Guía de Buenas Prácticas en manipulación y almacenamiento de Graneles Sólidos en Instalaciones Portuarias

Mayo 2015

Puertos del Estado

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE FOMENTO

Guía de Buenas Prácticas en la Manipulación y Almacenamiento de Graneles Sólidos en Instalaciones Portuarias

1ª Edición
Mayo 2015

Puertos del Estado

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

Edición: Puertos del Estado
Coordinación de la publicación: Emilio Piñeiro Díaz - Puertos del Estado

Impresión: Grupo Diario Imprenta, S.L. - Valencia
ISBN: 978-84-88740-05-2
DEPOSITO LEGAL: M-5609-2015
P.V.P. 50 €

Dirección de la edición:

Álvaro Rodríguez Dapena

Ignacio Rodríguez Sánchez-Arévalo

Redacción:

Obdulio Serrano Hidalgo

Autoridades Portuarias y empresas que han participado en el trabajo de campo:

Autoridad Portuaria de Almería:	Ceminter	Endesa Generación	Holcim
Autoridad Portuaria de Avilés:	Alcoa		
Autoridad Portuaria de Barcelona:	Ergransa	Portcement	Coma y Ribas
Autoridad Portuaria de Bilbao:	Toro-Betolaza		
Autoridad Portuaria de Cartagena:	Bunge Macosa	Bergé	Ership
Autoridad Portuaria de Castellón:	Tecasa	Tgc	Portsur
Autoridad Portuaria de A Coruña:	Unión Fenosa	TMGA	Galigrain
Autoridad Portuaria de Gijón:	Ebhi	Ceferino Ballesteros	
Autoridad Portuaria de Huelva	Fertiberia TMH	Ership Cementos el Monte	Agrosur - Bergé Garcia Munté
Autoridad Portuaria de Santander	Solvay-Berge	Gsm	Tasa
Autoridad Portuaria de Tarragona	Ership	Seporta	Tps
Autoridad Portuaria de Valencia	Temagra	Tms	

Colaboraciones:

Alberto Orío Hernández *(Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente)*

Jurgi Areizaga Casares *(Tecnoambiente)*

Luis Zumarraga Sirvent *(Tecnoambiente)*

Antonio Bejarano Moreno *(Tecnoambiente)*

Ana Garrido López *(Tecnoambiente)*

Iñaki Cusco Ramentol *(Air Jet)*

Jorge de la Vega Corzo *(Control de Polvo Ingeniería)*

Alejandro Gómez Sabaté *(Fungibles Condal)*

Angustias Pérez Riscado *(Aymar)*

Yolanda León Ferrera *(Aymar)*

José Ángel de Martino *(Senior Consultant International Dry Bulk Expert Group)*

Joan Bajes *(Teiga-Tmi)*

Comisión portuaria de trabajo:

Autoridad Portuaria de A Coruña:	Andrés Guerra Sierra
Autoridad Portuaria de Alicante:	Raúl Hernández Holgado
Autoridad Portuaria de Almería:	José Luis Doucet López
Autoridad Portuaria de Avilés:	Alejandro Varas González
Autoridad Portuaria de la Bahía de Cádiz:	Juan Agustín Romero
Autoridad Portuaria de Barcelona:	Jordi Vila Martiniez Dolors Carrascal Triola
Autoridad Portuaria de Bilbao:	Alberto Ojanguren Bergaz Jorge Arce Marcos
Autoridad Portuaria de Cartagena:	Fermín Rol Rol Rafael Cano Albaladejo
Autoridad Portuaria de Castellón:	Javier Alegre Pascual Enrique Roig Ballester Francisco Ramos del Pino
Autoridad Portuaria de Ferrol	José Antonio Patiño Pillado
Autoridad Portuaria de Gijón	Jose Luis Domenech Quesada Alejandro Coto González, Mónica González Arenales
Autoridad Portuaria de Huelva	Víctor Rubio Faure Rocío Lopez Picón
Autoridad Portuaria de Las Palmas	Maria de las Nieves Hernández Artiles
Autoridad Portuaria de Marín	José Manuel Abad Patiño
Autoridad Portuaria de Motril	Antonio Molina Maldonado
Autoridad Portuaria de S.C. de Tenerife	Leandro Melgar Casillas, Elisa Moratinos Espinosa
Autoridad Portuaria de Santander	David Marcano Ceballos, Susana Rubio Pardo
Autoridad Portuaria de Tarragona	Carles Segura Balleste, Albert González Freixas
Autoridad Portuaria de Valencia	Raúl Cascajo Jiménez
Puertos del Estado	José Sierra Antiñolo Javier Martínez Aranzábal Celia Tamarit de Castro Jaime Luezas Alvarado Javier Jesé Aperte

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Presentación del Presidente..... 9

1. Introducción..... 13
1.1. El sistema portuario de titularidad estatal..... 14
1.2. Objetivos de la guía 15
1.3. Alcance y esquema de uso..... 19
1.4. Marco de aplicación 21
1.5. Antecedentes y metodología de elaboración 23

2. Modelo de explotación en la gestión de graneles sólidos en puertos..... 29
2.1. Gestión del dominio público portuario 30
2.2. Actividades ligadas a la operativa con graneles..... 31
2.3. Agentes implicados en la organización, manipulación y mantenimiento 35
2.4. Concurrencia administrativa..... 40
2.5. Modelos de operación. 40

3. Impactos ambientales en la gestión de graneles sólidos y sus causas. 49
3.1. Tipos de impactos asociados a la operativa con graneles sólidos 50
3.2. Beneficios de un adecuado control de aspectos ambientales..... 53
3.3. Aspectos ambientales de la operativa portuaria 55
3.4. Factores que condicionan el desempeño ambiental de una instalación 58
3.5. Causas operativas de la generación de aspectos ambientales 66

4. Actividades y equipos ligados a la operativa con graneles sólidos en puertos 83
4.1. Coordinación y gestión de la actividad 84
4.2. Movimiento y almacenamiento de la mercancia 88
4.3. Transporte terrestre. 156
4.4. Mantenimiento de equipos e instalaciones portuarias. 159

5. Buenas prácticas 169
5.1. Buenas prácticas en la coordinación y gestión de la actividad 170
5.2. Buenas prácticas en el movimiento y almacenamiento de mercancía..... 173
5.3. Buenas prácticas en transporte terrestre 222
5.4. Buenas prácticas en mantenimiento de equipos e instalaciones 223

6. Implantación de medidas 231
6.1. Tablas de aplicación de medidas. 232
6.2. Recomendaciones de implantación de medidas. 236

Bibliografia 337

Presentación

La actividad de los puertos de interés general resulta esencial en el desarrollo económico de nuestro país, ya que por ellos se mueven en torno al 85% de las mercancías importadas y el 60% de las mercancías exportadas. En el año 2014, el tráfico portuario total recuperó los niveles de pre-crisis, con un volumen de 482 millones de toneladas. De ellas, unas 90 millones de toneladas se presentan en los puertos en forma de granel sólido. Si bien este segmento ha sido el que mayor caída ha registrado como consecuencia de la crisis financiera y económica, continúa siendo uno de los pilares básicos de nuestra economía, pues representa una buena parte de la materia prima de tipo alimentaria, así como industrial y energética (carbón).

La relevancia económica y social de estos tráficos portuarios, exige promover iniciativas que mejoren las operativas de manipulación en los puertos, desde todas las vertientes posibles, incluyendo la relativa a su impacto ambiental, pues de esa mejora se derivarán avances en materia de competitividad, de generación de negocio e incluso de imagen pública. Dentro de esta filosofía, juega un papel fundamental el impulso de políticas activas en materia de sostenibilidad medioambiental, ya que, desde nuestra experiencia, se puede constatar que un mejor desempeño ambiental de la actividad del puerto proporciona los siguientes retornos:

- Mejora de la reputación institucional y de la integración Puerto-Ciudad. El control de los aspectos ambientales de la operativa portuaria favorece la convivencia de los puertos con los entornos urbanos próximos, al tiempo que permite generar confianza en el puerto y en sus actuaciones. Se previene con ello conflictos que pueden comprometer tanto la operativa diaria, como el desarrollo futuro del puerto.
- Mejorar las oportunidades de negocio. Una mejora del desempeño ambiental implica una reducción de los impactos que unas actividades tienen sobre otras, con lo cual se logra una mejor calidad de servicio, abriendo así las posibilidades de elevar la competitividad de los puertos.
- Mejora de la fiabilidad operativa: Una adecuada prevención en materia medioambiental permite controlar los riesgos de posibles emergencias medioambientales, lo que conduce a una reducción de costes causados por paradas operativas y acciones de remediación normalmente asociados al control de dichas contingencias.

- Mejora de los costes operativos: La correcta gestión de los impactos ambientales ligados a la operativa permite reducir los gastos de las Autoridades Portuarias en materia de limpieza, mantenimiento, gestión de residuos y dragados

Por ello, considero muy oportuno que las Autoridades Portuarias desarrollen políticas ambientales activas que no solo se circunscriban a su ámbito competencial, sino que de un paso más allá, y articulen iniciativas de gestión medioambiental que alcancen a los operadores del puerto y a toda la actividad económica que se desarrolle en el mismo.

De esta manera, habida cuenta de la mutua influencia en cada puerto entre operativa y sostenibilidad ambiental, la mejora del desempeño ambiental en el conjunto de la comunidad portuaria, se convierte en un objetivo básico de las Autoridades Portuarias.

Contamos a tal efecto con instrumentos administrativos de incentivación útiles, plasmables tanto en los pliegos que regulan la prestación de servicios, como en las condiciones para el otorgamiento de concesiones, donde es posible incorporar requisitos ambientales y de sostenibilidad, y además hacer valer los oportunos incentivos económicos previstos en nuestro marco legal.

Me permito recordar la posibilidad que tienen los operadores y concesionarios de acogerse a las bonificaciones a la tasa de actividad por buenas prácticas ambientales, reflejadas en los oportunos convenios, mediante los cuales se materializan los debidos compromisos de mejora de la operativa y de sus equipos, reinvirtiendo en mejores técnicas ambientales la mayor parte de la cuantía bonificada. Así mismo, nuestro marco legal abre la posibilidad a las Autoridades Portuarias a prorrogar los plazos concesionales, cuando el concesionario lleve a cabo una inversión relevante no prevista inicialmente en la concesión si resulta de interés para mejorar la calidad ambiental de las operaciones portuarias.

No obstante el desarrollo de políticas de mejora del desempeño ambiental de la comunidad portuaria ha de basarse en un marco de referencia común, que armonice la gestión ambiental de las operaciones en el sistema portuario. La definición de condiciones de referencia para las operaciones, que tengan en cuenta los niveles de actividad y la vulnerabilidad del entorno, permite evitar distorsiones de la competencia entre puertos, al tiempo que garantiza un libre acceso de la incitativa privada a la prestación de servicios en un marco de exigencia coherente en el conjunto del sistema portuario.

En la elaboración de esta guía se ha tenido en cuenta dicha necesidad, para lo cual se proponen recomendaciones sobre la operativa y sobre la dotación de equipos de prevención y control de los posibles impactos ambientales de la misma, de manera que se pueda abordar,

de modo flexible, la gran variedad de esquemas de operación, equipos, niveles de actividad y grados de vulnerabilidad del entorno que se presentan en nuestros puertos.

Por tanto, en el ámbito de la manipulación y almacenamiento de graneles sólidos en los puertos, la presente guía permite precisar y objetivar el contenido de los convenios de buenas prácticas ambientales que la Autoridad Portuaria haya firmado o pueda firmar con empresa portuarias; así mismo, el documento establece recomendaciones de operación y de dotación de equipamiento que, sin obstaculizar el libre acceso a la prestación de servicios, han de tenerse en cuenta en la regulación de servicios portuarios y comerciales o en las condiciones de otorgamiento de concesiones ligadas a este tipo de traficos; finalmente, la guía pretende, así mismo definir condiciones generales de operación que puedan ser formalizadas mediante ordenanzas portuarias que alcancen al conjunto de los usuarios del puerto.

Por último quiero reiterar mi convicción en que el esfuerzo de mejora progresiva del desempeño ambiental de la operativa portuaria no puede ser visto como un lastre para la competitividad de nuestros puertos, sino más bien en todo lo contrario, como un estimulo para ofrecer servicios de mayor calidad a la mercancía y al pasaje, así como una muestra de nuestro compromiso por lograr una mejor integración de los puertos con su entorno natural y urbano.

José Llorca Ortega
Presidente de Puertos del Estado

INTRODUCCIÓN

1.1 EL SISTEMA PORTUARIO DE TITULARIDAD ESTATAL
Esta sección introduce la composición, objetivos y funciones del sistema portuario de titularidad estatal... 14

1.2 OBJETIVOS DE LA GUIA
Esta sección enmarca la función de la guía dentro de la gestión de los impactos ambientales de la operativa portuaria y de los costes que dichos impactos ambientales implican para el puerto 15

1.3 ALCANCE Y ESQUEMA DE USO
Esta sección introduce cuales son los contenidos generales de la guía y sugiere como utilizar el documento a la hora de establecer un plan de mejora de la eficiencia ambiental de la operativa con graneles sólidos 19

1.4 MARCO DE APLICACIÓN
Esta sección introduce los instrumentos con los que cuenta la Autoridad Portuaria para implantar las recomendaciones propuestas en la presente guía 21

1.5 ANTECEDENTES Y METODOLOGIA DE ELABORACIÓN
Esta sección describe los principales antecedentes de esta guía dentro del entorno portuario y la metodología de trabajo seguida para el desarrollo del documento 23

1

1.1. EL SISTEMA PORTUARIO DE TITULARIDAD ESTATAL

Esta sección introduce la composición, objetivos y funciones del sistema portuario de titularidad estatal.

El sistema portuario español de titularidad estatal está integrado por 46 Puertos de Interés General, gestionados por 28 Autoridades Portuarias, cuyo control de gestión corresponde al Organismo Público Puertos del Estado, órgano dependiente del Ministerio de Fomento, que tiene atribuida la ejecución de la política portuaria del Gobierno.

Las Autoridades Portuarias a cargo de los Puertos de Interés General son organismos públicos empresariales, con personalidad jurídica y patrimonio propios, con plena capacidad de obrar para el desarrollo de sus fines; *cuyo principal objetivo es dar soporte al desarrollo de la economía española facilitando el paso de las mercancías por los puertos* como integrantes de las cadenas intermodales y logísticas.

Autoridades Portuarias que componen el Sistema Portuario de Interés General

Las Autoridades Portuarias siguen el principio de autosuficiencia económica, por el cual se financian, principalmente, mediante la aplicación de tasas a los distintos usuarios del puerto. A partir de dichos recursos deben ser capaces de hacer frente a sus gastos e inversiones con una rentabilidad mínima exigida por ley, sin necesidad de acudir a los presupuestos generales del Estado.

Los puertos integrados en el sistema portuario de interés general siguen un modelo de gestión conocido como "Land Lord Port". Bajo este modelo las Autoridades Portuarias proveen espacio e infraestructuras portuarias y regulan las operaciones desarrolladas en el puerto, pero no prestan los servicios portuarios o comerciales, tales como los técnico-náuticos (practicaje, remolque y amarre), de manipulación de mercancías o los vinculados al pasaje, entre otros. En general, estos servicios son prestados por operadores privados, con medios técnicos y humanos que no pertenecen a la Autoridad Portuaria.

En este marco, la gestión del dominio público portuario estatal está orientada, garantizando el interés general, a lo siguiente:

- *Proporcionar espacio portuario:* Planificar y construir las infraestructuras que permitan generar, aguas abrigadas, canales de acceso, infraestructuras de atraque, suelo portuario e infraestructuras de conexión terrestre.

- *Coordinar la actividad:* Coordinación del tráfico marítimo y terrestre, así como de las operaciones de los distintos modos de trasporte.

- *Ordenar los usos de espacio portuario:* Ordenación de la zona de servicio del puerto en coordinación con las Administraciones competentes en materia de ordenación del territorio y urbanismo.

- *Gestionar y controlar la actividad:* Gestión y control de los servicios portuarios y comerciales prestados por las empresas que operan en el puerto, para que dichos servicios se presten de modo eficaz, rentable y seguro.

- *Promover la actividad económica:* Mediante el fomento de actividades logísticas, comerciales e industriales que aprovechan la capacidad de los puertos como integradores de redes de trasporte y logística.

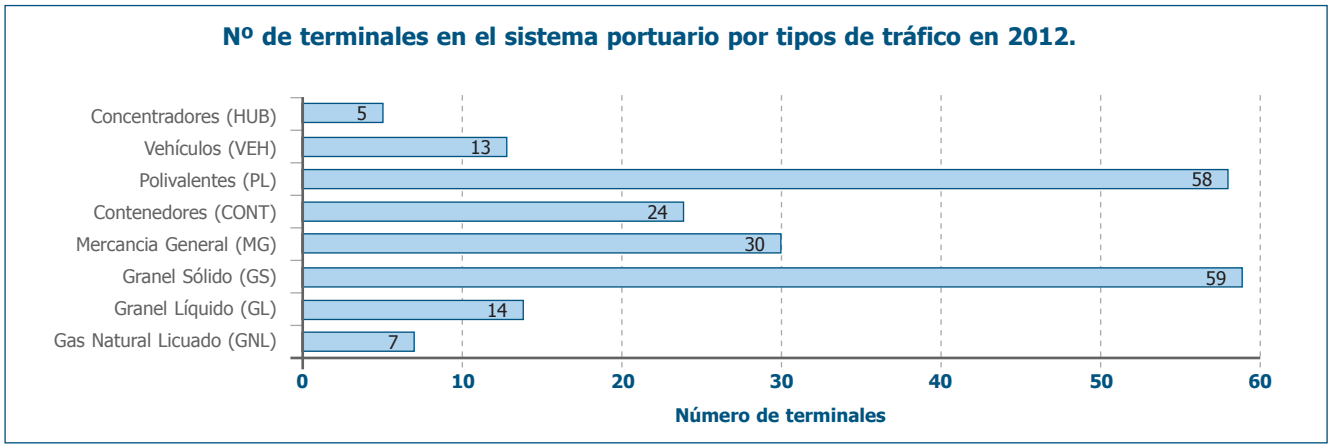
- *Optimizar la gestión económica:* Optimizar la rentabilidad de su patrimonio y recursos, en un marco de eficacia, eficiencia y sostenibilidad ambiental.

1.2. OBJETIVOS DE LA GUÍA

Esta sección enmarca la función de la guía dentro de la gestión de los impactos ambientales de la operativa portuaria y de los costes que dichos impactos ambientales implican para el puerto.

El movimiento de graneles sólidos en el sistema portuario.

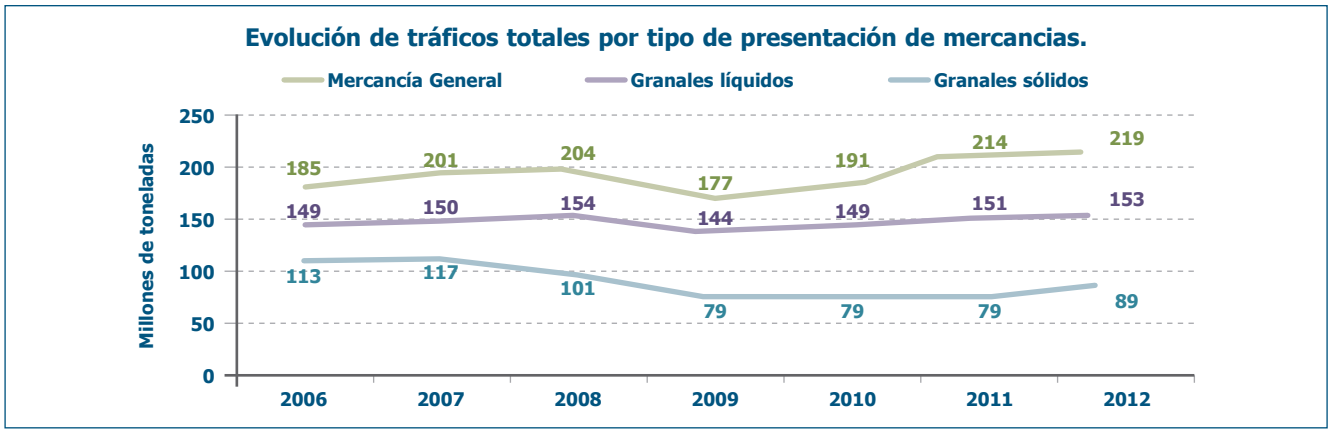
Durante el año 2012 el sistema portuario contaba con 59 terminales destinadas al movimiento de graneles sólidos lo cual supone un 28% del total de terminales operativas. A la actividad de dichas terminales hay que sumarle las operaciones realizadas en terminales polivalentes, normalmente desarrolladas con medios de carga/descarga no especializados.



Nº de terminales por tipo de tráfico en el sistema portuario

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

Por tanto, el trafico de graneles sólidos representa una actividad importante, por el nivel de actividad desarrollado en los puertos, por los recursos necesarios para dar respuesta al tráfico, y por su impacto en diversos sectores productivos de nuestra economía, como pueden ser los sectores energético, metalúrgico, agroalimentario, construcción o químico.



Evolución del trafico de graneles sobre a otro tipos de presentación de la mercancía

Externalidades ambientales y sus costes

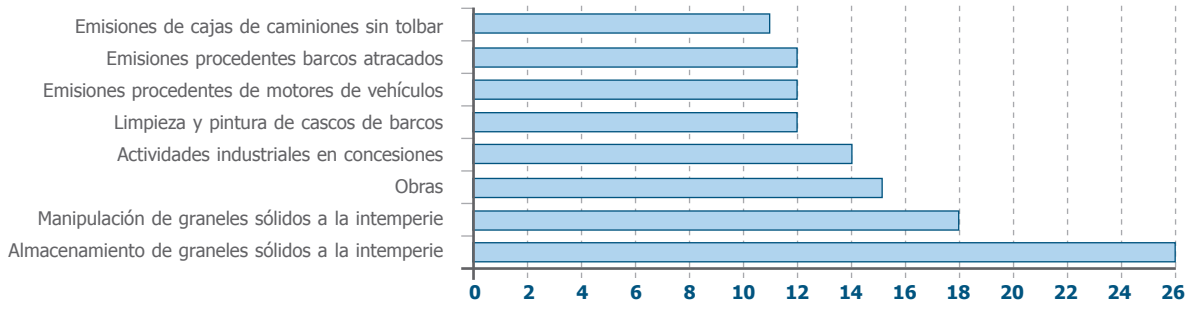
La manipulación y almacenamiento de material trasportado a granel puede llevar asociada la generación de aspectos ambientales, tales como emisiones de partículas, derrames al suelo, vertidos a la dársena o generación de residuos; los cuales, pueden traducirse en impactos ambientales significativos sobre el entorno social, natural y económico.

IMPACTOS AMBIENTALES	
■ Calidad del aire	◆ *Incremento del nivel de partículas en suspensión*
■ Calidad del agua	◆ *Contaminación de sedimentos* ◆ *Eutrofización*
IMPACTOS SOCIALES	
■ Seguridad laboral	◆ *Inhalación de partículas* ◆ *Reducción de la visibilidad*
■ Seguridad industrial	◆ *Riesgo de incendios* ◆ *Reducción de la visibilidad*
■ Seguridad alimentaria	◆ *Incremento de la población de aves*
IMPACTOS ECONOMICOS	
■ Costes de mantenimiento	◆ *Incremento de costes de limpieza* ◆ *Deterioro prematuro de maquinaria* ◆ *Perdida de calados en muelles* ◆ *Deterioro de drenajes y registros*
■ Deterioro del servicio prestado	◆ *Contaminación cruzada con otras mercancías* ◆ *Interferencia con otras actividades productivas del puerto* ◆ *Mermas de mercancía*

Impactos ambientales ligados a las operaciones con granel solido en puertos.

De hecho, como se desprende de las memorias de sostenibilidad elaboradas por las Autoridades Portuarias durante 2012, veintiséis de las veintiocho Autoridades Portuarias consideraban la manipulación y almacenamiento de granel solido a la intemperie como la primera causa de emisiones a la atmosfera en los puertos, mientras que dieciséis Autoridades Portuarias la clasificaban como la segunda causa de deterioro de la calidad del agua y de los sedimentos.

Principales focos de emisiones en los puertos.
Nº de Autoridades Portuarias que los consideran significativos.



Evolución del trafico de graneles sobre a otro tipos de presentación de la mercancía

Gestión de costes

Estos impactos ambientales adversos de la operativa portuaria acarrean los siguientes costes para la Autoridad Portuaria, y para el puerto en su conjunto.

- ***Costes de operación:*** La presencia de mercancía derramada o polvo depositado sobre viales, redes pluviales, redes de distribución o el propio fondo de la dársena, *implican un incremento significativo en los costes de mantenimiento* de la Autoridad Portuaria.

- ***Costes de emergencias o incidencias:*** Los aspectos ambientales ligados a la manipulación de graneles pueden desencadenar emergencias o no conformidades legales, que pueden afectar al rendimiento operativo del puerto o tener gastos no previstos de remediación que afecten a la eficiencia económica de la actividad. Son ejemplos de estos costes los debidos a vertidos por rotura de maquinaria, rotura de cintas, altas concentraciones de alergenicos en el aire, procesos de autocombusión, etc.

- ***Costes de oportunidad:*** La contaminación cruzada entre mercancías o la interferencia con otras actividades que requieren niveles de calidad ambiental elevados, supone una *pérdida de calidad de servicio* que *puede impedir el desarrollo de otras oportunidades de negocio para el puerto.*

- ***Costes de reputación:*** Un desempeño ambiental no adecuado puede comprometer la imagen y reputación del puerto, *generando desconfianza entre distintos agentes sociales,* lo cual puede tener efectos negativos, tanto en el desarrollo normal de la operativa portuaria como en el desarrollo de posibles actuaciones sobre la infraestructura del puerto, con el consiguiente coste económico para la Autoridad Portuaria.

Objetivos de la guía

La Ley de Puertos atribuye a las Autoridades Portuarias la gestión y administración de sus recursos en un marco de eficacia, eficiencia y sostenibilidad ambiental. Por ello, bajo la responsabilidad de optimizar la gestión económica de los puertos, así como de contribuir al desarrollo de las políticas públicas en materia de calidad ambiental, este documento tiene por objeto estimular y apoyar el desarrollo de estrategias dirigidas a la consecución de los siguientes objetivos:

- ***Contribuir a una mayor competitividad de los puertos*** reduciendo los costes de mantenimiento, de gestión de riesgos, de oportunidad de negocio y de imagen.

- ***Impulsar la sostenibilidad ambiental de la actividad portuaria*** mediante la reducción de los impactos ambientales generados por la operativa portuaria.

Costes generados por las externalidades ambientales y beneficios de su gestión.

1.3. ALCANCE Y ESQUEMA DE USO

Esta sección introduce cuales son los contenidos generales de la guía y sugiere como utilizar el documento a la hora de establecer un plan de mejora de la eficiencia ambiental de la operativa con graneles sólidos.

Con el fin de contribuir al logro de los objetivos citados anteriormente, la guía se estructura en los siguientes capítulos:

- Modelo de explotación en la gestión de graneles sólidos en puertos: Se propone una clasificación de los modelos de explotación en función del tipo de uso que se hace del suelo portuario. Así mismo, se describen los actores que intervienen en el desarrollo de la actividad y en la regulación de la misma, delimitando para cada uno de ellos su marco de actuación y responsabilidad.

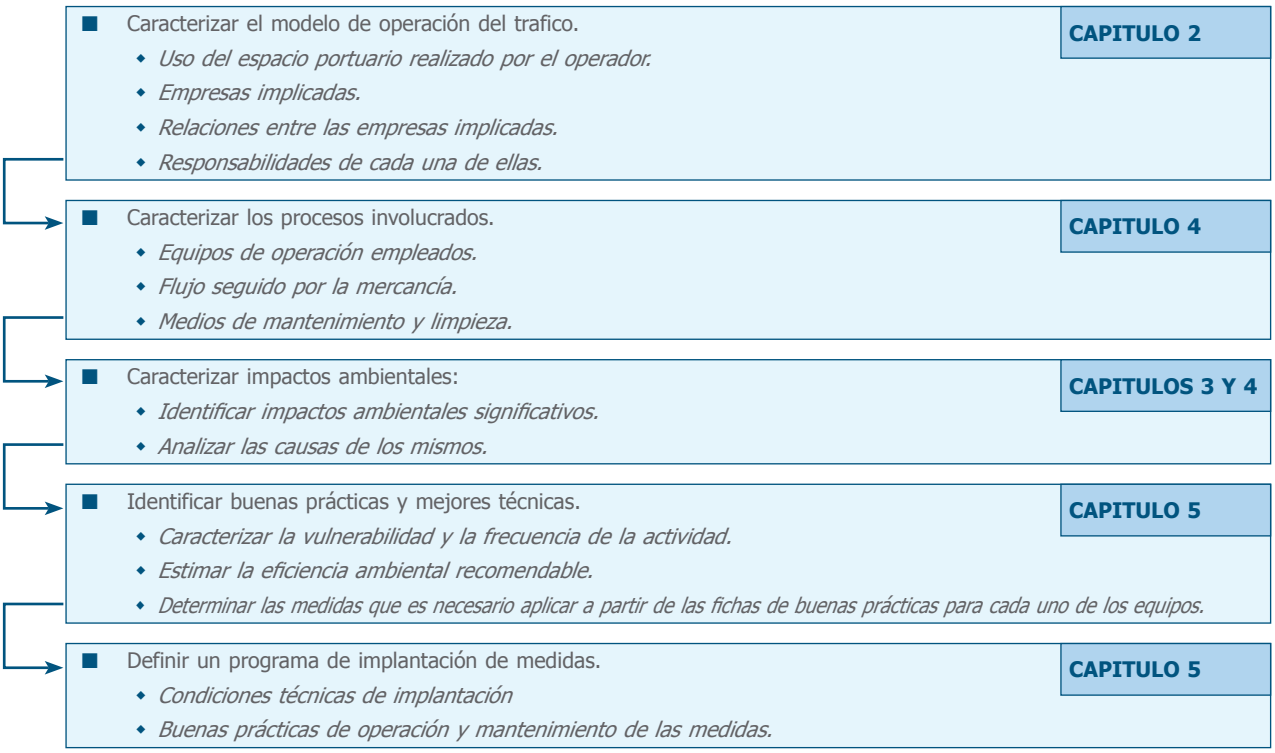
- Impactos ambientales de la gestión de graneles sólidos y sus causas: Se analiza los principales impactos ambientales ligados a la gestión de graneles sólidos, analizando los factores que condicionan el desempeño ambiental y las causas operativas de los aspectos ambientales generados en la actividad.

- Actividades y equipos ligados a la operativa con graneles sólidos en puertos: Se describen las características operativas y medioambientales de los procesos y equipos ligados a las distintas fases de la actividad. Así mismo, para cada una de las actividades se analizan las causas frecuentes de generación de aspectos ambientales.

- Buenas prácticas: Se proponen un conjunto de buenas prácticas operativas y de mejores técnicas particularizadas para cada una de las actividades y fases de la operativa. En particular las medidas propuestas para las fases de manipulación y almacenamiento se estructuran en función del nivel de actividad, de la vulnerabilidad del entorno y de las características de la mercancía.

- Implantación de medidas: Se describen con detalle las principales medidas recomendadas en el apartado de buenas prácticas, estableciendo criterios técnicos para la correcta implantación de cada una de ellas.

Para definir un programa de mejora de la eficiencia ambiental de la operativa con graneles, se propone hacer uso de la guía según la siguiente secuencia:



1.4. MARCO DE APLICACIÓN

Esta sección introduce los instrumentos con los que cuenta la Autoridad Portuaria para implantar las recomendaciones propuestas en la presente guía.

En general, las guías de buenas prácticas, como la presente, no son documentos normativos que impliquen la obligada aplicación o cumplimiento de las recomendaciones recogidas en las mismas.

Para que las propuestas planteadas en la guía se plasmen de modo efectivo en la gestión de los puertos, es necesario que dichas recomendaciones tengan reflejo en los instrumentos de planificación, regulación y control utilizados por las Autoridades Portuarias para gestionar los puertos.

De manera general la Autoridad Portuaria puede impulsar la adopción de las medidas operativas y técnicas propuestas en esta guía a través de los siguientes instrumentos de gestión y control.

- ***Instrumentos de planificación.*** Mediante los instrumentos de planificación contemplados por la Ley de Puertos, las Autoridades Portuarias pueden impulsar medidas tales como la reordenación de la superficie para alejar progresivamente las operaciones con mayor impacto ambiental de zonas vulnerables; la mejora de los sistemas de drenaje y gestión de pluviales; la mejora de pavimentos evitando muelles y viales no pavimentados; la instalación de equipos lavaruedas a la salida de muelles de uso común; así como otras medidas propuestas en la guía que hacen referencia a equipamiento general de uso común.

- ***Condiciones de prestación de servicios.*** Los pliegos reguladores del servicio de manipulación de mercancías y las licencias otorgadas en base a dichos pliegos, pueden incluir condiciones operativas así como técnicas que, sin limitar el principio de libre acceso a la prestación de servicios, permitan optimizar el desempeño ambiental de la actividad. Dicha provisión es recogida en los artículos 113.4.d y 113.4.ñ del R.D. 2/2011 que aprueba el texto refundido de la Ley de Puertos.

- ***Títulos concesionales.*** Los títulos para la explotación de concesiones y autorizaciones demaniales pueden incluir clausulas que obliguen al operador a adoptar medidas de protección del medio ambiente, que hagan compatible la actividad con los niveles de calidad ambiental requeridos por el entorno económico, social y natural en el que se desarrollen las operaciones. Esta posibilidad es instrumentada por los artículos 80.e y articulo 87.e del R.D. 2/2011.

- ***Ordenanzas portuarias.*** Las ordenanzas y normas de operación elaboradas por las Autoridades Portuarias pueden incluir instrucciones técnicas que recojan las recomendaciones de buenas prácticas de operación y mantenimiento planteadas en la guía, haciéndolas de este modo de obligado cumplimiento para todos los usuarios del puerto.

- ***Instrucciones de dirección.*** Las instrucciones técnicas de la dirección pueden servir de base para regular aquellas operativas que, por sus características o por su entorno, requieran la aplicación de protocolos operativos específicos.

