil			MEDIO			0	10	0	
		d) Descargador neumático	BAJO					0	1	0	
		e) Descargador continuo mecánico	BAJO					0	1	0	
		f) Big-bags	BAJO					0	5	0	
	Transporte horizontal	a) Pala-camión					ALTO	1	100	10	1000
		b) Cinta transportadora			MEDIO				0	10	0
		c) Remonte acopios			MEDIO				0	10	0
	Almacenamiento	a) Parque graneles					ALTO	1	100	10	1000
		b) Almacén			MEDIO	0			0	5	0
		c) Silo	BAJO						0	1	0
	Manipulación	a) Cribado					ALTO		0	10	0
		b) Ensacado			MEDIO				0	10	0
Salida al cliente	a) Camión			MEDIO	1			10	10	100	
	b) Camión cisterna	BAJO						0	5		
	c) Ferrocarril			MEDIO				0	10	0	
	d) Buque					ALTO		0	10	0	
TOTAL (RO)										3100	
MEDIDAS DE CORRECCIÓN	Genéricas	M_08 Barreras cortavientos				SI		0	5	0	
		M_15 Incremento capacidad operativa maquinaria				SI		0	5	0	
		M_16 Recogida y tratamiento aguas escorrentía					SI		0	5	0
		BP_01 Limpieza y mantenimiento maquinaria			SI	1			10	10	100
		BP_09 Previsión condiciones meteorológicas			SI				0	10	0
	Descarga/carga de buque	M_01 Tolvas y mangas telescópicas					SI		0	5	0
		M_02 Tolvas ecológicas					SI		0	5	0
		M_03 Tolvas con sistema flex-flap					SI		0	5	0
		M_10 Uso de Big-Bags herméticos					SI		0	5	0
		BP_02 Mejora hermeticidad cucharas			SI	1			10	10	100
		BP_03 Limitación altura descarga cuchara			SI	1			10	10	100
		BP_04 Cierre escotillas de las bodegas inactivas			SI	0			0	5	0
		BP_05 Minimizar recorrido cuchara			SI				0	5	0
		BP_07 Limitar altura carga camiones y tolvas			SI	1			10	10	100
		BP_08 Limitar carga cucharas			SI	1			10	5	50
		BP_13 Limpieza superficie muelles y viales			SI	1			10	10	100
		BP_14 Riego superficies muelles y viales			SI	0			0	5	0
		Transporte horizontal	M_09 Carenado cintas					SI		0	5
	M_11 Cobertura caja camiones con lonas						SI		0	5	0
	BP_11 Limitación velocidad circulación camiones				SI				0	5	0
BP_12 Ordenación circulación camiones				SI				0	5	0	
BP_15 Localizar puntos para el vertido exceso carga				SI				0	5	0	

Almacenamiento	M_04.1 Sistema manual humidificación acopios				SI		0	5	0	
	M-04.2 Sistema automático riego acopios				SI		0	5	0	
	M_04.3 Aplicación agentes químicos				SI		0	5	0	
	M_05 Cobertura con lonas acopios				SI	1	100	5	500	
	M_06.1 Cerramiento contorno de acopios >2m				SI		0	5	0	
	M_06.2 Cerramiento contorno de acopios <2m				SI		0	5	0	
	M_12 Estanqueidad instalaciones contra la fauna				SI		0	5	0	
	BP_06 Limitar altura camiones			SI			0	10	0	
	Salida cliente	M_07 Cazos de alto volteo				SI	1	100	5	500
		M_13 Lavadero de ruedas				SI	0	0	5	0
M_14 Lavadero de tolvas de ferrocarril					SI	0	0	5	0	
M_17 Carga neumática hermética a camión					SI	0	0	10	0	
Sistemas de certificación de la calidad medioambiental según norma ISO 14001 o EMAS					SI	1	100	5	500	
Elaboración de Planes Operativos Anuales					SI	1	100	5	500	
TOTAL (-MC)									2550	
TOTAL (RP+RU+RO)									7158	
TOTAL RIESGO ((RP+RU+RO) - MC)									4608	
TOTAL RIESGO ((RP+RU+RO) - MC)/100									46	

CÁLCULO DE RIESGO

GRANEL: MAIZ

	FACTOR	UNIDADES	COMPARATIVA ENTRE GRANELES							ENTRE FACTORES	
			X	1	X'	10	X''	100			
RIESGO PRDUCTO (RP)	Densidad	- Kg/m ³	>2000		1001-2000		100-1000	1	100	1	100
	Humedad	- %	>10		5 - 10		<5	1	100	5	500
	Pulverulencia	- D ₅₀ (mm)	>1		<1 y >0,06	1	<0,06		10	10	100
	Factor de emisión	Kg/Tm	<0,01	1	0,01-0,05		>0,05		1	10	10
	Límites de exposición	- mg/m ³ (DENEL)	>1000	1	10 - 1000		<10		1	5	5
	Corrosividad	- Cualitativo	BAJA	1	MEDIA		ALTA		1	10	10
	Capacidad alergénica	- Según clasificación	NO	1	SI				1	10	10
	Reactividad con el agua	- Cualitativo	BAJA	1	ALTA				1	5	5
	Solubilidad agua de mar	- Cualitativo	BAJA	1	ALTA				1	1	1
	Malos olores	- Cualitativo	NO	1	SI				1	5	5
	Inflamabilidad	- Cualitativo	NO		SI	1			10	5	50
	Evaporación	- Cualitativo	BAJA	1	ALTA				1	1	1
Pureza producto	- Cualitativo	ALTA		BAJA				0	5	0	
TOTAL (RP)										797	
RIESGO UBICACIÓN (RU)	Intensidad viento	a) Velocidad media horaria (Km/h)	<15	1	15 - 40		>40		1	10	10
		b) Racha máxima (Km/h)	<30	0	30-80		>80	1	100	10	1000
	Dirección viento predominante	a) Verano	Indiferente	1			Desfavorable	0	1	10	10
		b) Invierno	Indiferente	1			Desfavorable	0	1	5	5
		c) Persistencia dirección (%)	<4	0	4 a 10	1	>10	0	10	5	50
	Capacidad dispersión PM10	- Distancia ≥ 50 µg/m ³ (m)	<500	0	500-1000		>1000	1	100	10	1000
	Intensidad impacto entorno	- Cualitativo	COMPATIBLE	0	MODERADO	1	ALTO	0	10	5	50
	Muelle operación	a) Muelle Cataluña			MEDIO	0			0	10	0
		b) Muelle Navarra			MEDIO	0			0	10	0
		c) Muelle Aragón Norte					ALTO	0	0	10	0
		d) Muelle Aragón Sur			MEDIO	0			0	10	0
e) Muelle Lérida						ALTO	0	0	10	0	
f) Muelle Reus Sur						ALTO	0	0	10	0	
g) Muelle Rioja				MEDIO	0			0	10	0	
h) Muelle Castilla Sur				MEDIO	1			10	10	100	
i) Muelle Castilla Oeste			BAJO	0				0	10	0	
Incompatibilidad otros graneles	- Distancia (m)	>1000	1	200-1000	0	<200	0	1	10	10	
TOTAL (RU)										2235	

RIESGO OPERACIÓN (RO)	Descarga/cargade buque	a) Grúa móvil-cuchara					ALTO	1	100	10	1000	
		b) Tolva					ALTO	1	100	5	500	
		c) Cinta móvil			MEDIO	0				0	10	0
		d) Descargador neumático	BAJO	0						0	1	0
		e) Descargador continuo mecánico	BAJO	0						0	1	0
		f) Big-bags	BAJO	0						0	5	0
	Transporte horizontal	a) Pala-camión						ALTO	0	0	10	0
		b) Cinta transportadora			MEDIO	1				10	10	100
		c) Remonte acopios			MEDIO	0				0	10	0
	Almacenamiento	a) Parque graneles						ALTO	0	0	10	0
		b) Almacén			MEDIO	1				10	5	50
		c) Silo	BAJO	0						0	1	0
	Manipulación	a) Cribado						ALTO	0	0	10	0
		b) Ensacado			MEDIO					0	10	0
	Salida al cliente	a) Camión			MEDIO	1				10	10	100
		b) Camión cisterna	BAJO	0						0	5	
c) Ferrocarril				MEDIO	0				0	10	0	
d) Buque							ALTO	0	0	10	0	
TOTAL (RO)											1750	
MEDIDAS DE CORRECCIÓN	Genéricas	M_08 Barreras cortavientos					SI	0	0	5	0	
		M_15 Incremento capacidad operativa maquinaria					SI	0	0	5	0	
		M_16 Recogida y tratamiento aguas escorrentía					SI	0	0	5	0	
		BP_01 Limpieza y mantenimiento maquinaria			SI	1			10	10	100	
		BP_09 Previsión condiciones meteorológicas			SI	0			0	10	0	
	Descarga/carga de buque	M_01 Tolvas y mangas telescópicas						SI	0	0	5	0
		M_02 Tolvas ecológicas						SI	1	100	5	500
		M_03 Tolvas con sistema flex-flap						SI	0	0	5	0
		M_10 Uso de Big-Bags herméticos						SI	0	0	5	0
		BP_02 Mejora hermeticidad cucharas			SI	1			10	10	100	
		BP_03 Limitación altura descarga cuchara			SI	1			10	10	100	
		BP_04 Cierre escotillas de las bodegas inactivas			SI	0			0	5	0	
		BP_05 Minimizar recorrido cuchara			SI	1			10	5	50	
		BP_07 Limitar altura carga camiones y tolvas			SI	1			10	10	100	
		BP_08 Limitar carga cucharas			SI	1			10	5	50	
		BP_13 Limpieza superficie muelles y viales			SI	1			10	10	100	
		BP_14 Riego superficies muelles y viales			SI	0			0	5	0	
		Transporte horizontal	M_09 Carenado cintas						SI	1	100	5
	M_11 Cobertura caja camiones con lonas							SI	0	0	5	0
	BP_11 Limitación velocidad circulación camiones				SI	0			0	5	0	
BP_12 Ordenación circulación camiones				SI	0			0	5	0		
BP_15 Localizar puntos para el vertido exceso carga				SI	0			0	5	0		

Almacenamiento	M_04.1 Sistema manual humidificación acopios				SI	0	0	5	0
	M-04.2 Sistema automático riego acopios				SI	0	0	5	0
	M_04.3 Aplicación agentes químicos				SI	0	0	5	0
	M_05 Cobertura con lonas acopios				SI	0	0	5	0
	M_06.1 Cerramiento contorno de acopios >2m				SI	0	0	5	0
	M_06.2 Cerramiento contorno de acopios <2m				SI	0	0	5	0
	M_12 Estanqueidad instalaciones contra la fauna				SI	0	0	5	0
	BP_06 Limitar altura camiones		SI	0			0	10	0
Salida cliente	M_07 Cazos de alto volteo				SI	1	100	5	500
	M_13 Lavadero de ruedas				SI	0	0	5	0
	M_14 Lavadero de tolvas de ferrocarril				SI	0	0	5	0
	M_17 Carga neumática hermética a camión				SI	0	0	10	0
Sistemas de certificación de la calidad medioambiental según norma ISO 14001 o EMAS					SI	1	100	5	500
Elaboración de Planes Operativos Anuales					SI	1	100	5	500
TOTAL (-MC)									3100
TOTAL (RP+RU+RO)									4782
TOTAL RIESGO ((RP+RU+RO) - MC)									1682
TOTAL RIESGO ((RP+RU+RO) - MC)/100									17

CÁLCULO DE RIESGO

GRANEL: HULLA

	FACTOR	UNIDADES	COMPARATIVA ENTRE GRANELES						ENTRE		
			X	1	X'	10	X''	100	FACTORES		
RIESGO PRODUCTO (RP)	Densidad	- Kg/m ³	>2000		1001-2000	1	100-1000		10	1	10
	Humedad	- %	>10	1	5 - 10		<5		1	5	5
	Pulverulencia	- D ₅₀ (mm)	>1		<1 y >0,06	1	<0,06		10	10	100
	Factor de emisión	Kg/Tm	<0,01		0,01-0,05	1	>0,05		10	10	100
	Límites de exposición	- mg/m ³ (DENEL)	>1000		10 - 1000		<10	1	100	5	500
	Corrosividad	- Cualitativo	BAJA	1	MEDIA		ALTA		1	10	10
	Capacidad alergénica	- Según clasificación	NO	1	SI				1	10	10
	Reactividad con el agua	- Cualitativo	BAJA	1	ALTA				1	5	5
	Solubilidad agua de mar	- Cualitativo	BAJA	1	ALTA				1	1	1
	Malos olores	- Cualitativo	NO	1	SI				1	5	5
	Inflamabilidad	- Cualitativo	NO		SI	1			10	5	50
	Evaporación	- Cualitativo	BAJA	1	ALTA				1	1	1
Pureza producto	- Cualitativo	ALTA		BAJA				0	5	0	
TOTAL (RP)										797	
RIESGO UBICACIÓN (RU)	Intensidad viento	a) Velocidad media horaria (Km/h)	<15	1	15 - 40		>40		1	10	10
		b) Racha máxima (Km/h)	<30		30-80		>80	1	100	10	1000
	Dirección viento predominante	a) Verano	Indiferente	1			Desfavorable	0	1	5	5
		b) Invierno	Indiferente	0			Desfavorable	1	100	5	500
		c) Persistencia dirección (%)	<4	0	4 a 10	1	>10	0	10	5	50
	Capacidad dispersión PM10	- Distancia ≥ 50 µg/m ³ (m)	<500	1	500-1000		>1000		1	10	10
	Intensidad impacto entorno	- Cualitativo	COMPATIBLE		MODERADO		ALTO	1	100	5	500
	Muelle operación	a) Muelle Cataluña			MEDIO				0	10	0
		b) Muelle Navarra			MEDIO	1			10	10	100
		c) Muelle Aragón Norte					ALTO		0	10	0
		d) Muelle Aragón Sur			MEDIO				0	10	0
		e) Muelle Lérida					ALTO		0	10	0
		f) Muelle Reus Sur					ALTO		0	10	0
		g) Muelle Rioja			MEDIO				0	10	0
h) Muelle Castilla Sur				MEDIO				0	10	0	
i) Muelle Castilla Oeste			BAJO					0	10	0	
Incompatibilidad otros graneles	- Distancia (m)	>1000		200-1000	1	<200		10	10	100	
TOTAL (RU)										2275	

RIESGO OPERACIÓN (RO)	Descarga/carga de buque	a) Grúa móvil-cuchara				ALTO	1	100	10	1000	
		b) Tolva				ALTO	0	0	5	0	
		c) Cinta móvil			MEDIO	0		0	10	0	
		d) Descargador neumático	BAJO					0	1	0	
		e) Descargador continuo mecánico	BAJO					0	1	0	
		f) Big-bags	BAJO					0	5	0	
	Transporte horizontal	a) Pala-camión					ALTO		0	10	0
		b) Cinta transportadora			MEDIO	1			10	10	100
		c) Remonte acopios			MEDIO	1			10	10	100
	Almacenamiento	a) Parque graneles					ALTO	1	100	10	1000
		b) Almacén			MEDIO				0	5	0
		c) Silo	BAJO						0	1	0
	Manipulación	a) Cribado					ALTO		0	10	0
		b) Ensacado			MEDIO				0	10	0
	Salida al cliente	a) Camión			MEDIO	1			10	10	100
		b) Camión cisterna	BAJO						0	5	0
c) Ferrocarril				MEDIO	1			10	10	100	
d) Buque						ALTO	1	100	10	1000	
TOTAL (RO)										3400	
MEDIDAS DE CORRECCIÓN	Genéricas	M_08 Barreras cortavientos				SI		0	5	0	
		M_15 Incremento capacidad operativa maquinaria				SI		0	5	0	
		M_16 Recogida y tratamiento aguas escorrentía					SI		0	5	0
		BP_01 Limpieza y mantenimiento maquinaria			SI	1			10	10	100
		BP_09 Previsión condiciones meteorológicas			SI	0			0	10	0
	Descarga/carga de buque	M_01 Tolvas y mangas telescópicas					SI		0	5	0
		M_02 Tolvas ecológicas					SI		0	5	0
		M_03 Tolvas con sistema flex-flap					SI	0	0	5	0
		M_10 Uso de Big-Bags herméticos					SI		0	5	0
		BP_02 Mejora hermeticidad cucharas			SI	1			10	10	100
		BP_03 Limitación altura descarga cuchara			SI	1			10	10	100
		BP_04 Cierre escotillas de las bodegas inactivas			SI				0	5	0
		BP_05 Minimizar recorrido cuchara			SI	1			10	5	50
		BP_07 Limitar altura carga camiones y tolvas			SI	1			10	10	100
		BP_08 Limitar carga cucharas			SI	1			10	5	50
	Transporte horizontal	BP_13 Limpieza superficie muelles y viales			SI	1			10	10	100
		BP_14 Riego superficies muelles y viales			SI	1			10	5	50
		M_09 Carenado cintas					SI	0	0	5	0
		M_11 Cobertura caja camiones con lonas					SI		0	5	0
BP_11 Limitación velocidad circulación camiones				SI				0	5	0	
BP_12 Ordenación circulación camiones			SI				0	5	0		
BP_15 Localizar puntos para el vertido exceso carga			SI				0	5	0		