- ***Bonificaciones a la tasa de actividad.*** Conforme a lo establecido en el articulo 245.1.b del R.D. 2011, la Autoridad Portuaria podrá incentivar económicamente la adopción de mejores prácticas medioambientales

mediante la aplicación de bonificaciones, a la tasa de actividad, a aquellos operadores que cumplan las siguientes condiciones:

- *Que sean titulares de una licencia* para prestar el servicio portuario de manipulación de mercancías, o sean titulares de una concesión o autorización destinada a la manipulación de mercancía.

- *Que estén inscritos en el registro EMAS* o tengan implantado y certificado un sistema de gestión ambiental conforme a la norma ISO 14001 cuyo alcance comprenda todos aquellos servicios relacionados con la actividad objeto de la licencia, concesión o autorización.

- *Que hayan subscrito un convenio con la Autoridad Portuaria* en materia de Buenas Prácticas que contemple la implantación, por parte del operador, de instrucciones técnicas y operativas basada en las guías de buenas prácticas ambientales aprobadas por Puertos de Estado, cuyo alcance comprenda la totalidad de los tráficos manipulados.

En este contexto, la presente guía cumple con la función prevista por la ley, ya que para cada esquema de operación y cada equipo, se proporcionan instrucciones técnicas relativas al modo de manipular la mercancía y realizar las tareas de mantenimiento con el fin de minimizar el impacto de las mismas.

Así mismo, con el fin de alinear este incentivo económico con su objetivo, es conveniente que dichos convenios acuerden reinvertir la mayor parte posible de la cuantía bonificada en la implantación progresiva, por parte de los operadores, de las medidas técnicas recomendadas en este documento. En algunos casos el coste de implantación de las medidas superará el importe de las bonificaciones anuales; en estas situaciones podrá considerarse que dichas inversiones cubrirán los compromisos de reinversión de la bonificación durante varios años.

Por otro lado, cuando las recomendaciones establecidas en esta guía no recojan las características de las operaciones desarrolladas en un puerto, o no representen adecuadamente los impactos sobre el entorno, las Autoridades Portuarias podrán elaborar Guías de Buenas Prácticas, o Códigos de Conducta, particularizados para cada puerto que, basados en el presente documento, permitan una mayor adaptación al puertode las condiciones de operación y de las medidas de control recomendadas.

- *Plazos concesionales.* Puede incentivarse la inversión equipos y medidas que mejoren la eficiencia ambiental de la actividad, mediante la extensión del plazo de la concesión, conforme a lo previsto en el artículo 82.2.b del R.D. 2/2011 que aprueba el texto refundido de la Ley de Puertos.

- *Servicio de policía portuaria:* El cumplimiento de las condiciones de operación establecidas en pliegos reguladores, clausulas concesionales o convenios, pueden ser verificado por el servicio de policía portuaria mediante el uso de listas de verificación, recogida de pruebas en soporte grafico y recabando las posibles evidencias de incumplimiento que se consideren oportunas.

INSTRUMENTOS PARA IMPLANTAR LAS BUENAS PRACTICAS Y MEJORES TECNICAS PROPUESTAS	
■ Planificación	◆ *Organización del espacio portuario y sus usos.* ◆ *Dotación de infraestructura complementaria.*
■ Regulación	◆ *Clausulas en condiciones de concesiones.* ◆ *Clausulas en condiciones de autorizaciones.* ◆ *Condiciones en pliegos reguladores.*
■ Incentivo	◆ *Bonificaciones a la tasa de actividad.* ◆ *Extensión del periodo concesional*
■ Control	◆ *Condiciones en ordenanzas y normas.* ◆ *Criterios de supervisión en tareas de inspección del servicio de policía.* ◆ *Asignación de atraques*

1.5. ANTECEDENTES Y METODOLOGÍA DE ELABORACIÓN

Esta sección describe los principales antecedentes de esta guía dentro del entorno portuario y la metodología de trabajo seguida para el desarrollo del documento.

Antecedentes

Uno de los principales antecedente de este trabajo es el Proyecto HADA, emprendido por Puertos del Estado en colaboración con las Autoridades Portuarias de A Coruña, Barcelona, Bilbao, Cartagena, Huelva, Valencia, Santander y Tarragona; y desarrollado durante el periodo 2002-2005, con financiación del Programa Live de la Unión Europea.

Dicho proyecto se centro de modo especial en la caracterización, control y gestión de los impactos ambientales ligados a la operativa con graneles sólidos, generándose los siguientes documentos editados por Puertos del Estado:

- ***Hada 1.*** *Modelización atmosférica de emisiones.*
- ***Hada 2.*** *Guía de buenas prácticas y medidas atenuantes de las emisiones a la atmosfera provocadas por las actividades portuarias.*
- ***Hada 3.*** *Sistema de toma de decisiones para el control ambiental de las actividades portuarias.*
- ***Hada 4.*** *Caracterización de graneles sólidos.*
- ***Hada 5.*** *Metodología de seguimiento, evaluación y control de niveles sonoros en entornos portuarios.*

Otro de los antecedentes fundamentales de este documento son las normas y guías de buenas prácticas elaborados por diversas Autoridades Portuarias; siendo de especial importancia las Normas Ambientales del Puerto de Santander, ya que fue el primer documento en establecer instrucciones técnicas, de obligado cumplimiento, dirigidas a mejorar el desempeño ambiental del puerto. Este documento, por tanto, fue la referencia de trabajos posteriores entre los cuales están:

- ***Puerto de Santander*** *(2003). Normas ambientales del Puerto de Santander.*
- ***Puerto de Valencia*** *(2005). Guía de buenas prácticas ambientales en puertos. Manipulación y almacenamiento de graneles sólidos.*
- ***Puertos de Vigo*** *(2005). Normas de buenas prácticas.*
- ***Puerto de Castellón*** *(2005). Guía de buenas prácticas ambientales (2005).*
- ***Puerto de Málaga*** *(2006). Normas de operación con graneles sólidos en los muelles 4,6 y 7 del Puerto de Málaga (2006).*
- ***Puerto de Alicante*** *(2007). Manual de buenas prácticas ambientales en el Puerto de Alicante.*
- ***Puerto de Avilés*** *(2008). Buenas prácticas ambientales en el entorno portuario.*
- ***Puerto de A Coruña*** *(2009). Código de conducta ambiental.*
- ***Puerto de Motril*** *(2011). Guía de buenas prácticas para la manipulación y almacenamiento de graneles sólidos (2011).*
- ***Puerto de Tarragona*** *(2014). Guía de buenas prácticas en la manipulación y almacenamiento de graneles sólidos.*

Por otro lado, por su influencia metodológica sobre el presente documento son antecedentes relevantes los siguientes documentos:

- ***MOPU*** *(1985). Recomendaciones sobre instalaciones de manipulación de graneles limpios.*
- ***OSHA*** *(1987). Dust control handbook for minerals processing.*
- ***Junta de Andalucía*** *(2000). Manual de gestión ambiental en puertos.*
- ***ESPO*** *(2004). Environmental Code of Practice (2004).*
- *European Commission (2006). Reference document on best available techniques on Emission from Storage.*
- ***ESPO*** *(2012). Green Guide. Towards excellence in port environmental management.*

Finalmente, desde el punto de vista metodológico, se han seguido las ideas y conceptos de gestión de riesgo propuestos en la ROM 5.1-13, si bien en el presente documento se ha simplificado el enfoque seguido en el documento ROM y se ha incluido un esquema de gestión del riesgo basado en la valoración de la eficiencia ambiental de las medidas.

Metodología de elaboración de la guía.

El presente documento se ha elaborado a partir de un trabajo de campo realizado sobre un total de treinta y cuatro empresas dedicadas a la manipulación y almacenamiento de graneles sólidos en puertos. Dicho trabajo fue desarrollado por personal de la empresa TECNOAMBIENTE, junto con personal de Puertos del Estado y de las Autoridades Portuarias visitadas.

En cada una de las visitas se recorrió la totalidad de la instalación y se entrevistó a los responsables de la explotación de las mismas, así como a los responsables de medioambiente de las respectivas Autoridades Portuarias. Durante este proceso se recabó la siguiente información fundamental sobre cada operador:

- Caracterización del entorno en el que se desarrolla la actividad.
- Tipo de mercancías movidas y volumen anual de las mismas.
- Tipo de uso de los muelles y del dominio público portuario.
- Flujo seguido por la mercancía en las operaciones y medios utilizados para las mismas.
- Medidas técnicas aplicadas para controlar impactos ambientales ligados a la manipulación y almacenamiento de la mercancía.
- Esquema y medios utilizados para el desarrollo de las tareas de limpieza y mantenimiento de instalaciones y maquinaria.
- Tipo de control aplicado a las operaciones por parte de la empresa operadora.
- Implantación de sistemas de gestión ambiental, así como caracterización del alcance y tipo de control operacional seguido.
- Tipos de impactos ambientales ligados a la actividad del operador y la repercusión de dichos impactos sobre el mantenimiento del puerto, sobre otras instalaciones portuarias, y sobre su entorno urbano o natural.

Tras el desarrollo de las visitas, la empresa TECNOAMBIENTE elaboró documentos descriptivos de cada instalación que se compendiaron en un *Documento de Diagnostico* en el que se inventariaron los siguientes aspectos: *sistemas de manipulación y almacenamiento utilizados, problemas causados por cada esquema de operación, protocolos operativos seguidos para minimizar dichos problemas, y medidas técnicas atenuantes implantadas para controlar los principales aspectos ambientales identificados.*

Además de la información obtenida en los trabajos de campo, también se ha utilizado información técnica facilitada por empresas especializadas en la implantación de medida de control de emisiones, así como información bibliográfica ligada, tanto al sector portuario, como al sector de la minería.

Finalmente, se elaboró una propuesta de guía de buenas prácticas que fue revisada por las Autoridades Portuarias para dar lugar al documento presente.

AUTORIDADES PORTUARIAS Y EMPRESAS QUE HAN PARTICIPADO EN EL TRABAJO DE CAMPO DESARROLLADO

A. PORTUARIA	EMPRESA OPERADORA	TIPO DE MERCANCIA MANIPULADA
ALMERIA	CEMINTER	DESCARGA DE CEMENTO
	ENDESA GENERACIÓN	DESCARGA DE CARBÓN
	HOLCIM	CARGA DE CEMENTO Y CLINKER
AVILES	ALCOA	DESCARGA DE ALÚMINA
BARCELONA	ERGRANSA	DESCARGAS DE HABA DE SOJA Y CEREALES
	PORTCEMENT	CARGA/DESCARGA DE CLINKER Y CEMENTO
	COMA Y RIBA	CARGA/DESCARGA MULTIPRODUCTO
BILBAO	TORO-BETOLAZA	CARGA DE SULFATO SÓDICO
CARTAGENA	MACOSA	DESCARGA DE CEMENTO
	BERGÉ	CARGA/DESCARGA MULTIPRODUCTO
	BUNGE	DESCARGA DE HABAS DE SOJA
	HERSHIP	CARGA/DESCARGA MULTIPRODUCTO
CASTELLON	TECASA	CARGA/DESCARGA MULTIPRODUCTO
	TGC	CARGA/DESCARGA MULTIPRODUCTO
	PORSUR	CARGA/DESCARGA MULTIPRODUCTO
A CORUÑA	GALIGRAIN	DESCARGA DE CEREALES
	UNION FENOSA / TMGA (MEDUSA)	DESCARGA DE CARBÓN Y CEREALES

GIJÓN	CEFERINO BALLESTEROS	DESCARGA DE CEREALES
	EBHI	DESCARGA DE CARBÓN Y MINERAL DE HIERRO
HUELVA	FERTIBERIA	CARGA/DESCARGA DE FOSFATOS Y FERTILIZANTES
	ERSHIP	CARGA/DESCARGA MULTIPRODUCTO
	AGROSUR - BERGÉ	DESCARGA DE ASTILLAS DE MADERA
	TERMINAL MARITIMA DE HUELVA	DESCARGA DE CEREALES Y ARINAS
	CEMENTOS EL MONTE	DESCARGA DE CLINKER
	CAPEX	ALMACENAMIENTO Y CLASIFICACION DE CARBON
	GARCIA MUNTÉ	ALMACENAMIENTO Y CLASIFICACIÓN DE CARBON
SANTANDER	SOLVAY BERGE	CARGA DE CARGONATO SODICO
	GSM	DESCARGA DE CARBON Y MINERAL
	TASA	DESCARGA DE CEREALES Y ARINAS
TARRAGONA	ERSHIP	CARGA/DESCARGA MULTIPRODUCTO
	SEPORTA	DESCARGA DE CEREALES
	TPS	DESCARGA DE CARBON Y CEREALES
VALENCIA	TEMAGRA	CARGA/DESCARGA DE CEREALES
	TMS	CARGA/DESCARGA MULTIPRODUCTO

Terminales que han colaborado en la elaboración de la guía. (Algunas empresas han podido cambiar de nombre o de tipo de actividad)

MODELO DE EXPLOTACIÓN EN LA GESTIÓN DE GRANELES SÓLIDOS EN PUERTOS

2.1 GESTIÓN DEL DOMINIO PÚBLICO PORTUARIO
Esta sección introduce el modelo de gestión "LandLord" de los puertos españoles y las herramientas de regulación administrativa y de control operativo de la actividad 30

2.2 ACTIVIDADES LIGADAS A LA OPERATIVA CON GRANELES
Esta sección describe el conjunto de actividades que están bajo el alcance de la guía, las cuales están ligadas, directa o indirectamente, al movimiento de graneles sólidos y por tanto influyen en la eficiencia ambiental global de dicha actividad . 31

2.3 AGENTES IMPLICADOS EN LA ORGANIZACIÓN, MANIPULACIÓN Y MANTENIMIENTO
Esta sección presenta el conjunto de agentes que intervienen en las tareas de organización del área de trabajo, de manipulación de la mercancía y de mantenimiento, señalando el papel y responsabilidades de cada uno de ellos dentro de la gestión ambiental de la actividad 35

2.4 CONCURRENCIA ADMINISTRATIVA
Esta sección introduce, de manera general, las funciones que son desarrolladas por distintas administraciones dentro del dominio público portuario 40

2.5 MODELOS DE OPERACIÓN
Esta sección describe, de modo genérico los diferentes modos de operación seguidos por las empresas con concesión para la manipulación y almacenamiento de graneles sólidos, y por las empresas estibadoras que realizan la carga/descarga de este tipo de mercancía 40

2

2.1. GESTIÓN DEL DOMINIO PÚBLICO PORTUARIO

Esta sección introduce el modelo de gestión "LandLord" de los puertos españoles y las herramientas de regulación administrativa y de control operativo que regulan la actividad.

Como ya se ha indicado en la introducción, lo puertos integrados en el Sistema Portuario de Interés General siguen un modelo de explotación "LandLord Port", en el cual las Autoridades Portuarias proveen y gestionan suelo portuario de titularidad estatal, siendo empresas privadas las que, mediante los correspondientes títulos habilitantes, prestan los distintos servicios al buque, a la mercancía y al pasaje con medios materiales y humanos propios, a su riesgo y ventura en la mayor parte de los casos.

Con carácter general, la actividad de operadores privados dentro del puerto es regulada y controlada por la Autoridad Portuaria mediante los siguientes mecanismos de regulación administrativa y operativa:

- **Regulación administrativa:** *Títulos habilitantes para la prestación de servicio y ocupación de dominio público.*

  La actividad de las empresas privadas que desarrollan actividades relacionadas con la carga/descarga, manipulación y almacenamiento se regula administrativamente mediante los siguientes mecanismos:

  - *Licencia para prestar el servicio portuario de manipulación de mercancías.* Esta licencia regula la prestación de dicho servicio y resulta necesaria para todas las empresas estibadoras que manipulen mercancía sólida a granel en los muelles del puerto. La ocupación temporal con mercancía de muelles de uso común, requerirá de autorización expresa por parte de la Autoridad Portuaria y se sujetará a las tasas que sean de aplicación.

    Al servicio portuario de manipulación de mercancías se le puede asociar otros servicios comerciales que la Autoridad Portuaria otorga en régimen de autorización.

  - *Concesión de ocupación del dominio público portuario.* La concesión implica la ocupación, en exclusiva, del dominio público portuario, posibilitando el desarrollo de infraestructuras complementarias para su actividad, como almacenes e instalaciones fijas de acarreo de mercancía. Cuando el desarrollo de la actividad esté proyectada para un periodo inferior a tres años y sea desarrollada con infraestructuras complementarias que sean bienes muebles o desmontables, el operador puede recurrir a una Autorización de Ocupación privativa del dominio público portuario.

- **Control operativo.** *Normas e instrucciones de dirección.*

  Las normas de operación del puerto quedan reguladas mediante las Ordenanzas del Puerto y las Instrucciones de Dirección. Las primeras deben ser aprobadas por los correspondientes órganos de gobierno de la Autoridad Portuaria, y regulan aspectos generales de la operativa del puerto. Las segundas son emitidas por la dirección, y suelen hacer referencia a aspectos que afectan a una actividad u operador específicos.

  Con carácter general, la supervisión en muelle del seguimiento de lo establecido en Ordenanzas e Instrucciones se realiza por el servicio de policía portuaria del puerto.

En este contexto, identificar los aspectos ambientales, sus causas, sus posibles líneas de remediación y los responsables de su aplicación, requiere un correcto conocimiento de las actividades implicadas en la gestión de graneles, de los actores implicados y del esquema de relación entre ellos.

MODELO LAND-LORD. EXPLOTACIÓN PÚBLICO-PRIVADA.	
GESTIÓN ADMISTRATIVA DEL ESPACIO PORTUARIO HABILITACIÓN DE OPERADORES PRIVADOS PARA OPERAR EN EL PUERTO MEDIANTE LICENCIAS, CONCESIONES O AUTORIZACIONES.	**AUTORIDAD PORTUARIA**
ORGANIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD ORDENACIÓN VIGILANCIA Y CONTROL DE LA ACTIVIDAD PORTUARIA REGULADA MEDIANTE ORDENANZAS E INSTRUCCIONES DE DIRECCION.	
SERVICIOS GENERALES LIMPIEZA DE ZONAS COMUNES, LIMPIEZA DE FLOTANTES, ETC.	
INFRAESTRUCTURA DIQUES DE ABRIGO, DRAGADOS, RELLENOS MUELLES, ATRAQUES, VIALES, SUPERFICIES DE DEPÓSITO, REDES DE SERVICIO.	**INICIATIVA PRIVADA**
SUPERESTRUCTURA EQUIPOS DE CARGA-DESCARGA, DE MANIPULACIÓN DE MERCANCÍAS Y ALMACENAMIENTO.	
SERVICIOS PORTUARIOS (PRESTADOS MEDIANTE LICENCIA) MANIPULACIÓN DE MERCANCÍAS, SERVICIOS A PASAJEROS, SERVICIOS TÉCNICO-NÁUTICOS, RECEPCIÓN DE DESECHOS DEL BUQUE.	
SERVICIOS COMERCIALES (PRESTADOS MEDIANTE CONCESIÓN O AUTORIZACIÓN) ALMACENAMIENTO, ACTIVIDADES DE VALOR AÑADIDO A LA MERCANCÍA, ETC.	

Modelo Land-Lord de explotación público-privada.

2.2. ACTIVIDADES LIGADAS A LA OPERATIVA CON GRANELES

El propósito de esta sección es describir el conjunto de actividades que son objeto de esta guía, las cuales están ligadas directa o indirectamente al movimiento de graneles sólidos y, por tanto, influyen en la eficiencia ambiental global de dicha actividad.

Las operaciones físicas ligadas al movimiento y almacenamiento de graneles sólidos inciden, de modo evidente, sobre determinados aspectos ambientales. La adecuada gestión de los aspectos ambientales ligados al proceso de transporte, visto éste de un modo amplio, requiere tener en cuenta operaciones o actividades adicionales al mero movimiento de mercancías que tiene lugar en el muelle o en explanadas de almacenamiento.

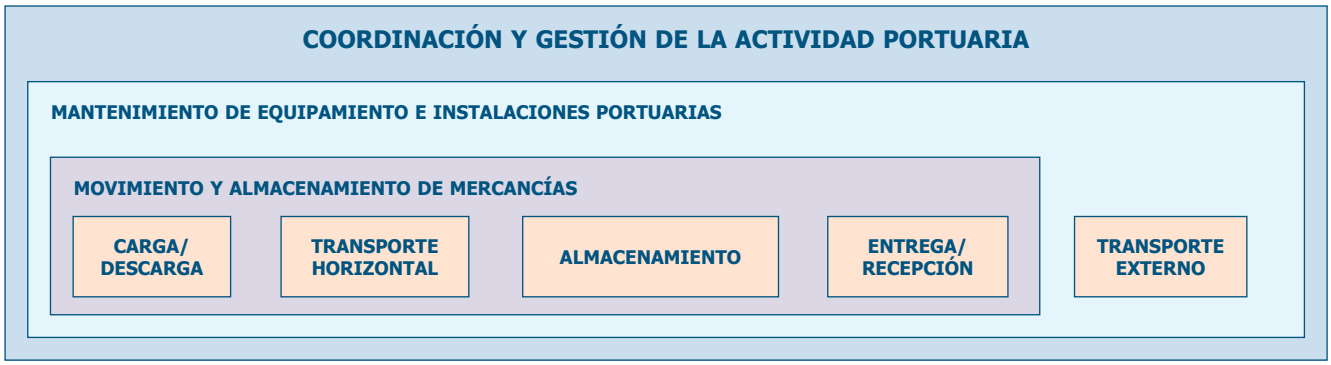
Con el fin de proporcionar una visión lo más amplia posible de la gestión ambiental ligada al transporte de graneles sólidos en instalaciones portuarias, la guía tiene como alcance el siguiente conjunto de operaciones o actividades:

- Coordinación y gestión de la actividad
- Movimiento y almacenamiento de la mercancía
- Transporte terrestre
- Mantenimiento de medios técnicos de explotación y de instalaciones

Seguidamente se analizan, brevemente, cada una de estas actividades, así como la razón por la que se incluyen en el alcance de esta guía.

- **Coordinación y gestión de la actividad.**

  Esta actividad implica varias tareas, como son la dotación de medios técnicos, la programación de las operaciones, la organización del área de trabajo, la coordinación de operaciones, la definición de protocolos operativos, la supervisión de las operaciones o la formación del personal. Todas estas tareas resultan esenciales a la hora de garantizar tanto la correcta implantación de buenas prácticas ambientales, como la correcta aplicación de medidas destinadas a prevenir emisiones o derrames. En este sentido, el objetivo es evitar que el uso de medios de manipulación inadecuados, falta de destreza en la operación de la maquinaria, o una mala coordinación de las operaciones en tierra, puedan dar lugar a emisiones o derrames de mercancía.



Actividades ligadas a la operativa portuaria de gestión de graneles sólidos.

Carga directa de camión mediante tolva, y camiones en espera en el muelle.

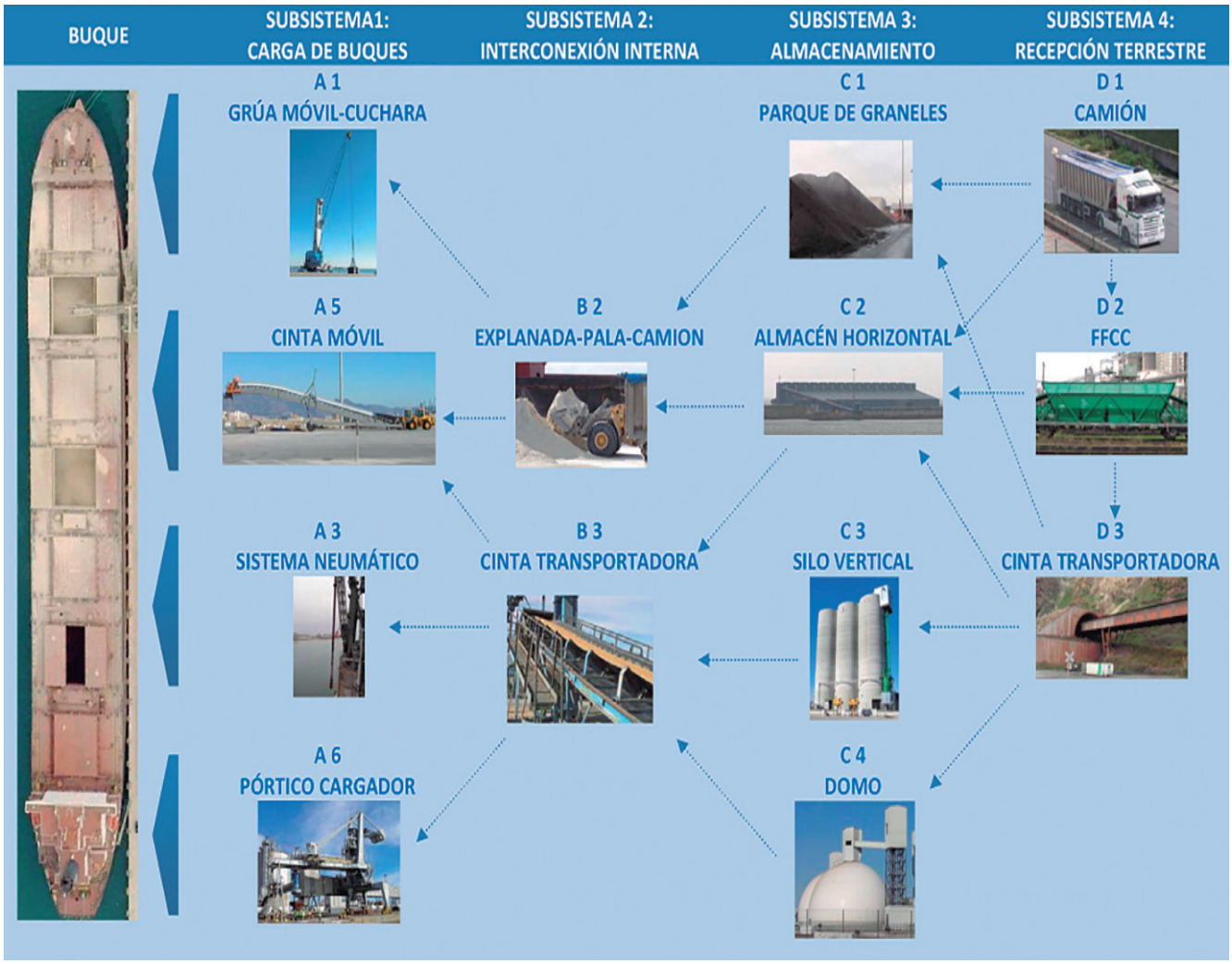
Camión descargando el exceso de carga en parva del muelle.

- **Movimiento y almacenamiento de la mercancía.**

  El movimiento y almacenamiento de la mercancía constituye la actividad central del proceso físico de transporte de la mercancía en el puerto. Se compone del conjunto de operaciones necesarias para garantizar el

flujo de la mercancía que entra o sale del puerto por barco, con la que sale o entra del puerto por camión, tren, o cinta transportadora.

Esta actividad es fundamental, desde el punto de vista ambiental, pues la manipulación física de la mercancía es la principal causa de incidencias ambientales, como derrames, emisiones de polvo o vertidos a las dársenas. De modo general, esta actividad implica las siguientes fases:



Fases del proceso de acarreo de mercancía en un puerto.

- *Carga/Descarga de buques.* Consiste en el intercambio de la mercancía entre el buque y los sistemas terrestres de acarreo de la mercancía. Esta fase requiere de equipos específicos que no se dan en otros entornos.

- *Transporte horizontal.* Consisten en el proceso de acarreo de mercancía dentro del puerto. Puede darse entre muelles y almacenamientos o entre distintos puntos de almacenamiento en el puerto. A su vez, dicho movimiento puede efectuarse de modo discontinuo mediante camiones, o con un flujo continuo mediante trasportadores.

- *Almacenamiento.* Supone el proceso de almacenamiento y espera de la mercancía en puerto y, de modo genérico, tiene como objetivo desacoplar los diferentes ritmos de entrada/salida de mercancía que pueden darse entre la fase de Carga/Descarga y la fase de Entrega/Recepción de la mercancía.

- *Entrega/Recepción.* Agrupa las operaciones de conexión entre el puerto y los medios de transporte terrestre, como carretera y ferrocarril.

Transporte terrestre.

Esta actividad consiste en el transporte de la mercancía, mediante camión, tren o cinta, entre el puerto y el destino u origen de la mercancía. Esta fase está ligada al proceso de entrega/recepción que tiene lugar en el puerto. No obstante, es conveniente tratarla de modo independiente, pues plantea problemas ambientales específicos, al tiempo que requiere del concurso de empresas de transporte sobre las cuales, la Autoridad Portuaria, la empresa estibadora o el concesionario, tienen una capacidad de control indirecta.

Vagones para graneles sólidos.

Camión en operativa portuaria.

Mantenimiento de medios técnicos de explotación y de instalaciones.

En la operativa portuaria intervienen medios mecánicos de explotación, superficies de trabajo e infraestructuras complementarias, como drenajes, talleres o áreas de limpieza de maquinaria. La limpieza y mantenimiento de los equipamientos citados resulta muy relevante, desde el punto de vista ambiental, por dos motivos: en primer lugar, resulta una actividad que ayuda al control de la contaminación, pues al garantizar la limpieza y el correcto estado de mantenimiento de maquinaria e infraestructura se reduce de modo sustancial el riesgo ambiental ligado a la operativa; en segundo lugar, el incorrecto desarrollo de dicha actividad puede convertirla, en sí misma, en una fuente de problemas, como es el caso de limpieza con medios inadecuados.

Limpieza de viales mediante barredora con aspiración.

Limpieza de maquinaria en superficie con recogida perimetral de agua.

2.3. AGENTES IMPLICADOS EN LA ORGANIZACIÓN, MANIPULACIÓN Y MANTENIMIENTO

Esta sección presenta el conjunto de agentes que intervienen en las tareas de organización del área de trabajo, de manipulación de la mercancía y de mantenimiento, señalando el papel y responsabilidades de cada uno de ellos dentro de la gestión ambiental de la actividad.

Como se ha indicado, en el espacio portuario confluyen diferentes agentes encargados de las tareas de organización de la actividad, manipulación de la mercancía y mantenimiento, entre los cuales cabe destacar:

- **Autoridades Portuarias.** Son titulares del dominio público portuario, siendo, además, responsables de la gestión administrativa y operativa del puerto. A efectos de esta Guía destacan las siguientes funciones:
  - Proporcionar infraestructura de abrigo, suelo portuario, e infraestructura de atraque.
  - Regulación administrativa de las empresas que operan en el puerto, estableciendo las condiciones bajo las cuales los operadores privados podrán operar en el puerto y ocupar el dominio público portuario.
  - Regular las condiciones de operación para los usuarios del puerto.
  - Asignar atraques.
  - Planificar y coordinar la ocupación de espacios de uso común.
  - Coordinar, supervisar y controlar la operativa portuaria.
  - Garantizar el mantenimiento y limpieza de infraestructuras comunes, como pavimento, redes de saneamiento y drenaje, sistemas de iluminación, etc.

- **Empresas concesionarias y autorizadas.** Son empresas que disponen de concesión o autorización de ocupación de dominio público. Se encargan de manipular y almacenar la mercancía, así como de proporcionar posibles operaciones de valor añadido a la misma. Pueden contar con licencia para actuar como empresas de estiba o subcontratar dicha tarea a una empresa especializada. En muchos casos, cuando el movimiento de graneles no requiere el almacenamiento temporal en puerto, las empresas operadoras realizan las tareas de carga/descarga y entrega/recepción en muelles de uso común, sin utilizar superficies en concesión, mediante una licencia para la manipulación de mercancías. Con carácter general, les corresponde:

Muelle y campas concesionados para el movimiento de carbon.

- Dotarse de medios técnicos apropiados para el desarrollo de la operativa en condiciones de eficiencia, seguridad y respeto al entorno.
- Coordinar en el puerto las tareas ligadas a las diferentes fases de la operativa. En particular, coordinar la operativa de la terminal con la operativa desarrollada en muelle y la operativa de entrega/recepción.
- Dotar a la instalación de sistemas apropiados de recogida y tratamiento de aguas residuales, industriales y de escorrentías.
- Verificar que las empresas de estiba, las empresas de trasporte y otras empresas subcontratadas, cumplen las condiciones de operación establecidas por la Autoridad Portuaria, responsabilizándose de las mismas.
- Establecer protocolos de operación y supervisar el cumplimiento de los mismos, con el fin de garantizar que la operativa se desarrolle en condiciones de eficiencia, calidad, seguridad y respeto al medio ambiente.
- Garantizar el adecuado estado de mantenimiento de los medios técnicos utilizados para la operativa, asegurando que dicho mantenimiento se realice en zonas y condiciones adecuadas.
- Garantizar la limpieza de las instalaciones en concesión y del muelle.
- Realizar una gestión adecuada de los residuos generados en las tareas de limpieza del muelle y en el mantenimiento de equipos.

- **Empresas de estiba.** Son empresas que disponen de una licencia para la prestación del servicio portuario de manipulación de mercancías. Los medios técnicos pueden ser propios, alquilados, o bien propiedad de la empresa concesionaria del espacio de almacenamiento de la mercancía. Las empresas de estiba pueden operar en muelles de uso común sin necesidad de concesión o autorización de uso privativo, integrando en el muelle las operaciones de carga/descarga y entrega recepción. Con carácter general, les corresponde:

  - Dotarse de medios técnicos apropiados para el desarrollo de la operativa en condiciones de eficiencia, seguridad y respeto al entorno.

  - Coordinar en el muelle el trabajo de los operadores de los sistemas de carga/descarga con los responsables de los sistemas de transporte horizontal, señalizando y organizando la posible circulación de vehículos en torno al punto de carga/descarga y a las zonas de acopio.

  - Verificar que los trabajadores de estiba, las empresas de trasporte y otras empresas subcontratadas cumplen las condiciones de operación establecidas por la Autoridad Portuaria en las zonas de trabajo, responsabilizándose de las mismas.

  - Establecer protocolos de operación y supervisar el cumplimiento de los mismos, con el fin de garantizar que la operativa se desarrolle en condiciones de eficiencia, calidad, seguridad y respeto al medio ambiente.

  - Garantizar el adecuado estado de mantenimiento de los medios técnicos utilizados para la operativa, asegurando que dicho mantenimiento se realice en zonas y condiciones adecuadas.

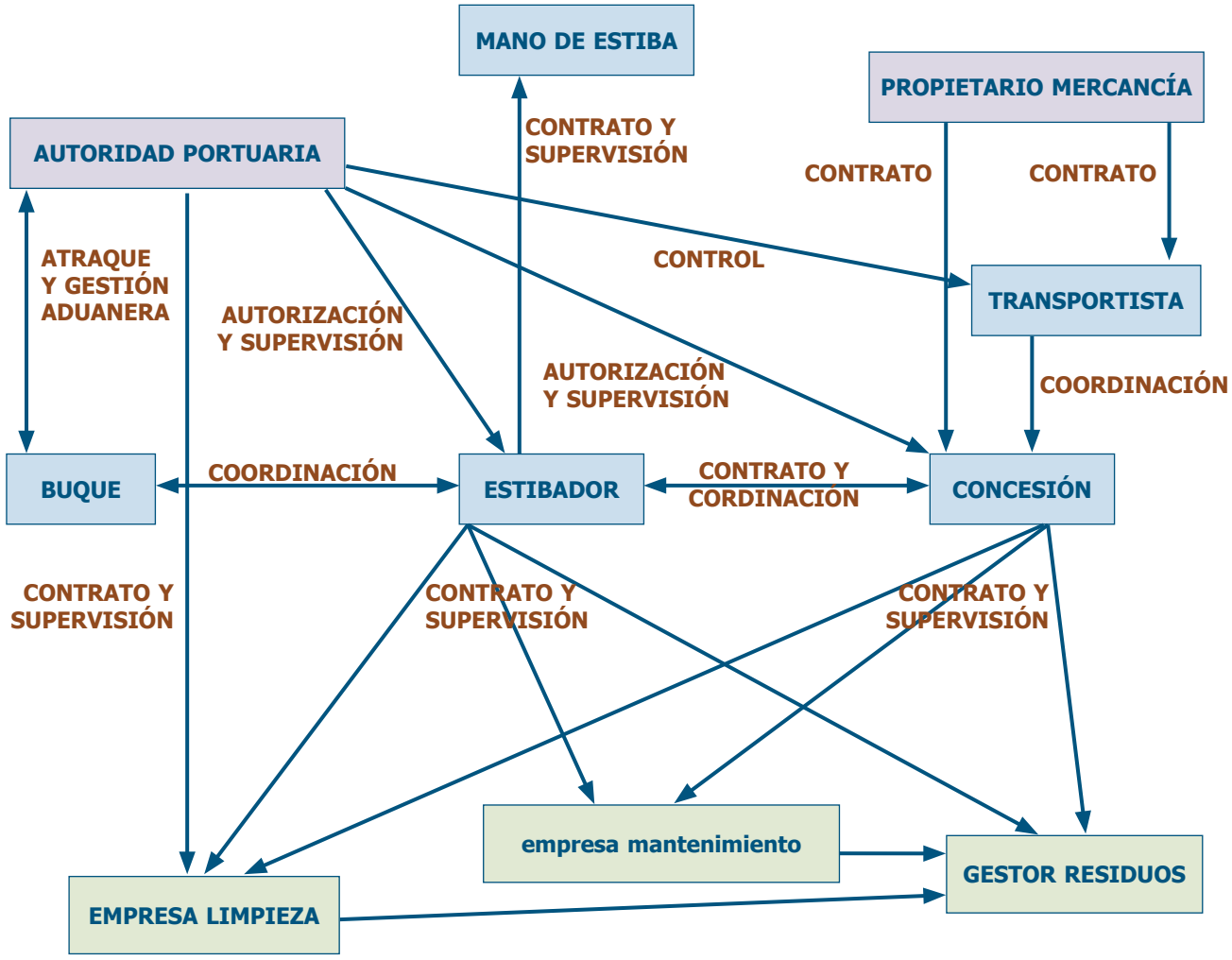
  - Garantizar la limpieza del muelle tras la operativa.

  - Realizar una gestión adecuada de los residuos generados en las tareas de limpieza del muelle y de mantenimiento de equipos.

Grúas móviles de empresas estibadoras operando en muelle de uso común.

- **Trabajadores de estiba.** Personal habilitado contratado por las empresas estibadoras.
  - Manipular los medios técnicos implicados en condiciones de eficiencia, calidad, seguridad y respeto al entorno, de acuerdo a las condiciones de operación que haya podido dictaminar la Autoridad Portuaria o la empresa estibadora.
  - Verificar el adecuado estado de mantenimiento de la maquinaria, informando a la empresa estibadora de posibles deficiencias.
- **Transportistas.** Pueden desempeñar la totalidad de su trabajo dentro del puerto como parte integrante del subsistema de transporte horizontal, o desarrollar su trabajo actuando de enlace entre el puerto y empresas situadas fuera del mismo, formando parte del servicio de transporte externo. En general, desde un punto de vista medioambiental, les corresponde:
  - Responder del adecuado estado de mantenimiento de los vehículos utilizados, asegurando que dicho mantenimiento se realice en zonas y condiciones adecuadas.
  - Cumplir las condiciones de operación y circulación que hayan podido ser establecidas por la Autoridad Portuaria.
- **Empresas de limpieza.** Las empresas de estiba y las concesiones deben mantener el orden y la limpieza en las superficies que utilizan para operar. Dicha actividad puede realizarse por personal propio o por empresas de limpieza contratadas para tal fin. En general, les corresponde:
  - Responder del adecuado estado de mantenimiento de los equipos implicados, asegurando que dicho mantenimiento se realice en zonas y condiciones adecuadas.
  - Cumplir las condiciones de operación y circulación que hayan podido ser establecidas por la Autoridad Portuaria.
  - Realizar una gestión adecuada de los residuos generados en las tareas de limpieza.
- **Empresas de mantenimiento.** En muchos casos las empresas de estiba y las empresas concesionarias no realizan de modo directo el mantenimiento de los medios mecánicos implicados en la operativa, subcontratando dicho servicio a terceros. En general, les corresponde:
  - Realizar una gestión adecuada de los residuos generados en las tareas de limpieza de mantenimiento de equipos.
- **Gestores autorizados de residuos.** Su cometido es la recogida y gestión de los residuos generados, tanto en zonas de trabajo, muelles, talleres, oficinas, etc., como en instalaciones auxiliares, tales como fosas de decantación de lodos. En general, les corresponde:
  - Cumplir las condiciones de operación y circulación que hayan podido ser establecidas por la Autoridad Portuaria.

- **Buque.** Es representado por su capitán o por el consignatario, según el caso, coordinando con el operador de estiba o concesión la operativa en muelle. En general, le corresponde:
  - Acordar con la empresa de estiba o con la concesión el plan de carga/descarga.
  - Coordinar con el operador en tierra el cumplimiento de los requisitos operativos establecidos en el código BLU, en el código PBIP o en aquellos protocolos derivados del posible transporte de mercancías peligrosas.



Agentes que intervienen en la operativa con graneles y relaciones entre ellos.

Entre los distintos agentes descritos se establecen diversos tipos de relaciones contractuales, así como procesos de coordinación y control, los cuales quedan representados de modo simplificado en el gráfico de arriba. Dicho esquema pone de relieve que en el puerto desarrollan su actividad diversos agentes, como transportistas, trabajadores de estiba, o empresas de limpieza, sobre los cuales la Autoridad Portuaria no tiene relación contractual directa, ni control directo, sino indirecto a través de empresas de estiba y de empresas concesionarias. *Por ello, resulta esencial que la gestión ambiental de la actividad, tanto propia como la desarrollada por terceros, esté integrada dentro de los procesos operativos seguidos por las empresas de estiba y las empresas concesionarias ligadas al movimiento y almacenamiento de graneles sólidos.*

2.4. CONCURRENCIA ADMINISTRATIVA

Esta sección introduce, de manera general, las funciones que son desarrolladas por distintas administraciones dentro del dominio público portuario.

El puerto es un espacio en el que no solo desarrollan su actividad distintos agentes privados, sino que también ejercen sus competencias diversas administraciones de ámbito general, autonómico y local. Dichas competencias abarcan, entre otras, materias como el medio ambiente, la seguridad industrial, el control aduanero o la propia organización urbanística del puerto. En particular, corresponde a las Comunidades Autónomas y Entes Locales la regulación medioambiental de las actividades desarrolladas en tierra por operadores privados.

Por tanto, la regulación y supervisión de las actividades portuarias se desarrolla en un marco de concurrencia administrativa, donde, además de la Autoridad Portuaria, son varios los organismos que, en función de la materia, desarrollan en el puerto sus competencias de regulación administrativa, supervisión del cumplimiento legal y aplicación del régimen sancionador correspondiente.

En este contexto, las Autoridades Portuarias actúan, no solo desarrollando sus propias competencias como proveedores de infraestructura y administradores de los servicios del puerto, sino también, creando un marco de colaboración entre administraciones que facilite la coordinación entre las mismas.

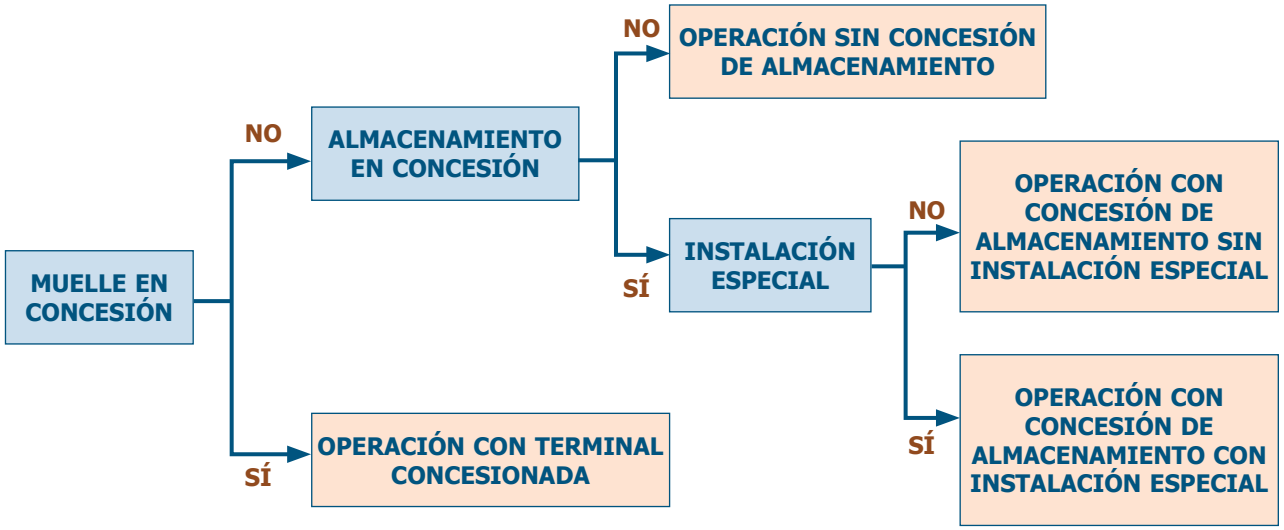
En cualquier caso, no debe confundirse el concepto de competencia administrativa con el de responsabilidad corporativa. Por este motivo, aunque las Autoridades Portuarias no tengan competencias administrativas en ciertas materias, si desarrollan políticas activas en las mismas como modo de reducir los riesgos de las operaciones, mejorar la calidad del servicio prestado por el puerto y contribuir al desarrollo de las políticas públicas en dichas materias.

2.5. MODELOS DE OPERACIÓN

En esta sección se describen, de forma genérica, los diferentes modos de operación seguidos por las empresas con concesión para la manipulación y almacenamiento de graneles sólidos y por las empresas estibadoras ligadas a la carga/descarga de este tipo de mecánica.

El uso que cada operador hace del dominio público portuario, y el modo en que afronta cada una de las fases de la operativa portuaria, es muy variado y está condicionado por el modelo de negocio seguido. No obstante, es posible establecer cuatro modelos genéricos de operación, que dependen de la inversión que se realice:

- Inversión en equipos convencionales de muelle.
- Inversión en equipos para almacenamiento y proceso de mercancías.
- Inversión en instalaciones especiales para la carga/descarga y trasporte horizontal.



Modelos genéricos de operación con graneles sólidos en puertos.

La aplicación de estos criterios permite distinguir los siguientes cuatro tipos genéricos de modelos de operación:

- Operación sin concesión de almacenamiento.
- Operación con concesión de almacenamiento sin instalación especial.
- Operación con concesión de almacenamiento con instalación especial.
- Operación con terminales concesionadas.

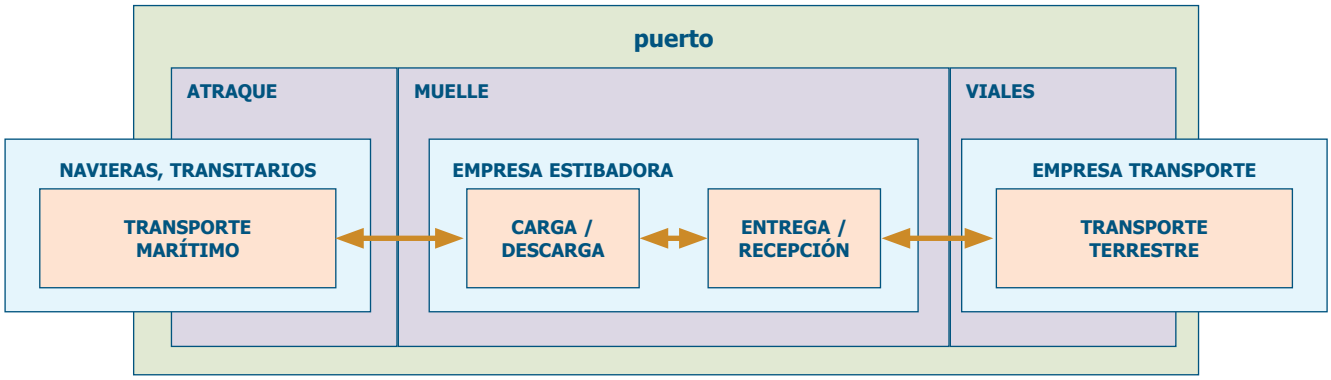
Evidentemente, la clasificación es extremadamente sencilla y no muestra toda la riqueza de casos posibles, pero, con todo, resulta relevante desde el punto de vista medioambiental, pues condiciona qué tipo de medidas de mejora deben aplicarse, y quién debe aplicarlas.

■ Operación sin concesión de almacenamiento.

De modo general, es la operativa seguida por empresas de estiba que operan con tipos variados de mercancías en tráficos poco regulares y de volúmenes medios o bajos, donde frecuentemente el punto de origen o destino, por tierra, está próximo y cuenta con almacenamiento propio.

La operativa se desarrolla en su totalidad en muelles de uso común, sin el uso de espacios concesionados. Así mismo la actividad suele realizarse con equipos convencionales multipropósito que puedan moverse libremente hasta el punto de atraque asignado, como es el caso de grúas móviles, tolvas, palas, camiones y cintas móviles, con operativas que frecuentemente implican la formación de acopios en primera línea de muelle y retranqueos temporales a segunda línea de muelle.

En algunos casos, parte de esta maquinaria no pertenece a la empresa estibadora, siendo alquilada expresamente cuando se necesita en muelle.



Operativa sin concesión de almacenamiento en muelle de uso común.

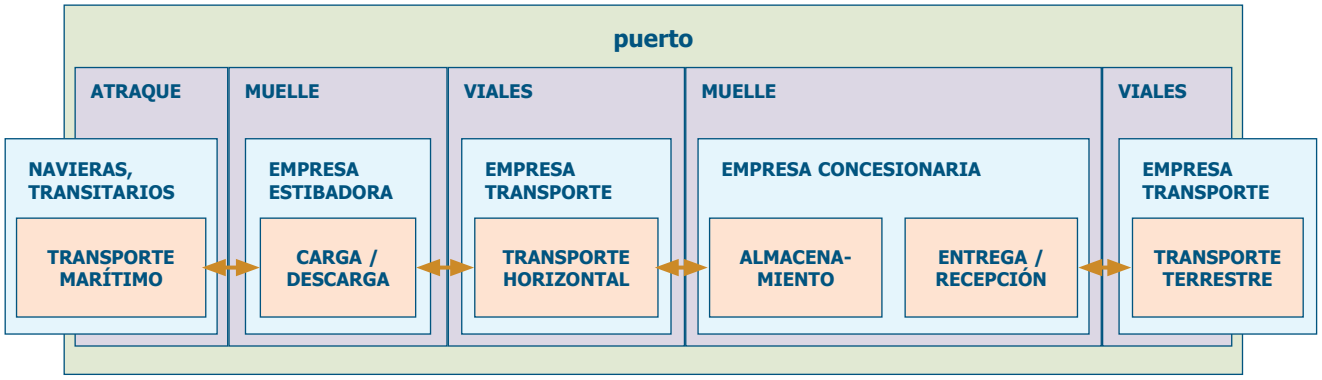
■ **Operación con concesión de almacenamiento y sin instalación especial.**

Con carácter general, es el modelo seguido por empresas que operan con un grupo limitado de mercancías, en volúmenes medios no regulares, donde el puerto actúa como almacén de distribución o recepción de diversos clientes. Así mismo, es el modelo seguido en situaciones donde hay limitación en la disponibilidad de línea de atraque o de espacios de almacenamiento cercanos a los muelles.

Levante y entrega de coke con pala y camión en muelle de uso común.

Carga con cuchara de cereales desde muelle de uso común.

Las operaciones de carga/descarga en muelle pueden ser realizadas directamente por la empresa concesionaria, a través de la correspondiente licencia, o por empresas especializadas en las tareas de estiba.



Operativa con concesión de almacenamiento y transporte horizontal mediante camiones.

La operativa de carga y descarga se desarrolla, frecuentemente, con equipos convencionales, como grúas móviles, tolvas, palas, camiones y cintas móviles; el transporte horizontal se lleva a cabo con camiones; el almacenamiento se realiza en campas al aire libre o en almacenes; y la entrega o recepción mediante palas o descarga de camiones directamente en el punto de almacenamiento.

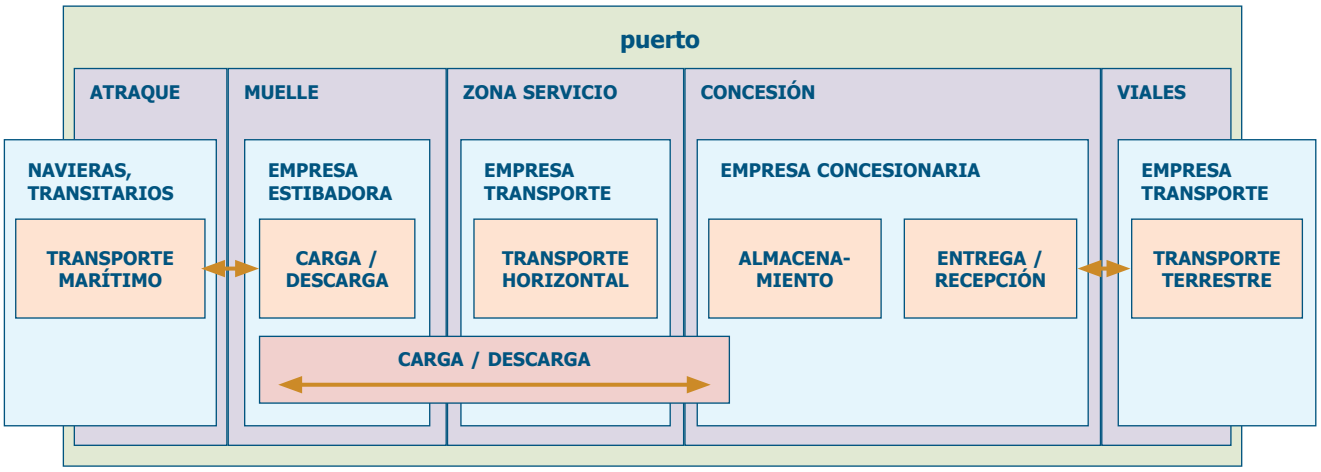
Descarga con grúa-tolva-camión.

Descarga de camión en almacén y remonte con pala.

- **Operación con concesión de almacenamiento e instalación especial.**

Pertenecen a este grupo operadores especializados en un tipo de mercancías, generalmente de precio unitario medio o alto, que trabajan con un tráfico regular de volumen medio o alto. En cualquier caso, este modelo está condicionado a la disponibilidad y grado de saturación de la línea de atraque y a la distancia a la que se encuentra la concesión en la que se realiza el almacenamiento.

Como en el caso anterior, las operaciones de carga/descarga en muelle pueden ser realizadas directamente por la empresa concesionaria, a través de la correspondiente licencia, o por empresas especializadas en las tareas de estiba. En algunos casos, el conjunto de operaciones en muelle y la gestión de la instalación especial se realizan por una empresa estibadora contratada por el operador de la concesión.



Operativa con concesión de almacenamiento y transporte horizontal mediante sistemas continuos.

La carga/descarga se suele realizar mediante grúas móviles o sistemas de carga y descarga continuos de tipo neumático o mecánico, mientras que el trasporte horizontal se realiza, habitualmente, mediante cintas u otros sistemas de acarreo continuo.

En cualquier caso, la necesidad de mantener el uso común del muelle limita la instalación de sistemas que requieran un elevado nivel de ocupación del mismo, y que impidan su uso por otros operadores. Con este fin, es frecuente encontrar soluciones como:

- Sistemas móviles de carga y descarga.
- Sistemas de cintas elevadas situadas en la parte posterior del muelle, para permitir el paso de camiones y dotadas de tramos retráctiles que permitan el paso de otras grúas.
- Cintas situadas en primera alineación de atraque a lo largo del cantil, a una altura que no impida su uso por otros operadores.
- Sistemas de cintas articuladas que permiten plegar la estructura cuando no están en operación.
- Descargadores neumáticos móviles con evacuación de muelle por tubería.

Cinta articulada móvil en muelle de uso común.

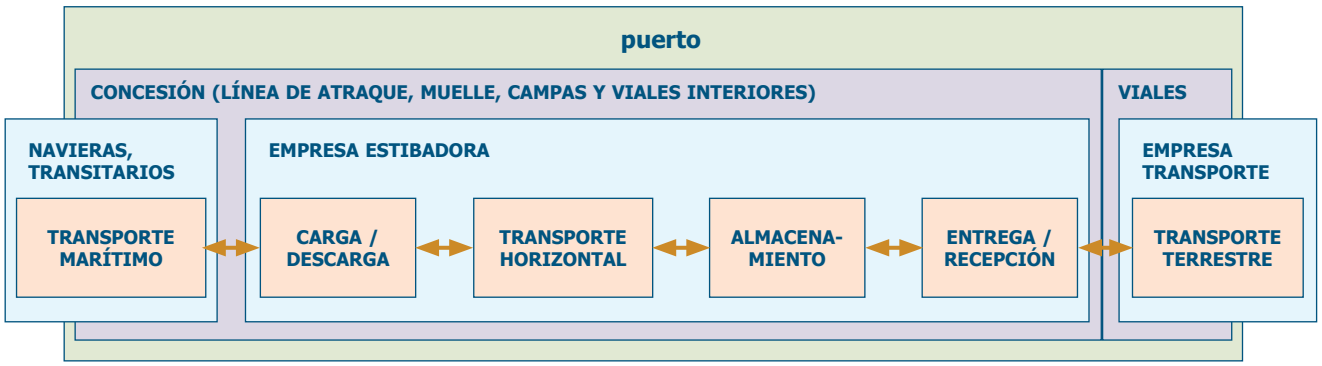
Cargador continuo con manga telescópica en muelle de uso común.

Terminal concesionada.

En este caso, la empresa operadora tiene en concesión el muelle, la zona de almacenamiento y la zona de tránsito entre ambos, disponiendo, generalmente, de una *licencia* para operar como empresa estibadora.

Con carácter general, es el modelo de operación seguido por empresas que mueven grandes volúmenes de carbón o minerales. La descarga suele realizarse con pórticos descargadores, el movimiento horizontal mediante cintas y el almacenamiento mediante apiladores en grandes acopios a cielo abierto.

También pertenecen a este grupo operadores con tráficos regulares que mueven volúmenes medios de mercancía de alto precio unitario, como es el caso de los cereales. En este caso, la operativa suele realizarse mediante instalaciones especiales que conducen o reciben la mercancía desde silos o almacenes horizontales situados próximos a la línea de atraque.



Modelo de operación en terminal concesionada.

Terminal concesionada de Endesa en el Puerto de Carboneras.
Detalle del muelle, del sistema de transporte horizontal y del parque de carbones.

Con carácter general, la elección del modelo de operación está ligada a la capacidad de inversión y al modelo de negocio del operador respecto del puerto. A su vez, estos dos aspectos están condicionados, entre otros, por los siguientes factores:

- *Volumen anual de mercancía movida y precio unitario de la misma:* Aquellos casos donde se mueva un bajo volumen de mercancías, con precios unitarios reducidos, dificultan la inversión en espacios de almacenamiento y en equipos especializados.

- *Regularidad y estabilidad del tipo de tráfico:* La operativa sobre tráficos poco regulares y de carácter genérico dificulta la inversión en sistemas especiales de acarreo y almacenamiento de la mercancía. No obstante, existen experiencias que muestran que dicha estrategia es posible cuando se cuentan con tráficos estables de alto volumen anual.

- *Exigencia de calidad del cliente final:* La exigencia del mercado en cuanto a calidad y trazabilidad de algunas mercancías de alto valor añadido, como es el caso de agroalimentarios para consumo humano/animal, pueden hacer necesario invertir en sistemas especiales y en zonas de almacenamiento que garanticen la trazabilidad y la ausencia de contaminaciones externas de la mercancía.

- *Capacidad del operador para aportar valor añadido a la mercancía:* El desarrollo de procesos que permitan aportar valor añadido, como es la transformación de la mercancía, permiten actuar con mayores márgenes económicos y afrontar inversiones con retornos a más largo plazo.

- *Integración del operador en cadenas logísticas amplias:* La integración del operador en cadenas logísticas más amplias interesadas en desarrollar estrategias de calidad integrales, permiten laminar *el esfuerzo inversor en proyectos a largo plazo.*

- *Disponibilidad de espacio en puerto:* La limitación de espacio puede condicionar el desarrollo de terminales con muelle en concesión. Así mismo la limitación del espacio próximo al muelle puede dificultar la instalación de sistemas especiales entre el muelle y la zona de almacenamiento.

CARACTERÍSTICAS FRECUENTES DE LOS DISTINTOS MODELOS DE OPERACIÓN

	MODELO DE OPERACIÓN			
	A	**B**	**C**	**D**
Volumen anual de mercancía				
Precio unitario				
Regularidad				
Especialización				
Exigencia de calidad del cliente				
Capacidad para aportar valor añadido				
Integración en cadenas logísticas amplias				
Disponibilidad de espacio en muelle				

MODELO A: Sin concesión de almacenamiento
MODELO B: Con concesión de almacenamiento, sin instalación especial
MODELO C: Con concesión de almacenamiento, con instalación especial
MODELO D: Terminal concesionada

Bajo
Medio
Alto

Posicionamiento de los distintos modelos de operación con graneles, con respecto a aspectos ligados al volumen de mercancía, exigencias de calidad y disponibilidad de infraestructura.

IMPACTOS AMBIENTALES DE LA GESTIÓN DE GRANELES SÓLIDOS Y SUS CAUSAS

3.1 TIPOS DE IMPACTOS ASOCIADOS A LA OPERATIVA CON GRANELES SÓLIDOS
Esta sección tiene por objetivo describir los principales impactos sobre el entorno, que pueden producirse como consecuencia de la gestión y almacenamiento de graneles sólidos en puertos 50

3.2 BENEFICIOS DE UN ADECUADO CONTROL DE ASPECTOS AMBIENTALES
Esta sección tiene por objetivo exponer cuales son los réditos de una adecuada gestión ambiental en términos de mejora de la reputación y credibilidad institucional del puerto..... 53

3.3 ASPECTOS AMBIENTALES DE LA OPERATIVA PORTUARIA
Esta sección proporciona una relación de los principales aspectos ambientales de las distintas actividades y fases de la actividad portuaria, así como de los posibles impactos asociados..... 55

3.4 FACTORES QUE CONDICIONAN EL DESEMPEÑO AMBIENTAL DE UNA INSTALACIÓN
Esta sección introduce los factores que van a determinar el desempeño ambiental de la operativa con graneles sólidos, y que permitirán, por tanto, analizar las causas de la generación de posibles aspectos ambientales significativos 58

3.5 CAUSAS OPERATIVAS DE LA GENERACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES
Esta sección tiene por objetivo identificar las secuencia de causas generales de tipo operativo o técnico que determinan o explican la severidad o importancia de los aspectos ambientales ligados a la operativa con graneles..... 66

3

3.1. TIPOS DE IMPACTOS ASOCIADOS A LA OPERATIVA CON GRANELES SÓLIDOS

Esta sección tiene por objetivo describir los principales impactos sobre el entorno que pueden producirse como consecuencia de la gestión y almacenamiento de graneles sólidos en puertos.

El movimiento y almacenamiento de mercancías, así como las tareas de mantenimiento de la maquinaria empleada, conllevan la generación de aspectos ambientales como pueden ser la emisión de partículas o la generación de residuos, los cuales, a su vez, pueden dar lugar a impactos negativos sobre el entorno natural, social y económico, tal y como se muestra en el gráfico de más abajo.

Seguidamente, se describen los principales impactos ambientales que pueden generarse en la operativa portuaria con graneles. Dichos impactos no tienen por qué ser todos significativos, pero es importante tenerlos en cuenta a la hora de valorar el impacto de la actividad y a la hora de establecer un esquema de mejora de la eficiencia ambiental de la operativa.

IMPACTOS EN LA CALIDAD AMBIENTAL

- ***Calidad del aire:*** El movimiento de graneles genera partículas sedimentables, así como partículas en suspensión de tipo PM10, que pueden afectar negativamente a los niveles de seguridad y salud en el trabajo, o a la calidad de vida de núcleos urbanos próximos.

- ***Calidad del agua:*** Los vertidos de mercancía a la dársena resultantes de la manipulación de la mercancía, así como el vertido accidental de fluidos hidráulicos de la maquinaria, deterioran la calidad del agua y de los sedimentos. Este hecho, no sólo altera la riqueza y diversidad del ecosistema, sino que además afecta a actividades que se benefician de una adecuada calidad de las aguas, como pueden ser la cría de moluscos, o actividades recreativas.

- ***Eutrofización de las aguas.*** El derrame de mercancías que puedan actuar como nutrientes, como es el caso de fertilizantes, puede ser precursor de procesos de eutrofización de las aguas del puerto, que pueden poner en peligro la fauna del entorno de las dársenas y las actividades económicas asociadas.

IMPACTOS EN EL ENTORNO SOCIAL

- ***Olores:*** La fermentación de productos agroalimentarios que no son adecuadamente retirados de las superficies de operación es fuente de problemas de olores. Así mismo, un mal estado de las aguas de la dársena, como resultado de un exceso de materia orgánica, también puede generar malos olores.

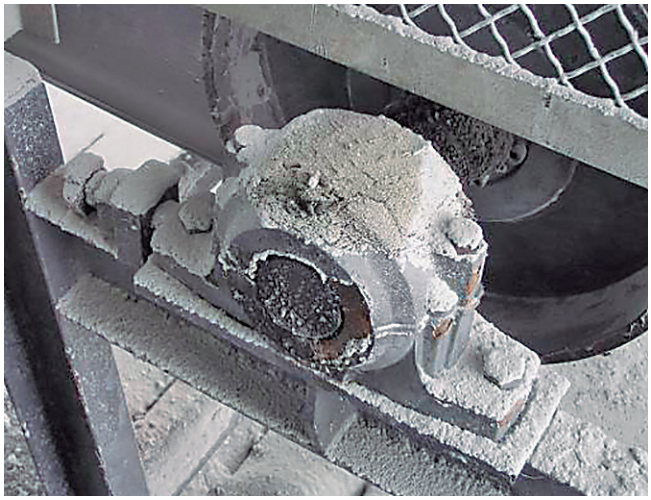
- ***Contaminación acústica:*** El funcionamiento de medios mecánicos de explotación es susceptible de generar niveles molestos de ruido en el entorno. Esto resulta especialmente relevante en el funcionamiento de sistemas de cintas, descargadores neumáticos, trasiego de camiones, descargas de chatarras, etc.

- ***Salud:*** La emisión de partículas alergénicas procedentes de productos agroalimentarios como habas de soja, pueden generar problemas respiratorios en grupos de riesgo de la población. Así mismo, como se ha mencionado, niveles elevados de polvo y partículas pueden tener efectos perjudiciales sobre la calidad del entorno de trabajo de los operadores portuarios.

Deterioro de condiciones de trabajo por efecto de emisión de polvo.

- ***Seguridad de instalaciones:*** La emisión de partículas dan lugar, a veces, a problemas de visibilidad en la zona de trabajo; así mismo, la acumulación de material combustible en zonas de maquinaria sometidas a fricción y calentamiento, como rodillos de cintas, que puede generar incendios.

Mermas por perdida de mercancía



Mermas por perdida de mercancía

IMPACTOS ECONÓMICO

- ***Contaminación cruzada:*** Existen mercancías, como es el caso de agroalimentarios y ciertos minerales, como el zircón, cuyas propiedades y por tanto su valor, puede verse alterado por trazas de mercancía procedente de otras operaciones.

- ***Interferencia con otras actividades:*** Las emisiones de polvo pueden afectar a otras actividades económicas desarrolladas por otros operadores, como pueden ser: almacenamiento de automóviles, atraque de embarcaciones deportivas o cruceros.

- ***Deterioro de maquinaria:*** Los derrames de mercancía en medios mecánicos como cintas aceleran el deterioro de tambores, rodillos y cintas. Así mismo, con carácter general, la deposición de polvo sobre medios mecánicos obliga, en ocasiones, a asumir costes adicionales de mantenimiento y limpieza tanto de los equipos propios como de otros operadores, siendo este problema especialmente grave cuando se depositan mercancías que fraguan con la humedad o tienen propiedades abrasivas acentuadas.

Restos de mercancía que se trasforman en residuos cuya gestión implica un coste

- ***Deterioro de infraestructura:*** El derrame de mercancía en la zona de operaciones y el arrastre por escorrentía de superficies con mal nivel de limpieza tiene los siguientes impactos relevantes en los costes de mantenimiento:

  - *Perdida de calados y contaminación de fondos.* El depósito de restos de mercancía en el fondo aceleran las necesidades de dragado y dificultan la gestión de los mismos

  - *Atascos en sistemas de drenaje:* El arrastres de mercancías hacia el sistema de drenaje incrementan los costes de mantenimiento del mismo, siendo este problema especialmente grave en caso de mercancías capaces de fraguar como el clinker, o mercancías que alteran su volumen con la humedad, como es el caso de los cereales.