Almacenamiento	M_04.1 Sistema manual humidificación acopios				SI		0	5	0
	M-04.2 Sistema automático riego acopios				SI	1	100	5	500
	M_04.3 Aplicación agentes químicos				SI	1	100	5	500
	M_05 Cobertura con lonas acopios				SI		0	5	0
	M_06.1 Cerramiento contorno de acopios >2m				SI		0	5	0
	M_06.2 Cerramiento contorno de acopios <2m				SI	1	100	5	500
	M_12 Estanqueidad instalaciones contra la fauna				SI		0	5	0
	BP_06 Limitar altura camiones		SI				0	10	0
	M_07 Cazos de alto volteo				SI	1	100	5	500
	M_13 Lavadero de ruedas				SI	0	0	5	0
Salida cliente	M_14 Lavadero de tolvas de ferrocarril				SI	0	0	5	0
	M_17 Carga neumática hermética a				SI	0	0	10	0
	Sistemas de certificación de la calidad medioambiental según norma ISO 14001 o EMAS				SI	0	0	5	0
Elaboración de Planes Operativos Específicos				SI	0	0	5	0	
TOTAL (-MC)									2650
TOTAL (RP+RU+RO)									6472
TOTAL RIESGO ((RP+RU+RO) - MC)									3822
TOTAL RIESGO ((RP+RU+RO) - MC)/100									38

CÁLCULO DE RIESGO

GRANEL: Harina de Soja

	FACTOR	UNIDADES	COMPARATIVA ENTRE GRANELES						ENTRE		
			X	1	X'	10	X''	100	FACTORES		
RIESGO PRDUTO (RP)	Densidad	- Kg/m ³	>2000		1001-2000		100-1000	1	100	1	100
	Humedad	- %	>10		5 - 10		<5	1	100	5	500
	Pulverulencia	- D ₅₀ (mm)	>1		<1 y >0,06	1	<0,06		10	10	100
	Factor de emisión	- Kg/Tm	<0,01		0,01-0,05		>0,05	1	100	10	1000
	Límites de exposición	- mg/m ³ (DENEL)	>1000	1	10 - 1000		<10		1	5	5
	Corrosividad	- Cualitativo	BAJA	1	MEDIA		ALTA		1	10	10
	Capacidad alergénica	- Según clasificación	NO		SI	1			10	10	100
	Reactividad con el agua	- Cualitativo	BAJA		ALTA	1			10	5	50
	Solubilidad agua de mar	- Cualitativo	BAJA		ALTA	1			10	1	10
	Malos olores	- Cualitativo	NO		SI	1			10	5	50
	Inflamabilidad	- Cualitativo	NO		SI	1			10	5	50
	Evaporación	- Cualitativo	BAJA	1	ALTA				1	1	1
Pureza producto	- Cualitativo	ALTA		BAJA				0	5	0	
TOTAL (RP)										1976	
RIESGO UBICACIÓN (RU)	Intensidad viento	a) Velocidad media horaria (Km/h)	<15	1	15 - 40		>40		1	10	10
		b) Racha máxima (Km/h)	<30		30-80		>80	1	100	10	1000
	Dirección viento predominante	a) Verano	Indiferente	1			Desfavorable	0	1	5	5
		b) Invierno	Indiferente	1			Desfavorable	0	1	5	5
		d) Persistencia dirección (%)	<4		4 a 10	1	>10		10	5	50
	Capacidad dispersión PM10	- Distancia ≥ 50 µg/m ³ (m)	<500		500-1000		>1000	1	100	10	1000
	Intensidad impacto entorno	- Cualitativo	COMPATIBLE	1	MODERADO		ALTO		1	5	5
	Muelle operación	a) Muelle Cataluña			MEDIO				0	10	0
		b) Muelle Navarra			MEDIO				0	10	0
		c) Muelle Aragón Norte					ALTO		0	10	0
		d) Muelle Aragón Sur			MEDIO				0	10	0
e) Muelle Lérida						ALTO		0	10	0	
f) Muelle Reus Sur						ALTO		0	10	0	
g) Muelle Rioja				MEDIO				0	10	0	
h) Muelle Castilla Sur				MEDIO	1			10	10	100	
i) Muelle Castilla Oeste			BAJO					0	10	0	
Incompatibilidad otros graneles	- Distancia (m)	>1000		200-1000		<200	1	100	10	1000	
TOTAL (RU)										3175	

RIESGO OPERACIÓN (RO)	Descarga/cargade buque	a) Grúa móvil-cuchara				ALTO	1	100	10	1000		
		b) Tolva				ALTO	1	100	5	500		
		c) Cinta móvil			MEDIO				0	10	0	
		d) Descargador neumático	BAJO	0					0	1	0	
		e) Descargador continuo mecánico	BAJO						0	1	0	
		f) Big-bags	BAJO						0	5	0	
	Transporte horizontal	a) Pala-camión					ALTO	1	100	10	1000	
		b) Cinta transportadora			MEDIO	0			0	10	0	
		c) Remonte acopios			MEDIO				0	10	0	
	Almacenamiento	a) Parque graneles					ALTO		0	10	0	
		b) Almacén			MEDIO	1			10	5	50	
		c) Silo	BAJO						0	1	0	
	Manipulación	a) Cribado					ALTO		0	10	0	
		b) Ensacado			MEDIO				0	10	0	
	Salida al cliente	a) Camión			MEDIO	1			10	10	100	
		b) Camión cisterna	BAJO						0	5		
c) Ferrocarril				MEDIO				0	10	0		
d) Buque						ALTO		0	10	0		
TOTAL (RO)										2650		
MEDIDAS DE CORRECCIÓN	Genéricas	M_08 Barreras cortavientos				SI		0	5	0		
		M_15 Incremento capacidad operativa maquinaria				SI		0	5	0		
		M_16 Recogida y tratamiento aguas escorrentía					SI		0	5	0	
		BP_01 Limpieza y mantenimiento maquinaria			SI	1			10	10	100	
		BP_09 Previsión condiciones meteorológicas			SI				0	10	0	
	Descarga/carga de buque	M_01 Tolvas y mangas telescópicas					SI		0	5	0	
		M_02 Tolvas ecológicas					SI		0	5	0	
		M_03 Tolvas con sistema flex-flap					SI		0	5	0	
		M_10 Uso de Big-Bags herméticos					SI		0	5	0	
		BP_02 Mejora hermeticidad cucharas			SI	1			10	10	100	
		BP_03 Limitación altura descarga cuchara			SI	1			10	10	100	
		BP_04 Cierre escotillas de las bodegas inactivas			SI	1			10	5	50	
		BP_05 Minimizar recorrido cuchara			SI				0	5	0	
		BP_07 Limitar altura carga camiones y tolvas			SI	1			10	10	100	
		BP_08 Limitar carga cucharas			SI	1			10	5	50	
		BP_13 Limpieza superficie muelles y viales			SI	1			10	10	100	
		BP_14 Riego superficies muelles y viales			SI	0			0	5	0	
		Transporte horizontal	M_09 Carenado cintas					SI	0	0	5	0
			M_11 Cobertura caja camiones con lonas					SI		0	5	0
	BP_11 Limitación velocidad circulación camiones				SI				0	5	0	
BP_12 Ordenación circulación camiones				SI				0	5	0		
BP_15 Localizar puntos para el vertido exceso carga				SI				0	5	0		

Almacenamiento	M_04.1 Sistema manual humidificación acopios				SI		0	5	0
	M-04.2 Sistema automático riego acopios				SI		0	5	0
	M_04.3 Aplicación agentes químicos				SI		0	5	0
	M_05 Cobertura con lonas acopios				SI		0	5	0
	M_06.1 Cerramiento contorno de acopios >2m				SI		0	10	0
	M_06.2 Cerramiento contorno de acopios <2m				SI		0	5	0
	M_12 Estanqueidad instalaciones contra la fauna				SI		0	5	0
Salida cliente	BP_06 Limitar altura camiones		SI			0	0	10	0
	M_07 Cazos de alto volteo				SI	0	0	5	0
	M_13 Lavadero de ruedas				SI	0	0	5	0
	M_14 Lavadero de tolvas de ferrocarril				SI	0	0	5	0
Sistemas de certificación de la calidad medioambiental según norma ISO 14001 o EMAS	M_17 Carga neumática hermética a camión				SI	0	0	10	0
	Elaboración de Planes Operativos Anuales				SI	0	0	5	0
TOTAL (-MC)									600
TOTAL (RP+RU+RO)									7801
TOTAL RIESGO ((RP+RU+RO) - MC)									7201
TOTAL RIESGO ((RP+RU+RO) - MC)/100									72

CÁLCULO DE RIESGO

GRANEL: Harina de Soja (mecanizado)

	FACTOR	UNIDADES	COMPARATIVA ENTRE GRANELES						ENTRE		
			X	1	X'	10	X''		100	FACTORES	
RIESGO PRDUTO (RP)	Densidad	- Kg/m ³	>2000		1001-2000		100-1000	1	100	1	100
	Humedad	- %	>10		5 - 10		<5	1	100	5	500
	Pulverulencia	- D ₅₀ (mm)	>1		<1 y >0,06	1	<0,06		10	10	100
	Factor de emisión	- Kg/Tm	<0,01		0,01-0,05		>0,05	1	100	10	1000
	Límites de exposición	- mg/m ³ (DENEL)	>1000	1	10 - 1000		<10		1	5	5
	Corrosividad	- Cualitativo	BAJA	1	MEDIA		ALTA		1	10	10
	Capacidad alergénica	- Según clasificación	NO		SI	1			10	10	100
	Reactividad con el agua	- Cualitativo	BAJA		ALTA	1			10	5	50
	Solubilidad agua de mar	- Cualitativo	BAJA		ALTA	1			10	1	10
	Malos olores	- Cualitativo	NO		SI	1			10	5	50
	Inflamabilidad	- Cualitativo	NO		SI	1			10	5	50
	Evaporación	- Cualitativo	BAJA	1	ALTA				1	1	1
Pureza producto	- Cualitativo	ALTA		BAJA				0	5	0	
TOTAL (RP)										1976	
RIESGO UBICACIÓN (RU)	Intensidad viento	a) Velocidad media horaria (Km/h)	<15	1	15 - 40		>40		1	10	10
		b) Racha máxima (Km/h)	<30		30-80		>80	1	100	10	1000
	Dirección viento predominante	a) Verano	Indiferente	1			Desfavorable	0	1	5	5
		b) Invierno	Indiferente	1			Desfavorable	0	1	5	5
		d) Persistencia dirección (%)	<4		4 a 10	1	>10		10	5	50
	Capacidad dispersión PM10	- Distancia ≥ 50 µg/m ³ (m)	<500		500-1000		>1000	1	100	10	1000
	Intensidad impacto entorno	- Cualitativo	COMPATIBLE	1	MODERADO		ALTO		1	5	5
	Muelle operación	a) Muelle Cataluña			MEDIO				0	10	0
		b) Muelle Navarra			MEDIO				0	10	0
		c) Muelle Aragón Norte					ALTO		0	10	0
		d) Muelle Aragón Sur			MEDIO				0	10	0
e) Muelle Lérida						ALTO		0	10	0	
f) Muelle Reus Sur						ALTO		0	10	0	
g) Muelle Rioja				MEDIO				0	10	0	
h) Muelle Castilla Sur				MEDIO	1			10	10	100	
i) Muelle Castilla Oeste			BAJO					0	10	0	
Incompatibilidad otros graneles	- Distancia (m)	>1000		200-1000		<200	1	100	10	1000	
TOTAL (RU)										3175	

RIESGO OPERACIÓN (RO)	Descarga/cargade buque	a) Grúa móvil-cuchara				ALTO	1	100	10	1000		
		b) Tolva				ALTO	1	100	5	500		
		c) Cinta móvil			MEDIO				0	10	0	
		d) Descargador neumático	BAJO	0					0	1	0	
		e) Descargador continuo mecánico	BAJO						0	1	0	
		f) Big-bags	BAJO						0	5	0	
	Transporte horizontal	a) Pala-camión					ALTO	0	0	10	0	
		b) Cinta transportadora			MEDIO	1			10	10	100	
		c) Remonte acopios			MEDIO				0	10	0	
	Almacenamiento	a) Parque graneles					ALTO		0	10	0	
		b) Almacén			MEDIO	1			10	5	50	
		c) Silo	BAJO						0	1	0	
	Manipulación	a) Cribado					ALTO		0	10	0	
		b) Ensacado			MEDIO				0	10	0	
	Salida al cliente	a) Camión			MEDIO	1			10	10	100	
		b) Camión cisterna	BAJO						0	5		
c) Ferrocarril				MEDIO				0	10	0		
d) Buque						ALTO		0	10	0		
TOTAL (RO)										1750		
MEDIDAS DE CORRECCIÓN	Genéricas	M_08 Barreras cortavientos				SI		0	5	0		
		M_15 Incremento capacidad operativa maquinaria				SI		0	5	0		
		M_16 Recogida y tratamiento aguas escorrentia					SI		0	5	0	
		BP_01 Limpieza y mantenimiento maquinaria			SI	1			10	10	100	
		BP_09 Previsión condiciones meteorológicas			SI				0	10	0	
	Descarga/carga de buque	M_01 Tolvas y mangas telescópicas					SI		0	5	0	
		M_02 Tolvas ecológicas					SI	1	100	5	500	
		M_03 Tolvas con sistema flex-flap					SI		0	5	0	
		M_10 Uso de Big-Bags herméticos					SI		0	5	0	
		BP_02 Mejora hermeticidad cucharas			SI	1			10	10	100	
		BP_03 Limitación altura descarga cuchara			SI	1			10	10	100	
		BP_04 Cierre escotillas de las bodegas inactivas			SI	1			10	5	50	
		BP_05 Minimizar recorrido cuchara			SI				0	5	0	
		BP_07 Limitar altura carga camiones y tolvas			SI	1			10	10	100	
		BP_08 Limitar carga cucharas			SI	1			10	5	50	
		BP_13 Limpieza superficie muelles y viales			SI	1			10	10	100	
		BP_14 Riego superficies muelles y viales			SI	0			0	5	0	
		Transporte horizontal	M_09 Carenado cintas					SI	1	100	5	500
			M_11 Cobertura caja camiones con lonas					SI		0	5	0
	BP_11 Limitación velocidad circulación camiones				SI				0	5	0	
BP_12 Ordenación circulación camiones				SI				0	5	0		
BP_15 Localizar puntos para el vertido exceso carga				SI				0	5	0		

Almacenamiento	M_04.1 Sistema manual humidificación acopios				SI		0	5	0
	M-04.2 Sistema automático riego acopios				SI		0	5	0
	M_04.3 Aplicación agentes químicos				SI		0	5	0
	M_05 Cobertura con lonas acopios				SI		0	5	0
	M_06.1 Cerramiento contorno de acopios >2m				SI		0	10	0
	M_06.2 Cerramiento contorno de acopios <2m				SI		0	5	0
	M_12 Estanqueidad instalaciones contra la fauna				SI		0	5	0
Salida cliente	BP_06 Limitar altura camiones		SI			0	10	0	0
	M_07 Cazos de alto volteo				SI	0	0	5	0
	M_13 Lavadero de ruedas				SI	0	0	5	0
	M_14 Lavadero de tolvas de ferrocarril				SI	0	0	5	0
Sistemas de certificación de la calidad medioambiental según norma ISO 14001 o EMAS	M_17 Carga neumática hermética a camión				SI	0	0	10	0
	Elaboración de Planes Operativos Anuales				SI	1	100	5	500
TOTAL (-MC)									2100
TOTAL (RP+RU+RO)									6901
TOTAL RIESGO ((RP+RU+RO) - MC)									4801
TOTAL RIESGO ((RP+RU+RO) - MC)/100									48