  - *Atascos en registros: El depósito de restos de mercancía y la limpieza inadecuada de superficies de trabajo pueden atascar arquetas o* registros de líneas eléctricas o de combustible, dificultando las labores de inspección y mantenimiento.

- ***Costes de limpieza:*** Los derrames de mercancía sobre muelles y viales, así como la deposición del polvo generado en su manipulación o almacenamiento, incrementan los costes de limpieza y de gestión de los residuos generados en la misma. Por otro lado, los costes de gestión de los residuos de barredura se ven sustancialmente incrementados cuando existen restos de productos que no pueden ser retirados a vertederos de materiales inertes, encareciendo la gestión del conjunto de material retirado.

- ***Desarrollo de plagas.*** El derrame de productos agroalimentarios como cereales, leguminosas y sus derivados provoca el crecimiento potencial de la población de aves y roedores, lo cual, a su vez, puede

conducir al deterioro de la calidad y valor económico de las mercancías movidas, acarrear problemas sanitarios y problemas comerciales a otros operadores para quienes la presencia de aves y sus excrementos pueden suponer un problema de imagen o de calidad de servicio.

- ***Mermas de mercancía:*** La pérdida de mercancía a causa de vertidos, derrames y arrastre del viento, constituyen una potencial fuente de pérdidas económicas, especialmente cuando se manipulan mercancías de alto valor unitario, como es el caso de los cereales y oleaginosas.

Drenajes cegados por restos de mercancía

Incremento de costes de dragado como resultado de derrames y arrastre por escorrentía de mercancía derramada

3.2. BENEFICIOS DE UN ADECUADO CONTROL DE ASPECTOS AMBIENTALES

Esta sección tienen por objetivo exponer cuáles son los réditos de una adecuada gestión ambiental en términos de mejora de la reputación y credibilidad institucional del puerto.

La anterior relación de impactos ambientales asociados a la operativa con graneles sólidos pone de relieve la importancia de realizar un adecuado control y gestión de dichos aspectos, ya que un desempeño ambiental no adecuado de la operativa portuaria puede comprometer la imagen y reputación del puerto, generando desconfianza entre distintos agentes sociales, lo cual puede tener efectos negativos, tanto en el desarrollo normal de la operativa portuaria como en el desarrollo de posibles actuaciones sobre la infraestructura del puerto.

Al posible deterioro de la imagen social, hay que añadir las pérdidas económicas derivadas de una inadecuada gestión ambiental, que se traduce en mayores costes de mantenimiento de maquinaria e infraestructura, así como en amenazas a la rentabilidad de operadores portuarios cuyas actividades requieren niveles de calidad ambiental elevados. Entre dichas actividades sensibles a la calidad ambiental se encuentran el tráfico de cruceros, el movimiento de agroalimentarios, las actividades náutico-deportivas, o el almacenamiento de vehículos, entre otras.

Actividades y usos vulnerables por una gestión no adecuada de los aspectos ambientales en la operativa portuaria con graneles sólidos.	
Zonas residenciales	*Barrios portuarios, núcleos residenciales próximos.*
Zonas de uso público	*Espacios abiertos, parques, y zonas portuarias accesibles al público*
Equipamientos	*Atascos en drenajes, pérdidas de calado, deterioro de maquinaria.*
Otras mercancías a granel	*Agroalimentarios, otras mercancías sensibles a la contaminación cruzada*
Otras actividades portuarias	*Tráfico de cruceros, estaciones de pasajeros, marinas deportivas, almacenamiento de vehículos, puertos pesqueros, etc.*

De modo general, un adecuado control y una gestión activa de los aspectos ambientales ligados a la operativa portuaria de graneles sólidos permite:

- Evitar problemas de convivencia e imagen con el entorno ciudadano.
- Limitar los riesgos para la salud de los trabajadores y mejorar condiciones de trabajo.
- Evitar riesgos para la salud ciudadana.
- Reducir el daño y deterioro de equipos de trabajo e infraestructura.
- Evitar daños a otras actividades económicas.
- Limitar riesgos de seguridad industrial de instalaciones.
- Reducir daños al medio natural.
- Evitar sanciones de origen medioambiental y limitar las garantías económicas necesarias para cubrir el riesgo ambiental de las instalaciones.

Operativa convencional de carga de camión con pala de operadores de estiba en el Puerto de Cartagena.

3.3. ASPECTOS AMBIENTALES DE LA OPERATIVA PORTUARIA

Esta sección proporciona una relación de los principales aspectos ambientales de las distintas actividades y fases de la actividad portuaria, así como de los posibles impactos asociados.

El correcto análisis de los impactos ambientales de la operativa portuaria y la valoración de la importancia relativa de cada uno de ellos requieren de la elaboración previa de un inventario de aspectos ambientales. Es decir, se requiere de modo preliminar identificar el conjunto de elementos, actividades, productos y subproductos de la actividad que pueden influir en el entorno.

Dicho inventario debe realizarse analizando el conjunto de actividades implicadas en la operativa, haciéndolo, además, en condiciones ordinarias de operación, en condiciones no ordinarias y en condiciones contingentes, tal y como se indica en la tabla siguiente.

ESCENARIOS A CONSIDERAR A LA HORA DE INVENTARIAR LOS ASPECTOS AMBIENTALES DE LA GESTIÓN DE GRANELES SÓLIDOS EN PUERTOS.	
TIPO DE CONDICIÓN	**TIPO DE ACTIVIDAD**
ORDINARIA	Desarrollo rutinario de actividades de carga/descarga, transporte horizontal, almacenamiento, entrega/recepción y transporte terrestre.
NO ORDINARIA	Tareas de limpieza, mantenimiento y repostado de maquinaria, y tareas de limpieza y mantenimiento de instalaciones o superficies de trabajo.
CONTINGENTE	Posibles escenarios de accidentes asociados a cualquiera de las actividades anteriores, como pueden ser episodios de autocombustión en acopios, vertidos accidentales de aceite de maquinarias o vertidos de mercancías peligrosas, entre otros.

Escenarios que es necesario analizar para inventariar y valorar los aspectos ambientales de la operativa.

Las siguientes tablas, proporcionan un listado de aquellos aspectos ambientales frecuentemente ligados a la gestión de graneles en puertos, junto con los posibles impactos ambientales que es necesario valorar y tener en cuenta en la gestión ambiental de la actividad.

Control de autocombustion de carbón

Control de derrames en mantenimientos

ASPECTOS AMBIENTALES PRESENTES EN CONDICIONES *ORDINARIAS* DE OPERACIÓN Y PRINCIPALES IMPACTOS ASOCIADOS		
ASPECTOS AMBIENTALES	**ACTIVIDADES QUE LOS GENERAN**	**IMPACTOS ASOCIADOS**
EMISIÓN DE PARTÍCULAS	■ Manipulación y transporte de mercancía. ■ Transferencias de mercancía. ■ Almacenamiento de mercancía a la intemperie. ■ Tráfico rodado. ■ *Sin actividad.* Acción de viento sobre superficies sin limpieza adecuada.	◆ *Contaminación del aire y posibles incumplimientos normativos.* ◆ *Contaminación del agua por deposición de partículas.* ◆ *Problemas de seguridad por deterioro de la visibilidad.* ◆ *Daños a otras actividades o mercancías por deposición de polvo y contaminación cruzada.* ◆ *Incremento del coste de mantenimiento y limpieza de maquinaria y de instalaciones.* ◆ *Incremento de los riesgos de salud laboral.*
EMISIONES DE GASES DE COMBUSTIÓN	■ Medios de explotación (grúas, palas, camiones).	◆ *Contaminación del aire y posibles incumplimientos normativos (CO, NOx, SOx).*
VERTIDOS A LAS DÁRSENAS	■ Derrames en Carga/descarga de buques. ■ Escorrentías de lluvia y riego sobres acopios. ■ Escorrentías de lluvia y riego sobre derrames de material en campas y viales. ■ *Sin actividad.* Lluvia sobre superficies sin limpieza adecuada.	◆ *Alteración de la calidad de las aguas y posibles incumplimientos normativos.* ◆ *Reducción de calados y necesidad de dragados de mantenimiento.* ◆ *Contaminación de sedimentos e incremento del coste de dragado.* ◆ *Daños a otras actividades por alteración de la calidad del agua.* ◆ *Aumento de riesgo de eutrofización y de generación de malos olores.*
DERRAMES DE MERCANCÍA	■ Manipulación y transporte de mercancía.	◆ *Incremento de costes de limpieza y gestión de residuos.* ◆ *Emisión de partículas por efecto del viento y del paso de vehículos, con los consiguientes impactos asociados.* ◆ *Vertidos a las dársenas, con los consiguientes impactos asociados.* ◆ *Deterioro de infraestructuras como redes de drenaje.* ◆ *Posible fermentación de materia orgánica y generación de malos olores.*
GENERACIÓN DE LIXIVIADOS	■ Almacenamiento a la intemperie de mercancía	◆ *Contaminación de suelos y posibles costes de descontaminación.* ◆ *Contaminación del agua*
GENERACIÓN DE RUIDOS	■ Medios de explotación (cintas, camiones, descargadores, etc). ■ Impacto de mercancía en los acopios (chatarra).	◆ *Contaminación acústica y posibles incumplimientos normativos.*
GENERACIÓN DE RESIDUOS	■ Manipulación de mercancías. ■ Acopios temporales.	◆ *Costes económicos de gestión de residuos.*
DESARROLLO DE PLAGAS	■ Manipulación de mercancías ■ Almacenamientos.	◆ *Deterioro de la calidad de la mercancía y pérdida de valor de la misma.* ◆ *Posibles problemas de higiene y salud pública.*

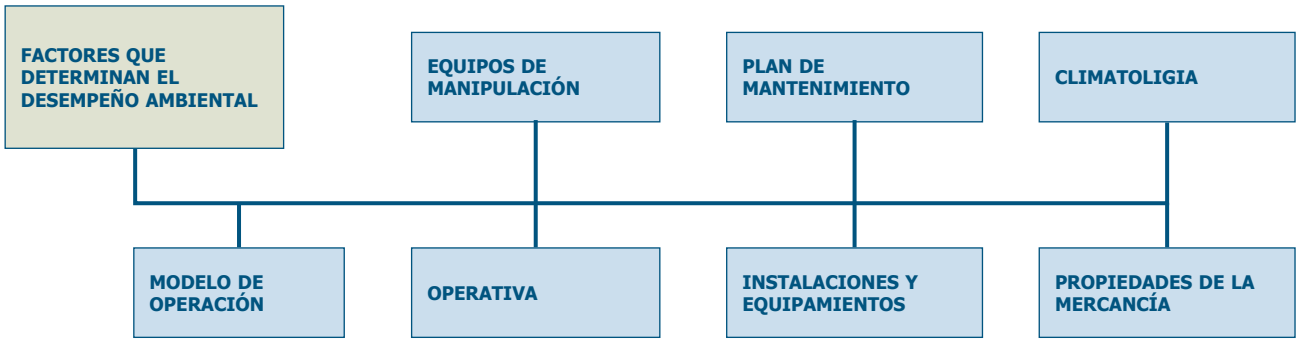
ASPECTOS AMBIENTALES PRESENTES EN CONDICIONES *NO ORDINARIAS* DE OPERACIÓN Y PRINCIPALES IMPACTOS ASOCIADOS		
ASPECTOS AMBIENTALES	**ACTIVIDADES QUE LOS GENERAN**	**IMPACTOS ASOCIADOS**
GENERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS	■ Mantenimiento de maquinaria. ■ Limpieza de superficie e instalaciones.	◆ *Costes económicos de gestión de residuos.* ◆ *Impactos al entorno en caso de gestión inadecuada de dichos residuos.*
VERTIDOS A LAS DÁRSENAS	■ Baldeos de muelles en procesos de limpieza. ■ Limpieza de maquinaria en zonas no adecuadas. ■ Mantenimiento y repostado de maquinaria en zonas no apropiadas	◆ *Alteración de la calidad de las aguas y posibles incumplimientos normativos.* ◆ *Contaminación de sedimentos e incremento del coste de dragado.* ◆ *Daños a otras actividades por alteración de la calidad del agua.*
DERRAMES	■ Mantenimiento y repostado de maquinaria en zonas no apropiadas	◆ *Contaminación de suelos y posibles costes de descontaminación.*
EMISIÓN DE PARTÍCULAS	■ Limpieza de superficies de trabajo con medios mecánicos sin aspiración o humectación.	◆ *Contaminación del aire y posibles incumplimientos normativos.* ◆ *Daños a otras actividades o mercancías por deposición de polvo y contaminación cruzada.* ◆ *Incremento de los riesgos de salud laboral*

ASPECTOS AMBIENTALES PRESENTES EN CONDICIONES *CONTINGENTES* Y PRINCIPALES IMPACTOS ASOCIADOS		
ESCENARIOS	**ASPECTOS AMBIENTALES**	**IMPACTOS ASOCIADOS**
AUTOCOMBUSTIÓN DE LA MERCANCÍA	■ Emisión de gases y partículas. ■ Generación de residuos peligrosos.	◆ *Contaminación del aire.* ◆ *Generación de olores.* ◆ *Pérdidas económicas* ◆ *Daños a otras actividades.* ◆ *Riesgos a la seguridad de personas e instalaciones.* ◆ *Alarma social.*
DETONACIONES EN ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS.	■ Emisión de gases y partículas. ■ Vertidos a la dársena en tareas de extinción. ■ Generación de residuos peligrosos.	◆ *Alarma social.* ◆ *Riesgo a la seguridad de personas y bienes.* ◆ *Pérdidas económicas.* ◆ *Contaminación del aire y del agua por sustancias tóxicas.*
ROTURA DE MOTOR O SISTEMAS HIDRÁULICOS DE MAQUINARIA	■ Vertidos a la dársena. ■ Derrames al suelo. ■ Generación de residuos peligrosos en limpieza de derrames y vertidos.	◆ *Contaminación del agua.* ◆ *Efectos perjudiciales sobre otras actividades.* ◆ *Costes económicos de limpieza y gestión de residuos.*

3.4. FACTORES QUE CONDICIONAN EL DESEMPEÑO AMBIENTAL DE UNA INSTALACIÓN

Esta sección introduce los factores que van a determinar el desempeño ambiental de la operativa con graneles sólidos, y que permitirán, por tanto, analizar las causas de la generación de posibles aspectos ambientales significativos.

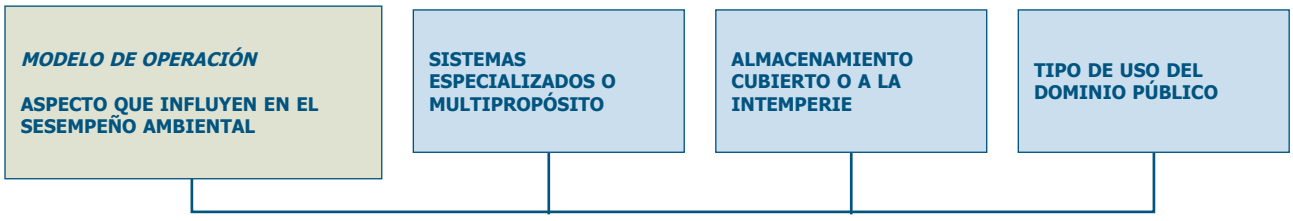
El desempeño ambiental de una instalación está condicionado, de modo genérico, por el modelo de operación, los equipos utilizados, la manipulación, el mantenimiento, las instalaciones de trabajo, las características de la mercancía y por las condiciones meteorológicas.



Factores que determinan el desempeño ambiental de la operativa con graneles sólidos.

Seguidamente se analizan cada uno de estos factores con el fin de poner de relieve posibles causas de ineficiencias. Este análisis permitirá identificar qué mejoras pueden lograrse modificando procesos operativos, cuáles necesitan inversión, y finalmente qué tipo de mejoras están condicionadas por el modelo de explotación o por la meteorología.

- ***Modelo de operación:*** La eficiencia ambiental de la operativa portuaria y el tipo de medidas que pueda ser necesario aplicar para mejorar el desempeño ambiental, están condicionadas por el tipo de equipos e instalaciones utilizados en las fases de carga/descarga, transporte horizontal, entrega/recepción y almacenamiento, así como por los esquemas de integración de dichos equipos e instalaciones.



Aspectos ligados al modelo de operación que influyen en el desempeño ambiental.

Entre los equipos de manipulación y acarreo de mercancías es posible diferenciar entre medios de explotación continuos, y medios discontinuos. Los primeros generan un flujo continuo de mercancía, siendo ejemplo de

dichos sistemas los descargadores neumáticos, o las cintas transportadoras. Los sistemas discontinuos como grúas, palas o camiones, mueven la mercancía mediante ciclos de carga. Por otro lado, entre los esquemas de almacenamiento cabe diferenciar entre almacenamiento a la intemperie y almacenamiento cubierto.

La elección de un régimen de operación en continuo o discontinuo, así como el tipo de esquema de almacenamiento está condicionado por los volúmenes de mercancía, por el grado de especialización, por las propiedades de la mercancía y por el volumen de inversión requerida. A su vez, estas elecciones van a condicionar tanto el desempeño ambiental como las posibilidades de mejora de dicho desempeño

En principio, el uso de esquemas de carga/descarga y transporte horizontal mediante sistemas continuos permite compatibilizar adecuadamente la consecución de altos rendimientos mantenidos con la consecución de una elevada eficiencia ambiental; mientras que el uso de sistemas discontinuos, como grúas, tolvas y camiones presenta un mayor antagonismo entre rendimiento y calidad ambiental de la operativa, al estar el rendimiento condicionado por la duración de los ciclos de carga/descarga y por la destreza del operador.

De modo análogo, el uso de almacenamiento cubierto permite un mejor control de la emisión de polvo generada por manipulación de la mercancía, o por efecto de arrastre del viento.

TIPO DE SISTEMA	SENSIBILIDAD A LA DESTREZA OPERATIVA	COMPATIBILIDAD RENDIMIENTO Y EFICIENCIA AMBIENTAL	POLIVALENCIA
CONTINUOS		X	
DISCONTINUOS	X		X

Ventajas (verde) y desventajas (naranja) de operativas con medios continuos y discontinuos.

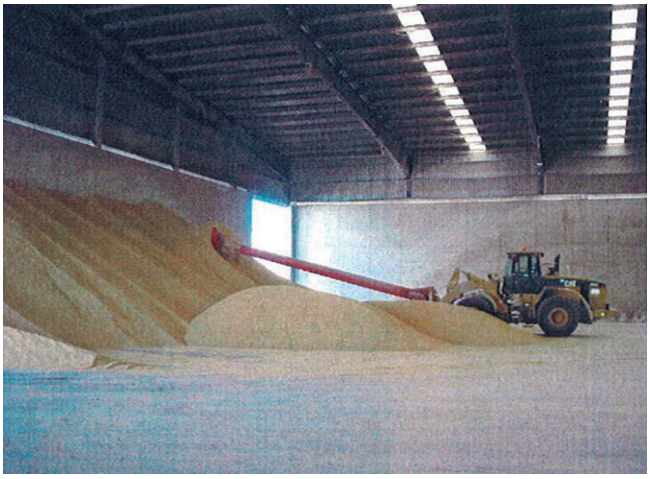
En cualquier caso, el carácter de esquema continuo o discontinuo, o el tipo de almacenamiento, no son elementos determinantes de la eficiencia ambiental. Una operativa de carga de buque con cargador continuo sin una manga de carga adecuada, puede generar más problemas de emisión que una carga con cuchara desde muelle, en la cual se sigue una operativa rigurosa.

Descarga con grúa pórtico (sistema discontinuo) y movimiento horizontal mediante cinta (sistema continuo)

Descarga con grúa móvil y tolva (sistema discontinuo) y transporte horizontal con camión (sistema discontinuo)movimiento horizontal mediante cinta (sistema continuo)

Finalmente, el modelo de operación no sólo condiciona el rendimiento ambiental de la operación, sino también la facilidad con la que es posible asignar responsabilidades y controlar las operaciones.

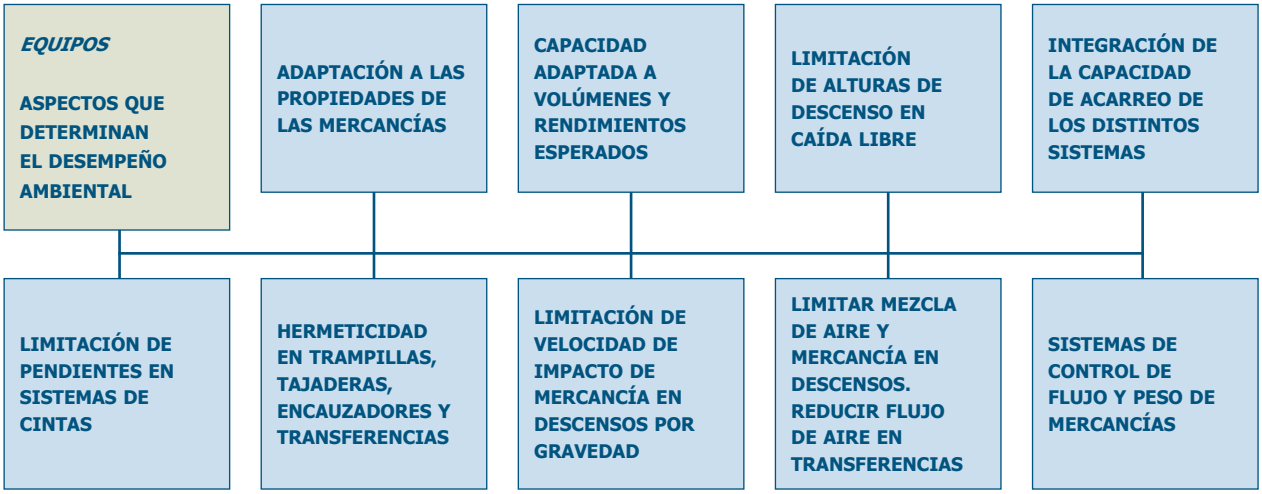
Almacenamiento a la intemperie



Almacenamiento cerrado

- ***Equipos:*** Los equipos seleccionados y el diseño de los mismos van a condicionar la eficiencia ambiental en las fases de carga/descarga, transporte horizontal y entrega/recepción. El control adecuado de emisiones y posibles derrames requiere que el diseño de los equipos de manipulación y acarreo tenga en cuenta las propiedades de las mercancías movidas, así como los volúmenes y rendimientos esperados.

  El dimensionamiento del rendimiento deberá hacerse teniendo en cuenta las densidades, ángulos de reposo y nivel de fluencia del conjunto de mercancías con el que se tenga previsto trabajar, con el fin de no someter a los equipos a sobrecargas ni acelerar inadecuadamente los ciclos de carga/descarga. Un dimensionamiento no adecuado de las capacidades de los equipos reduce de modo dramático la eficiencia ambiental y aumenta la probabilidad de fallo mecánico y accidentes.



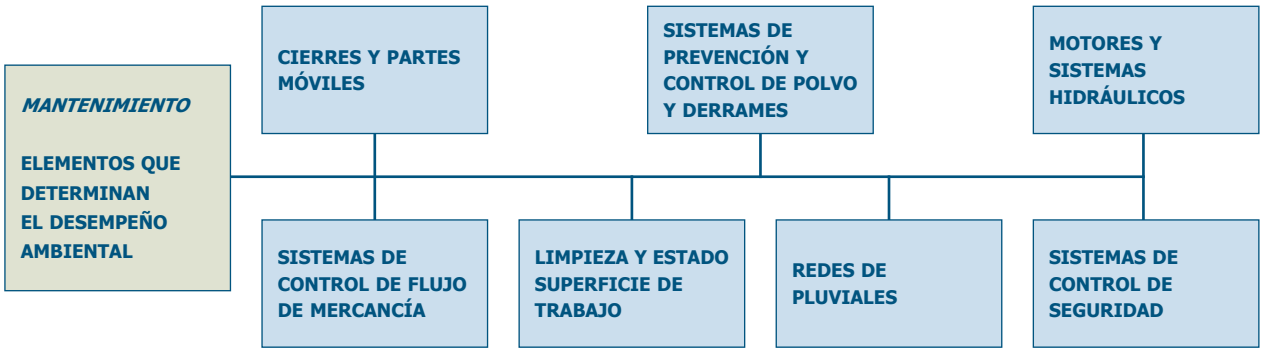
Características de los equipos que condicionan la eficiencia ambiental del mismo.

Así mismo, el control de la altura de descenso en caída libre de la mercancía, el control de la velocidad de caída, la limitación de cambios bruscos de velocidad, pendiente o dirección, la hermeticidad de transferencias, el control del flujo de aire, la presencia de sistemas de control de flujo de mercancía y la integración entre distintos elementos resultan esenciales para controlar derrames o emisión de polvo.

La cuchara se abre por debajo de la boca de la tolva para evitar emisiones.

Anchura y pendiente de la cinta, adaptadas a las propiedades de densidad y fluidez del material (carbonato sódico). Puerto de Santander.

- ***Mantenimiento:*** El adecuado mantenimiento de los equipos de trabajo y del equipamiento complementario resulta esencial para controlar derrames de mercancía y vertidos accidentales. Un esquema de mantenimiento cuya frecuencia y alcance no se adapte a las demandas a las que son sometidos equipos e instalaciones, puede comprometer el desempeño ambiental de la operativa, así como aumentar el riesgo de fallos mecánicos y posibles accidentes.

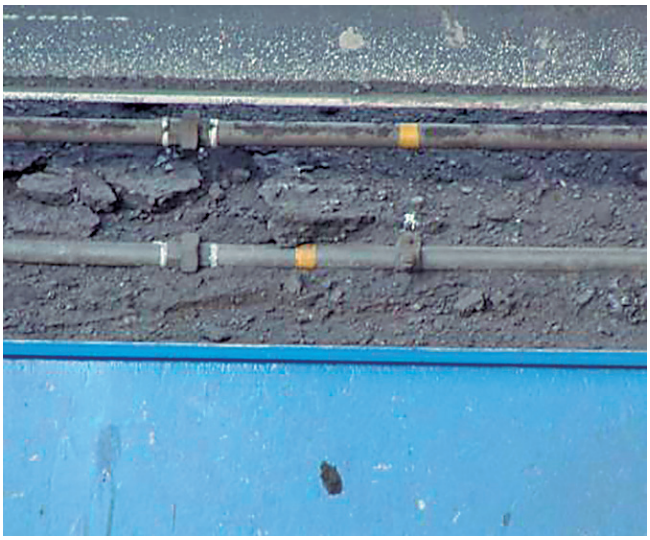


Aspectos y elementos genéricos que deben estar recogidos en el plan de mantenimiento.

El proceso de mantenimiento debe estar reglado mediante un programa de mantenimiento que cubra aquellos elementos cuyo fallo o mal estado puede dar lugar a derrames de mercancía, emisión de polvo o vertidos accidentales. *Así mismo, el programa de mantenimiento debe ser especialmente exigente en el*

seguimiento de elementos o sistemas destinados a prevenir o controlar los posibles impactos de la operativa, como puedan ser sistemas de filtro de polvo, nebulizadores, pantallas, redes perimetrales en talleres, etc.

El mantenimiento de los faldones en los encauzadores de cintas es esencial para evitar derrames y emisión de polvo.



Los sistemas de pulverización de agua para controlar el polvo sólo son eficaces bajo un adecuado mantenimiento.

- ***Operativa:*** La correcta manipulación de equipos resulta esencial a la hora de controlar los aspectos ambientales de la operación con graneles. El nivel adecuado de carga de cucharas, la altura de apertura de cucharas, el nivel de carga de cintas, el toldado de camiones, o la señalización de acopios procedentes de camiones que retornan al punto de carga por sobre-peso, son ejemplos de aspectos operativos que contribuyen al control de los aspectos ambientales ligados a la manipulación de graneles.

La pala vierte de modo adecuado la mercancía sobre la vertical de la caja.

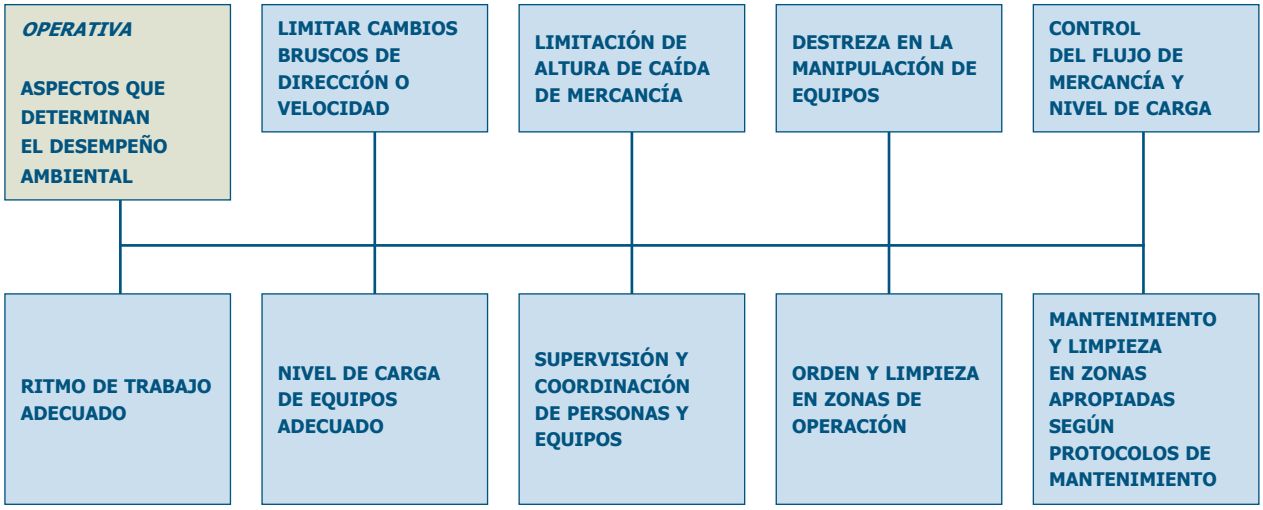
La cuchara se abre por debajo de la boca de la tolva para evitar emisiones.

Son diversas las causas operativas de emisión de polvo o derrames, como resultado de una operativa no adecuada. No obstante, de modo general, dichas causas están ligadas a los siguientes motivos fundamentales:

- *Antagonismo entre rendimiento y eficiencia ambiental.* Se produce cuando los equipos utilizados no se adaptan a las propiedades de la mercancía y volúmenes manejados. Son ejemplos la sobrecarga de cucharas pequeñas con materiales poco densos, la apertura prematura de cuchara sobre acopios o tolvas, o la sobrecarga de cintas con materiales que tienden a fluir con las vibraciones de la misma.

- *Supervisión, coordinación y control deficientes.* La multiplicidad de actores que intervienen en ciertas operativas como parva-pala-camión, o cuchara-tolva-camión, requieren de una supervisión eficaz de mano de obra de estiba y de transportistas que frecuentemente son ajenos a la empresa estibadora, dificultando los procesos de comunicación y respuesta.

- *Destreza insuficiente.* La manipulación de equipos de carga/descarga se realiza en algunos casos por mano de obra de estiba no asignada a equipos específicos, dificultando el desarrollo de la destreza en la manipulación de equipos. Este problema se encuentra, por ejemplo, en el movimiento de graneles en puertos en los que la mayor parte del tiempo el personal de estiba opera sistemas ligados a manipulación de mercancía general.

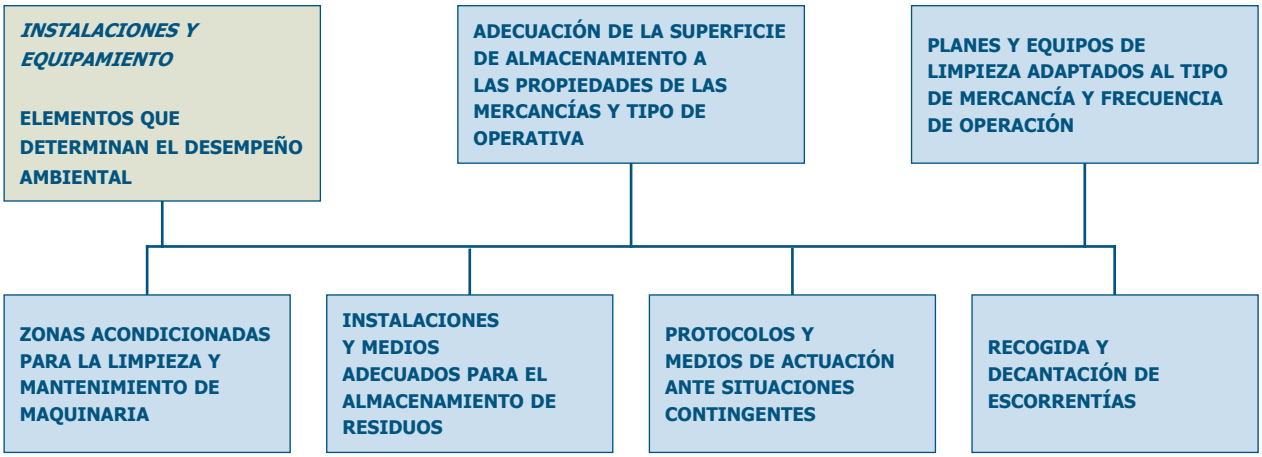


Algunos de los aspectos de la operativa que condicionan el desempeño ambiental.

- ***Instalaciones y equipamiento:*** Se engloban en este concepto las superficies de trabajo, los sistemas de recogida de aguas residuales y escorrentías, las zonas de mantenimiento, los equipos de limpieza y otros medios que dan soporte a la operativa, a las tareas de mantenimiento y a la respuesta a situaciones contingentes. La carencia de instalaciones y equipamientos adecuados, o el mal estado de mantenimiento de los mismos, dificulta el control de los aspectos ambientales generados en las fases de operación, mantenimiento, o de respuestas ante emergencias.

Decantación de escorrentías de aguas pluviales y de riego.

Clasificación de residuos peligrosos procedentes de mantenimiento.



Instalaciones y equipamientos que contribuyen a un mejor desempeño ambiental.

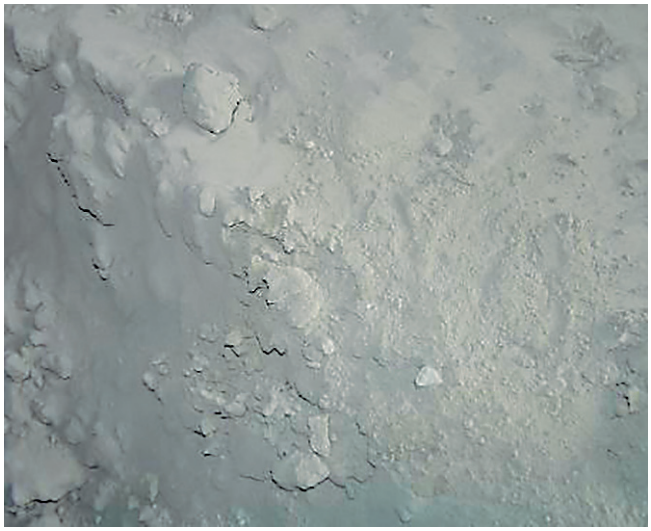
- ***Mercancía:*** Como se ha mencionado, para compatibilizar el rendimiento, control de aspectos ambientales y seguridad, es esencial tener en cuenta las propiedades de las mercancías movidas. En particular, y por su influencia en la generación de aspectos ambientales, es importante tener en cuenta las siguientes propiedades:

  - *Densidad:* Condiciona el tipo de cuchara adecuado en operativa con grúas, y los niveles de carga o flujo en operativas con sistemas continuos.

  - *Angulo de reposo:* Determina el ángulo de estabilidad de acopios y determina los niveles máximos de carga de cintas permisibles sin que se produzcan derrames. En este sentido es importante tener en cuenta que la capacidad de fluir depende de las vibraciones a las que es sometida la mercancía en el proceso de acarreo.

- *Pulverulencia:* Determina el porcentaje de partículas fácilmente transportables por el aire y es una propiedad clave a la hora de seleccionar los equipos de manipulación, así como la necesidad de aplicar sistemas de prevención y control de emisiones.

Feldespato. Pulverulencia baja.



Clinker. Pulverulencia alta.

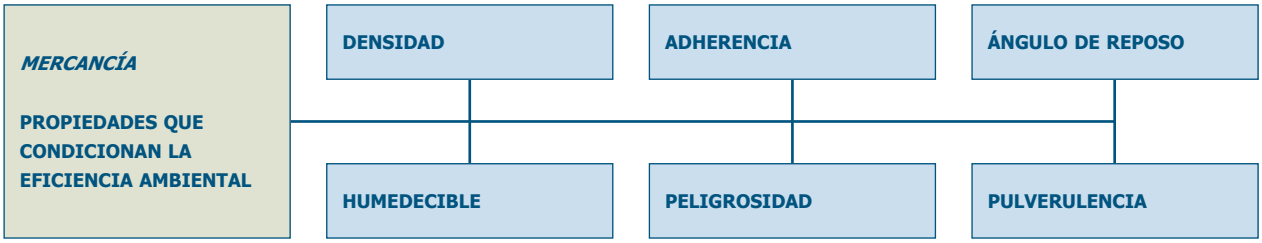
- *Humedecible.* La emisión de polvo de las mercancías que admiten agua pueden prevenirse y controlarse mediante sistemas de micronización de agua y aplicación de aditivos solubles en agua.

La emisión de polvo de parvas de carbón o de mineral de hierro puede controlarse mediante riego y aditivos selladores.

La emisión de polvo de mercancías como carbonato sódico o cereales no puede controlarse por micronización de agua.

- *Adherencia.* Resulta esencial tener en cuenta el nivel de adherencia de la mercancía a palas, cintas o ruedas, pues ello contribuye a generar derrames que son esparcidos por toda la zona de trabajo.

- *Riesgos sobre la salud o la seguridad.* Las mercancías peligrosas, las potencialmente peligrosas y aquellas potencialmente alergénicas tienen requerimientos de manipulación y almacenamiento específicos que condicionan la operativa portuaria.



Algunas de las propiedades de las mercancías que condicionan la eficiencia ambiental.

- ***Climatoligía:*** La acción del viento sobre acopios a la intemperie, o sobre derrames en viales o restos de mercancías en campas, es una de los principales motores de emisión de partículas, en la operativa con mercancía sólida movida a granel. Por ello, la frecuencia con la que se presentan vientos intensos con direcciones desfavorables, será un aspecto fundamental que considerar a la hora de valorar la eficiencia de una terminal y a la hora de definir el tipo de medidas necesarias para controlar la emisión de polvo.

3.5. CAUSAS OPERATIVAS DE LA GENERACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES

Esta sección tiene por objetivo identificar la secuencia de causas generales de tipo operativo o técnico que determinan o explican la severidad o importancia de los aspectos ambientales ligados a la operativa con graneles.

A la hora de establecer un programa de mejora del desempeño ambiental de las operaciones con graneles sólidos, e identificar medidas preventivas y atenuantes adecuadas, resulta esencial identificar las causas o motivos que dan lugar a la generación de dichos impactos ambientales.

Seguidamente se describen las causas frecuentes de los principales aspectos ambientales, analizados anteriormente.

EMISIÓN DE PARTÍCULAS.

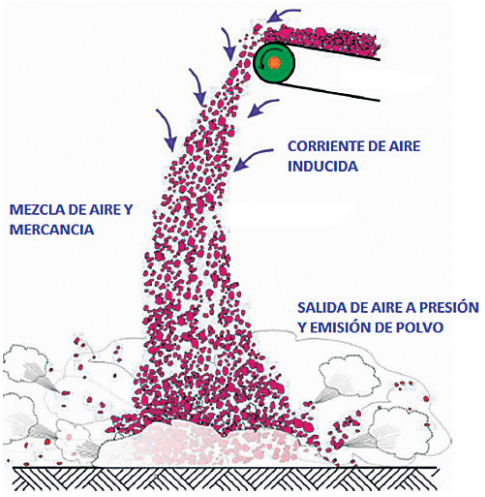
- ***Caída de mercancía en manipulación y transferencias.*** La manipulación de la mercancía dentro del puerto implica diversas operaciones en la que la mercancía es transferida desde un sistema de almacenamiento o de acarreo de mercancía a otro. Estas transferencias implican frecuentemente procesos en los que la mercancía cae desde una cierta altura, en cuyo transcurso se producen emisión de partículas como resultados de los procesos descritos en la siguiente tabla.

FENÓMENOS GENERADORES DE EMISIÓN DE PARTÍCULAS EN DESCENSOS DE MERCANCÍA POR GRAVEDAD.	
Mezcla de mercancía con el aire	Cuando la mercancía abandona la cuchara, el cazo o la cinta, se produce un torrente que se expande en su caída, dando lugar a la mezcla del aire con la mercancía.
Emisión de partículas por impacto	En el momento del impacto, el aire contenido en la mercancía es expulsado violentamente arrastrando consigo las partículas de menor peso.
Pulverización de la mercancía	El impacto de la mercancía tras la caída tiende a fragmentar ciertas mercancías aumentando el porcentaje de la misma con características pulverulentas.
Corriente de aire inducida	La mercancía, en su movimiento de caída induce una corriente de aire, que tras la caída sigue fluyendo arrastrando lejos las partículas proyectadas por el impacto.
Corriente de aire desplazado (venteo)	La caída de mercancía sobre espacios cerrados (camiones cisternas, silos) o semicerrados (tolvas, cajas de camión) desplaza el aire confinado, induciendo una corriente de salida de aire que desplaza a las partículas más ligeras.

Fenómenos generadores de emisión de partículas en manipulación y transferencia

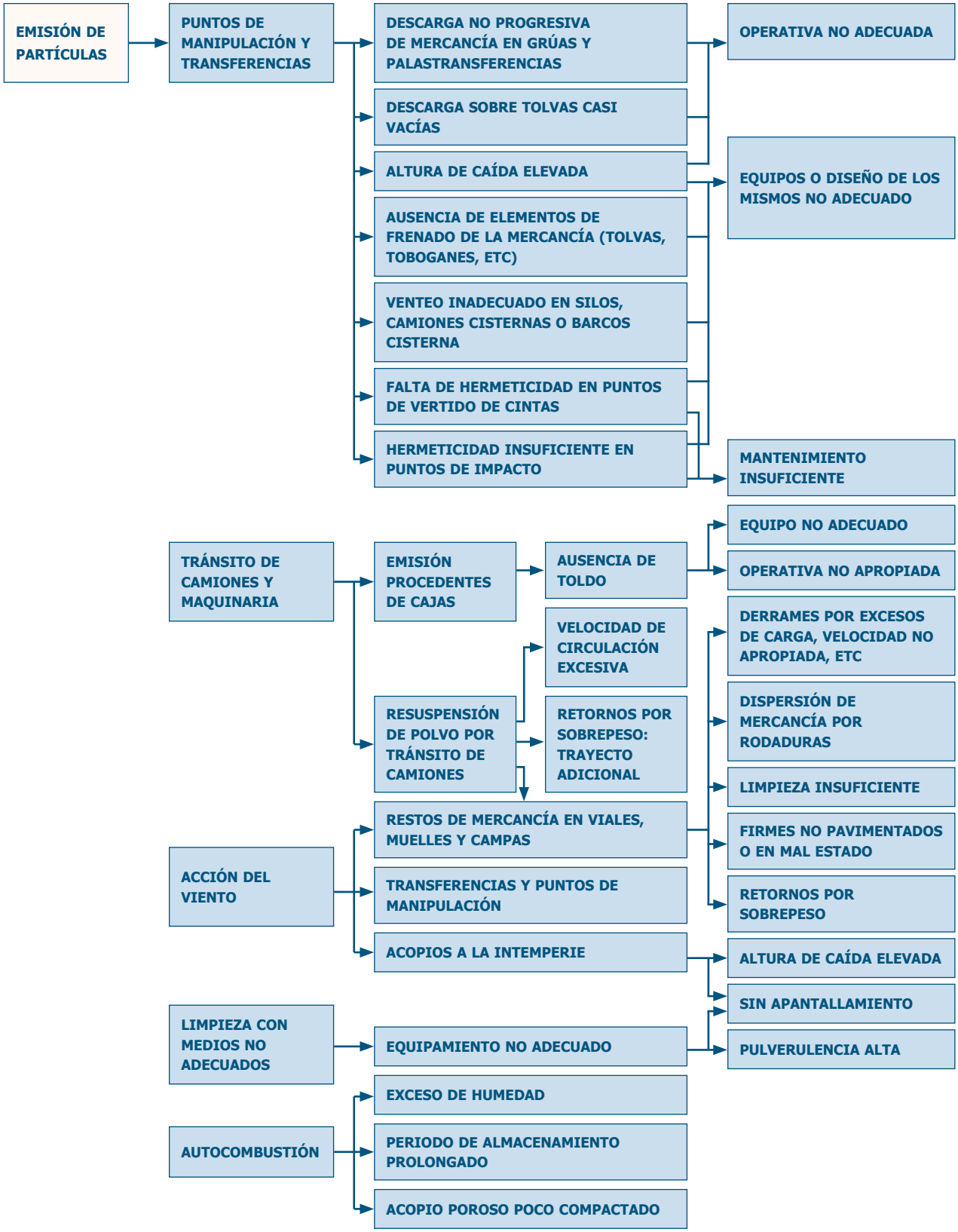
La emisión de polvo causada por todos los procesos descritos es tanto mayor cuanto mayor es la velocidad de caída, lo cual a su vez está relacionado con la altura de caída de la mercancía.

La emisión de polvo generada por todos estos procesos tiene los siguientes orígenes o causas.



- *Altura de caída elevada.* Cuanto mayor es la altura de caída, mayor es la mezcla entre aire y mercancía, y mayor es la presión ejercida en el impacto, así como la corriente de aire inducida.
- *Descargas no progresivas.* La apertura rápida y total de la cuchara favorece la mezcla de la mercancía con el aire, generando un flujo turbulento en la caída que induce la emisión de polvo.
- *Descarga sobre tolva casi vacía.* La apertura de cucharas sobre tolvas poco llenas induce corrientes de aire desplazado que acentúan la emisión de polvo. El nivel idóneo de operación se encuentra entre el 50% y 70% de llenado de la tolva
- *Falta de hermeticidad en vertido de cintas.* En los puntos de vertido, el torrente de mercancía se abre y se mezcla con aire el cual es expulsado violentamente en el impacto, generando polvo. La hermeticidad del punto de descarga y la canalización del torrente de mercancía reducen la mezcla de aire y mercancía.
- *Hermeticidad insuficiente en impactos.* La falta de hermeticidad o apantallamiento en las zonas de impacto favorece la dispersión del polvo transportado por la corriente de aire inducida por la caída de mercancía.
- *Ausencia de elementos de frenado.* Cuando el diseño de una instalación obliga a salvar alturas elevadas en caída libre, es necesario frenar la mercancía en el proceso de caída, con el fin de evitar la mezcla con aire y elevadas presiones en el impacto.

- *Venteo no adecuado.* La colocación, en silos o cisternas, de salidas de venteo mal dimensionadas y sin un adecuado nivel de filtrado, inducen emisión de polvo.



Posibles causas de emisión de partículas a la atmosfera en terminales de graneles sólidos.

La operativa rápida de la cuchara sobre una tolva, prácticamente vacia induce una intensa corriente de aire saliente.

La cuchara se abre totalmente muy rápido y a gran altura, dando lugar a la mezcla de aire y mercancía.

- ***Movimiento de palas y camiones.*** El movimiento de palas y camiones en muelles y viales puede dar lugar a la emisión de partículas de polvo, debido a las siguientes causas:

  - *Resuspensión de polvo en el suelo.* El movimiento de camiones levanta el polvo del suelo. Este efecto es tanto mayor cuanto mayor es la velocidad de circulación y cuanto mayor es el volumen de la mercancía derramada en viales que no es retirada.

  - *Emisión en cajas de camiones.* El movimiento de camiones cargados no toldados es una fuente de emisión de partículas, que es tanto mayor, cuanto mayor es la velocidad de circulación y la velocidad del viento.

Un ajuste inadecuado del faldón de la tolva de descarga con la cinta puede provoca emisión en la trasferencia

Caja de camión sin toldar y dispersión de la mercancía por rodadura.

Además, *la circulación de vehículos sobre bordes de acopio o sobre derrames da lugar a la pulverización y dispersión de la mercancía derramada por efecto de la rodadura.* La dispersión de la mercancía sobre grandes superficies y la pulverización de la misma, favorece el proceso de emisión por arrastre del viento, o por el propio arrastre aerodinámico de los camiones. Estos procesos son especialmente acusados, si no se recogen los derrames y se recortan periódicamente los acopios.

- ***Acción del viento.*** La acción de arrastre del viento es una importante causa de emisión de partículas, que puede actuar sobre los siguientes puntos:

  - Áreas *de manipulación y trasferencia.* La caída de mercancía reduce la cohesión entre partículas y aumenta el área expuesta al viento. Este fenómeno es tanto más acentuado cuanto mayor es la altura de caída y la ausencia de apantallamientos eficaces.

  - *Acopios a la intemperie.* La ausencia de apantallamientos adecuados que no generen turbulencias, una alta pulverulencia, o la formación de apilamientos formando picos abruptos y dientes de sierra favorecen el proceso de dispersión del viento.

  - *Restos de mercancías en campas y viales.* la acción del viento sobre restos de mercancías en viales y superficies de trabajo puede suponer emisión superiores a las procedentes de acopios, ya que la mercancía derramada ha sido sometida a un proceso de pulverización como consecuencia de movimiento de palas y camiones, al tiempo que ha sido dispersada por una gran superficie debido al tráfico rodado.

  - *Firmes no pavimentados en mal estado.* En general resulta más difícil retirar de un modo eficaz los derrames y restos de mercancías de superficies no pavimentadas. Este hecho, unido a las características propias del firme, facilitan la generación de polvo por acción del viento o por tráfico rodado.

Descarga de cuchara, sobre tolva en grúa pórtico, apantallada para limitar el efecto de arrastre del viento.

La acción del viento sobre restos de mercancía en campas y viales es un foco de emisión de polvo.

- ***Limpieza con medios no adecuados.*** La limpieza de campas y viales mediante limpiadoras de rodillo sin aspiración o humectación puede ser causa de emisión significativas.

- ***Limpieza insuficiente.*** La presencia de derrames de mercancía sobre muelles o viales expone a dichos restos a la pulverización por paso de vehículos, como al efecto de resuspensión de tráfico rodado y a la acción de arrastre del viento. Por tanto una limpieza poco frecuente o poco profunda es causa de emisión que pueden prolongarse mucho después de finalizarse la operativa.

La limpieza de derrames de mercancía pulverulenta con barredoras de rodillos genera emisión de partículas.

El uso de barredoras con humectación y aspiración permite controlar la emisión de polvo en la limpieza de viales.

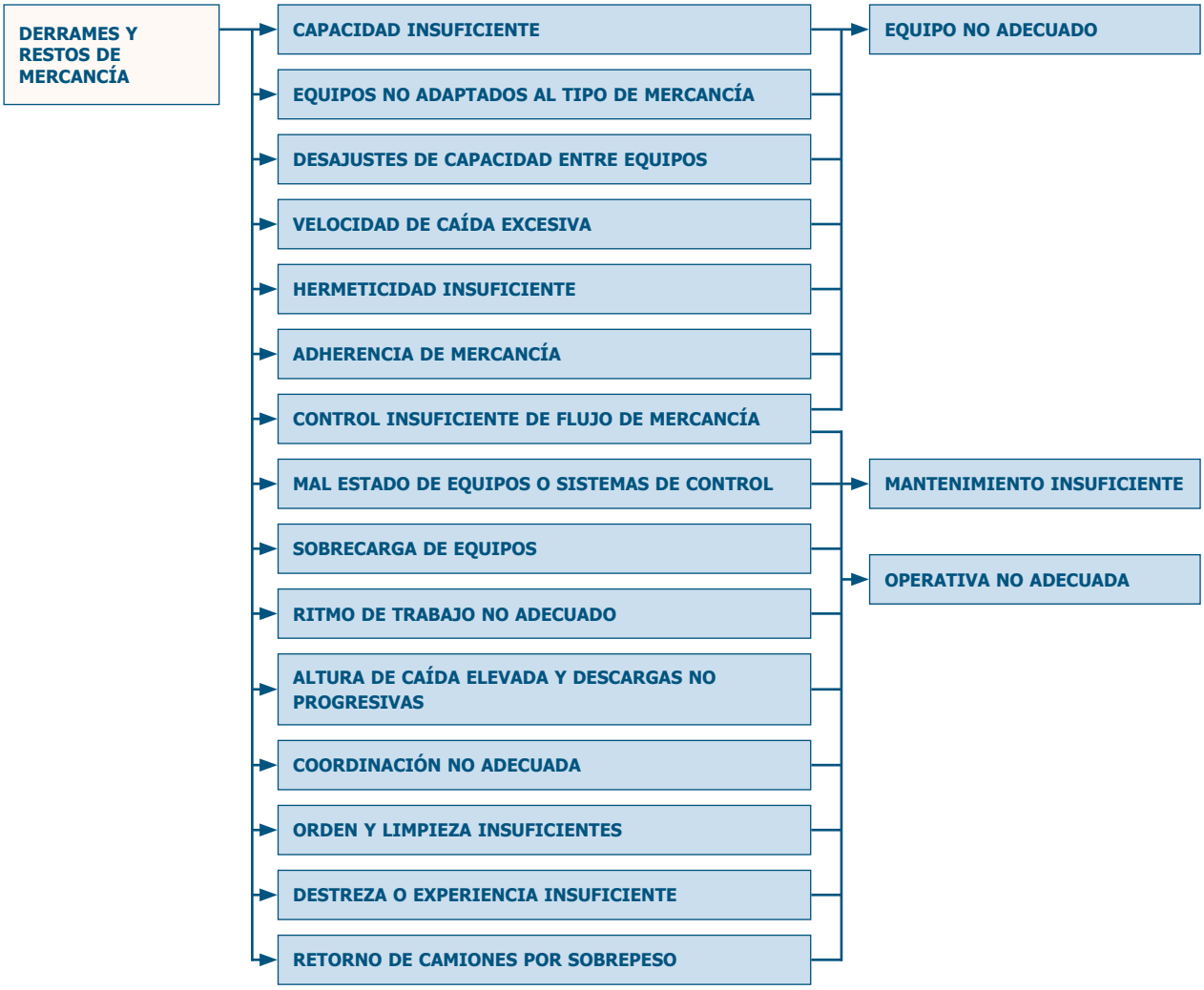
- ***Autocombustiones.*** Algunas mercancías como ciertos tipos de carbones pueden entrar en autocombustión. Estos procesos se desarrollan, generalmente, en parvas con altos niveles de humedad y porosidad, en los que la mercancía es almacenada durante periodos prologados de tiempo, sin haber sido compactada previamente mediante palas o bulldozers con el fin de reducir la porosidad del acopio y, por tanto, el volumen de oxigeno existente en la mercancía.

DERRAMES

- ***Capacidad insuficiente.*** Una capacidad insuficiente acentúa la operación en condiciones limites de carga, favoreciendo posibles derrames. Es el caso de descarga de grandes buques mediante grúas móviles en lugar de grúas pórticos o descargadores continuos, o el transporte horizontal de altos volúmenes de mercancía usando camiones en lugar de sistemas continuos.

- ***Equipos no adaptados al tipo de mercancía.*** Es el caso de cucharas pequeñas para mover mercancías de baja densidad, o cintas estrechas para mover mercancías poco densas y fluyentes.

- ***Desajustes de capacidad entre equipos.*** Se presenta cuando las capacidades de acarreo entre distintos elementos de la cadena no trabajan a ritmos similares, ni cuentan con mecanismos capaces de asimilar irregularidades en el flujo. Es el caso de tolvas pequeñas en relación a la capacidad de la cuchara utilizada y en relación al ritmo de evacuación por cinta o camión. La superación de la capacidad de acarreo de sistemas continuos puede dar lugar a atascos o a rotura de elementos portantes, lo cual lleva a la paralización temporal de la operativa.



Posibles causas de derrames de mercancía en terminales de graneles sólidos

El descargador neumático (izquierda) y el cargador continuo con manga de descarga (derecha). El dimensionamiento adecuado de la capacidad de operación de los equipos permite compatibilizar rendimientos y desempeño ambiental.

- ***Velocidad de caída excesiva.*** En puntos de transferencia de mercancía, el exceso en la altura de caída y la ausencia de toboganes o tolvas adecuadas que frenen la mercancía, da lugar a fuertes presiones en el punto de impacto, con la posibilidad de provocar fugas de mercancía.

- ***Hermeticidad insuficiente.*** La falta de cierres adecuados en tajaderas de tolvas, cucharas, encauzadores de cintas y transferencias es causa de derrames de mercancía.

Cuchara con tapas adaptadas al movimiento de cereales

La mercancía adherida a la cinta precipita en los puntos de paso de rodillo, pudiendo ocasionar el atasco de éstos.

- ***Adherencia de mercancía.*** Este proceso es especialmente importante en el retorno de cintas, en los que la cara inferior deja caer la mercancía adherida, por lo que es esencial un adecuado rascado y recogida de la misma en el punto de vertido. Este efecto se da también, frecuentemente, en el retorno de cucharas.

- ***Altura de caída elevada y descargas no progresivas.*** La apertura de cucharas a demasiada velocidad o en alto sobre tolvas dificulta el centrado de la mercancía, dando lugar a derrames de la misma.

La hermeticidad en el cierre de trampillas de tolvas, y faldones de encauzadores previene la generación de derrames.

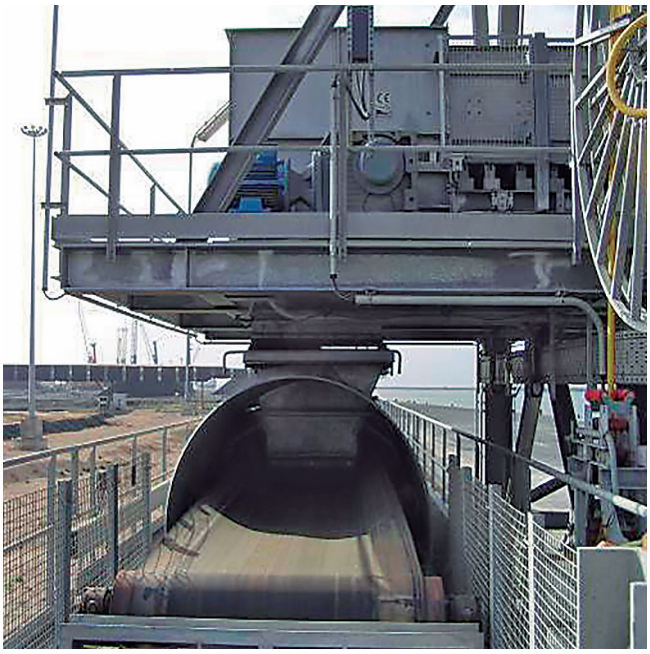
- ***Control insuficiente del flujo de mercancía.*** La ausencia, o mantenimiento inadecuado, de sistemas que permitan controlar el flujo de carga en cintas, o el peso de carga en cucharas, tolvas o camiones, hace difícil prevenir sobrecargas y los consiguientes derrames o atascos derivados de dichas sobrecargas.

- ***Estado no adecuado de equipos:*** El mal estado o incorrecto funcionamiento de equipos o mecanismos de control pueden ser causas de derrames de mercancía. Ejemplo de ello son cucharas descuadradas, tajaderas de tolvas desajustadas, cintas descentradas, vibraciones en cintas por la existencia de rodillos atascados o perforaciones en canjilones, entre otros ejemplos.

- ***Sobrecarga de sistemas.*** La necesidad de conseguir rendimientos elevados con sistemas no adecuados puede llevar a la sobrecarga de los mismos y, por tanto, a la generación de derrames. Son ejemplos, el sobrellenado de cucharas, cazo, tolvas y camiones.

- ***Retornos por sobrepeso.*** La carga de camiones con exceso de peso, obliga a los camiones a retornar desde la báscula oficial al punto de carga, con el fin de devolver el exceso de carga. La carga sobrante es derramada junto a tolvas o puntos de carga, dando lugar a acopios no siempre bien controlados, que son dispersados por el propio tránsito de camiones.

Tareas de mantenimiento. Sustitución de la cuchilla en una cuchara.



La limitación de la altura de caída en transferencia previene posibles derrames

- ***Ritmo de trabajo no adecuado.*** En movimiento de mercancías con medios discontinuos, la optimización del tiempo de operación conduce a recortar la duración de los ciclos de carga y descarga, lo cual puede llevar a malas prácticas operativas. Son ejemplos la velocidad excesiva de camiones en viales interiores, o la apertura en alto de cucharas para evitar el tiempo de aproximación a parvas o tolvas, o las aceleraciones bruscas en el manejo de palas cargadas.

La anchura, el ángulo de cierre y el espacio entre rodillos son claves a la hora de minimizar el riesgo de derrames en cintas.

Las palas con cazo alto-volteador permiten limitar los derrames y aumentar la eficiencia de la operativa.

- ***Supervisión y coordinación insuficientes.*** La falta de coordinación entre los distintos medios que intervienen en los procesos de manipulación de mercancía es fuente de derrames. Un ejemplo es la coordinación entre grúa, tolva y camión en descargas.

- ***Falta de orden y limpieza.*** Son ejemplo, los retornos por sobrepeso de camiones desde la báscula a la zona de carga, sin asignar puntos de descarga controlados o la ausencia de recorte de las parvas en puntos de carga de camiones.

La experiencia y destreza permiten al operador de la grúa compatibilizar la eficiencia ambiental y los rendimientos.

Camión retornando al punto de carga para eliminar el exceso de peso detectado en la báscula.

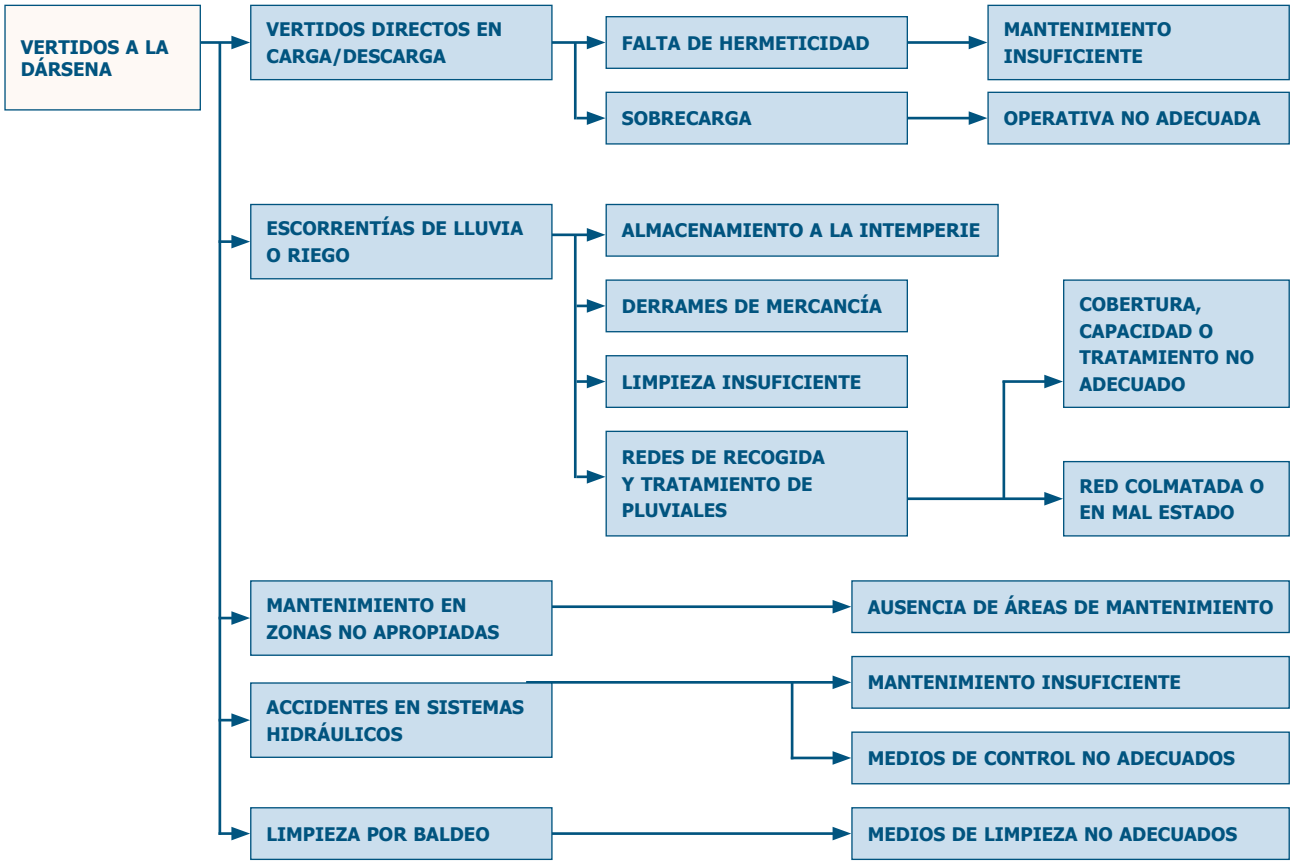
- ***Destreza insuficiente.*** Los equipos de carga/descarga son manejados por personal que debe estar cualificado en el manejo de cada tipo de equipo, contando con la destreza suficiente.

VERTIDOS A LAS DÁRSENAS

- ***Vertidos directos en carga/descarga.*** En la carga/descarga con cuchara, la hermeticidad insuficiente de la cuchara o los reboses por exceso de carga pueden dar a lugar a vertidos directos a la dársena. De igual modo, en sistemas continuos, la falta de hermeticidad, la superación de la capacidad de carga o los atascos en los equipos, debidos a fallos mecánicos, pueden dar lugar a vertidos directos a la dársena.

- ***Escorrentías de lluvia o riego sobre acopios.*** La lluvia o la acción de sistemas de riego destinados a mantener la mercancía húmeda generan escorrentías que, cuando no se dispone de sistemas de recogida y tratamiento de aguas pluviales adecuadamente diseñados y mantenidos, pueden convertirse en vertidos contaminantes a la dársena.

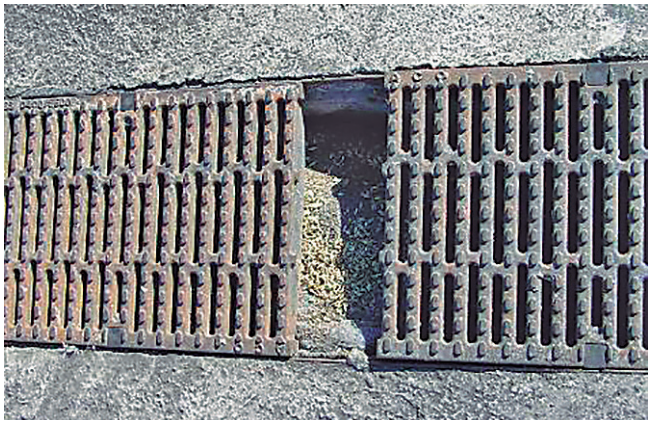
- ***Escorrentías sobre derrames.*** La presencia de derrames de mercancía en viales y muelles, junto con una limpieza insuficiente o no adecuada, pueden dar lugar a vertidos contaminantes como resultado del efecto de arrastre de la lluvia sobre dichas superficies.



Posibles causas de vertidos contaminantes a la dársena en tareas de manipulación, almacenamiento y mantenimiento en terminales de graneles sólidos.

- ***Mantenimientos en zonas no apropiadas.*** La limpieza de maquinaria y las tareas de mantenimiento en zonas no apropiadas de muelles o campas, sin sistemas de recogida de aguas y sin medios adecuados para recoger los residuos resultantes de las tareas de mantenimiento y limpieza con agua, o hacer frente a posibles contingencias, son causa de vertidos no controlados a las dársenas.

Piscina de decantación de aguas pluviales y riego recogidas en campas de carbón.



La protección de arquetas durante la operativa evita el cegado de las mismas por posibles derrames

- ***Accidentes en sistemas hidráulicos.*** Los vertidos de aceite por rotura de maquinaria suelen tener su origen en programas de inspección y mantenimiento insuficientes, así como en la ausencia de protocolos de actuación detallados o en la carencia de medios suficientes para hacer frente a dichos accidentes.

- ***Limpieza por baldeo.*** La limpieza de muelles por baldeo de agua, sin una adecuada limpieza previa de la superficie puede producir vertidos con impacto significativo sobre la calidad de las aguas.

La limpieza, mantenimiento o repostado de equipos, en lugares no adecuados puede generar vertidos contaminantes.

Zona de mantenimiento pavimentada, dotada de recogida y tratamiento de aguas residuales.