CÁLCULO DE RIESGO

GRANEL: Fosfato

	FACTOR	UNIDADES	COMPARATIVA ENTRE GRANELES						ENTRE		
			X	1	X'	10	X''	100	FACTORES		
RIESGO PRODUCTO (RP)	Densidad	- Kg/m ³	>2000		1001-2000	1	100-1000		10	1	10
	Humedad	- %	>10	1	5 - 10		<5		1	5	5
	Pulverulencia	- D ₅₀ (mm)	>1		<1 y >0,06	1	<0,06		10	10	100
	Factor de emisión	Kg/Tm	<0,01		0,01-0,05		>0,05	1	100	10	1000
	Límites de exposición	- mg/m ³ (DENEL)	>1000		10 - 1000		<10	1	100	5	500
	Corrosividad	- Cualitativo	BAJA		MEDIA	1	ALTA		10	10	100
	Capacidad alergénica	- Según clasificación	NO	1	SI				1	10	10
	Reactividad con el agua	- Cualitativo	BAJA	1	ALTA				1	5	5
	Solubilidad agua de mar	- Cualitativo	BAJA	1	ALTA				1	1	1
	Malos olores	- Cualitativo	NO	1	SI				1	5	5
	Inflamabilidad	- Cualitativo	NO		SI	1			10	5	50
	Evaporación	- Cualitativo	BAJA	1	ALTA				1	1	1
Pureza producto	- Cualitativo	ALTA		BAJA				0	5	0	
TOTAL (RP)										1787	
RIESGO UBICACIÓN (RU)	Intensidad viento	a) Velocidad media horaria (Km/h)	<15	1	15 - 40		>40		1	10	10
		b) Racha máxima (Km/h)	<30		30-80		>80	1	100	10	1000
	Dirección viento predominante	a) Verano	Indiferente	1			Desfavorable	0	1	5	5
		b) Invierno	Indiferente	1			Desfavorable	0	1	5	5
		c) Persistencia dirección (%)	<4		4 a 10	1	>10		10	5	50
	Capacidad dispersión PM10	- Distancia ≥ 50 µg/m ³ (m)	<500		500-1000		>1000	1	100	10	1000
	Intensidad impacto entorno	- Cualitativo	COMPATIBLE		MODERADO		ALTO	1	100	5	500
	Muelle operación	a) Muelle Cataluña			MEDIO				0	10	0
		b) Muelle Navarra			MEDIO				0	10	0
		c) Muelle Aragón Norte					ALTO		0	10	0
		d) Muelle Aragón Sur			MEDIO	1			10	10	100
		e) Muelle Lérida					ALTO		0	10	0
		f) Muelle Reus Sur					ALTO		0	10	0
g) Muelle Rioja				MEDIO				0	10	0	
h) Muelle Castilla Sur				MEDIO				0	10	0	
i) Muelle Castilla Oeste		BAJO						0	10	0	
Incompatibilidad otros graneles	- Distancia (m)	>1000	0	200-1000	1	<200	0	10	10	100	
TOTAL (RU)										2770	

RIESGO OPERACIÓN (RO)	Descarga/cargade buque	a) Grúa móvil-cuchara				ALTO	1	100	10	1000	
		b) Tolva				ALTO	0	0	5	0	
		c) Cinta móvil			MEDIO			0	10	0	
		d) Descargador neumático	BAJO					0	1	0	
		e) Descargador continuo mecánico	BAJO					0	1	0	
		f) Big-bags	BAJO					0	5	0	
	Transporte horizontal	a) Pala-camión					ALTO	0	0	10	0
		b) Cinta transportadora			MEDIO	0			0	10	0
		c) Remonte acopios			MEDIO	1			10	10	100
	Almacenamiento	a) Parque graneles					ALTO	1	100	10	1000
		b) Almacén			MEDIO	0			0	5	0
		c) Silo	BAJO						0	1	0
	Manipulación	a) Cribado					ALTO		0	10	0
		b) Ensacado			MEDIO				0	10	0
	Salida al cliente	a) Camión			MEDIO	0			0	10	0
		b) Camión cisterna	BAJO						0	5	
		c) Ferrocarril			MEDIO	1			10	10	100
		d) Buque					ALTO		0	10	0
	TOTAL (RO)										2200
	MEDIDAS DE CORRECCIÓN	Genéricas	M_08 Barreras cortavientos				SI		0	5	0
M_15 Incremento capacidad operativa maquinaria						SI		0	5	0	
M_16 Recogida y tratamiento aguas escorrentía							SI		0	5	0
BP_01 Limpieza y mantenimiento maquinaria					SI	1			10	10	100
BP_09 Previsión condiciones meteorológicas					SI				0	10	0
Descarga/carga de buque		M_01 Tolvas y mangas telescópicas					SI		0	5	0
		M_02 Tolvas ecológicas					SI		0	5	0
		M_03 Tolvas con sistema flex-flap					SI	0	0	5	0
		M_10 Uso de Big-Bags herméticos					SI		0	5	0
		BP_02 Mejora hermeticidad cucharas			SI	1			10	10	100
		BP_03 Limitación altura descarga cuchara			SI	1			10	10	100
		BP_04 Cierre escotillas de las bodegas inactivas			SI				0	5	0
		BP_05 Minimizar recorrido cuchara			SI	1			10	5	50
		BP_07 Limitar altura carga camiones y tolvas			SI	1			10	10	100
		BP_08 Limitar carga cucharas			SI	1			10	5	50
		BP_13 Limpieza superficie muelles y viales			SI	1			10	10	100
		BP_14 Riego superficies muelles y viales			SI	0			0	5	0
		Transporte horizontal	M_09 Carenado cintas					SI		0	5
M_11 Cobertura caja camiones con lonas							SI		0	5	0
BP_11 Limitación velocidad circulación camiones					SI				0	5	0
BP_12 Ordenación circulación camiones				SI				0	5	0	
BP_15 Localizar puntos para el vertido exceso carga				SI				0	5	0	

Almacenamiento	M_04.1 Sistema manual humidificación acopios				SI	1	100	5	500	
	M-04.2 Sistema automático riego acopios				SI		0	5	0	
	M_04.3 Aplicación agentes químicos				SI		0	5	0	
	M_05 Cobertura con lonas acopios				SI		0	5	0	
	M_06.1 Cerramiento contorno de acopios >2m				SI	1	100	10	1000	
	M_06.2 Cerramiento contorno de acopios <2m				SI		0	5	0	
	M_12 Estanqueidad instalaciones contra la fauna				SI		0	5	0	
	BP_06 Limitar altura camiones		SI				0	10	0	
	Salida cliente	M_07 Cazos de alto volteo				SI	1	100	5	500
		M_13 Lavadero de ruedas				SI	0	0	5	0
M_14 Lavadero de tolvas de ferrocarril					SI	0	0	5	0	
M_17 Carga neumática hermética a camión					SI	0	0	10	0	
Sistemas de certificación de la calidad medioambiental según norma ISO 14001 o EMAS					SI	1	100	5	500	
Elaboración de Planes Operativos Anuales					SI	1	100	5	500	
TOTAL (-MC)									3600	
TOTAL (RP+RU+RO)									6757	
TOTAL RIESGO ((RP+RU+RO) - MC)									3157	
TOTAL RIESGO ((RP+RU+RO) - MC)/100									32	

CÁLCULO DE RIESGO

GRANEL: Clinker

	FACTOR	UNIDADES	COMPARATIVA ENTRE GRANELES						ENTRE		
			X	1	X'	10	X''	100	FACTORES		
RIESGO PRODUCTO (RP)	Densidad	- Kg/m ³	>2000		1001-2000	1	100-1000		10	1	10
	Humedad	- %	>10		5 - 10	1	<5		10	5	50
	Pulverulencia	- D ₅₀ (mm)	>1		<1 y >0,06		<0,06	1	100	10	1000
	Factor de emisión	Kg/Tm	<0,01		0,01-0,05		>0,05	1	100	10	1000
	Límites de exposición	- mg/m ³ (DENEL)	>1000	1	10 - 1000		<10		1	5	5
	Corrosividad	- Cualitativo	BAJA		MEDIA	1	ALTA		10	10	100
	Capacidad alergénica	- Según clasificación	NO		SI	1			10	10	100
	Reactividad con el agua	- Cualitativo	BAJA		ALTA	1			10	5	50
	Solubilidad agua de mar	- Cualitativo	BAJA		ALTA	1			10	1	10
	Malos olores	- Cualitativo	NO	1	SI				1	5	5
	Inflamabilidad	- Cualitativo	NO	1	SI				1	5	5
	Evaporación	- Cualitativo	BAJA	1	ALTA				1	1	1
Pureza producto	- Cualitativo	ALTA		BAJA				0	5	0	
TOTAL (RP)										2336	
RIESGO UBICACIÓN (RU)	Intensidad viento	a) Velocidad media horaria (Km/h)	<15	1	15 - 40		>40		1	10	10
		b) Racha máxima (Km/h)	<30		30-80		>80	1	100	10	1000
	Dirección viento predominante	a) Verano	Indiferente	0			Desfavorable	1	100	5	500
		b) Invierno	Indiferente	1			Desfavorable	0	1	5	5
		c) Persistencia dirección (%)	<4		4 a 10	1	>10		10	5	50
	Capacidad dispersión PM10	- Distancia ≥ 50 µg/m ³ (m)	<500	0	500-1000	1	>1000	0	10	10	100
	Intensidad impacto entorno	- Cualitativo	COMPATIBLE	0	MODERADO	0	ALTO	1	100	5	500
	Muelle operación	a) Muelle Cataluña			MEDIO				0	10	0
		b) Muelle Navarra			MEDIO				0	10	0
		c) Muelle Aragón Norte					ALTO		0	10	0
		d) Muelle Aragón Sur			MEDIO				0	10	0
		e) Muelle Lérida					ALTO		0	10	0
		f) Muelle Reus Sur					ALTO	1	100	10	1000
		g) Muelle Rioja			MEDIO				0	10	0
h) Muelle Castilla Sur				MEDIO				0	10	0	
i) Muelle Castilla Oeste			BAJO					0	10	0	
Incompatibilidad otros graneles	- Distancia (m)	>1000		200-1000	1	<200		10	10	100	
TOTAL (RU)										3265	

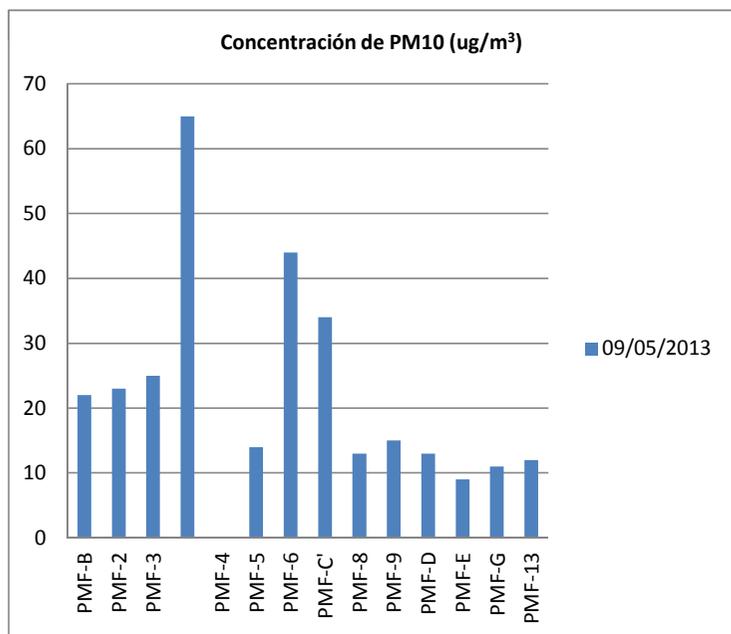
RIESGO OPERACIÓN (RO)	Descarga/cargade buque	a) Grúa móvil-cuchara					ALTO	0	0	10	0	
		b) Tolva					ALTO	0	0	5	0	
		c) Cinta móvil			MEDIO	0			0	10	0	
		d) Descargador neumático	BAJO	1					1	1	1	
		e) Descargador continuo mecánico	BAJO	1					1	1	1	
		g) Big-bags	BAJO						0	5	0	
	Transporte horizontal	a) Pala-camión						ALTO	0	0	10	0
		b) Cinta transportadora			MEDIO				0	10	0	
		c) Remonte acopios			MEDIO				0	10	0	
	Almacenamiento	a) Parque graneles						ALTO	0	10	0	
		b) Almacén			MEDIO	0			0	5	0	
		c) Silo	BAJO	1					1	1	1	
	Manipulación	a) Cribado						ALTO	0	10	0	
		b) Ensacado			MEDIO	0			0	10	0	
	Salida al cliente	a) Camión			MEDIO	0			0	10	0	
		b) Camión cisterna	BAJO	1					1	5	5	
c) Ferrocarril				MEDIO				0	10	0		
d) Buque							ALTO	0	10	0		
TOTAL (RO)											8	
MEDIDAS DE CORRECCIÓN	Genéricas	M_08 Barreras cortavientos					SI		0	5	0	
		M_15 Incremento capacidad operativa maquinaria					SI		0	5	0	
		M_16 Recogida y tratamiento aguas escorrentia					SI		0	5	0	
		BP_01 Limpieza y mantenimiento maquinaria			SI	1			10	10	100	
		BP_09 Previsión condiciones meteorológicas			SI				0	10	0	
	Descarga/carga de buque	M_01 Tolvas y mangas telescópicas						SI	1	100	5	500
		M_02 Tolvas ecológicas						SI	1	100	5	500
		M_03 Tolvas con sistema flex-flap						SI	0	0	5	0
		M_10 Uso de Big-Bags herméticos						SI		0	10	0
		BP_02 Mejora hermeticidad cucharas			SI	0			0	10	0	
		BP_03 Limitación altura descarga cuchara			SI	0			0	10	0	
		BP_04 Cierre escotillas de las bodegas inactivas			SI	0			0	5	0	
		BP_05 Minimizar recorrido cuchara			SI	0			0	5	0	
		BP_07 Limitar altura carga camiones y tolvas			SI	0			0	10	0	
		BP_08 Limitar carga cucharas			SI	0			0	5	0	
		BP_13 Limpieza superficie muelles y viales			SI	1			10	10	100	
		BP_14 Riego superficies muelles y viales			SI	1			10	5	50	
		Transporte horizontal	M_09 Carenado cintas						SI	0	0	5
	M_11 Cobertura caja camiones con lonas							SI	0	0	5	0
	BP_11 Limitación velocidad circulación camiones				SI	0			0	5	0	
BP_12 Ordenación circulación camiones				SI	1			10	5	50		
BP_15 Localizar puntos para el vertido exceso carga				SI	0			0	5	0		

Almacenamiento	M_04.1 Sistema manual humidificación acopios					SI	0	0	5	0
	M-04.2 Sistema automático riego acopios					SI	0	0	5	0
	M_04.3 Aplicación agentes químicos					SI	0	0	5	0
	M_05 Cobertura con lonas acopios					SI	0	0	5	0
	M_06.1 Cerramiento contorno de acopios >2m					SI	0	0	5	0
	M_06.2 Cerramiento contorno de acopios <2m					SI	0	0	10	0
	M_12 Estanqueidad instalaciones contra la fauna					SI	1	100	5	500
	BP_06 Limitar altura camiones		SI	0				0	10	0
Salida cliente	M_07 Cazos de alto volteo					SI	0	0	5	0
	M_13 Lavadero de ruedas					SI	0	0	5	0
	M_14 Lavadero de tolvas de ferrocarril					SI	0	0	5	0
	M_17 Carga neumática hermética a camión					SI	1	100	10	1000
Sistemas de certificación de la calidad medioambiental según norma ISO 14001 o EMAS						SI	1	100	5	500
Elaboración de Planes Operativos Anuales						SI	1	100	5	500
TOTAL (-MC)										3800
TOTAL (RP+RU+RO)										5609
TOTAL RIESGO ((RP+RU+RO) - MC)										1809
TOTAL RIESGO ((RP+RU+RO) - MC)/100										18

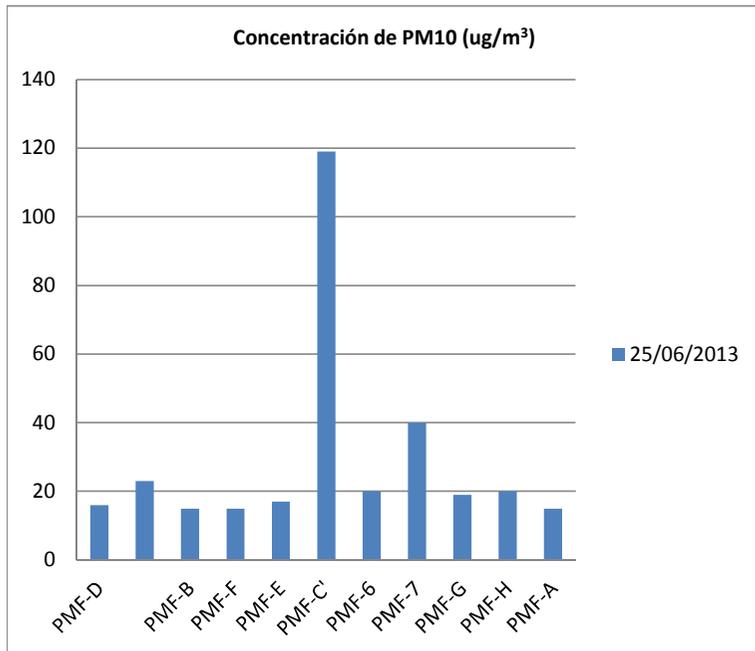


Anejo 2. Medidas PM₁₀

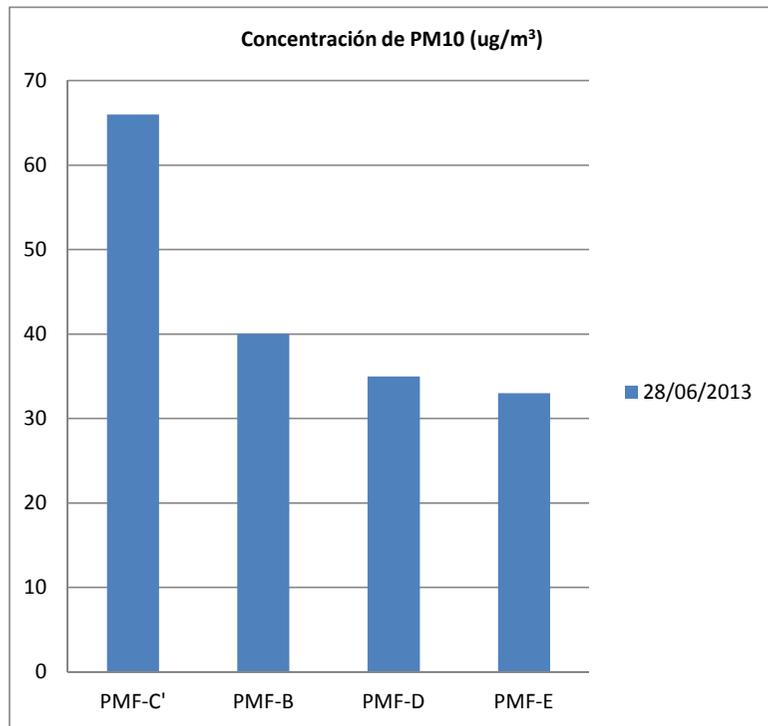
ug/m3	09/05/2013		Observaciones
	Promedio	MAX	
PMF-B	22	26	viento Este. Al lado carga de chatarra y acopio de azufre con pala cargadora. Se realiza limpieza de retroexcavadora al lado. Descarga Palmiste
PMF-2	23	48	Están realizando recogida de material vertido mediante pala recogedora/barreadora
PMF-3	25	48	
	65	112	Descarga palmiste
PMF-4	-	-	
PMF-5	14	16	
PMF-6	44	76	carga de trigo a barco, procedente de almacén SITASA
PMF-C'	34	36	
PMF-8	13	18	
PMF-9	15	20	
PMF-D	13	13	
PMF-E	9	10	
PMF-G	11	13	
PMF-13	12	14	