GENERACIÓN DE LIXIVIADOS Y CONTAMINACIÓN DE SUELOS

- ***Estado del pavimento.*** La acción de la lluvia o de sistemas de riego sobre mercancías da lugar a lixiviados que pueden filtrase en el terreno, dando lugar a problemas de contaminación de suelos. Este efecto será más acusado en terrenos no pavimentados o en mal estado.

- ***Mantenimiento y repostado en zonas no apropiadas.*** La limpieza de maquinaria, el repostado de combustible o las tareas de mantenimiento sobre superficies no apropiadas pueden contaminar los suelos sobre los que se realiza la actividad.

Posibles causas de contaminación de suelos en terminales de graneles sólidos

Las grúas electromecánicas reducen el riesgo de vertidos accidentales de aceites hidráulicos.

Los mantenimientos realizados in-situ deben hacerse contando con cantidades adecuadas de materiales absorbentes.

GENERACIÓN DE RUIDOS

- ***Mantenimiento deficiente de maquinaria.*** El incorrecto estado de mantenimiento de ejes o piezas sometidas a fricción puede convertirse en fuente de ruidos.

Posibles causas de contaminación de suelos en terminales de graneles sólidos

- ***Mantenimiento deficiente de infraestructura.*** La presencia de baches en viales o desajustes en vías, puede convertirse en fuente de ruidos de tipo impulsivo.

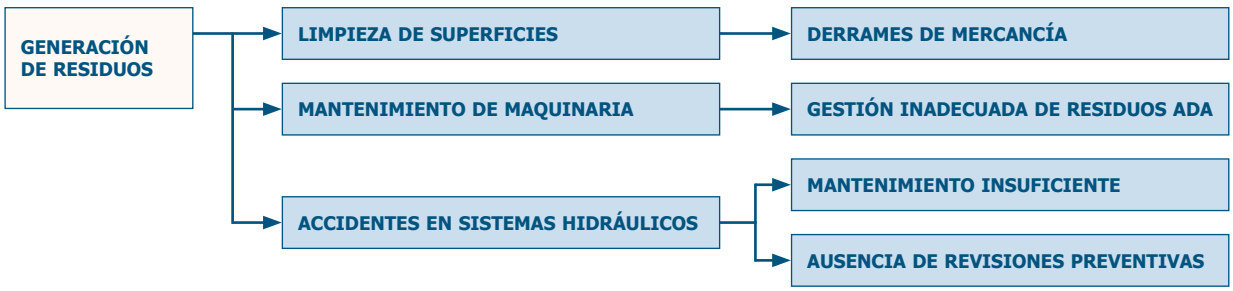
- ***Manipulación inadecuada.*** Excesos de velocidad en el manejo de camiones, golpes de cucharas sobre cuadernas de buques o el impacto de mercancías pesadas sobre cajas de camión o acopios, por ejemplo.

Posibles atascos en rodillos, o falta de lubricación de partes móviles pueden ser fuentes de ruidos.

Los cazos de las palas y las cucharas de las grúas pueden producir ruidos en impactos contra camiones, suelo, tolvas y buques.

GENERACIÓN DE RESIDUOS

- ***Limpieza de superficies.*** La presencia de derrames de mercancía o deposiciones de polvo incrementa el volumen de los residuos generados en la limpieza de superficies de trabajo.



Posibles causas de contaminación de suelos en terminales de graneles sólidos

- ***Mantenimientos de maquinaria.*** El mantenimiento de maquinaria genera, de modo inevitable, residuos que no deberían plantear problemas siempre que dichas tareas se desarrollen en lugares habilitados y se realice una adecuada gestión de los mismos.

- ***Accidentes en sistemas hidráulicos.*** La limpieza de vertidos contingentes procedentes de roturas de maquinaria u otros accidentes requiere el uso de materiales absorbentes que deben ser tratados como residuos.

- ***Residuos de mercancía.*** Mercancía desechada o en mal estado que es tratada como residuo.

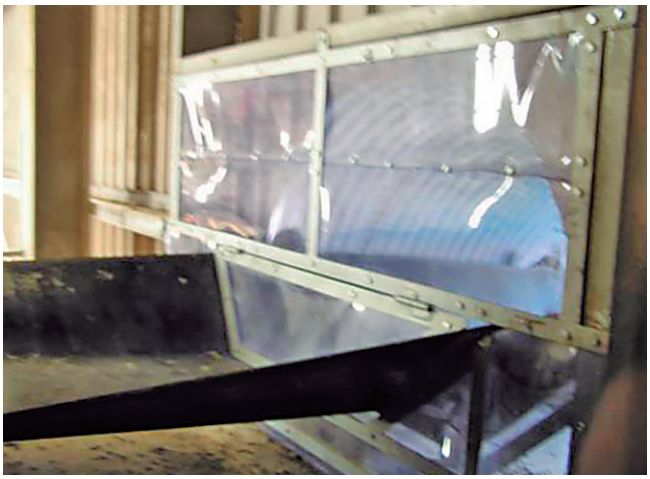
Almacenamiento de mercancía barrida en muelle y viales. Los derrames de mercancía incrementan los costes de limpieza y gestión de residuos

El correcto uso y mantenimiento de los equipos, junto a un análisis periódico de los aceites lubricantes, permite prolongar la vida útil de los aceites reduciendo la generación de residuos.

DESARROLLO DE PLAGAS

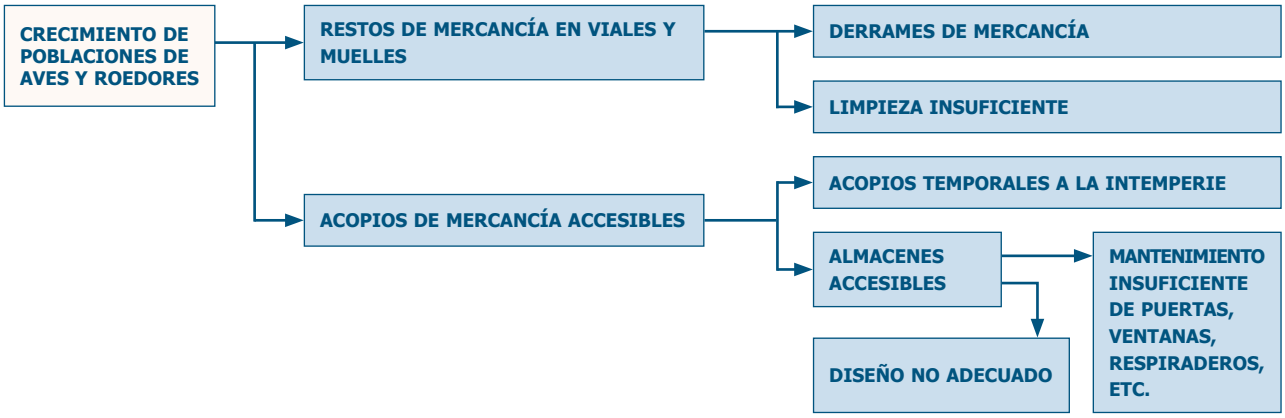
- ***Mercancía en viales.*** Los derrames de mercancía sobre superficies de trabajo, y la permanencia de dichos derrames por largo tiempo como resultado de una limpieza insuficiente catalizan la presencia de aves en muelles y viales.

Transferencia de tolva a cinta carenada mediante manga de descarga. La hermeticidad evita la emisión de polvo, derrames y acceso de aves a la mercancía.



Trampilla articulada en entrada de cinta, que evita la entrada de palomas en el almacén cuando la cinta no está operativa.

- ***Acopios accesibles.*** La falta de barreras físicas, en sistemas de cintas o en acopios temporales a la intemperie, facilitan la presencia de aves sobre la mercancía. En el caso de almacenes cerrados la existencia de accesos como ventanas, puntos de entrada de cintas o la ausencia de puertas adecuadas en la entrada de camiones, facilitan la llegada de aves al almacén y su permanencia en el mismo por largo periodo de tiempo. Por otro lado, en el almacén deben evitarse, así mismo, el acceso de las aves a soportes que den cobijo a posibles anidamientos.



Posibles causas del crecimiento de la población de aves debidas al movimiento de agroalimentarios.

ACTIVIDAD	SISTEMA	ASPECTOS	CAUSAS
Manipulación de graneles	Equipos de manipulación discontinua (grúas, tolvas, acopios, camiones)	Emisión de partículas	■ Arrastre del viento sobre acopios en muelle ■ Corriente ascendente de aire en tolvas ■ Exceso de altura en apertura de cuchara ■ Pulverización y resuspensión de material derramado por tránsito vehículos
		Derrames sobre explanada	■ Cierre imperfecto de los labios de las cucharas ■ Exceso de recorrido del brazo de la grúa ■ Rebose de la cuchara por exceso de carga ■ Reboses de palas por exceso de carga o velocidad
		Vertido directo al mar	■ Derrames entre buque y cantil ■ Escorrentía superficial sobre parva en muelle y material derramado en explanada
		Emisión de ruidos	■ Impactos de cuchara sobre cuadernas de buque, tolva y cajas de camiones ■ Golpeteo cables de las grúas ■ Impactos de palas sobre camiones o firme
	Equipos de manipulación continua (cintas, cargadores, apiladores, transportadores, cangilones, etc)	Emisión de partículas	■ Arrastre del viento sobre material transportado ■ Alta velocidad de caída en transferencias
		Derrames sobre explanada o viales	■ Exceso de carga en las cintas ■ Descuadre de la cintas ■ Encauzadores de cinta mal dimensionados o en mal estado ■ Grietas en tubos neumáticos, transportadores de cadenas o cangilones
		Emisión de ruidos	■ Golpes de terrones de mercancía en transferencias por excesiva velocidad de caída ■ Elementos mecánicos móviles mal engrasados o atascados
	Equipos continuos con aspiración o humectación	Emisión de partículas	■ Diseño no adecuado del sistema de aspiración o nebulización ■ Atascos en boquillas de nebulización ■ Filtros rotos o colmatados

ACTIVIDAD	SISTEMA	ASPECTOS	CAUSAS
Almacenamiento	Almacenamiento a la intemperi.	Emisión de partículas	■ Arrastre de partículas por el viento
		Vertidos al mar	■ Aguas pluviales y de riego contaminadas por escorrentía sobre las parvas
		Filtración de lixiviados al suelo	■ Filtraciones de aguas pluviales o de riego, contaminadas en suelos no pavimentados
	Almacén cerrado (agroalimentario)	Desarrollo de plagas	■ Acceso en puntos de entrada de cintas, claraboyas, etc. ■ Puertas de acceso abiertas durante operativa
Transporte horizontal y transporte terrestre	Equipos de transporte discontinuo	Emisión de partículas	■ Mercancía expuesta a la intemperie en camiones y vagones, y arrastre de partículas por corriente de aire inducida ■ Pulverización y resupensión de restos de mercancía, presentes en muelles y viales
		Derrames sobre los viales	■ Vertido directo desde la caja de los camiones por exceso de velocidad en curvas o por exceso de carga
		Generación de ruidos	■ Velocidad de camiones o trenes no adecuada. ■ Estado de pavimento o vías no adecuado
	Equipos de transporte continuo	Emisión de partículas	■ Arrastre del viento sobre cintas no apantalladas ■ Alta velocidad de caída en transferencias
		Derrames de material	■ Exceso de carga en las cintas ■ Descuadre de la cintas ■ Encauzadores de cinta en mal dimensionados o en mal estado ■ Grietas en tubos neumáticos, transportadores de cadenas o cangilones.
		Generación de ruidos	■ Golpes de terrones de mercancía en transferencias por excesiva velocidad de caída ■ Elementos mecánicos móviles mal engrasados o atascados
Limpieza de superficies de trabajo	Muelles, viales y explanadas	Emisión de partículas	■ Resuspensión del material al barrerlo ■ Arrastre del viento sobre acopios de barreduras
		Generación de residuos	■ Restos de mercancías deterioradas y mezcladas, no reutilizables que necesitan ser tratadas como residuos
		Vertido directo al mar	■ Vertido directo de las aguas de baldeo por el cantil
Mantenimiento, limpieza y repostaje maquinaria	Muelles, viales y explanadas.	Vertidos al mar	■ Generación de aguas residuales en la limpieza de maquinaria en zonas no apropiadas
		Derrames	■ Mantenimiento de maquinaria en zonas no apropiadas
		Generación de residuos peligrosos	■ Necesidades de mantenimiento de la maquinaria
Sin actividad		Emisión de partículas	■ Arrastre del viento sobre campas, muelles y viales con restos de mercancía
		Vertidos	■ Escorrentía superficial sobre parva en muelle y material derramado en explanada

ACTIVIDADES Y EQUIPOS LIGADOS A LA OPERATIVA CON GRANELES SÓLIDOS EN PUERTOS

4.1 COORDINACIÓN Y GESTIÓN DE LA ACTIVIDAD
Esta sección tiene por objetivo dar una breve descripción de las tareas ligadas al proceso de coordinación y gestión de la actividad 84

4.2 MOVIMIENTO Y ALMACENAMIENTO DE LA MERCANCÍA
Esta sección tiene por objetivo dar una descripción sintética de los esquemas operativos y equipos implicados en el movimiento y almacenamiento de graneles sólidos, identificando las causas frecuentes de generación de aspectos ambientales en cada una de las fases de la operativa 88
Se analizan los siguientes operaciones y equipos asociados:
- Carga con pórtico cargador continuo 89
- Carga con cinta transportadora móvil 91
- Descarga con grúa pórtico 94
- Descarga con descargador continuo neumático 96
- Descarga con descargador continuo mecánico 99
- Carga/descarga con grúa-cuchara 102
- Descarga con tolva 105
- Carga/descarga mediante acopio temporal en primera línea 111
- Levante y apilado con pala cargadora 115
- Transporte con camión 117
- Transporte por ferrocarril 121
- Transportador de cinta 124
- Transportador de cadenas 129
- Elevador de cangilones 131
- Transportador de tornillo sin fin 133
- Transportador neumático 134
- Transportador de lecho fluido 137
- Almacenamiento en almacén horizontal 138
- Almacenamiento en silo 142
- Almacenamiento en domo 144
- Almacenamiento en parque de graneles 147
- Recepción en descargador de camiones o vagones ... 151
- Entrega en cargadero de camiones o vagones 153

4.3 TRANSPORTE TERRESTRE
Esta sección tiene por objetivo describir los medios utilizados frecuentemente para mover la mercancía desde o hacia el exterior del puerto, describiendo los principales problemas ambientales asociados 156

4.4 MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTALACIONES PORTUARIAS
Esta sección tiene por objetivo describir las tareas ligadas a la limpieza y mantenimiento de instalaciones y equipos, identificando las causas frecuentes de generación de aspectos ambientales ligadas a cada una de estas tareas 159
Se analizan las siguientes actividades:
- Limpieza de muelles y explanadas 159
- Mantenimiento y limpieza de equipos 163
- Recogida y tratamiento de escorrentías 166

4

4.1. COORDINACIÓN Y GESTIÓN DE LA ACTIVIDAD

"Esta sección tiene por objetivo dar una breve descripción de las tareas ligadas al proceso de coordinación y gestión de la actividad".

La manipulación de graneles lleva asociadas un conjunto amplio de actividades ligadas a la planificación, gestión y coordinación de la actividad, las cuales influyen en el rendimiento, la calidad y el desempeño ambiental de la operativa.

De modo genérico dichas actividades implican:

- ***Elección del modelo de explotación y de operación.***

  Como se vio en el capítulo primero, es posible clasificar los modelos de explotación en cuatro grupos genéricos determinados por la existencia de zonas especializadas de almacenamiento y por la presencia de sistemas continuos para realizar el transporte horizontal.

  Como ya se ha descrito, la selección de un modelo u otro, por parte del operador, está condicionada, entre otros factores, por el volumen de mercancía, la regularidad del tráfico, el precio unitario, y la homogeneidad de los tráficos.

  La elección de un modelo de operación no apropiado o coherente con los factores indicados puede dar lugar a ineficiencias ambientales de carácter estructural.

  Así por ejemplo, la elección de un modelo basado en sistemas de manipulación multipropósito operando sin concesión de almacenamiento, es apropiada para tráficos poco frecuentes, heterogéneos, de poco volumen y bajo valor añadido, en los que no es viable la inversión en equipos especializados y espacios de almacenamiento estables. En este tipo de operaciones los posibles impactos globales quedan atenuados por la baja frecuencia de la actividad, mientras que los impactos instantáneos pueden ser controlados mediante una buena práctica operativa, la adopción de técnicas atenuantes como la microionización de agua, y la introducción de paradas operativas por vientos adversos.

Una adecuada ordenación en planta de la actividad resulta esencial a la hora de compatibilizar rendimiento, flexibilidad y eficiencia ambiental.

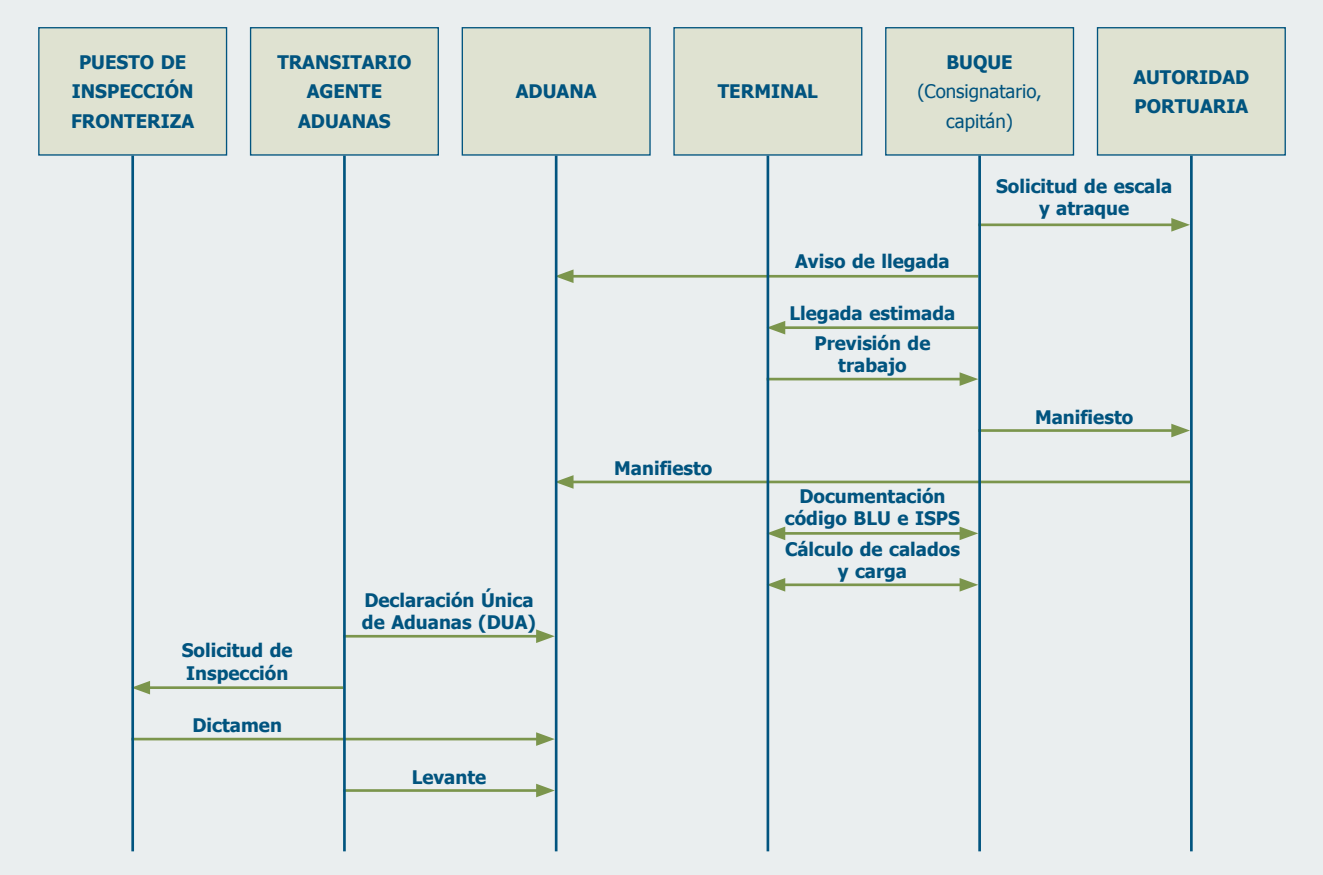
Por el contrario, la manipulación de tráficos homogéneos, regulares y de alto volumen, con medios generalistas sin zonas de acopio estables, probablemente planteará problemas de eficiencia ambiental y operativa, cuya solución solo podrá conseguirse mediante una revisión del esquema de explotación.

Con carácter general la selección del modelo de operación debe hacerse teniendo en cuenta que, tanto la probabilidad de inducir impactos ambientales adversos, como la severidad de dichos impactos, es proporcional al número de veces que la mercancía es manipulada o movilizada, y al tiempo total en que la mercancía es expuesta a condiciones de viento adversas.

■ *Organización del espacio* de operaciones

La organización en planta de las operaciones es una actividad ligada a la planificación y a la explotación de la actividad que comprende facetas como:

- Conexión del muelle con sistemas de almacenamiento mediante cintas.
- Señalización y delimitación de aéreas de operaciones en muelles
- Señalización y delimitación de viales y accesos a aéreas de operaciones
- Instalación de básculas



Flujo de información en terminales de importación de graneles sólidos

■ *Elección de equipos de explotación.*

La elección de equipos y diseño de la instalación está ligada a la planificación de la actividad y en su elección resulta relevante tener en cuenta los siguientes aspectos:

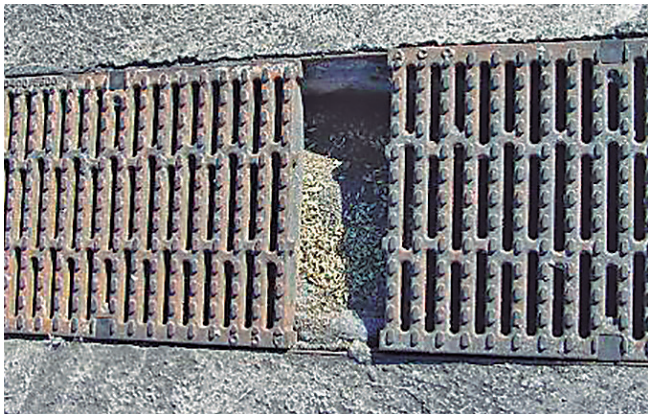
- Propiedades de la mercancía como son: pulverulencia, densidad, fluidez, adherencia, aterronamiento, ángulo de reposo, reactividad química, tendencia a la combustión, y posible toxicidad para el entorno.
- Dependencia del nivel de destreza del operador.
- Antagonismo entre rendimientos y eficiencia ambiental en esquemas de operación convencionales con bajo nivel de inversión.
- Dependencia de las condiciones ambientales.
- Adecuación a los volúmenes y rendimientos esperados.
- Altura de puntos transferencia y número de los mismos.
- Pendientes en sistemas que utilicen cintas.
- Exposición al viento en puntos de transferencia y manipulación.
- Velocidades de caída en descensos por gravedad.
- Nivel de mezcla entre aire y mercancía, en puntos de descenso.
- Monitorización y control de atascos, derrames o sobre cargas.

La descarga de volúmenes medios de feldespato mediante grúa y acopios puede tener una eficiencia ambiental adecuada. No obstante la carga de volúmenes medios de productos como el sulfato potásico requiere de sistemas dotados de medidas de control de emisiones.

■ *Dotación de instalaciones y equipamiento complementario.*

La adecuación de instalaciones y elección de equipamientos está ligada al proceso de planificación de la actividad y contempla aspectos como:

- Zonas adaptadas a la limpieza y mantenimiento de equipos.
- Recogida de aguas pluviales, de riego o de limpieza.
- Almacenamiento de residuos de mantenimiento y limpieza.
- Equipos de limpieza de superficies de trabajo.



La programación de la actividad debe incluir las tareas de limpieza y de mantenimiento

- ***Organización de las operaciones de manipulación.***

De modo general, la empresa estibadora debe coordinar la actividad de los operadores de los medios de carga/descarga y operadores de transportistas y equipos terrestres. Esta tarea implica, entre otras

- Definición de protocolos de trabajo y secuencia de operaciones.
- Coordinación en muelle con operadores de medios de carga/descarga y transportistas.
- La comunicación y coordinación con el buque.

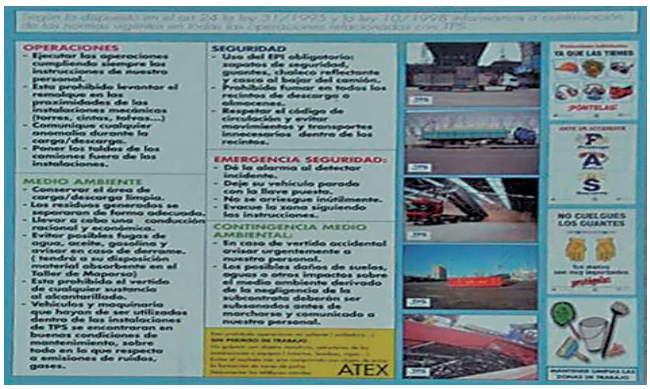
- ***Organización de las operaciones de mantenimiento y limpieza.***

La organización de las operaciones de mantenimiento y limpieza implica

- Definición de planes de mantenimiento.
- Seguimiento de las tareas.
- Verificación de la ejecución, en condiciones y lugares apropiados.

- **Formación e información.**

Esta actividad implica la formación y entrenamiento tanto del personal propio como del personal ajeno que presta sus servicios en tareas de manipulación de mercancía o mantenimiento de instalaciones de las que conocen los protocolos.

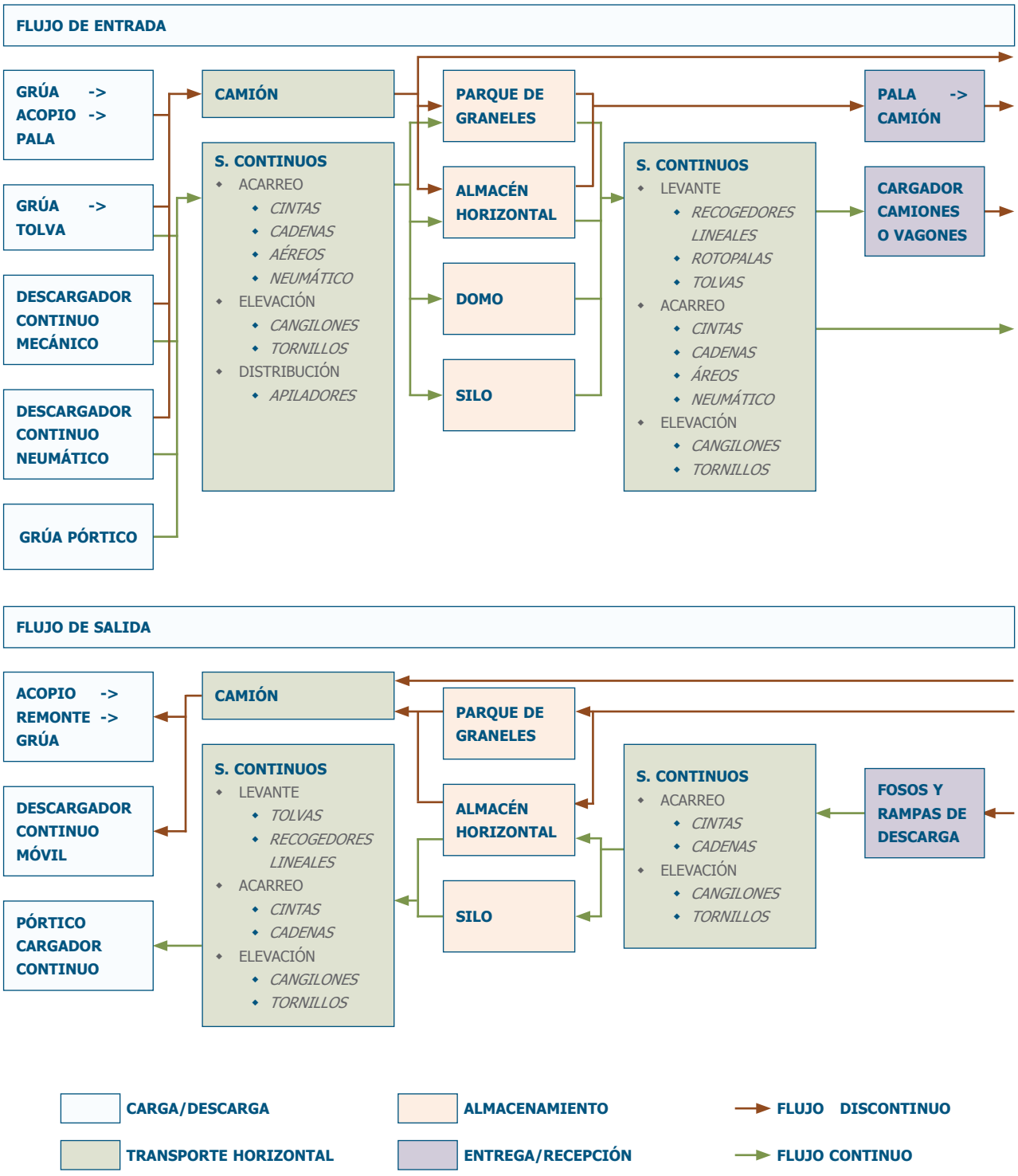


Panel informativo sobre normas de operación en muelle

La planificación de la actividad debe contemplar la gestión de residuos.

4.2. MOVIMIENTO Y ALMACENAMIENTO DE LA MERCANCÍA

"Esta sección tiene por objetivo dar una descripción sintética de los esquemas operativos y equipos implicados en el movimiento y almacenamiento de graneles sólidos, identificando las causas frecuentes de generación de impactos ambientales en cada una de las fases de la operativa".



Flujo de información en terminales de importación de graneles sólidos

CARGA CON PÓRTICO CARGADOR CONTINUO

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.

Los cargadores pueden estar fijos, disponer de un brazo dotado de movimiento angular, o moverse de modo longitudinal a lo largo del muelle. En este último caso es frecuente que sean alimentados mediante cintas dispuestas de modo paralelo al muelle, dotadas de un triper que transfiere la mercancía a la cinta del cargador.

Los cargadores de pórtico constan, normalmente, de un brazo a lo largo del cual se puede mover el sistema de descarga, ya se trate de tolva telescópica o manga de descarga, lo cual le dota de una alta capacidad de trimado.

CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES	
Productos	■ Todo tipo de productos.
Ventajas	■ Alta eficacia y rendimientos. ■ Integración con sistemas de transporte continuo. ■ Alta capacidad de trimado del buque, es posible desarrollar diseños que permiten alcanzar cualquier punto de la bodega. ■ Alto control de la calidad de la mercancía, limitando la contaminación cruzada o exposición a la intemperie. ■ Alto control de posibles mermas.
Inconvenientes	■ Inversión inicial. ■ Diseño dependiente del tipo de producto y buque. ■ Necesidades de mantenimiento. ■ Alta ocupación del muelle.
Puntos críticos	■ Sensibilidad a la carrera de marea y altura de muelle-bodega buque. ■ En caso de utilizar mangas o tubos de descarga, es imprescindible vigilar el flujo y la altura de descarga para evitar atascos.
Rendimientos	■ Entre 1000 t/h hasta 7000 t/h.
Aplicación	■ Tráficos regulares, alto volumen, requerimientos ambientales o de calidad exigentes. ■ Operaciones que disponen de punto de atraque fijo.

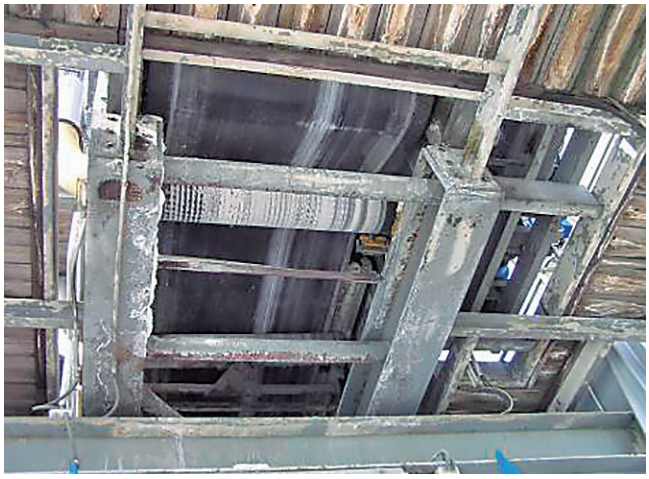
En mercancías fluyentes, el proceso de carga del buque suele comenzar a través de tomas de alimentación específicas del buque, (feeders) o a través de orificios practicados en la escotilla.

Cuando el nivel de fluidez de la mercancía o el tamaño de la bodega no permiten garantizar un adecuado trimado, se abren las escotillas y se realiza la carga de modo directo.

El diseño de un cargador de estas características está condicionado, entre otros factores, por el tipo de producto, el volumen anual cargado, el tipo de buque que se va a cargar, la disponibilidad de muelle, la carrera de marea y por el sistema de descenso de material utilizado. Este último factor condiciona, de modo especial, la capacidad portante de la estructura cuando se tiene previsto utilizar sistemas de mangas telescópicas, de cascada o similares, ya que, en dichos sistemas, el frenado de la mercancía induce una carga adicional al peso del sistema.

La elección del sistema de descenso, como son tubos, toboganes, tolvas telescópicas, tolvas de cascada, o mangas, entre otras, estará condicionada por el nivel de fluidez de la mercancía, los requerimientos ambientales y las necesidades de trimado. En pórticos cuyos brazos no permiten el desplazamiento longitudinal del sistema de descenso, en necesario recurrir a tubos de descarga dotados de toboganes giratorios, que permitan distribuir la mercancía en la bodega.

Cinta carenada paralela al muelle con escotillas para la conexión del descargador.



Cinta retráctil de entrada del descargador. La cinta de muelle vierte sobre la cinta de entrada mediante un tripper

Aspectos ambientales

Este tipo de sistemas permiten compatibilizar altos rendimientos con un control ambiental adecuado, de aspectos como la generación de derrames y las emisiones de partículas. No obstante, su eficacia ambiental estará condicionada por el nivel de pulverulencia de la mercancía, el viento y la altura de caída de la mercancía desde el descargador a la bodega.

En general el foco más importante de emisiones es el punto de vertido a bodega, donde la mercancía, en su proceso de caída, induce una corriente de aire turbulenta que dispersa la mercancía y hace que el aire se mezcle con el material. El aire incorporado a la mercancía es expulsado violentamente en el momento del impacto, arrastrando polvo.