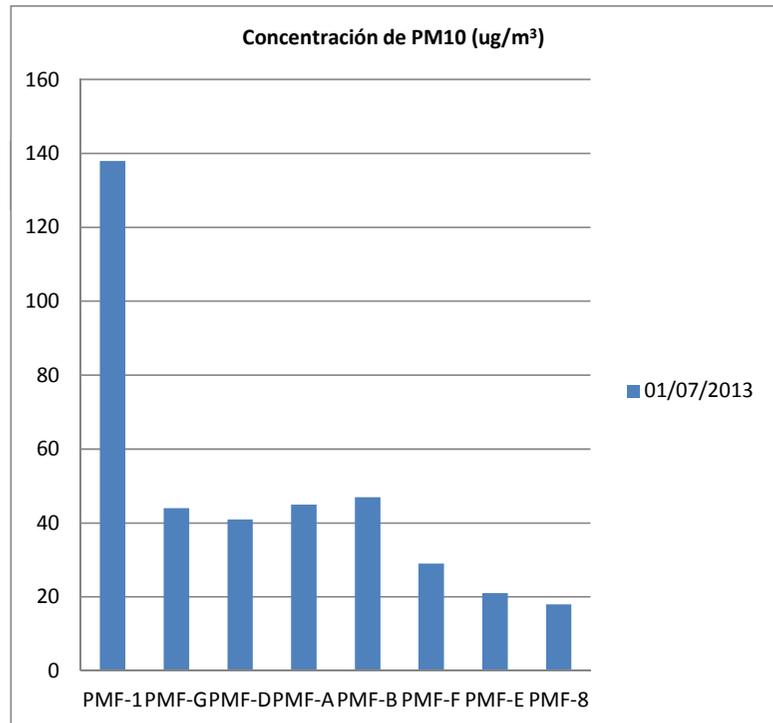
	25/06/2013		Observaciones
	Promedio	MAX	
ug/m3			
PMF-D	16	17	viento Este.
	23	27	se repite medida por la tarde, aparentemente cambia situación meteorológica y hay más actividad
PMF-B	15	16	Entre acopios de chatarra. No hay movimientos, descarga de carbón, no hay transporte con camiones
PMF-F	15	17	Yate TOPAZ George/town
PMF-E	17	17	Barco de salvamento
PMF-C'	119	272	Descarga de granel barco BOTINA por SITASA a tolva mediante cuchara, directo a tolva y conductos, no camiones. Pico de 500 ug/m3!!! Viento E- SE. Mquinaria asociada: 1 grúa, 1 tolva, a 50 m de la descarga. La cuchara no llega dentro de la tolva
PMF-6	20	21	
PMF-7	40	87	Al lado de la descarga Ership. Pico de 280 ug/m3. frecuencia baja de camiones 1 durante la medida. No barredora
PMF-G	19	23	Lado del CAV. A pocos metros instalaciones Ership, vineto no a favor
PMF-H	20	26	
PMF-A	15	16	Dique. Operativa al lado de Euroports



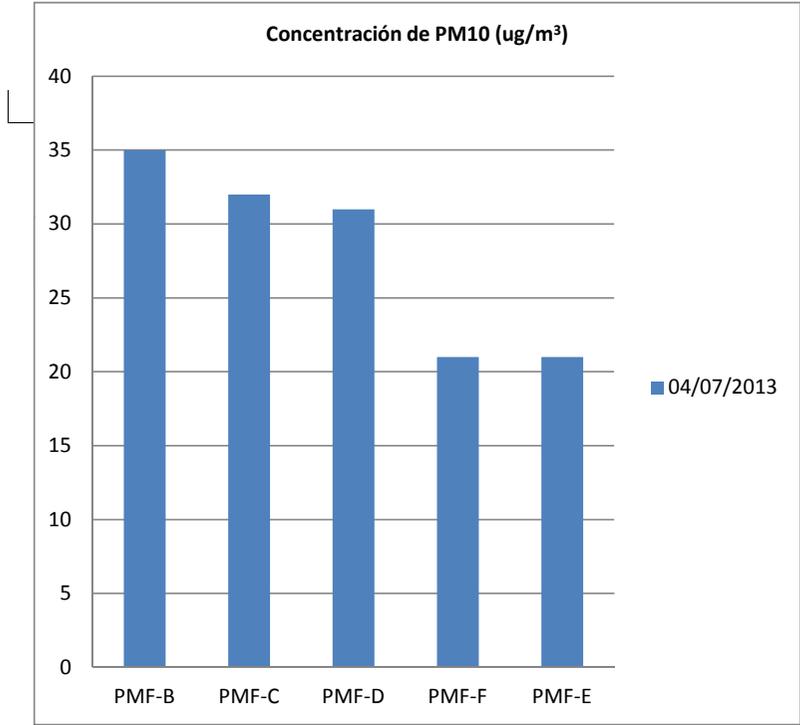
ug/m3	28/06/2013		Observaciones
	Promedio	MAX	
			pico de 450 ug/m3. Descarga de centeno por SITASA de vbarco a camión tolva doble. Durante la descarga a camión se levanta mucho polvo. No se ve sistema de limpieza cerca.
PMF-C'	66	131	Cuchara a tolva levanta mucho polvo
PMF-B	40	42	entre acopios de chatarra
PMF-D	35	36	desde aquí se ve la descarga de SITASA, nube de polvo hacia el agua
PMF-E	33	34	



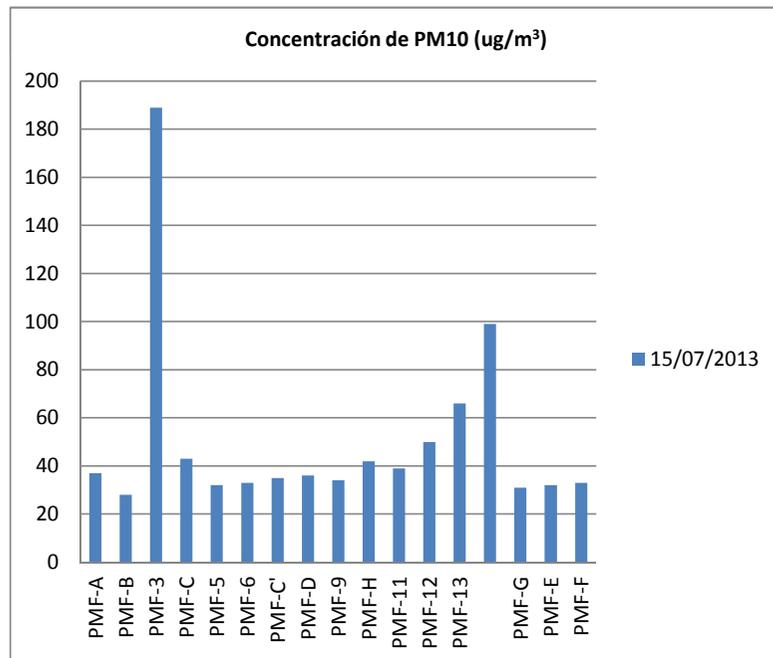
ug/m3	01/07/2013		Observaciones
	Promedio	MAX	
PMF-1	138	178	Descarga de cebada CODEMAR, pico de 485 ug/m3 sostenido a 200 hasta que cae Al lado del CAV. No se aprecia visualmente que llegue el polvo de la descarga aunque está cerca
PMF-G	44	45	
PMF-D	41	44	no hay descargas cerca
PMF-A	45	51	Máquina al coque de petroleo, limpiand con agua. Se ve salir un poco de polvo del carbón
PMF-B	47	52	entre chatarra, cerca carbón
PMF-F	29	30	
PMF-E	21	22	
PMF-8	18	19	Blanco. Camino de Ronda



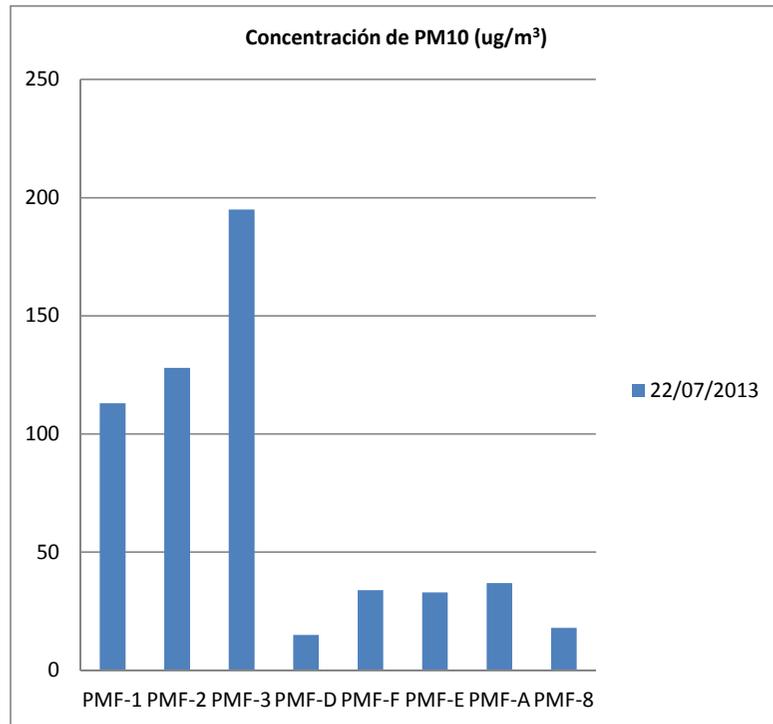
ug/m3	04/07/2013		Observaciones
	Promedio	MAX	
PMF-B	35	38	no hay operativas de carga/descarga
PMF-C	32	34	
PMF-D	31	34	
PMF-F	21	24	
PMF-E	21	23	



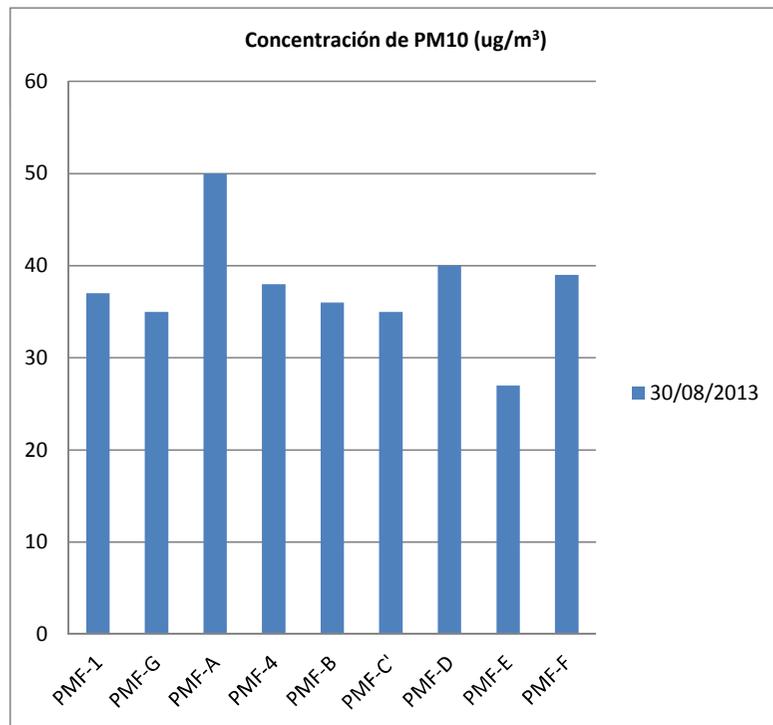
ug/m3	15/07/2013		Observaciones
	Promedio	MAX	
PMF-A	37	56	entrada y salida de carbón
PMF-B	28	30	
PMF-3	189	299	
PMF-C	43	35	
PMF-5	32	35	
PMF-6	33	33	
PMF-C'	35	37	
PMF-D	36	37	
PMF-9	34	35	
PMF-H	42	48	Mucho polvo en la descarga, también hay carga de camiones desde la tolva. Material blanco muy fino
PMF-11	39	40	Entre dos puntos de descarga
PMF-12	50	62	Punto de descarga a almacén
PMF-13	66	138	descarga a almacén
	99	199	descarga a almacén
PMF-G	31	32	sin descargas cercanas
PMF-E	32	34	
PMF-F	33	34	



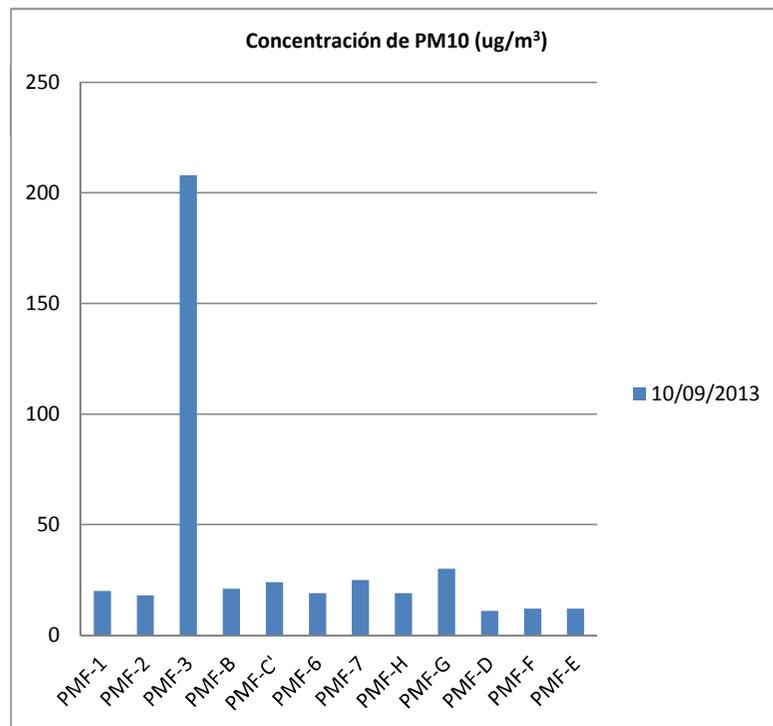
ug/m3	22/07/2013		Observaciones
	Promedio	MAX	
PMF-1	113	196	
PMF-2	128	202	
PMF-3	195	230	Punt on en entren camions a magatzem. Durant mesura no hi ha entrada i sortida però surt molta pols especialment
PMF-D	15	16	no hi ha càrregues ni descàrregues
PMF-F	34	34	
PMF-E	33	34	
PMF-A	37	37	no hi ha moviments al carbó
PMF-8	18	25	camí de ronda



ug/m3	30/08/2013		Observaciones
	Promedio	MAX	
PMF-1	37	111	càrrega d'alfals a vaixell més descàrrega d'Europ
PMF-G	35	125	descàrrega d'euroports. Blat de moro
PMF-A	50	100	moviment als aplecs de carbó
PMF-4	38	56	
PMF-B	36	50	
PMF-C'	35	47	
PMF-D	40	82	
PMF-E	27	68	
PMF-F	39	73	

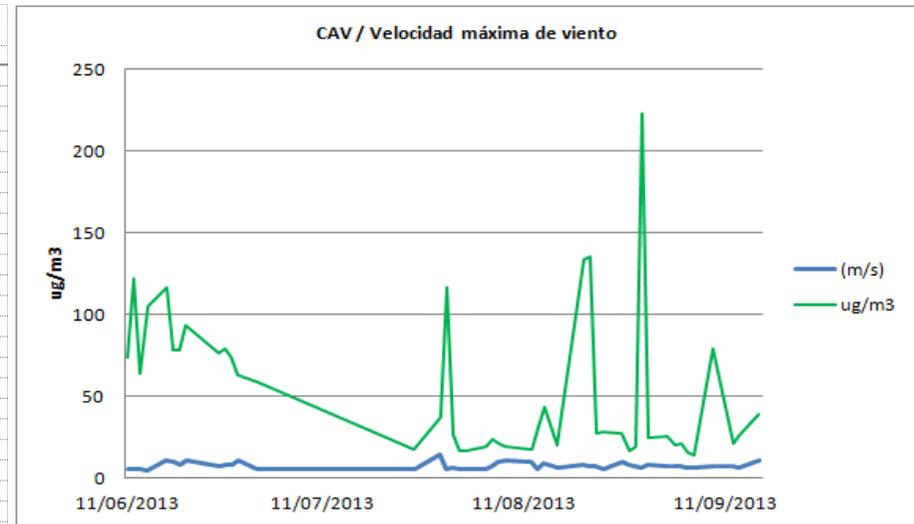


ug/m3	10/09/2013		Observaciones
	Promedio	MAX	
PMF-1	20	67	inici de ronda
PMF-2	18	23	costat coque petroli. Descàrregues
PMF-3	208	384	accés a terminal del carbó
PMF-B	21	28	descàrrega ferralla
PMF-C'	24	27	descàrrega pipes. SITASA
PMF-6	19	21	descàrrega de farina de colsa. Sitasa
PMF-7	25	27	
PMF-H	19	25	sulfat d'amoni
PMF-G	30	61	CAV
PMF-D	11	15	
PMF-F	12	12	
PMF-E	12	14	



Resultados medidas CAV

núm filtro	data	Concentracion PM10 ug/m3	TM (°C)	HRM (%)	PPT24h (mm)	VVX (m/s)	DVVX graus	PM (hPa)	RS24h (MJ/m ²)
1	11/06/2013	74	20,4	79	0	5,2	191	1017,2	29,9
2	12/06/2013	122	21,2	79	0	5,1	83	1019,8	30,8
3	13/06/2013	64	21,6	75	0	5,8	126	1018,3	28,1
4	14/06/2013	105	21,7	76	0,1	4,9	11,9	1017,7	29,7
5	17/06/2013	116	22,4	74	0	10,9	67	1009,4	24,7
6	18/06/2013	78	21,7	84	1,3	10,2	75	1008,8	10,7
7	19/06/2013	78	20,6	59	0	8	156	1013	28,6
8	20/06/2013	93	21,5	55	0	11,1	287	1016,5	28,2
9	25/06/2013	77	19,4	66	0	6,9	173	1022,8	31,6
10	26/06/2013	79	20,9	63	0	8	286	1023,1	30,9
11	27/06/2013	74	21,4	72	0	8	196	1022,1	29,3
12	28/06/2013	63	22,1	62	0	11	191	1022	28,1
13	01/07/2013	59	22,2	73	0	5,8	131	1017,7	30,6
31	25/07/2013	17	26,5	75	0	5,6	174	1015,8	28,8
32	29/07/2013	37	26,3	50	0	14,3	321	1019,4	30,4
33	30/07/2013	116	25	69	0	5,7	170	1022,6	29,4
34	31/07/2013	26	25,4	73	0	6,3	157	1018,6	29,3
35	01/08/2013	17	25,5	75	0	5,4	132	1016,3	28,7
36	02/08/2013	16	26	75	0	5,5	187	1016,5	25,7
37	05/08/2013	20	26	75	0	5	166	1016	24,1
38	06/08/2013	24	26,7	77	0	7,3	115	1012,8	25,1
39	07/08/2013	21	26,2	66	1,4	10,1	294	1009,4	12,7
40	08/08/2013	19	25	49	0,1	11,1	81	1016,3	29,1
41	12/08/2013	17	24,7	52	0	9,5	227	1020,5	28,8
42	13/08/2013	31	26,2	68	0	5,8	120	1016,4	25,5
43	14/08/2013	44	26,2	68	0	8,7	188	1017,3	26,6
44	16/08/2013	20	25,8	75	0,1	6,5	168	1017,6	23,9
45	20/08/2013	134	25,1	59	0	8,3	294	1020,4	19,3
46	21/08/2013	135	25,5	72	0	7,1	179	1018,5	24
47	22/08/2013	27	25	74	0	7	172	1015,5	17,6
48	23/08/2013	29	25,6	72	0	5,4	186	1015	24,4
49	26/08/2013	27	22,1	74	1,3	9,5	72	1011,8	11,7
50	27/08/2013	16	22,7	70	0	8,4	155	1014	24,7
51	28/08/2013	20	21,7	79	3,5	7,1	205	1016,4	10,1
52	29/08/2013	222	21,8	76	21,4	6,4	35	1018,5	18
53	30/08/2013	24	23,3	65	0,2	7,9	206	1018,8	16,6
54	02/09/2013	26	23,3	67	0	7,4	237	1021,8	15,5
55	03/09/2013	21	23,3	64	0	6,9	180	1022,7	24,3
56	04/09/2013	21	23,1	71	0	7,5	115	1020,6	23,9
57	05/09/2013	16	23,2	70	0	5,9	190	1015	23,9
58	06/09/2013	14	24	74	0	6,5	148	1012,7	20,8
59	09/09/2013	79	22	71	0	7	141	1022,4	23,1
60	12/09/2013	21	20	54	0	7,6	298	1020,3	23,2
61	13/09/2013	27	20,8	68	0	6,4	133	1022	22,7
62	16/09/2013	39	22,7	53	0	10,8	255	1011,9	22,4



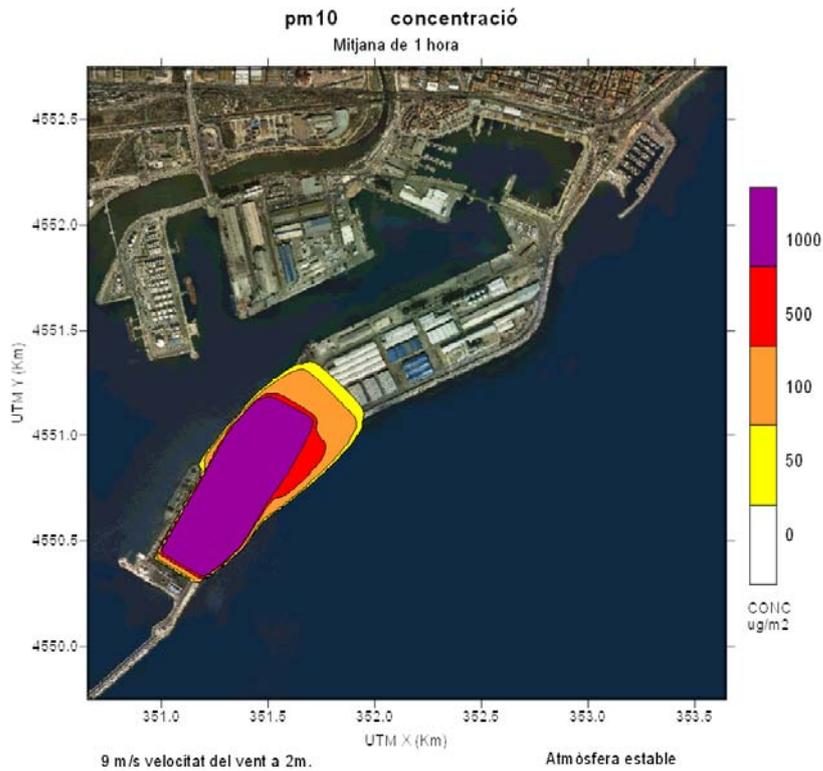
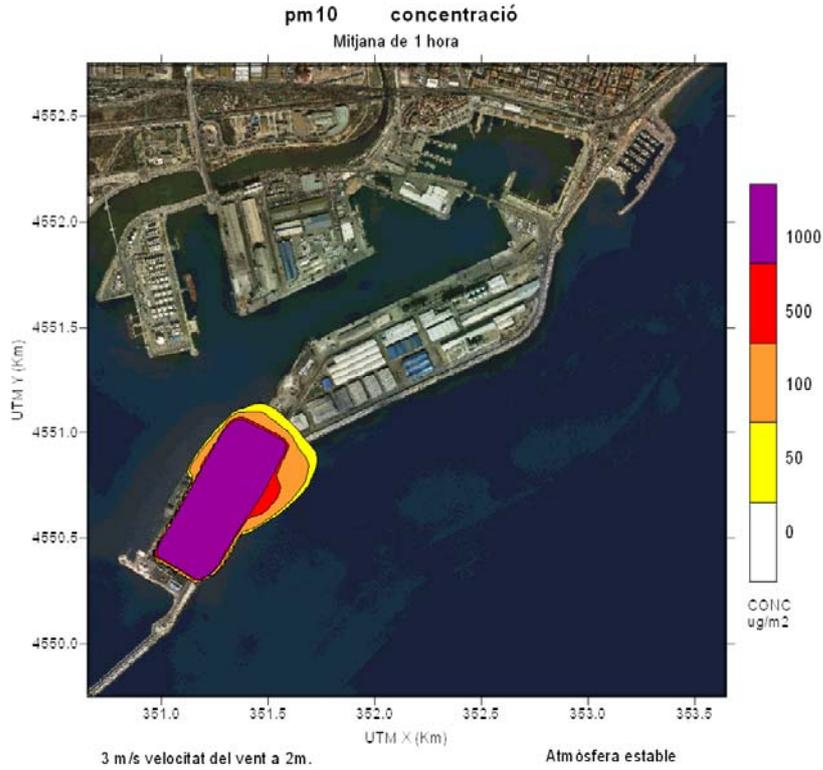


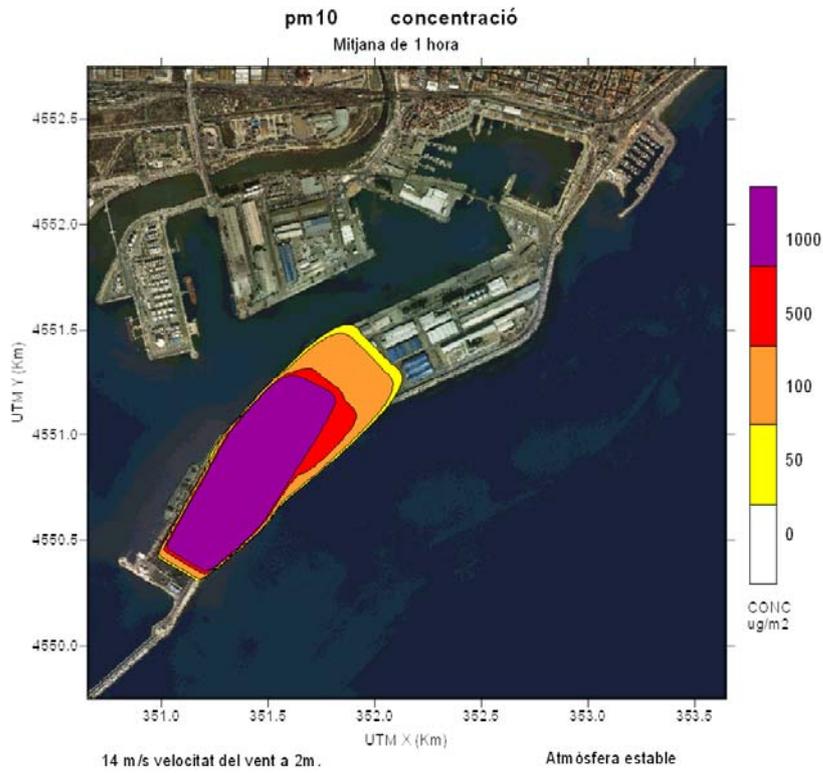
Anejo 3. Resultados de la modelación



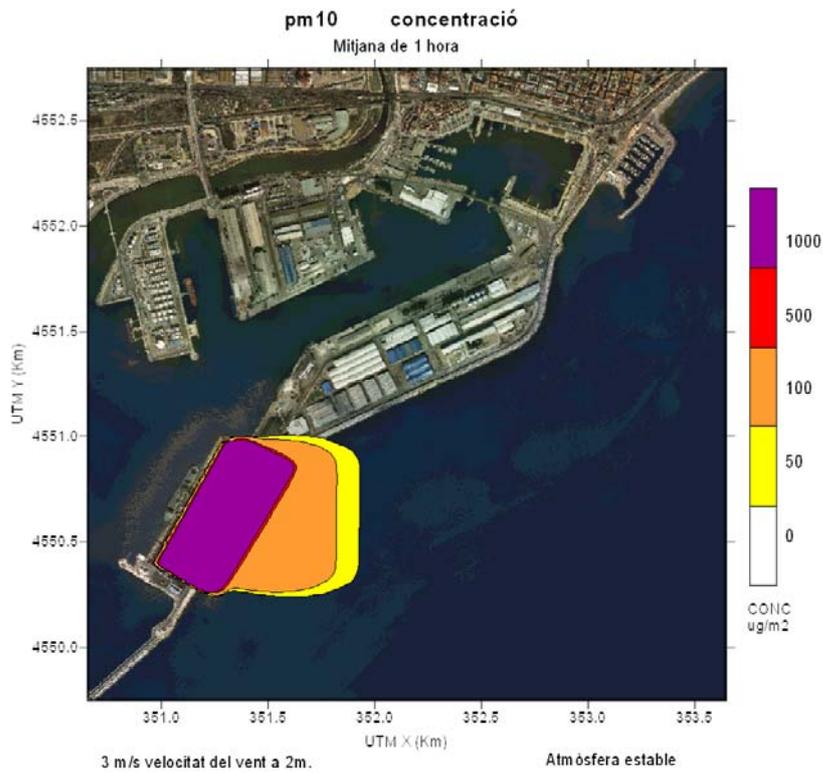
Muelle Catalunya

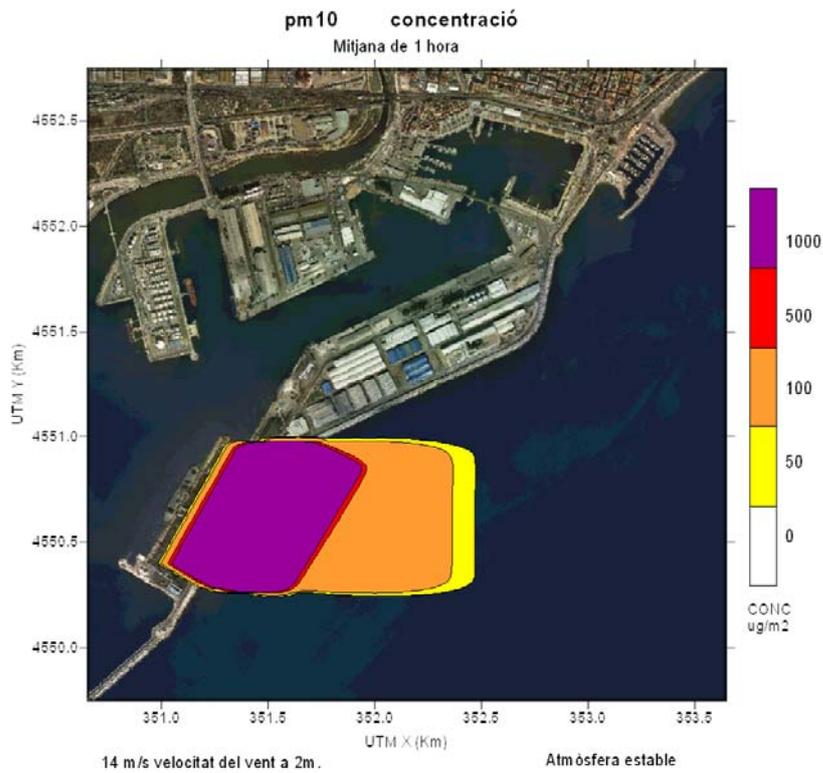
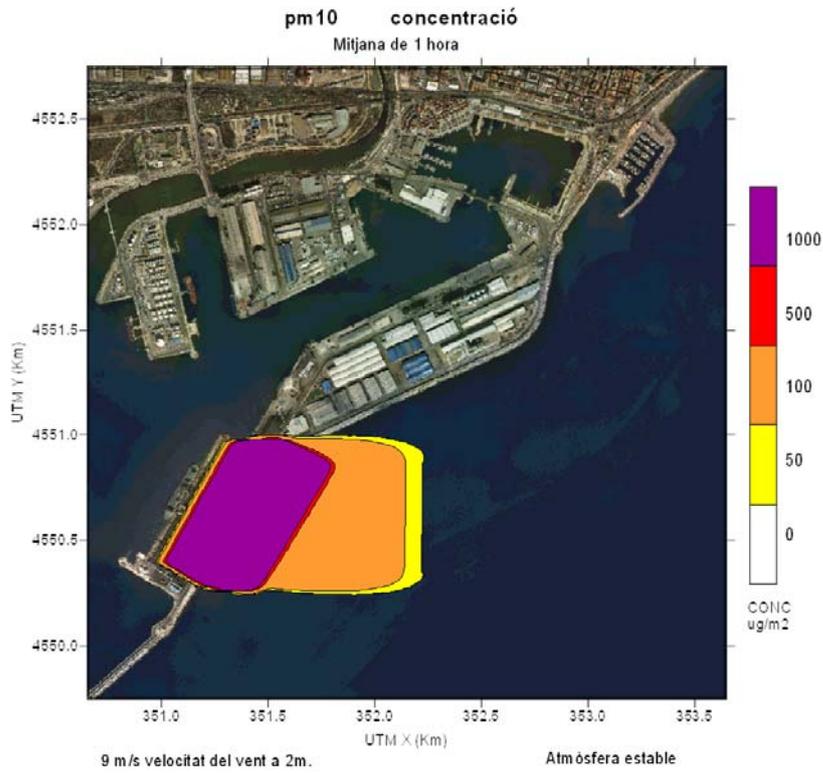
Dirección Sur Oeste