Por tanto, en este tipo de equipos, será esencial controlar la velocidad de caída y evitar que el aire se mezcle con la mercancía, en el proceso de descenso. Lo cual se puede conseguir con mangas de descarga, tolvas telescópicas o tolvas telescópicas de cascada. Así mismo, es importante limitar el acceso de aire en los puntos de carga de dichos sistemas de descenso, carenando las transferencias de los sistemas de acarreo continuo al sistema de descenso.

Otro aspecto importante para controlar las emisiones en el vertido a bodega, es mantener la boca del sistema de descenso lo más cerca posible del cono de descarga, lo cual requiere de sistemas automáticos de control de altura o de aviso de proximidad, ya que de lo contrario se pueden producir atascos que colapsen el sistema y generen derrames potenciales.

ASPECTOS AMBIENTALES Y SUS CAUSAS		
ASPECTO AMBIENTAL	**PUNTO DE GENERACIÓN**	**CAUSAS**
Emisiones de partículas	**Vertido en bodega**	■ Viento directo sobre la columna de vertido ■ Elevada velocidad de caída del material a la bodega ■ Impacto de la mercancía intenso en alturas elevadas
	Cintas de alimentación	■ Erosión eólica sobre el material transportado ■ Transferencias sin carenar y toboganes no apropiados
Derrames	**Vertido en bodega**	■ Atasco del sistema por operativa incorrecta
	Cintas de alimentación	■ Velocidad de alimentación excesiva

Cargador de cemento con tolva telescópica con aspiración concéntrica

Cargador con tolva telescópica de cascada

CARGA CON CINTA TRANSPORTADORA MÓVIL

Es el equipo de carga continua de buques empleado en terminales multipropósito. Consiste en una cinta transportadora móvil, con una tolva de alimentación que se carga directamente con pala cargadora o con un alimentador sobre el que descargan directamente los camiones, realizándose el vertido mediante sistemas de descenso como toboganes o mangas de descarga.

El diseño de la estructura y su capacidad portante están condicionados por la densidad y ritmo de carga, así como por la necesidad de aplicar medidas técnicas de control de la contaminación, como es el caso de tolvas telescópicas dotadas de aspiración. La incorporación de tolvas telescópicas que frenen la caída de la mercancía o dispongan de sistemas de aspiración condiciona la resistencia estructural del conjunto, ya que, al peso del sistema de descenso, hay que sumarle la carga ejercida por el proceso de frenado de la mercancía o por el sobrepeso ligado a un posible atasco. Por ello, el diseño de cintas de descarga dotadas de mecanismos de descenso ambientalmente eficientes puede requerir de un diseño integral de la estructura.

Cinta móvil tradicional: Elevador, Tobogán y Alimentador

En la elección y diseño del sistema de descenso deben tenerse en cuenta las necesidades de control ambiental así como los requerimientos de trimado. Para mercancías poco fluyentes resultará necesario recurrir a tubos de descarga dotados de toboganes giratorios de pendiente variable, capaces de distribuir la mercancía en la bodega.

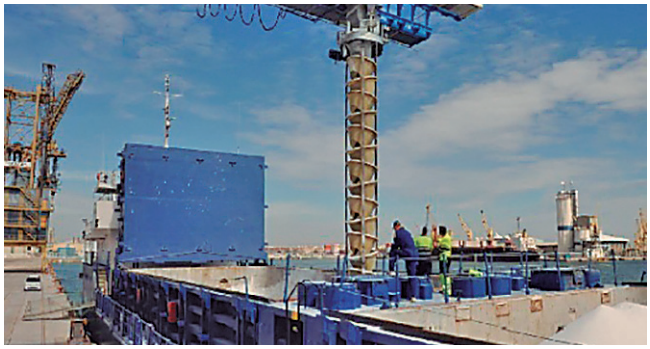
Estas cintas transportadoras pueden utilizarse también para la carga de tolvas de ferrocarril (por ejemplo agroalimentarios fluyentes).

CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES	
Productos	■ Todo tipo de productos. Fundamentalmente, minerales, agroalimentarios, químicos, etc.
Ventajas	■ Coste reducido en relación a pórticos de descarga. ■ Flexibilidad en relación al tipo de mercancía y al punto de atraque. ■ Carga eficiente para buques pequeños. ■ Escasa y temporal ocupación de muelle.
Inconvenientes	■ Movilidad reducida y alcance limitado para llenado homogéneo de la bodega. ■ Dificultad para adaptar medidas de prevención y control de emisiones eficaces en sistemas ya operativos.
Puntos críticos	■ Pandeo de la estructura con materiales densos. ■ Escasa movilidad que dificulta el trimado de los buques. ■ Limitada operatividad en zonas de amplia carrera de marea.
Rendimientos	■ Entre 100 y 500 t/h.
Aplicación	■ Tráficos poco regulares o heterogéneos de bajo volumen. ■ Operaciones sin punto de atraque fijo

Aspectos ambientales

En una cinta convencional, el punto de alimentación desde camión, la propia cinta y el penacho de descarga, están sometidos a la acción del viento, por lo que todo el sistema se convierte en un foco de emisión bajo la acción del mismo. Por tanto, resulta esencial apantallar tanto la tolva de alimentación como el recorrido de la cinta.

Por otro lado, el impacto de la mercancía en la bodega supone otra fuente de emisión que sólo es posible controlar mediante sistemas que reduzcan la velocidad de descenso de la mercancía, como tolvas telescópicas o toboganes de poca pendiente. Así mismo, el retorno de la cinta es causa frecuente de derrames en el muelle que, tras la acción del viento o del tránsito de vehículos, se convierte en una fuente adicional de emisión de polvo.



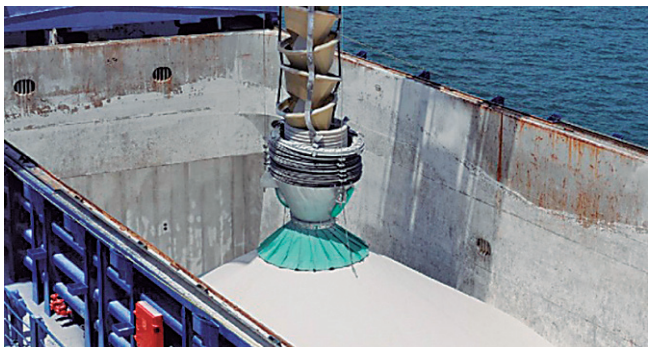
Cinta móvil de alta eficiencia ambiental con alimentador carenado con aspiración, elevador carenado, y descarga con tolva telescópica de cascada.

A pesar de estos problemas, las cintas móviles pueden dotarse de medios técnicos para la prevención y control de la contaminación, que las convierten en sistemas ambientales eficaces. Entre estas medidas se encuentran la aspiración o nebulización en punto de alimentación, la instalación de tolvas telescópicas dotadas de control automático de altura, con aspiración o nebulización en punto de descarga, y el carenado de la estructura.

No obstante, por sus características estructurales, la incorporación de muchas de estas medidas en cintas móviles ya existentes puede no ser viable, por lo que resultará necesario el desarrollo de unidades especialmente diseñadas para el control ambiental de la operativa.

Por otro lado, como ya se ha indicado, el diseño de sistemas de descenso eficaces desde el punto de vista ambiental debe tenerse en cuenta las necesidades de trimado y estibado de la carga en la bodega.

Carga de sulfato sódico con cinta convencional



Carga de sulfato sódico con cinta móvil con alimentación aspirada y descenso en cascada.

ASPECTOS AMBIENTALES Y SUS CAUSAS		
ASPECTO AMBIENTAL	**PUNTO DE GENERACIÓN**	**CAUSAS**
Emisión de partículas	**Vertido en bodega**	■ Impacto de la mercancía al caer desde alturas elevadas. ■ Acción directa del viento sobre la columna de vertido. ■ Turbulencia inducida por la velocidad de caída del material a la bodega.
	Alimentación de cinta	■ Acción directa del viento. ■ Impacto de la mercancía sobre el alimentador.
	Cinta transportadora	■ Erosión directa del viento sobre el material.
Derrames	**Vertido a bodega**	■ Atascos en punto de descarga cuando se utilizan mangas sin control de altura.
	Cinta transportadora	■ Caudal excesivo. ■ Desajustes y balanceo.
	Alimentación de cinta	■ Operativa incorrecta de descarga de camiones o de alimentación con pala.

DESCARGA CON GRÚA PÓRTICO

Equipo de descarga discontinuo de muy alto rendimiento específico para la descarga de minerales y carbón, en elevados volúmenes. Su elevada eficiencia lo hace apropiado para la descarga de buques de tipo Postpanamax y Capsize.

El sistema consta de una cuchara que se mueve transversalmente al muelle a lo largo del brazo del pórtico, la cual vierte en una tolva incorporada en la propia grúa, la cual a su vez descarga sobre una cinta transportadora paralela al muelle. La tolva de la propia grúa, por tanto, se encarga de acoplar el flujo discontinuo de la cuchara con el flujo continuo de la cinta.

Las cucharas son intercambiables de modo que la forma y tamaño de las mismas se adapten a las propiedades de densidad y cohesión del material descargado. En general, para mercancías densas y cohesivas, como minerales de hierro, se emplean cucharas de tijera, mientras que para mercancías de menor densidad como carbón, se emplean cucharas bivalvas de mayor volumen.

CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES	
Productos	■ Carbones y minerales.
Ventajas	■ Elevado rendimiento. ■ Integración con sistemas de transporte continuo. ■ Sirve para puertos con cualquier tipo de carrera de marea. ■ Alto control de mermas.
Inconvenientes	■ Alta inversión inicial. ■ Alta ocupación de muelle. ■ Rendimientos muy condicionados al tipo de operativa y destreza del operador de la grúa
Puntos críticos	■ Capacidad portante del muelle.
Rendimientos	■ Entre 1000 y 2000 t/h.
Aplicación	■ Tráficos regulares de minerales y carbón en buques de alta capacidad. ■ Operaciones que disponen de atraque fijo y muelle para uso exclusivo.

Aspectos ambientales

El uso de pórticos de descarga supone una mejora desde el punto de vista ambiental, sobre la descarga realizada con grúas móviles, pues sus elevados rendimientos permiten reducir el tiempo de operación y, por tanto, el tiempo de exposición de la mercancía a la posible acción dispersiva del viento. No obstante, al igual que las grúas móviles, la eficiencia ambiental es muy sensible a la calidad de la operativa, a la acción del viento y al nivel de pulverulencia.

Los principales problemas ambientales son las emisiones de polvo y derrames de mercancía a la dársena o al muelle, producidos en el movimiento de la grúa, en la descarga a tolva y en la transferencia de tolva a cinta.

Una adecuada operativa y un adecuado mantenimiento de la cuchara, unido al uso de nebulizadores y al correcto apantallamiento, tanto de la boca de la tolva, como de su transferencia a cinta, pueden lograr un adecuado control de las emisiones de polvo para mercancías de pulverulencia media y baja.

ASPECTOS AMBIENTALES Y SUS CAUSAS.		
ASPECTO AMBIENTAL	**PUNTO DE GENERACIÓN**	**CAUSAS**
Emisión de partículas y derrames	**Recorrido de cuchara**	■ Cierre incompleto de la cuchara en el buque ■ Ajuste deficiente de la cuchara ■ Rebose por tamaño o tipo de cuchara no apropiado ■ Retorno de cuchara vacía con material adherido
	Descarga sobre tolva	■ Viento directo sobre la columna de vertido ■ Altura excesiva de descarga y difusión por la corriente de aire generada ■ Difusión de mercancía por el flujo de aire desplazado en la tolva
	Transferencia a cinta	■ Velocidad de caída excesiva y falta de apantallamiento ■ Flujo excesivo de alimentación de la cinta

Tolva de descargador apantallada.

Pulverizador de agua en tolva del cargador.

DESCARGA CON DESCARGADOR NEUMÁTICO

Equipos de descarga continua de materiales fluyentes (cemento, cereales, etc.), en los que la mercancía se mueve a través de conductos cerrados, impulsados por una corriente de aire.

El flujo seguido por la mercancía y el modo en que se genera el flujo de aire que mueve la mercancía, siguen una casuística muy variada. No obstante, de modo general, es frecuente encontrar alguno de los siguientes esquemas:

- Aspiración y transferencia mediante válvula rotatoria a un sistema de transferencia mecánico, como pueden ser cintas o transportadores de cadenas.
- Aspiración hasta tanques de almacenamiento temporal, desde los cuales la mercancía es impulsada por una corriente de aire a través de tuberías a puntos de almacenamiento definitivo o camiones cisterna.
- Aspiración hasta tanques de almacenamiento temporal y aspiración de dicha mercancía desde sistemas de almacenamiento definitivo.

Estos equipos pueden ser fijos o con desplazamiento limitado sobre raíles (rendimientos de hasta 1000 t/h) destinados a la descarga de grandes buques, o móviles (rendimientos de hasta 500 t/h) para la descarga de buques con cargas inferiores a 10000 t.

Por otro lado, en la actualidad existen buques que incorporan sistemas neumáticos de auto descarga, como los buques que transportan cemento, en los que el propio buque impulsa la mercancía a través de tuberías que conducen el cemento hasta los puntos de almacenamiento.

Al introducir este tipo de sistemas, es importante valorar la capacidad abrasiva de la mercancía que se va a manejar y los costes de mantenimiento que ello puede inducir. Otro aspecto que condiciona el diseño y elección de este tipo de soluciones para trabajar con grandes volúmenes de mercancía es el consumo eléctrico de este tipo de sistemas, que eleva sus gastos de explotación frente a la alternativa de descargador mecánico.

Por otro lado, los equipos neumáticos móviles resultan una solución que aúna flexibilidad en el uso de muelle y alta eficacia en el control de emisiones, lo cual los hace recomendables para mover volúmenes medios de mercancía, en entornos vulnerables a las emisiones, en aquellos casos en los que no se dispone de un punto de atraque fijo.

CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES	
Productos	■ Materiales en polvo como cemento, carbón molido, productos químicos, harinas no apelmazantes, etc. Materiales fluyentes de baja densidad como cereal en grano.
Ventajas	■ Elevado rendimiento. ■ Capacidad para vaciar la totalidad de la bodega sin necesidad de medios mecánicos adicionales. ■ No se necesitan tolvas u otros sistemas para regular el flujo de mercancía. ■ Alto control de la calidad de la mercancía, limitando la contaminación cruzada o la exposición a la intemperie. ■ Alto control de posibles mermas.
Inconvenientes	■ Inversión inicial ■ Elevado coste de operación por consumo de electricidad ■ Necesidades de mantenimiento en mercancías abrasivas ■ Ocupación de muelle en caso de sistemas fijos o sobre raíles ■ Limitaciones con grandes carreras de marea
Puntos críticos	■ Capacidad fluyente de la mercancía y densidad de la misma(<1tn/m3) ■ Nivel de abrasión de la mercancía ■ Capacidad de fraguado o apelmazamiento de la mercancía ante niveles de estanqueidad al agua o humedad insuficientes.
Rendimiento	■ Sistemas fijos o en raíles, rendimientos de más de 1000 t/h ■ Sistemas móviles, rendimientos de hasta 500 t/h
Aplicación	■ Tráficos regulares con requerimientos de calidad, o ambientales, exigentes. ■ Sistemas fijos o en raíl, para operaciones de alta capacidad que disponen de punto de atraque fijo, y sistemas móviles para volúmenes medios u operaciones sin punto de atraque fijo.

Aspectos ambientales

Son equipos muy eficientes en el control de emisiones de polvo y minimización de derrames de mercancía. Por otro lado, su capacidad para apurar y limpiar la bodega sin utilizar medios mecánicos complementarios, garantiza un bajo nivel de emisiones en esta fase de la actividad.

Las emisiones de partículas son puntuales, localizadas en la salida de aire y en los puntos de trasferencia. En la salida de aire es posible aplicar procesos de filtrado adicionales que limiten el tamaño y cantidad de las partículas emitidas, lo cual los hace aptos para la descarga de materiales con propiedades alergénicas, como el haba de soja.

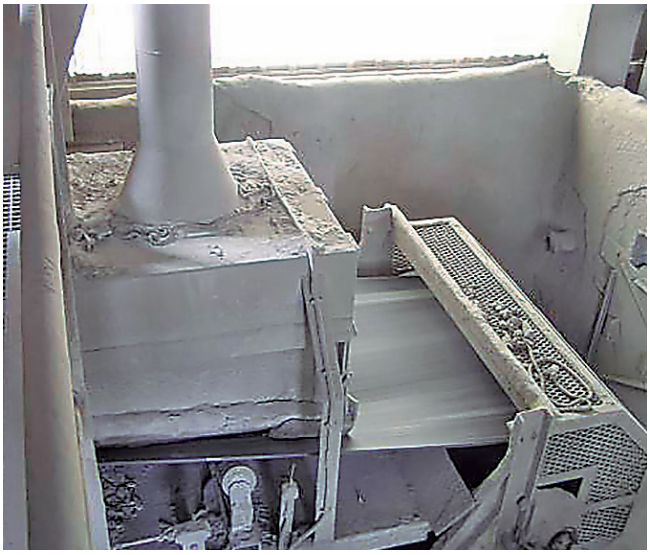
Las transferencias a sistemas de transporte horizontal deben ser estancas. En sistemas que vierten a camiones, sistemas de bombeo neumático, o a cintas, se utilizarán mangas de descarga que se acoplen a los puntos de recepción de mercancía. En el caso de cintas, se utilizarán encauzadores herméticos.

En sistemas que transfieren la mercancía a almacén mediante bombeo es importante vigilar fugas en los tubos de conducción, especialmente en codos y otros puntos en los que se acentúa el efecto abrasivo del flujo de mercancía.

La eficacia en el control de emisiones de partículas tiene como contrapartida una baja eficiencia energética y un nivel de emisiones acústicas elevado:

ASPECTOS AMBIENTALES Y SUS CAUSAS		
ASPECTO AMBIENTAL	**PUNTO DE GENERACIÓN**	**CAUSAS**
Emisiones de partículas a la atmósfera	**Sistema de filtrado**	■ Insuficiente nivel de filtrado en el punto de salida de aire ■ Mantenimiento inadecuado de los sistemas de filtrado
	Transferencias	■ Excesiva altura de caída o velocidad en transferencias. ■ Falta de hermeticidad en transferencias. ■ Fugas en conducciones que funcionan por bombeo.
Consumo de recursos	**Sistema de aspiración**	■ Baja eficiencia energética y elevados consumos de electricidad.
Ruidos y vibraciones	**Motor aspiración**	■ Insuficiente grado de insonorización ■ Mantenimiento inadecuado

"Codos" en tuberías neumáticas



Trasferencia de sistema neumático a cinta.

DESCARGA CON DESCARGADOR CONTINUO MECÁNICO

Estos equipos generan un flujo continuo de mercancía, a través de conductos cerrados, mediante el movimiento de dispositivos mecánicos. De modo general, los dispositivos empleados para mover la mercancía pueden ser cadenas, tornillos sin fin y cangilones. El uso de un sistema u otro estará condicionado por las características de la mercancía y del rendimiento buscado.

Estos sistemas pueden ser fijos u operar sobre raíles, sobre todo para sistemas de alta capacidad de descarga en los que la operación cuenta con un punto de atraque fijo, o bien, operar sobre plataformas de neumáticos, generalmente en sistemas de menor capacidad, cuando no se dispone de punto de atraque fijo.

El trasporte horizontal puede realizarse por medios mecánicos convencionales como cintas, o transportadores de cadenas. No obstante, para mercancías fluyentes como el cemento o cereales, es posible adaptar sistemas de bombeo neumático para mover la mercancía a almacén o a camión. Así mismo, para descargar barcos de poca capacidad, en muelles donde no se dispone de punto de atraque fijo, existen sistemas móviles sobre ruedas que permiten la transferencia directa a camiones.

El tipo de descargador mecánico dependerá, en general, de los siguientes factores, los cuales están relacionados entre sí.

- *Capacidad de los barcos descargados:* Para buques de gran capacidad será necesario optar por sistemas de gran capacidad y rendimiento, que generalmente operan sobre raíles.

- *Tipo de material:* El uso de cadena, tornillo o cangilones está condicionado, en gran medida, por el tipo de mercancía. En general se tiene:
  - Cadenas: mercancías fluyentes, como agroalimentarios
  - Tornillo: mercancías fluyentes, como cemento, o en terrones como ciertos áridos.
  - Cangilones: mercancías densas que admitan degradación mecánica por impactos, como carbones o minerales.

- *Tipo de atraque:* Cuando no se disponga de puntos de atraque fijos y se requiera movilidad en la línea de atraque, será conveniente optar por sistemas sobre ruedas.

- *Transporte horizontal:* El diseño del sistema puede quedar condicionado por el modo de evacuación utilizado para realizar el transporte horizontal del la mercancía, dependiendo de si se opta por medios de transporte continuos, mecánicos, medios de transporte neumáticos o camiones.

Descargadores de cangilones sobre raíles

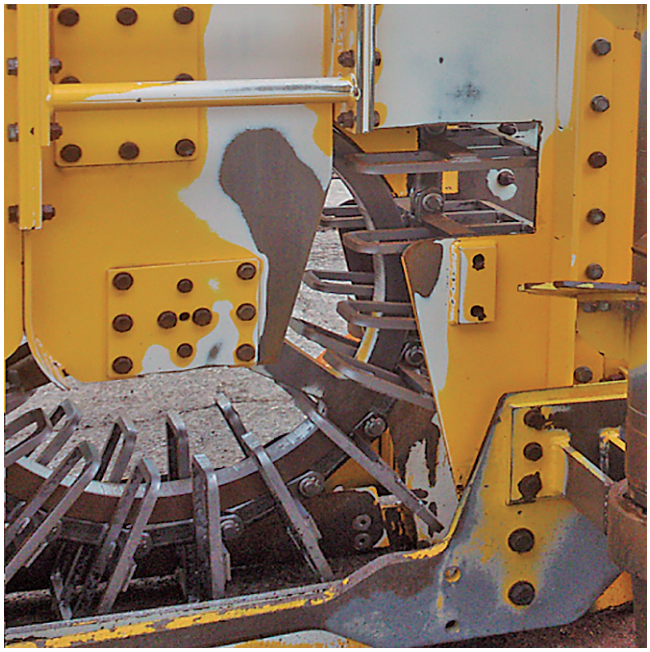
Descargador de tornillo sobre ruedas.

CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES	
Productos	■ Cadenas: materiales secos y friables. ■ Tornillo: materiales finos granulares y en polvo o terrones. ■ Cangilones: graneles en general.
Ventajas	■ Descarga continua compatible con transporte continuo, permite automatización de la terminal. ■ Elevado rendimiento. ■ Bajo coste durante la operativa en relación a sistemas neumáticos. ■ No se necesitan tolvas u otros sistemas para regular el flujo de mercancía. ■ Alto control de la calidad de la mercancía, limitando la contaminación cruzada o la exposición a la intemperie. ■ Alto control de posibles mermas.
Inconvenientes	■ Inversión inicial. ■ Ocupación de muelle (descargadores sobre raíles). ■ Necesidades de mantenimiento, en mercancías abrasivas. ■ Limpieza de bodega más difícil que con sistema neumático, pudiendo requerir de medios mecánicos adicionales.
Puntos críticos	■ Tipo de cabezal según tipo de materiales a descargar. ■ Nivel de abrasión de la mercancía. ■ Carrera de marea y adaptación del brazo a dicha carrera.
Rendimientos	■ Cadenas: 500 a 1000 t/h. ■ Tornillo: 600 t/h. ■ Cangilones: 1000-5000 t/h.
Aplicación	■ Tráficos regulares con requerimientos de calidad o ambientales, exigentes. ■ Sistemas fijos o en raíl para operaciones de alta capacidad que disponen de punto de atraque fijo, y sistemas móviles para volúmenes medios u operaciones sin punto de atraque fijo.

ASPECTOS AMBIENTALES

Los descargadores mecánicos continuos permiten compatibilizar un alto rendimiento operativo con un desempeño ambiental excelente, ya que, aplicando cabezales de descarga adecuados al tipo de material, pueden lograrse altos niveles de estanqueidad en el flujo de la mercancía, lográndose por tanto, un nivel de emisiones de partículas prácticamente nulo. Por otro lado resultan equipos muy eficientes desde el punto de vista del consumo energético.

Los principales puntos de emisión de partículas son el cabezal y las transferencias a los sistemas de transporte horizontal.



Cabezal de descargador de cadenas

Trasferencia de descargador continuo a cinta carenada y con aspiración.

En general, la operativa de cabezal no será problemática cuando la mercancía cubra parcialmente el cabezal, no obstante, en mercancías muy poco fluyentes y, en general, en trabajos de apurado o limpieza de bodega, los cabezales pueden quedar descubiertos y generar polvo. En el proceso de apurado de la bodega, será necesario alimentar el cabezal apilando mercancía en torno al mismo, y procurando que la mercancía cubra el cabezal todo lo posible. El proceso de apurado y limpieza de la bodega puede requerir de apoyo mecánico adicional mediante palas o apiladores.

Por otro lado, para conseguir un adecuado control de emisiones, las transferencias a sistemas de transporte horizontal deben estar apantalladas, introduciendo sistemas de nebulización o aspiración para operaciones con mercancías de pulverulencia alta o en entornos vulnerables. En sistemas que vierten la mercancía a camiones, sistemas de bombeo neumático, o a cintas, se utilizarán mangas de descarga que se acoplen a los puntos de recepción de mercancía. En particular, en el caso de cintas, se utilizarán encauzadores herméticos.

ASPECTOS AMBIENTALES Y SUS CAUSAS.		
ASPECTO AMBIENTAL	**PUNTO DE GENERACIÓN**	**CAUSAS**
Emisiones a la atmósfera	**Cabezal en bodega**	■ Puede generar emisiones en fase final de descarga de bodega
	Transferencias a transporte horizontal	■ Excesiva altura de caída o velocidad, en puntos de transferencia. ■ Falta de hermeticidad en transferencias.
Ruidos y vibraciones	**Cabezal en bodega**	■ Algunos tipos de cabezales pueden generar ruido en la fase final de descarga de la bodega.

Cabezal de descargador de tornillo y trasferencia a cinta en galería subterránea.

CARGA/DESCARGA CON GRÚA-CUCHARA

La grúa es un sistema clásico de trasporte caracterizado por su gran flexibilidad para trabajar en muelles en los que no se dispone de puntos de atraque fijos y en los que se trabaja con diversos tipos de mercancías.

En la actualidad las grúas más empleadas son la grúa móvil portuaria de neumáticos, con motor de gasoil y de accionamiento hidráulico o electromecánico.

Las grúas móviles se complementan con cucharas mecánicas, bivalvas o de tijera, accionadas por cables cuya forma, capacidad y material de construcción se adaptan a diferentes tipos de mercancías. De modo general, para materiales densos y cohesivos se utilizan cucharas de tijera con gran poder de penetración, mientras que, en materiales poco cohesivos y poco densos, se utilizarán cucharas bivalvas de mayor volumen con menor desmultiplicación de la fuerza de cierre.

Las grúas pueden trabajar como sistemas de descarga de buque, depositando la mercancía sobre tolvas o sobre primera línea de muelle, o actuar como sistemas de carga de buque, recogiendo mercancía apilada en primera línea de muelle.

En el caso de descarga de buques, los modos más frecuentes de levante y transporte horizontal son:

- Acopio en primera línea y posterior levante con pala y camión
- Acopio en tolva y acarreo con camión
- Acopio en tolva y acarreo mediante sistemas mecánicos, como cintas o transportadores de cadenas, situados paralelos al muelle.

En caso de carga de buques, la mercancía es acarreada con camiones y apilada mediante palas o bulldozers, formando acopios desde los cuales la cuchara toma la mercancía. Durante el proceso, la mercancía es reapilada y remontada por palas, con el fin de reducir la altura a la que ha de bajar la cuchara.

Los rendimientos de la operativa con grúa están condicionados por la destreza del operador y nivel de especialización del mismo con este tipo de sistemas, por la potencia del la grúa, por el tipo de cuchara elegido, por la disposición en planta de trabajo y por el esquema de trasporte horizontal elegido.

El diseño de la cuchara, adecuando su forma y volumen a la densidad y cohesión del material resulta esencial a la hora de optimizar tiempos de operativa, y lograr un buen balance entre eficiencia ambiental y rendimiento operativo. Cucharas excesivamente voluminosas en mercancías poco densas, o con poco poder de penetración sobre materiales cohesivos, penalizan los rendimientos y dificultan la ejecución de aquellas buenas prácticas ambientales que puedan implicar alargar la duración de los ciclos, como son el reducir la altura de caída o eliminar reboses.

Las disposición de la planta de trabajo influye sobre la longitud recorrida por la cuchara, y, por tanto, sobre el tiempo de cada ciclo. En este sentido, quedan beneficiadas operativas sobre tolvas elevadas y próximas al muelle en los que la cuchara recorre sólo un ángulo de noventa grados para llegar a la tolva y apenas debe descender a muelle.

Finalmente, como se ha indicado, el esquema transporte horizontal condiciona el rendimiento global. En general, se pude establecer:

- *Acopio a primera línea.* Este proceso permite altos ritmos de descarga, que permiten optimizar el tiempo de atraque. No obstante, el levante de la mercancía está condicionado al trabajo con pala y camión, lo cual no hace de este esquema un sistema óptimo a la hora de minimizar la ocupación del muelle y la optimización del mismo.

- *Descarga a tolva y camión.* El rendimiento está condicionado a la frecuencia de llegadas de camiones que, en caso de ir y venir de un almacén en el propio puerto, puede estar limitado por el tiempo empleado en remontes y organización de la mercancía en almacén.

- *Descarga a tolva y cinta:* Los rendimientos sólo están condicionados por la capacidad de la cinta. En general, este esquema permite elevados rendimientos.

Descarga a primera línea con cuchara.

Descarga con cuchara a tolva con cinta

CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES	
Productos	■ Todo tipo de materiales a granel, utilizando cucharas específicas según el tipo de material.
Ventajas	■ Versatilidad multiproducto. ■ Alta capacidad y eficiencia. ■ Movilidad, especialmente cuando no se dispone de punto estable de atraque. ■ No ocupa espacio en muelle. ■ Opera independientemente. ■ Adaptación a cualquier nivel de marea.
Inconvenientes	■ Operativas que implican riesgo de contaminación cruzada. ■ Riesgo de daños a buques por golpes. ■ Rendimientos muy condicionados al tipo de operativa y destreza del operador. ■ Escaso control de mermas.
Puntos críticos	■ Dimensionamiento de la grúa adecuado al tamaño de buque y rendimiento requerido. ■ Elección del tipo de cuchara adecuada a las características de la mercancía.
Rendimientos	■ En descarga a tolva y camión, el rendimiento está condicionado por la disponibilidad de camiones a pie de tolva. ■ Está muy influido por la adecuada elección del tipo de cuchara y por la destreza del operador. ■ Los rendimientos medios se encuentran entre 700 y 1000 tn/h. en descarga a primera línea y entre 400 y 800 en descarga a tolva.
Aplicación	■ Este sistema permite operar con tráficos poco regulares o heterogéneos, donde se trabaja con varias mercancías. ■ En operativa con tolva a camión, permite trabajar en muelles en los que no se cuenta con un punto de atraque fijo.

Aspectos ambientales

El desempeño ambiental de la operativa con grúa móvil está muy condicionado a la calidad de la operativa seguida, al régimen de vientos, a la pulverulencia de la mercancía y a la correcta elección de la cuchara utilizada, así como al estado de mantenimiento de la misma.

Los principales aspectos ambientales de la operativa con grúa son las emisiones de polvo y derrames a la dársena y a muelles, producidos por el movimiento de la cuchara y por la descarga de ésta a tolvas o a acopios en primera línea.

No obstante, el desempeño ambiental global de la operativa con grúa móvil, así como la capacidad de adoptar medidas preventivas y atenuantes, está condicionado por el tipo de operativa seguida en el levante y transporte horizontal y, por tanto, por la eficacia ambiental de los sistemas implicados en dichos procesos.

En este sentido, el control de emisiones en operativas que suponen descarga a primera línea y levante con pala y camión, u operativas con descarga a tolva convencional y camión, estarán fuertemente comprometidas por la pulverulencia, el viento y la calidad de la operativa. Resultando complejo el control de las emisiones en emplazamientos con vientos desfavorables o en la manipulación de mercancías con pulverulencia alta o media.

Por otro lado, sin embargo, en la descarga de buques con grúa es posible conseguir un nivel de eficiencia ambiental elevado, sin penalización de rendimientos, cuando se utilizan cucharas apropiadas al tipo de mercancía y la transferencia a los sistemas de transporte horizontal se realiza mediante tolvas dotadas de medidas preventivas y atenuantes de las emisiones de polvo.

ASPECTOS AMBIENTALES Y SUS CAUSAS.		
ASPECTO AMBIENTAL	**PUNTO DE GENERACIÓN**	**CAUSAS**
Emisiones de partículas y derrames	**Recorrido de cuchara**	■ Cierre incompleto de la cuchara en bodega . ■ Rebose por ajuste deficiente de la cuchara. ■ Rebose por tamaño o tipo de cuchara no apropiado. ■ Retorno de cuchara vacía con material adherido.
	Descarga sobre tolva	■ Viento directo sobre la columna de vertido. ■ Altura excesiva de descarga y difusión por la corriente de aire generado. ■ Difusión de mercancía por el flujo de aire desplazado en la tolva.
	Descarga sobre acopios	■ Viento directo sobre la columna de vertido. ■ Emisiones por impacto debido a altura excesiva sobre la parva. ■ Emisión por difusión debido a altura y grado de descarga excesivo.
Vertidos	**Muelle** **Agua**	■ Rotura de sistemas hidráulicos. ■ No colocar lonas o rampas entre buque y cantil

Descarga con cuchara para cereales

Descarga con cuchara para minerales

DESCARGA CON TOLVA

Las tolvas actúan como sistemas de almacenamiento temporal que permiten acoplar el flujo de mercancía de la grúa con el flujo de los sistemas de trasporte horizontal destinados a evacuar la mercancía del muelle. Dicho proceso puede realizarse mediante transferencia de la tolva con sistemas de acarreo continuo, como cintas, o mediante transferencias a sistemas de acarreo discontinuo, como camiones o vagones.