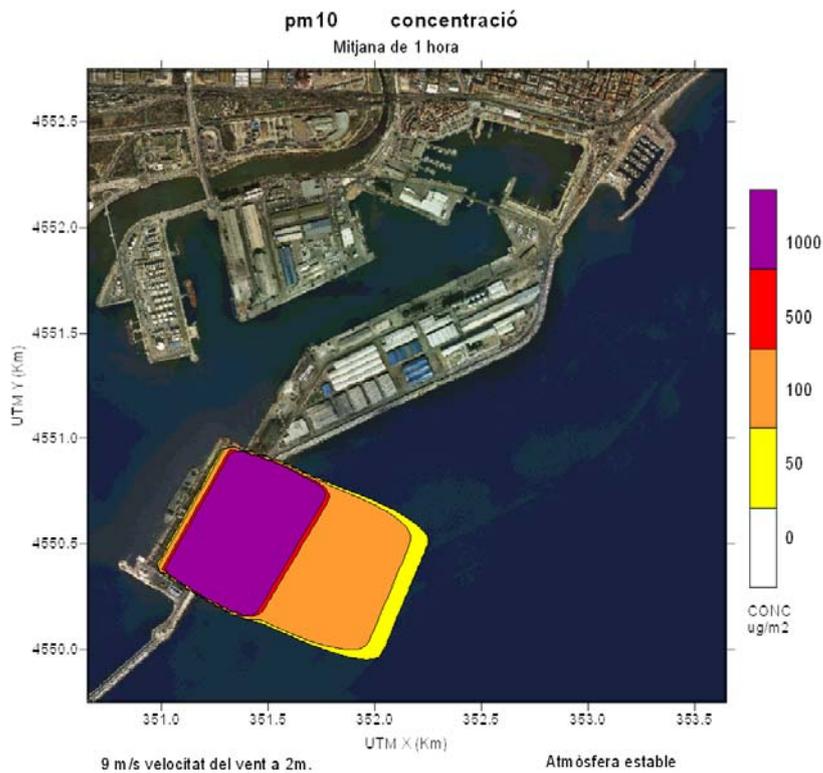
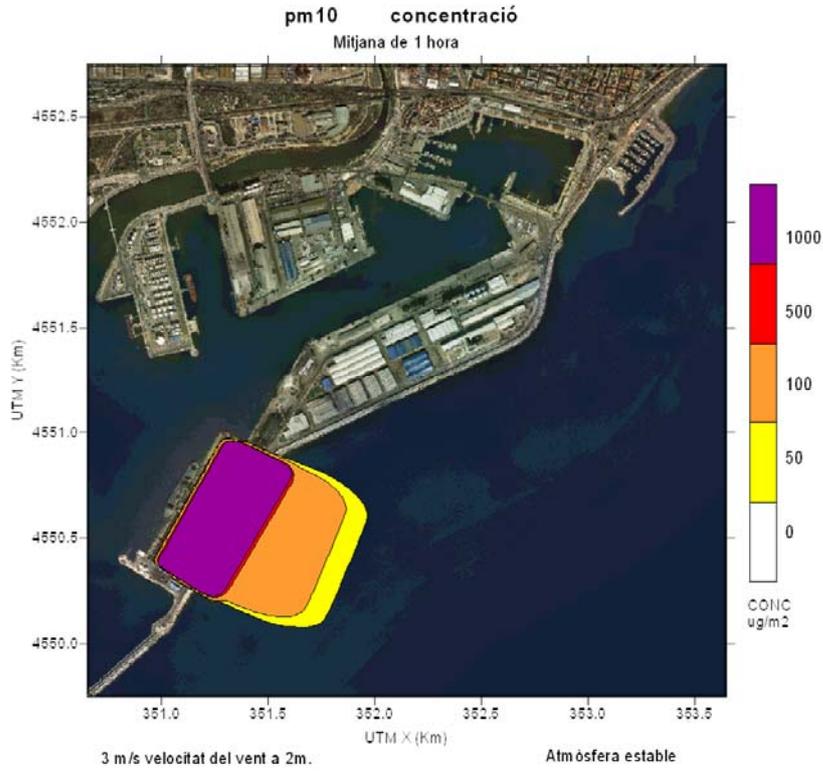
Dirección Oeste

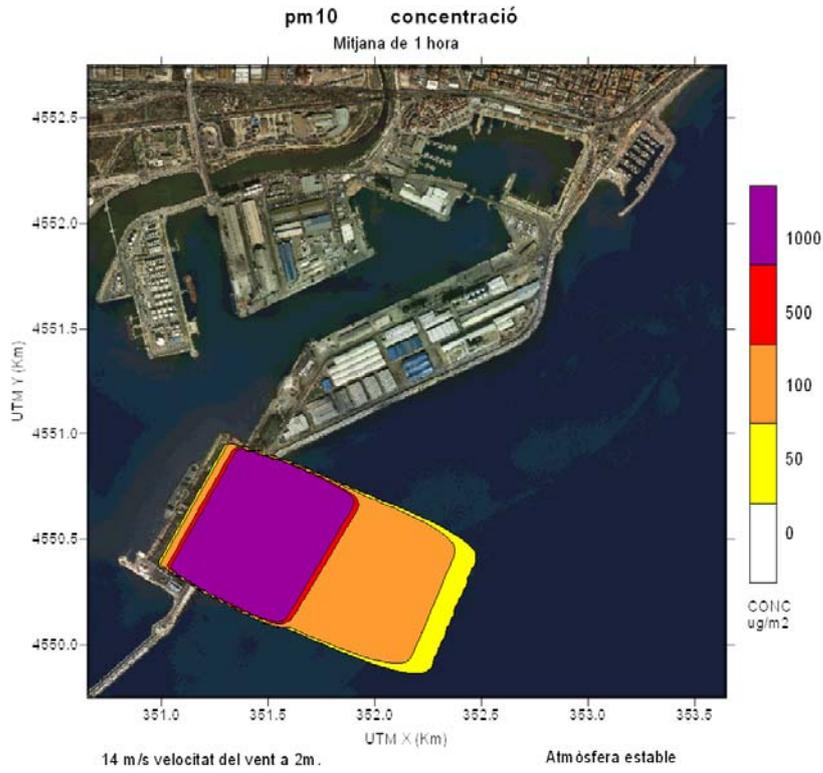






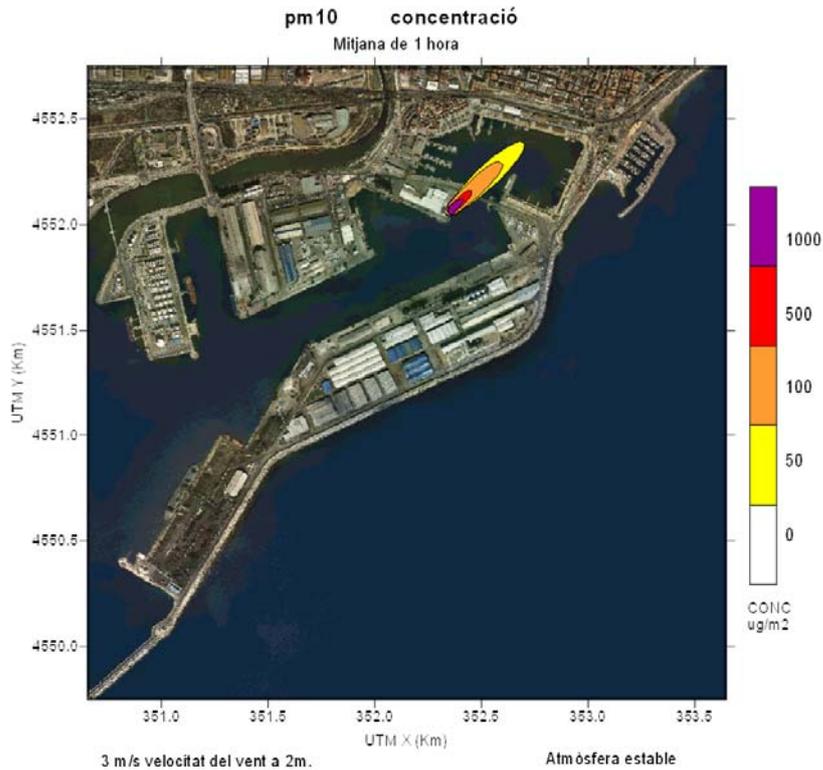
Dirección Oeste-Noroeste

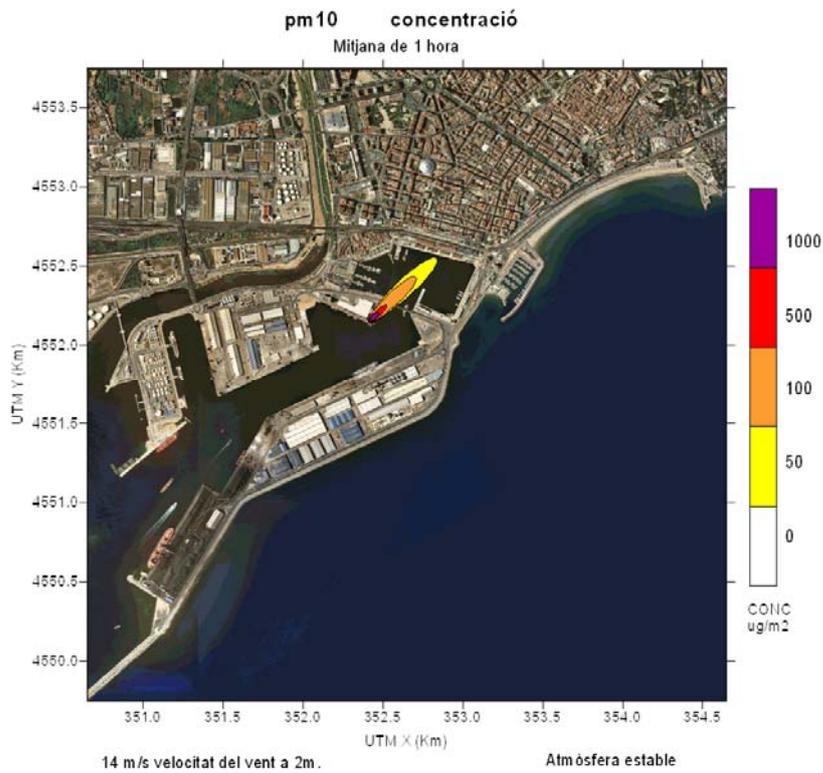
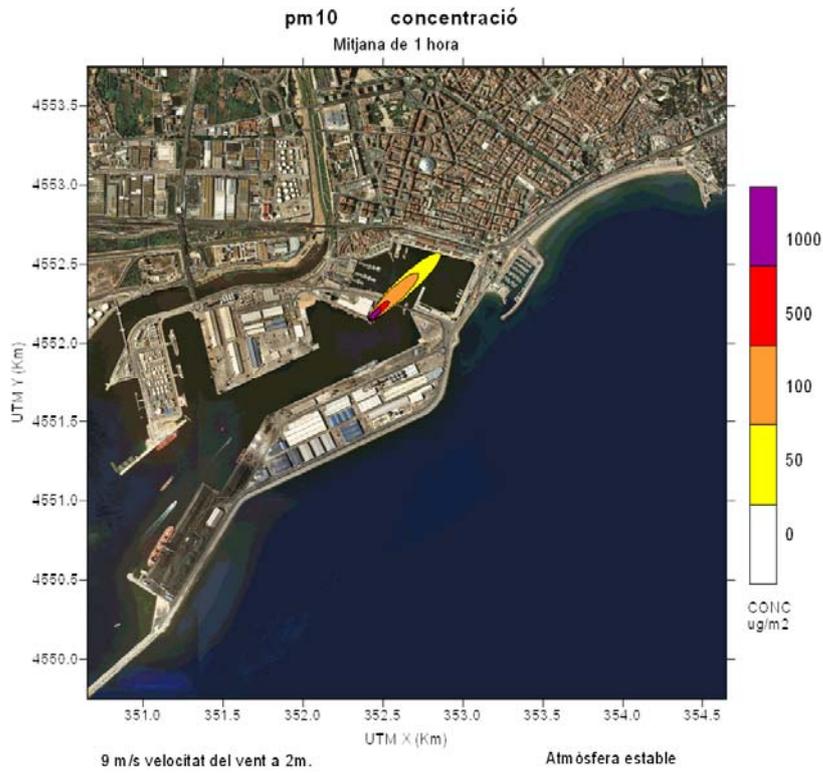




Muelle Reus

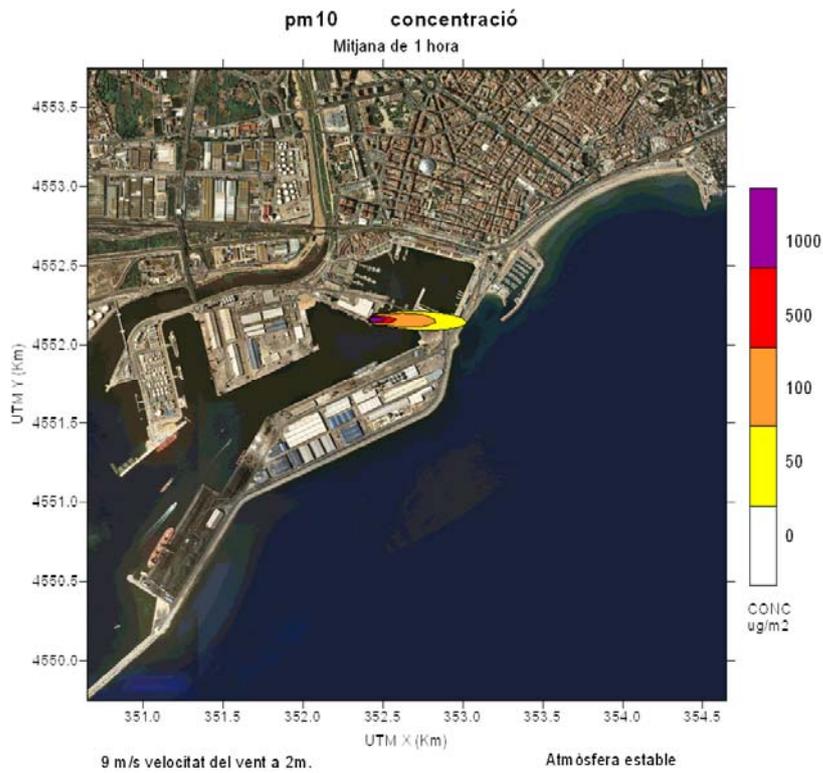
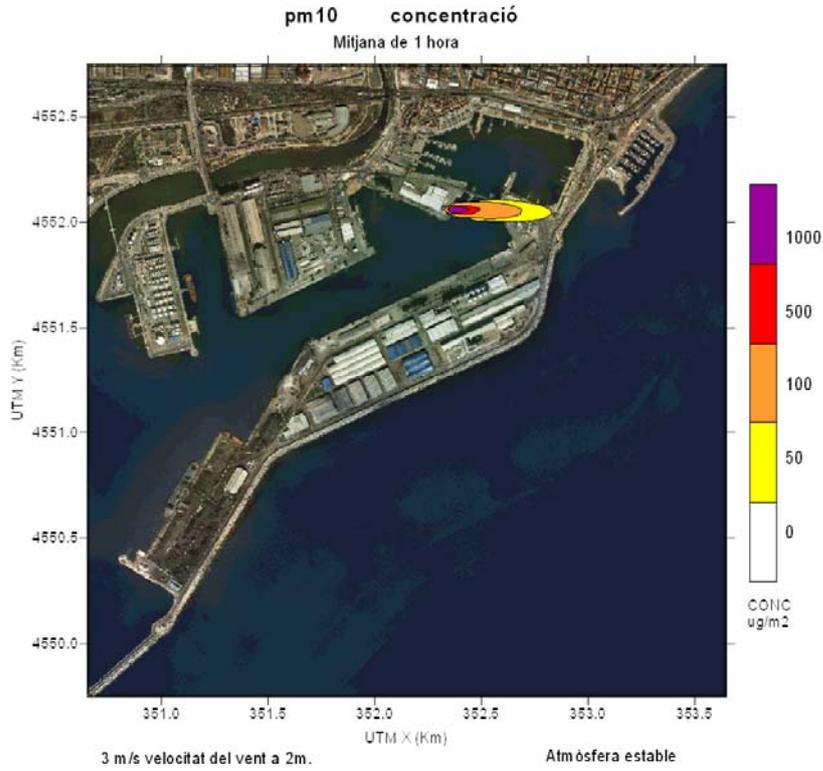
Dirección Sur Oeste

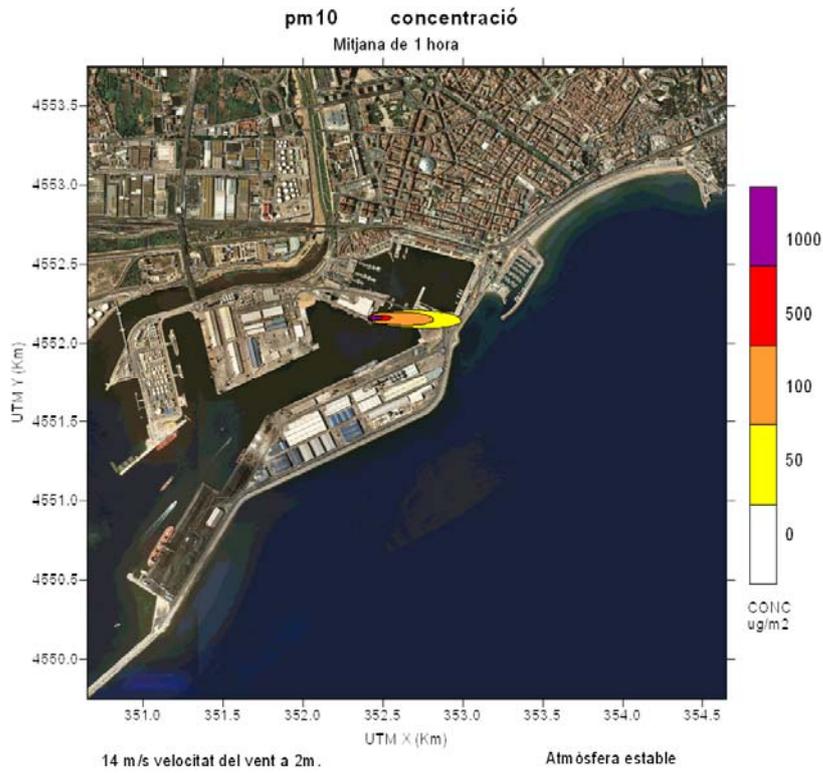




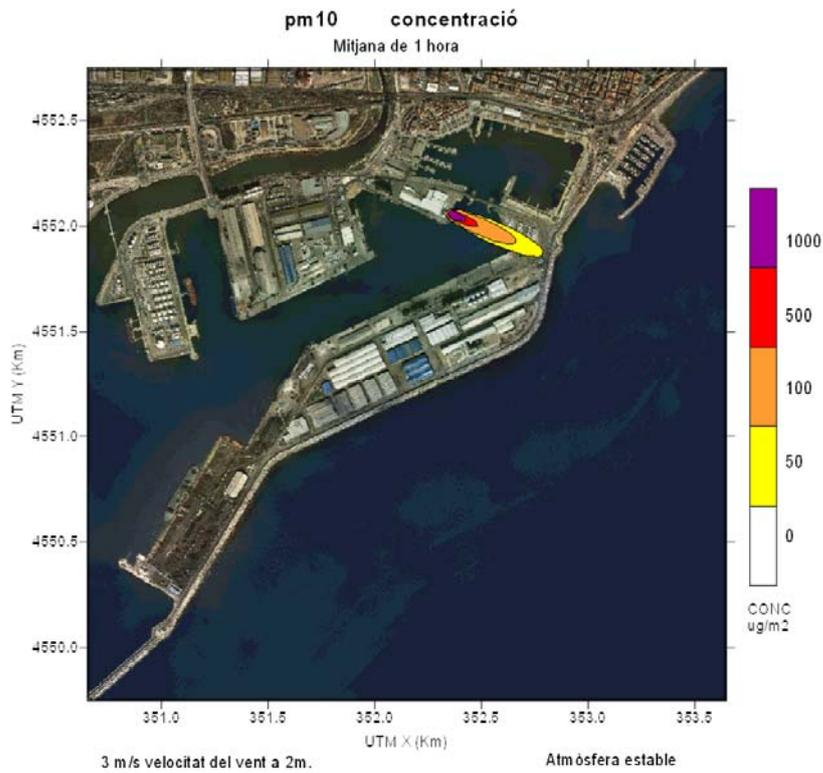


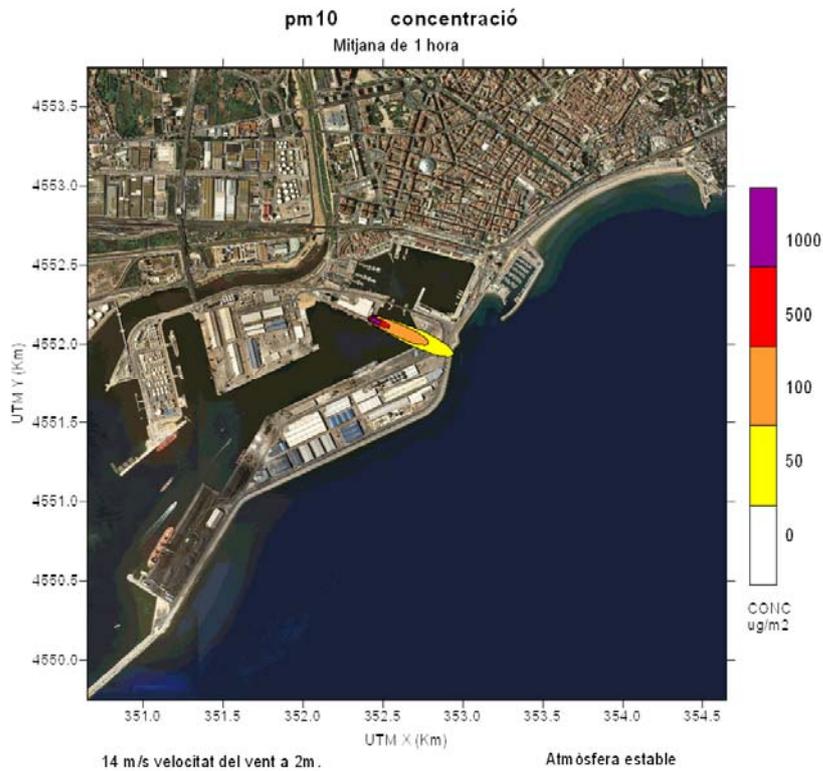
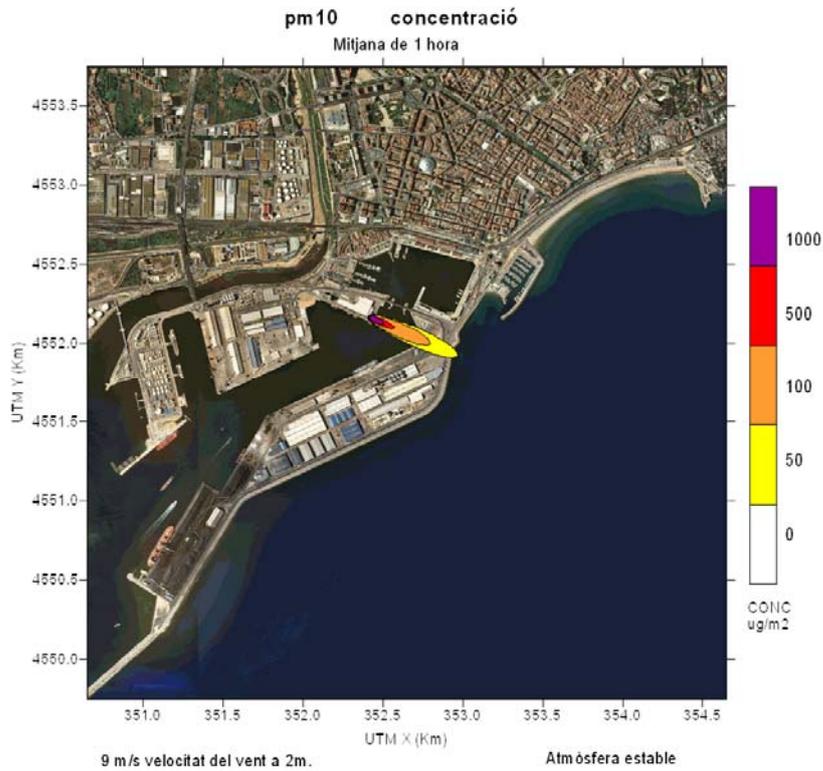
Dirección Oeste





Dirección Oeste-Noroeste

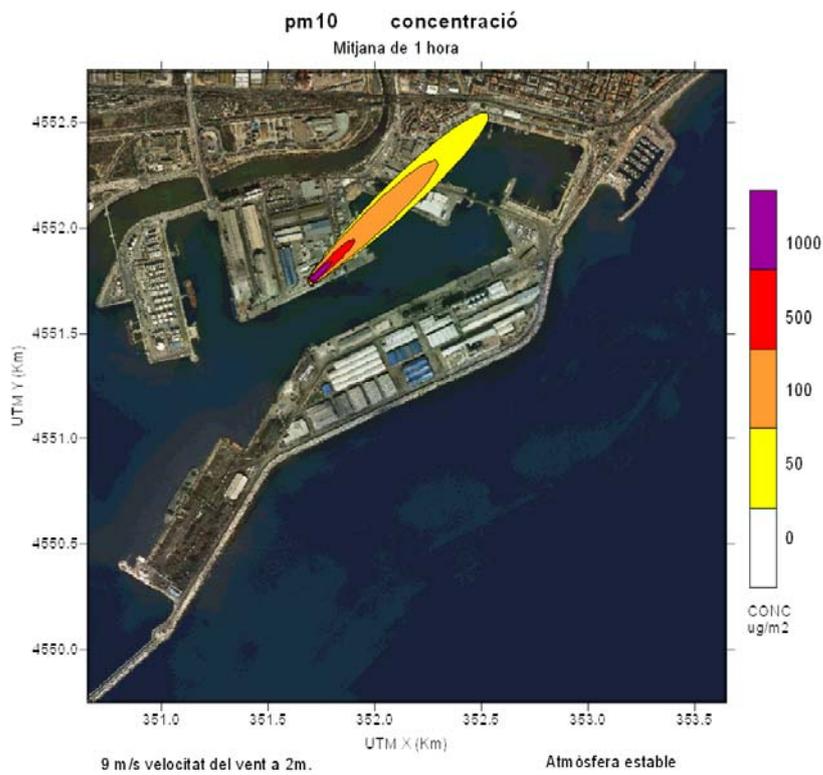
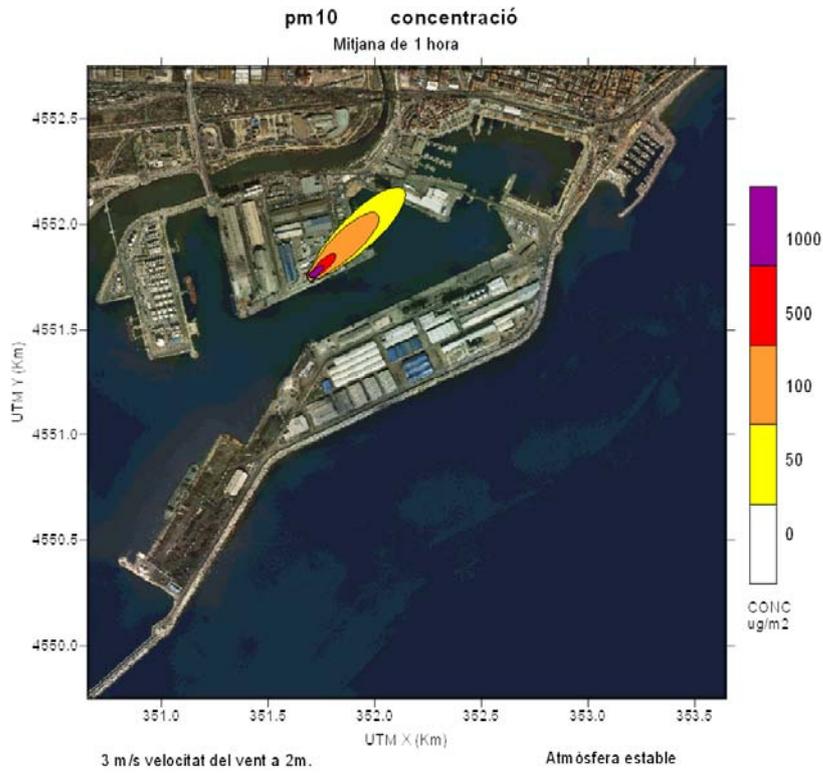


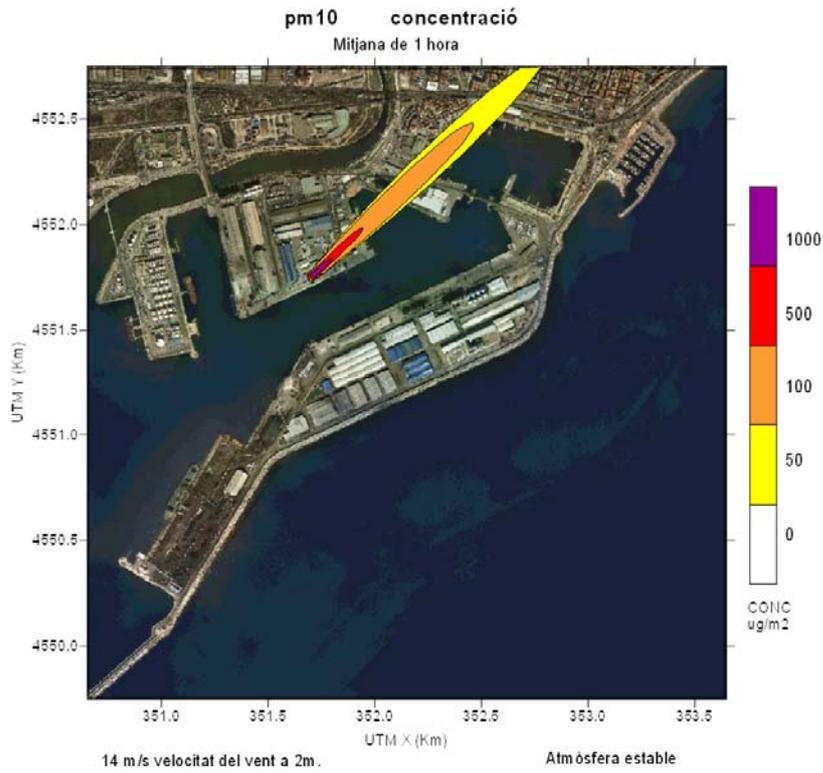




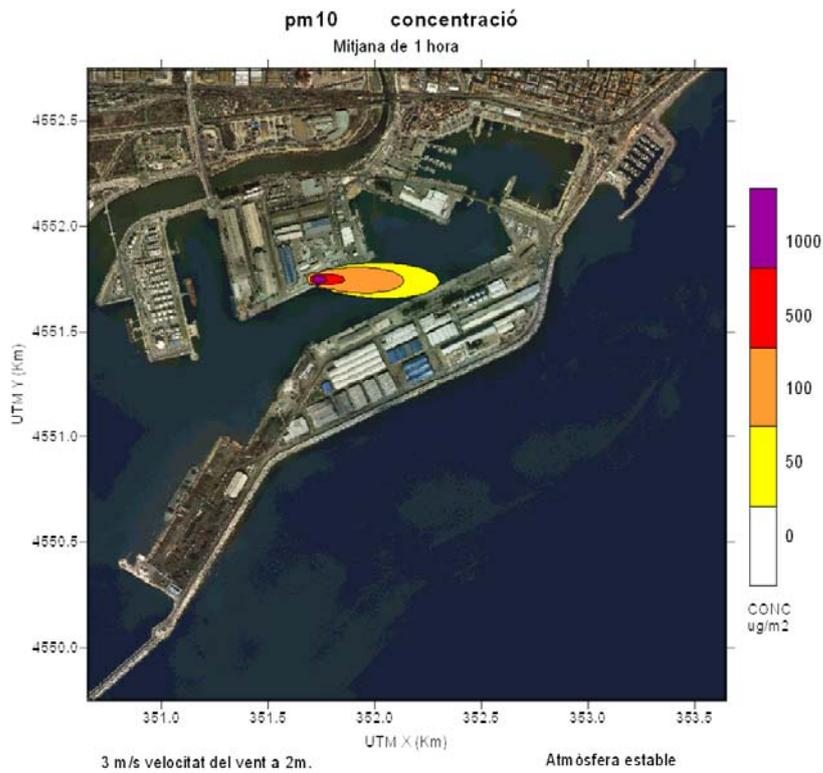
Muelle Castilla sur

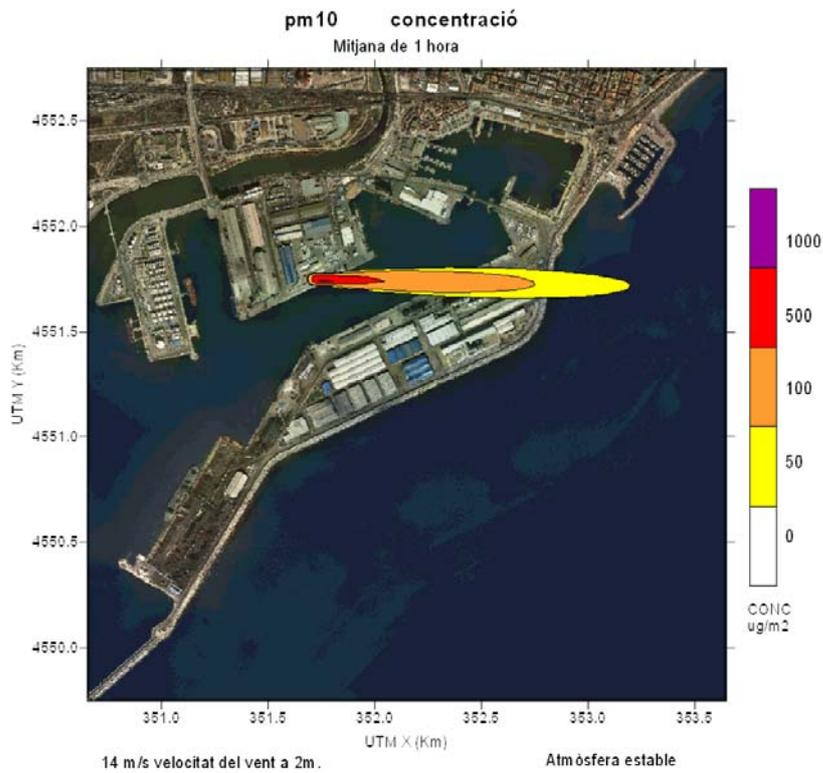
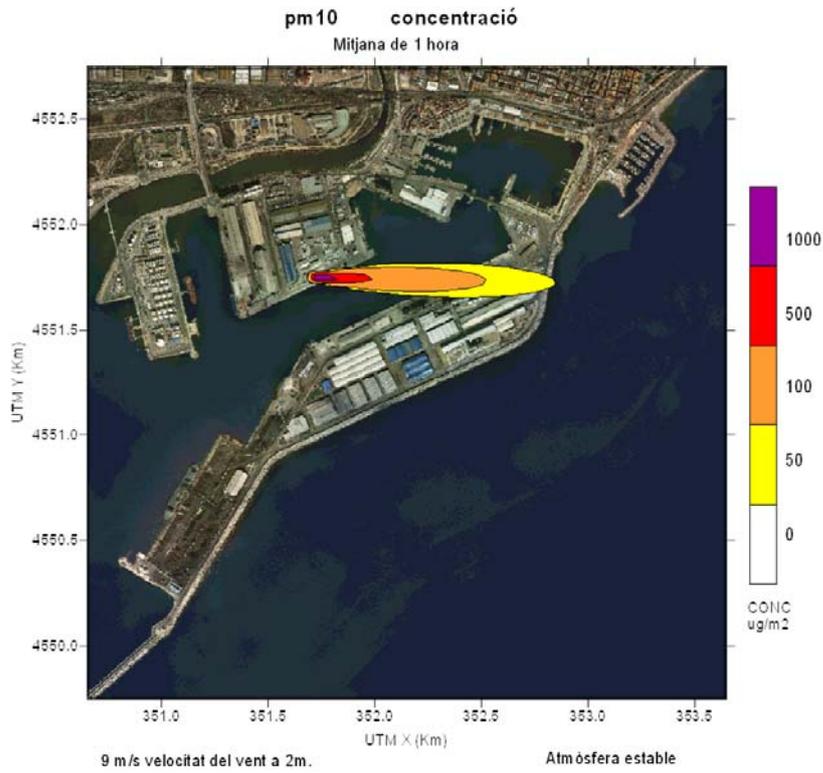
Dirección Suroeste





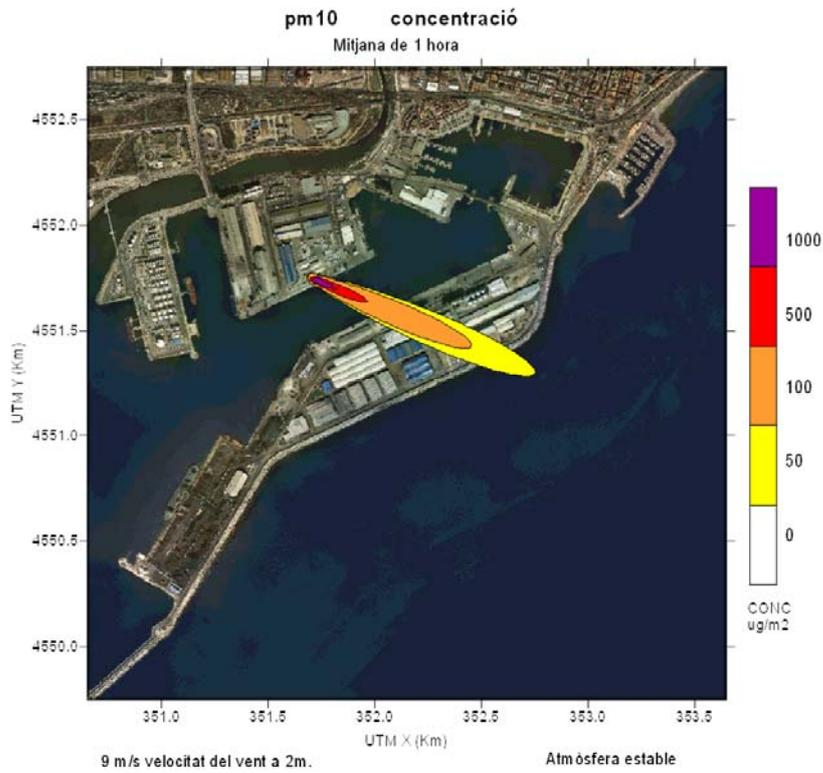
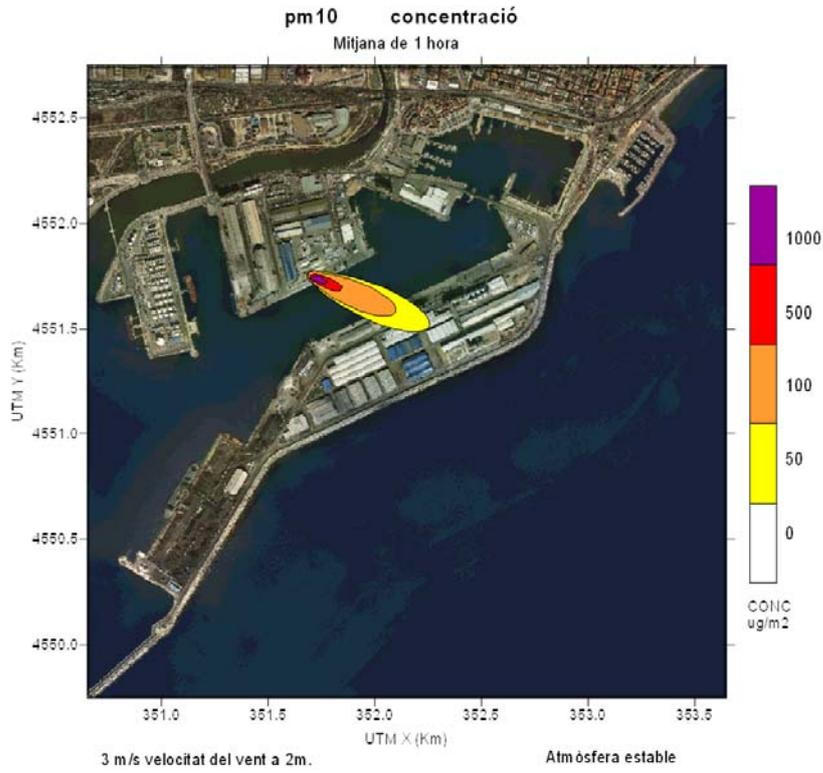
Dirección Oeste

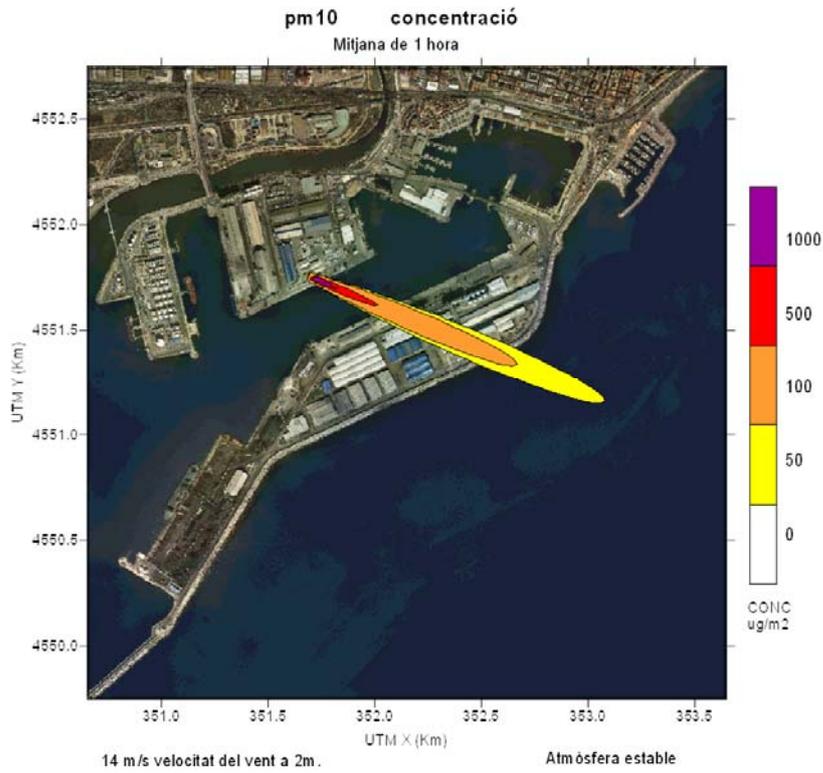






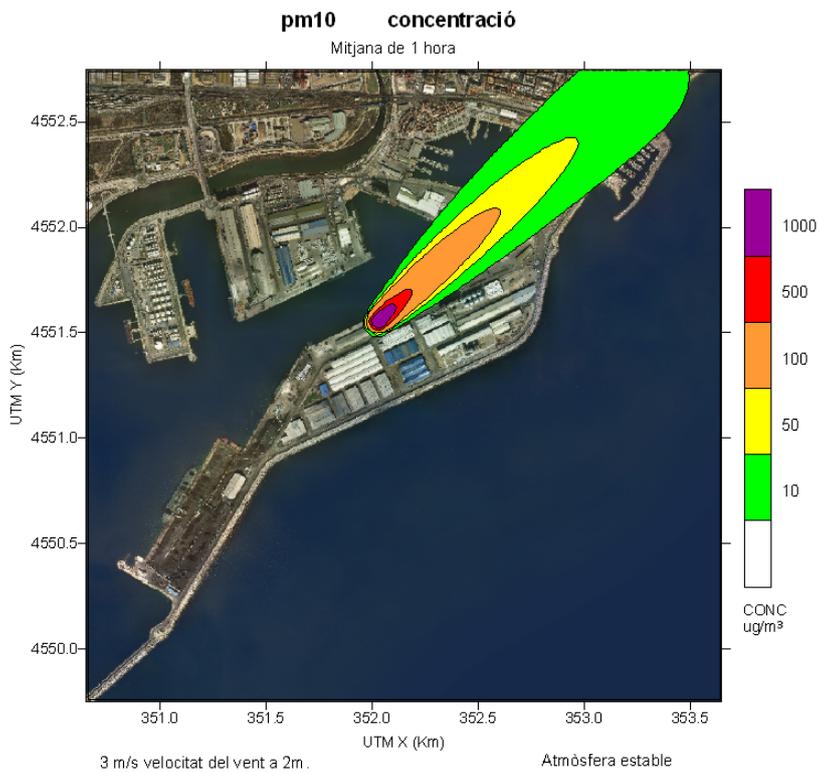
Dirección Oeste-Noroeste

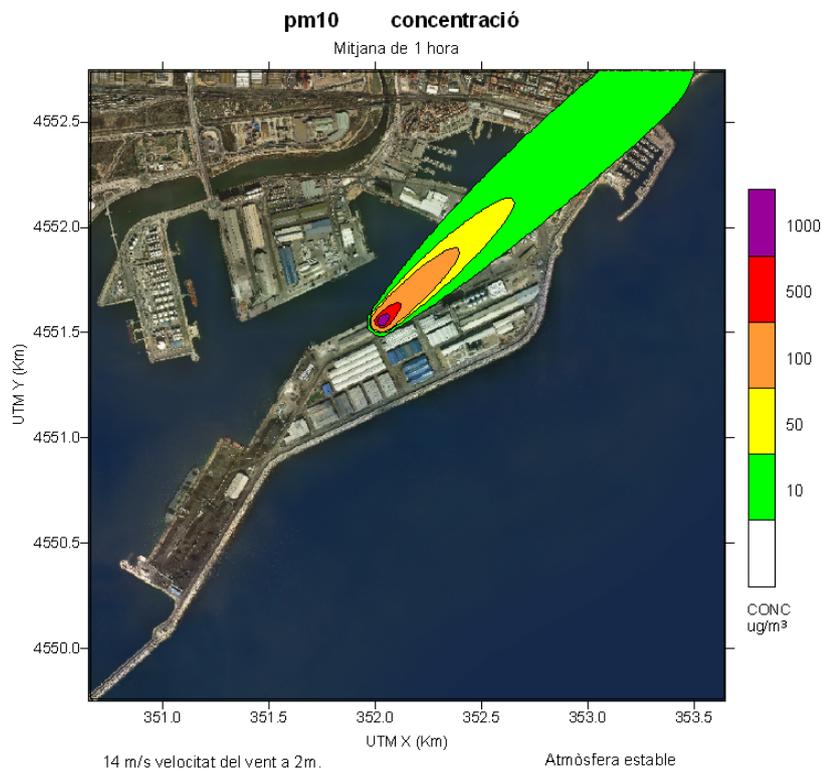
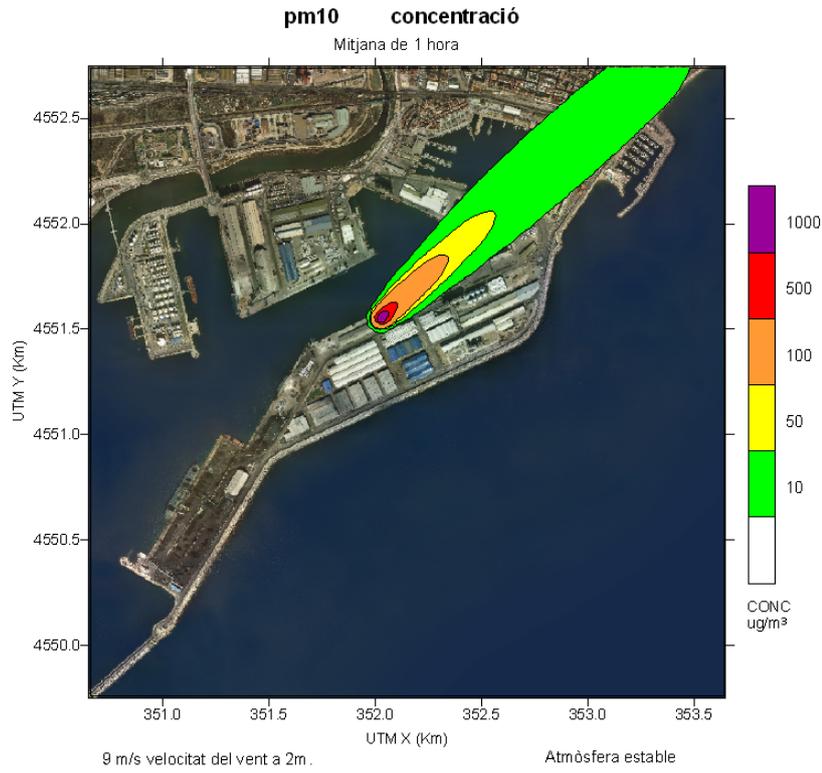




Muelle Castilla Aragón

Dirección Suroeste







Dirección Noroeste