La operativa de descarga con grúa y tolva permite evacuar la mercancía del muelle durante el propio proceso de descarga, sin generar acopios temporales en muelle. Esto reduce los costes ligados al uso temporal del muelle, al tiempo que permite mejorar la eficiencia en la utilización del muelle.

Por otro lado, la descarga con tolva es una opción operativa más adecuada que la descarga a primera línea de muelle, para aquellos productos que, por exigencias de calidad o seguridad, o por valor unitario del producto, requieran limitar la exposición a la intemperie o la generación de mermas de la mercancía, como es el caso de productos agroalimentarios, o productos que no admitan impurezas, como algunos aditivos utilizados en la industria cerámica.

Como se ha indicado, la mercancía de la tolva puede evacuarse mediante camiones o mediante cintas. En este último caso, con frecuencia, la cinta está dispuesta paralelamente al muelle y dispone de diversos registros o encauzadores que permiten transferir la mercancía, de la tolva a la cinta. Este proceso de transferencia y evacuación entre tolva y cinta se realiza frecuentemente mediante una cinta instalada en la tolva, que permite regular el flujo y salvar la posible distancia entre tolva y cinta.

La descarga de productos fluyentes a camión se realiza directamente mediante tajaderas

Las tolvas para productos adherentes realizan la descarga mediante cintas situadas en la base

Por otro lado, en instalaciones en las que el almacén se encuentra próximo al muelle, es posible encontrar cintas articuladas capaces de pivotar respecto a varios ejes, que permiten que el sistema acompañe a la tolva en su movimiento, a lo largo del costado del buque. Esto permite liberar el muelle para otros usos cuando se ha finalizado con la operativa de descarga específica.

La optimización de la operativa con tolva requiere de un adecuado diseño de la misma atendiendo al tipo de mercancía movido, tipo de buque, los ritmos de descarga requeridos, al medio de transporte horizontal utilizado y a los requerimientos ambientales.

Las propiedades de la mercancía condicionan la forma y sistema de trasferencia de la tolva. En este sentido, de modo general, se tendrá que:

- *La boca de la tolva* deberá tener un tamaño adecuado para lograr un correcto acoplamiento entre la tolva y la cuchara, con el fin de evitar derrames, teniendo en cuenta que, en general, el tipo y tamaño de la cuchara estará determinado por la densidad y cohesión de la mercancía.

- *La pendiente de las paredes* de la tolva estará condicionada por la fluidez de la mercancía, de modo que la pendiente tendrá que ser tanto mayor, cuanto mayor sea el grado de cohesión del producto, pudiendo

requerirse, en algunos, casos el apoyo de sistemas que hagan vibrar la superficie, con el fin de garantizar el flujo de material.

- *El esquema de trasferencia* a camión o a cinta está igualmente condicionado por el grado de fluidez, de modo que el control de flujo se podrá realizar mediante trampillas o tajaderas para mercancías fluyentes, mientras que para mercancías adherentes, como es el caso de las arcillas, se suelen utilizar cintas.

- *El grado de pulverulencia* determinará el nivel de exigencia ambiental y el tipo de medidas que debe incorporar la tolva, como son pantallas, rejillas flex-flap, nebulización o filtrado. En este último caso, la necesidad de incorporar aspiración forzada y filtrado, implicará el diseño de una tolva específica *(tolva ecológica).*

Por otro lado, la altura de la tolva deberá tener en cuenta el tipo de buque, ya que de modo general será ventajoso dotar a la tolva de la altura suficiente para minimizar el desplazamiento vertical de la cuchara sobre la tolva.

Transferencia entre tolva ecológica y cinta mediante mesa de descarga.

Tolva dotada de carga de cintas y de camiones con aspiración forzada.

El sistema de trasporte horizontal utilizado afectará tanto al sistema de evacuación de la tolva como a su capacidad. En particular, en carga de camiones, la capacidad de la tolva deberá tener en cuenta las irregularidades previsibles que existan en el flujo de camiones, de modo que la capacidad de la tolva deberá ser tanto mayor, cuanto mayor sea el tiempo de espera previsto entre camiones, para evitar la parada de la operación de descarga del buque.

Otro aspecto importante en el diseño y dotación de la tolva destinada a la carga de camiones es el adecuado control de las cargas con sobrepeso de los camiones, razón por la cual existen sistemas incorporables a las tolvas que permiten conocer el nivel de carga de la tolva. Ello permite evitar que los camiones deban regresar desde la báscula oficial al punto de carga, debido a ir cargados con sobrepeso. Estos camiones están obligados a regresar y descargar en el muelle parte de la carga que trasportan.

Es necesario indicar que el control de los derrames de la cuchara, así como el control de las descargas de camiones con sobrepeso, no sólo tienen importancia ambiental, sino también económica y operativa, ya que dichos derrames obligan a complementar la operativa con la acción de palas que recojan, apilen y carguen la mercancía derramada, suponiendo, por tanto, un coste adicional en medios mecánicos y mano de obra; así

mismo dicho proceso da lugar a mermas o pérdidas de mercancía que reducen el valor del cargamento, y generan residuos cuyo adecuado tratamiento genera costes adicionales.

CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES	
Productos	■ Todo tipo de productos.
Ventajas	■ Evita contacto del producto con el suelo. ■ Reduce ocupación. Permite descarga directa a cinta o a camión y evita acopios temporales en muelle. ■ Versatilidad, sistema adecuado para productos de densidad y fluidez similar. ■ Movilidad, especialmente cuando no se dispone de punto de atraque estable. ■ Opera independientemente del nivel de marea. ■ Buen control de mermas.
Inconvenientes	■ Diseño específico para diferentes tipos de productos y tamaño de cuchara ■ Rendimiento muy ligado a la destreza de los operadores de grúa, tolva y camión. ■ Exposición a la intemperie y problemas de contaminación cruzada con otras mercancías.
Puntos críticos	■ Tamaño adaptado al de la cuchara. ■ Tamaño adecuado para "absorber" las irregularidades del flujo de mercancía ligadas al transporte horizontal o a la entrega exterior. ■ Diseño ligado a las características de producto.
Rendimiento	■ Entre 500 y 1000 t/h en descarga a cinta, y entre 100 y 400 t/h en descarga a camión.

Aspectos ambientales

El desempeño ambiental de una tolva está muy condicionado por la pulverulencia de la mercancía, por el régimen de vientos, por la adecuación entre cuchara y tolva, por el mantenimiento, por el sistema de transporte horizontal utilizado y por la calidad de la operativa seguida en la carga de la tolva con la cuchara, así como en la carga de camiones.

Los principales aspectos ambientales son la emisión de polvo y la generación de derrames en la carga de la tolva con cuchara, y en la transferencia de tolva a camión o de tolva a cinta.

Las tolvas con doble cuerpo y varias toberas de descarga por cuerpo, permiten altos rendimientos, y previenen reboses en boca de tolva y derrames en carga de camión.

El control de emisiones y derrames generados en la carga con cuchara puede controlarse con una adecuada operativa, utilizando tolvas que pueden alojar completamente la cuchara en la boca de la misma, e introduciendo sistemas de control de emisiones como nebulización, aspiración forzada y rejillas flex-flap.

Por otro lado, las emisiones producidas en la carga de camiones o cintas pueden controlarse apantallando el punto de transferencia, reduciendo la velocidad de caída de la mercancía e introduciendo sistemas de control de emisiones como nebulización o aspiración.

Boca de tolva apantallada con atomizadores de agua de alta presión.

Boca de tolva apantallada con malla porosa para evitar turbulencias y nebulización

En el caso de carga a camiones, la velocidad de caída del material y flujo de aire inducido pueden controlarse mediante mangas telescópicas o tolvas telescópicas de cascada. En el caso de carga de cintas, dicho control puede lograrse mediante toboganes herméticos o mediante mangas telescópicas de cascada. Un control adicional de las emisiones puede lograrse instalando sistemas de nebulización o aspiración en la salida de las mangas de descarga o en los encauzadores de la cinta.

Por tanto, la descarga de mercancías mediante tolva puede resultar muy versátil desde el punto de vista operativo, así como eficiente desde el punto de vista medioambiental, si se utilizan tolvas dotadas de sistemas adecuados de control de emisiones, se sigue un mantenimiento estricto de dichos sistemas y se sigue una correcta operativa en el manejo de la grúa y en la transferencia a camión o cinta.

Tolva carenada con aspiración forzada, tanto en la boca de la tolva, como en el interior.

No obstante, no todas las medidas preventivas apropiadas al tipo de mercancía y condiciones meteorológicas pueden ser implantadas eficazmente en equipos ya existentes. Algunas soluciones, como la aspiración forzada en la boca de la tolva o en el punto de descarga, requieren la sustitución del equipo por tolvas diseñadas específicamente para el control de emisiones, conocidas frecuentemente como "tolvas ecológicas".

Tolva con aspiración en boca y en manga de descarga.

Las rejilla Flex-Flap reducen la salida de polvo en la boca de tolva.

Las tolvas ecológicas, dotadas de aspiración forzada, permiten conseguir un adecuado rendimiento ambiental, siempre y cuando su uso se acompañe de una operativa correcta, junto a un correcto mantenimiento del sistema de aspiración y filtros. No obstante, dicho control ambiental se consigue a expensas del consumo de recursos energéticos que añaden un coste adicional a la operativa. Por ello, cuando el producto admita agua, y su pulverulencia sea media, puede ser conveniente establecer el control de emisiones mediante sistemas de nebulización.

ASPECTOS AMBIENTALES Y SUS CAUSAS.

ASPECTO AMBIENTAL	PUNTO DE GENERACIÓN	CAUSAS
Emisiones de partículas y derrames	Descarga sobre tolva	■ Viento directo sobre la columna de vertido. ■ Altura excesiva de descarga y difusión por la corriente de aire generada. ■ Difusión de mercancía por el flujo de aire desplazado en al tolva. ■ Relación de tamaños entre cuchara y tolva no apropiada. ■ Nivel de llenado de la tolva excesivo. Mercancía colmada sobre el nivel máximo.
	Transferencia a camión.	■ Viento directo sobre la columna de vertido. ■ Altura excesiva de descarga y difusión por la corriente de aire generada. ■ Compuertas o tajaderas de salida con cierre defectuoso. ■ Carga colmada sobre la caja del camión. ■ Emisión de polvo en el tránsito de camiones sobre posibles derrames. ■ Generación de acopios procedentes de camiones con sobrepeso.
	Transferencia a cinta	■ Velocidad de caída excesiva y falta de apantallamiento. ■ Encauzadores y baberos sin mantenimiento adecuado. ■ Velocidad de alimentación de la cinta excesiva.

CARGA/DESCARGA MEDIANTE ACOPIO TEMPORAL EN PRIMERA LÍNEA DE MUELLE

El acopio temporal en primera línea permite acoplar los ritmos de carga y descarga de las grúas portuarias, con los ritmos de carga y descarga ligados al transporte mediante camiones.

En proceso de descarga de buques la mercancía es apilada en primera línea para su posterior levante con pala y camión, mientras que en el caso de carga la mercancía llega en camiones y es apilada y remontada mediante palas, desde donde la cuchara carga, para depositar en bodega. En el proceso de carga a buque la grúa es apoyada constantemente por las palas que reapilan la mercancía y la remontan dentro del acopio, con el fin de reducir el recorrido de bajada de la cuchara y con ello el ciclo de carga.

En el caso de descarga de buques, el acopio se mantiene en primera línea de muelles sólo el tiempo necesario para realizar el levante de la mercancía; en caso de que el material no sea expedido directamente e inmediatamente fuera del puerto, se procede a levantar y desplazar la mercancía mediante camión, bien a segunda línea de muelle, o bien a una zona acondicionada para el almacenamiento prolongado de graneles sólidos.

Con frecuencia, cuando el operador opta por mantener con carácter temporal el acopio en primera línea de muelle, el acopio se protege mediante tabiques móviles, en forma de T invertida, que permiten reducir la extensión del acopio.

Dentro de operativas de carga y descarga con grúa, los acopios en primera línea permiten maximizar los rendimientos de la grúa y, por tanto, minimizar los tiempos de atraque de buque en muelle. No obstante, este esquema de trabajo tiene las siguientes desventajas:

- Se generan costes adicionales por ocupación temporal de zona de tránsito.
- No permite optimizar el uso de muelle.
- Plantea problemas para mercancías con altos requerimientos de calidad frente a contaminación cruzada con otro tipo de mercancías o degradables por la intemperie.
- Plantea problemas ambientales por el alto grado de exposición de la mercancía a la acción dispersiva del viento o al tráfico rodado.
- Generación de mermas. La mercancía es fácilmente dispersable por la acción del viento, o por el propio tránsito de vehículos, lo cual reduce el valor total de la mercancía y aumenta los costes de limpieza y gestión de residuos.
- Mayores costes de limpieza y gestión de residuos.

La descarga de buques con grúa y acopio a primera línea, es una operativa frecuentemente ligada a operaciones que no están respaldadas por una zona de almacenamiento temporal en el puerto, de modo que la mercancía es expedida fuera del puerto de modo directo a través de camión. Este hecho, con frecuencia dilata la permanencia de acopios en los muelles.

CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES	
Productos	■ Productos que admitan su almacenamiento temporal a la intemperie y toleren la posible contaminación cruzada con otros materiales, como pueden ser minerales o áridos.
Ventajas	■ El ritmo de descarga no se ve limitado por el ritmo del transporte interno con camiones. ■ El rendimiento de descarga de la grúa no queda limitado por el ritmo de acarreo de camiones. ■ Opera independientemente del nivel de marea.
Inconvenientes	■ Requerimientos de superficie y tiempo de ocupación de muelle. ■ Pérdidas de material por viento, tránsito de vehículos o escorrentía (mermas). ■ Dificultad para controlar los aspectos ambientales de mercancías de pulverulencia alta y media. ■ Exposición a la intemperie y problemas de contaminación cruzada con otras mercancías. ■ Costes de limpieza de superficie de trabajo y de gestión de residuos.
Puntos críticos	■ Disponibilidad de espacio. ■ Materiales que admiten estar a la intemperie.
Rendimiento	■ Depende de los camiones a disposición y del rendimiento de la grúa.
Aplicación	■ Operaciones poco regulares o con diversas mercancías de volumen medio o bajo. ■ Operaciones que no disponen de punto de atraque fijo. ■ Operaciones en las que no se dispone de almacenamiento temporal en el puerto.

Acopio de carbón en primera línea. La cuchara abre lentamente casi en contacto con la parva para limitar emisiones.

Levante de carbón mediante pala de alto volteo y camión. La pala vierte encajando parcialmente en la caja y los camiones abandonan la zona de trabajo toldados

Aspectos ambientales

La exposición de la mercancía a la intemperie hace que la eficiencia ambiental de la generación de acopios en primera línea esté fuertemente condicionada por la pulverulencia, por el régimen de vientos, por el régimen de lluvias y por las características del pavimento.

En la formación del acopio, la mercancía es depositada mediante cucharas o camiones desde una cierta altura, en cuya caída la mercancía se mezcla con el aire, el cual, al impactar la mercancía generará nubes de polvo. No obstante, la mera acción dispersiva del viento dispersa la mercancía, incluso en parvas en reposo; además el tránsito de vehículos como camiones o palas cargadoras contribuye a dispersar y pulverizar la mercancía, aumentando la superficie de emisión y el efecto dispersivo del viento.

"Muro móvil" acotando acopio en primera línea con sistema de pulverización de agua.

La lluvia o el uso de riego pueden genera escorrentías que arrastren material a la dársena. Así mismo, existe el riesgo de contaminación del suelo por lixiviado de materiales, si la solera no está debidamente impermeabilizada.

Este tipo de práctica operativa no resulta eficiente en el control ambiental de mercancías pulverulentas, o de mercancías que entrañan riesgo para las aguas. No obstante, para mercancías de pulverulencia media, de características inertes, es posible conseguir un control razonable limitando la altura de caída de la cuchara sobre la parva, manteniendo limpia la zona de trabajo e implantando medidas técnicas atenuantes, como son sistemas de riego y pantallas permeables.

ASPECTOS AMBIENTALES Y SUS CAUSAS.

ASPECTO AMBIENTAL	PUNTO DE GENERACIÓN	CAUSAS
Emisiones a la atmósfera	**Carga y descarga**	■ Emisión de polvo en caída desde la cuchara. ■ Emisión de polvo por erosión eólica directa sobre las parvas y viales.
	Levante y remonte	■ Emisión de polvo en levante o remonte con pala cargadora o bulldozer. ■ Generación del polvo por tránsito rodado.
Contaminación de las aguas	**Explanadas y viales**	■ Arrastre de materiales contaminantes por escorrentía sobre las parvas y viales.
Contaminación de suelos	**Explanadas y viales**	■ Infiltración de materiales contaminantes al subsuelo por lixiviado en suelos no impermeabilizados.

Descarga a primera línea protegida por pantalla atrapa polvo y cañones atomizadores.

LEVANTE Y REMONTE CON PALA CARGADORA

Las palas cargadoras tienen como principal función transferir la mercancía depositada en acopios a camiones, vagones, o sistemas de acarreo continuo. Dichos acopios pueden estar situados en primera línea de muelle, en parques de graneles abiertos o en almacenes horizontales cerrados.

Las palas cargadoras empleadas en puertos son de chasis articulado sobre neumáticos, estando dotadas de cazos cuyo volumen y forma se adecúa a la densidad de la mercancía movida, siendo la capacidad tanto mayor cuanto menor es la densidad.

La correcta elección del cazo al tipo de mercancía puede ayudar a reducir el número de maniobras necesarias para cargar un camión o vagón, al tiempo que permite un mejor control del nivel de carga. En este sentido, existen palas dotadas de sistemas de pesado a bordo del cazo que ayudan a valorar mejor el nivel de carga de camiones y vagones, lo cual permite prevenir problemas de carga con sobrepeso.

El proceso de volcado del cazo sobre la caja del camión, vagón o tolva de alimentación de sistemas continuos, requiere acompañar el giro del cazo con cierto movimiento de avance, que, frecuentemente, da lugar a derrames y ralentiza la operativa. Este proceso se puede realizar de modo más eficiente mediante palas dotadas de cazo de auto-volteo, los cuales permiten desacoplar en gran medida el volcado del cazo del movimiento de avance de la pala, ya que el cazo se eleva totalmente sobre la vertical del punto de descarga, girando cuando está completamente encima de dicho punto.

Las palas con cazo de alto-volteo desacoplan la maniobra de avance de la maniobra de vertido, con lo que se consigue un mayor rendimiento, así como un mejor control de derrames y emisiones.

Las palas no sólo se utilizan en procesos de carga, sino también en procesos de reapilado y remonte de acopios, si bien, en estos casos, es más conveniente utilizar empujadores de hoja vertical. Así mismo, estos equipos son imprescindibles en las labores de limpieza de las bodegas de los buques, utilizándose también con frecuencia para desplazar tolvas u otros equipos no autónomos.

CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES	
Productos	■ Productos que admitan su almacenamiento temporal a la intemperie y toleren posible contaminación cruzada con otros materiales, como pueden ser minerales o áridos.
Ventajas	■ Versatilidad multiproducto. ■ Nivel de inversión comparativamente bajo frente a otros esquemas de carga de camiones o vagones. ■ Opera independientemente del nivel de marea.
Inconvenientes	■ Rendimiento muy condicionado a la destreza del operador. ■ Dificultad de controlar los aspectos ambientales. ■ Rendimientos comparativamente inferiores frente a otros esquemas de carga de camiones o vagones. ■ Escaso control de mermas.
Puntos críticos	■ Elección de la capacidad del cazo acorde a la densidad del material.
Rendimiento	■ 150-300 t/h.
Aplicación	■ Operaciones poco regulares o con diversas mercancía de volumen medio o bajo. ■ Operaciones que no disponen de punto de atraque fijo.

Control de emisiones de polvo con cañón atomizador.

Delimitación de zona de operación con barreras móviles.

Aspectos ambientales

La operativa con pala es muy sensible a la pulverulencia, al régimen de vientos y a la calidad de la operativa; siendo sus principales aspectos ambientales la emisión de polvo a la atmósferas y la generación de derrames de mercancía en la superficie de trabajo.

Las emisiones y derrames se generan como resultado de la caída e impacto de la mercancía al ser descargada, como resultado de las aceleraciones a las que está sometida la mercancía en el cazo, y de la acción erosiva del viento. Así mismo, se generan emisiones como resultado de la circulación de la pala sobre superficies con mercancía derramada, o en procesos de reapilado de la mercancía.

Para prevenir y controlar dichas emisiones, resulta esencial desarrollar una buena operativa y mantener ordenada la zona de trabajo, realizando una tarea de reapilado periódico de los derrames producidos. Así mismo, se pueden reducir los derrames, utilizando palas dotadas de sistemas de autopesado y de cazos con alto-volteo, en los que el tamaño del cazo está adaptado a la densidad de la mercancía movida.

El autovolteo permite volcar el cazo desde la vertical de la caja del camión, con lo que se evitan movimientos de avance de la pala en la parte final del volteo, consiguiéndose una carga de los camiones más efectiva y con menos derrames; el adecuado tamaño del cazo permite optimizar los ciclos de carga; mientras que los sistemas de autopesado permiten prevenir la carga con sobrepeso de camiones y el posterior retorno de los mismos a la zona de carga.

Por otro lado, en mercancías que admiten ser humedecidas, se debe acompañar el trabajo de la pala con el riego de la parva y de la superficie de trabajo. La eficiencia del riego puede aumentarse si la zona de trabajo se protege con pantallas móviles porosas que reduzcan la acción dispersiva del viento.

ASPECTOS AMBIENTALES Y SUS CAUSAS.		
ASPECTO AMBIENTAL	**PUNTO DE GENERACIÓN**	**CAUSAS**
Emisiones a la atmósfera	**Explanadas y viales**	■ Nube de polvo al volcar el cazo. ■ Resuspensión de polvo al circular en la propia zona de carga. ■ Emisiones por combustión de gasoil. ■ Polvo al atacar las parvas, y en la limpieza final de explanada.
Ruidos y vibraciones	**Actividad**	■ Golpes contra el suelo y caja de camiones.

Remonte de mercancía con pala y prolongador.

TRANSPORTE CON CAMIÓN

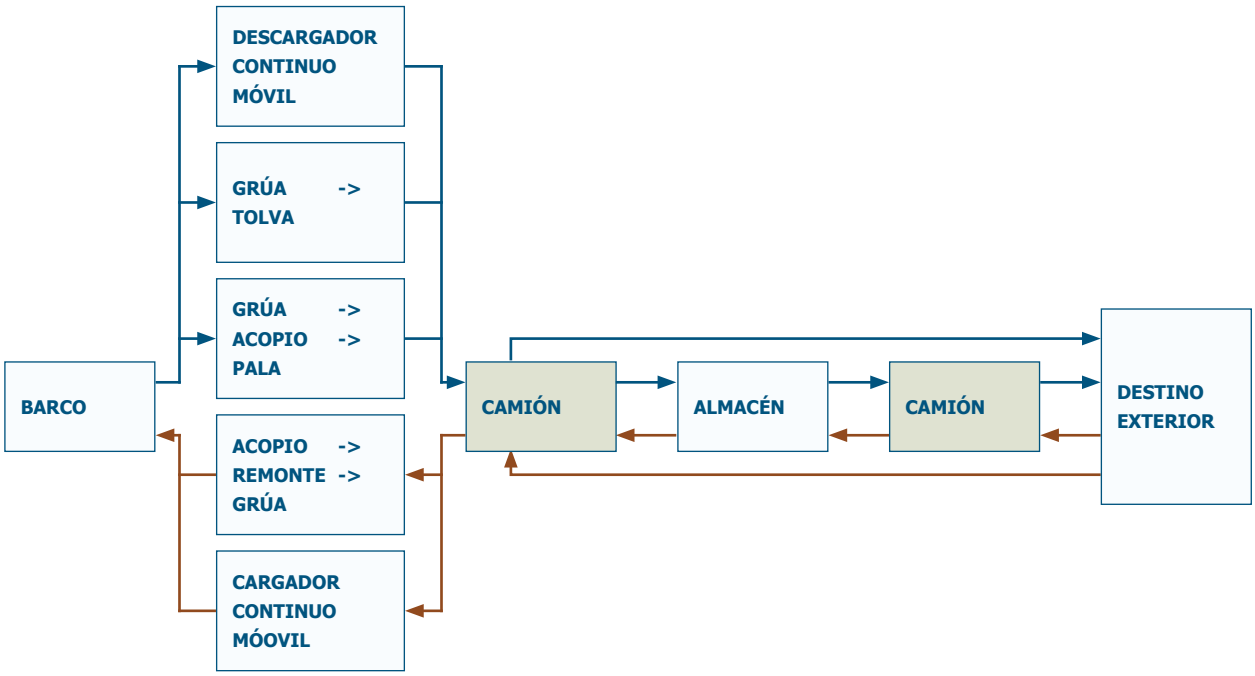
El transporte de mercancía a granel mediante camión interviene tanto en el transporte horizontal dentro del propio puerto, como en el proceso de entrega y recepción de mercancías con destino u origen fuera del puerto.

Dentro del trasporte horizontal el camión interviene, principalmente, en operativas de descarga de buques, realizadas sin punto de atraque fijo, o en operativas poco regulares o de poco volumen que no justifican la inversión en sistemas de acarreo continuo hasta el punto de almacenamiento.

Así mismo, el camión también interviene en procesos de transporte interno que implican reorganización de parvas en campas de graneles o traslado de la mercancía de primera línea de muelle a segunda línea de muelle, antes de su almacenamiento definitivo en puerto o de su entrega fuera del puerto

Por otro lado, en el proceso de entrega-recepción, el camión participa evacuando fuera del puerto la mercancía situada en almacenes, silos o campas; así como recibiendo del exterior la mercancía, la cual se aloja temporalmente en almacenes o silos, para su posterior carga en buques.

No obstante, con frecuencia, en operativas poco regulares o de poco volumen, la mercancía es evacuada fuera del puerto mediante camión, directamente desde el muelle, o recibida desde el exterior por camión, directamente en primera línea de muelle para su posterior carga, sin que, en ningún caso, se haga uso de instalaciones de almacenamiento intermedias.



Los tipos de camión más frecuentemente utilizados en el movimiento de graneles sólidos en puertos son:

- *Camiones volquete,* "Tipo bañera" con una cabeza tractora y un semirremolque basculante de acero que se carga con pala cargadora.

- *Camiones cisterna,* que se cargan con sistemas neumáticos estancos y tienen bomba propia para la descarga. Se utilizan con materiales fluidos (cemento y similares)

El rendimiento en tareas de transporte interno está condicionado por las necesidades de organización y remonte de los acopios finales. En tareas de entrega, el rendimiento está condicionado por el sistema de carga y por el adecuado pesaje. En este sentido, excesos de peso en el punto de carga pueden implicar retornos desde la báscula de salida del puerto y el posterior desalojo del exceso de mercancía en el punto de carga.

Montón de mercancía en el muelle retornada por exceso de carga.

Derrames por estado no adecuado de los cierres de caja.

CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES	
Productos	■ Todo tipo de productos.
Ventajas	■ Versatilidad. ■ Permite entrega/recepción directa desde muelle ■ Inversión reducida comparada con sistemas continuos especializados
Inconvenientes	■ Baja eficiencia ambiental. ■ Rendimientos inferiores a sistemas continuos especializados.
Puntos críticos	■ Disponer de sistema de autopesado para evitar retornos por sobrepeso. ■ Disponer de sistemas de toldados automáticos o semiautomáticos para evitar caídas desde altura.
Rendimiento	■ Variable. Condicionado por el tipo de operativa.
Aplicación	■ Transporte horizontal de volúmenes medios o bajos de mercancía, poco regulares. ■ Operaciones en muelle de uso público sin punto de atraque fijo.

Aspectos ambientales

Los principales aspectos ambientales de la operativa con camión convencional son la generación de derrames y las emisiones difusas de partículas a la atmósfera.

Los camiones producen derrames por exceso de nivel de carga, velocidad inadecuada en giros, inadecuado mantenimiento de la caja y desprendimiento de mercancía adherida. El material derramado es, además, pulverizado y dispersado sobre grandes superficies como resultado de la rodadura de estos vehículos.

Trasporte horizontal desde muelle a parque de graneles en camión con toldo automático

Por otro lado, la corriente de aire inducida por el movimiento del camión da lugar a emisiones difusas de partículas procedentes tanto de la caja como del suelo.

Dentro de la generación de derrames y emisiones tiene especial importancia el vertido de carga por sobrepeso, que tiene lugar cuando el camión retorna desde la báscula al punto de trabajo por exceso de carga. El vertido del exceso de carga da lugar a emisiones de polvo y genera acopios temporales entorno al punto de carga, que son dispersados por las rodaduras de los propios camiones. Además, el retorno de los camiones incrementa el recorrido realizado y, por tanto, los posibles derrames y emisiones asociados.

Limpieza de ruedas y bajos a la salida de la terminal de carga

Camión con sistema de pesado a bordo.

Con todo, los efectos ambientales negativos descritos pueden ser minimizados con algunas medidas como son la adecuada señalización de viales y puntos de trabajo, toldado, orden y limpieza en los puntos de trabajo, señalización de puntos de retorno de carga, incorporación de sistemas de pesado a bordo en camiones, tolvas y palas, e instalación de sistemas lavaruedas en las salidas del puerto.

ASPECTOS AMBIENTALES Y SUS CAUSAS		
ASPECTO AMBIENTAL	**PUNTO DE GENERACIÓN**	**CAUSAS**
Emisiones de partículas	**Viales y explanada**	■ Resuspensión de partículas por la circulación de los camiones sobre explanada y viales. ■ La mercancía es pulverizada por efecto de la rodadura haciendo más fácil su arrastre por el viento o el propio paso de camiones.
	Zona de carga/ descarga	■ Exceso de altura de caída de mercancía sobre la caja ■ Volcado de la mercancía.
	Camión	■ Dispersión de la mercancía alojada en la caja como resultado del exceso de velocidad y la ausencia de toldado.
Derrames	**Viales y explanada**	■ Exceso de carga. ■ Giros bruscos. ■ Vertidos de retornos por sobrepeso, no controlados. ■ Material arrastrado por las ruedas. ■ Pérdidas por falta de hermeticidad en la caja.
Ruido	**Viales**	■ Velocidad excesiva ■ Firme en mal estado

Control de emisiones en carga de camión mediante mangas con aspiración.

Control de emisiones en carga de camión mediante niebla seca

TRANSPORTE CON FERROCARRIL

Del mismo modo que ocurre con el transporte de mercancía a granel mediante camión, el transporte mediante ferrocarril interviene en el proceso de entrega y recepción de mercancías con destino u origen fuera del puerto.

Las principales diferencias entre la operativa con camión y ferrocarril son las siguientes:

- El ferrocarril no suele participar en movimientos internos dentro del puerto
- Exige unos puntos de carga y descarga definidos.
- Exige una mayor planificación temporal de las operaciones condicionada a la planificación de la via férrea.
- Es adecuado para el transporte de grandes volúmenes

En el proceso de entrega-recepción, el ferrocarril participa evacuando fuera del puerto la mercancía situada en zonas de almacenamiento, así como recibiendo del exterior la mercancía, la cual se almacena temporalmente para su posterior carga en buques. Los esquemas operativos más frecuentes se representan en el siguiente grafico.

Los tipos de vagón ferrocarril más frecuentemente utilizados en el movimiento de graneles sólidos en puertos son:

- Tolva abierta para el transporte de carbón, automática y con una carga máxima de 53 Tm, volumen útil de 70 m^3 y velocidad máxima de circulación de 100 Km/h
- Tolva cerrada para el transporte de cereales y abonos, con una craga máxima de 56 Tm, volumen útil de 75 m^3 y velocidad máxima de circulación de 100 Km/h.
- Tolva cerrada para el transporte de cemento y cenizas, de 66,9 Tm de carga máxima, volumen útil de 67 m^3 y velocidad máxima de circulación de 100 Km/h.
- Tolva abierta para el transporte de carbón mineral, automática, de 57,3 Tm de carga máxima, volumen útil de 42 m^3 y velocidad máxima de circulación de 100 Km/h.

CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES	
Productos	■ Todo tipo de productos.
Ventajas	■ Capacidad para mover grandes volúmenes de mercancías ■ Alta eficiencia en coste energético respecto del camión en el movimientos de grandes volúmenes de mercancía.
Inconvenientes	■ Infraestructura específica para la circulación de trenes ■ Necesidad de una buena planificación horaria de operaciones ■ Necesidad de puntos fijos de operación
Puntos críticos	■ Rendimiento de los sistemas de carga ■ Necesidad de alto rigor en el pesado y trimado de la mercancía en los vagones.
Rendimiento	■ Variable. Condicionado por los sistemas de carga y descarga, y de transporte horizontal a almacenamiento.
Aplicaciones	■ Entrega y recepción de altos volúmenes de mercancía movidos de modo regular

Cargador con dosificador de carga, y varias mangas de carga con aspiración por vagón.

Carga mediante pala y tolva con tornillo sin fin en el interior de un almacén.

Aspectos ambientales

Los principales aspectos ambientales de la operativa con ferrocarril se relacionan con la emisión de partículas durante las operaciones y la generación de derrames en el punto de carga y durante el trayecto.

La carga de los vagones de los ferrocarriles mediante pala produce derrames en la zona donde se realiza la operativa, y desprendimiento de mercancías adherida a los vagones durante el trayecto. El material derramado, es además, pulverizado y dispersado sobre grandes superficies como resultado de la rodadura de la pala cargadora.

En carga de vagon con tolva carcadora, las principales causas de emisión de polvo son la caida de mecancia directa sin sistemas de control de descenson y la acción del viento.

Descargador de vagones cubierto con tolva subterránea con aspiración.

Descargador de vagones con nebulización de agua.

En la carga con pala cargadora pueden reducirse los derrames con el uso de cazos de alto volteo. Las emisiones pueden controlarse mediante la aplicación de agua pulverizada o atomizada mediante turbinas.

En cualquier caso, tanto desde el punto de vista ambiental como desde el punto de vista operativo y de seguridad, será preferible cargar los vagones mediante cargadores que dispongan de dosificador de carga y de varias mangas de carga por vagon, con control de polvo por aspiración o por nebulización de agua. Esto no solo reduce derrames y emisiones, sino que evita problemas de sobrecarga o trimado de la mercancia en el vagón.

En cuanto a la descarga de vagones, las emisiones pueden controlarse realizando la descarga en zonas cubiertas sobre tolvas subterraneas dotadas de sistema de aspiración o nebulización.

ASPECTOS AMBIENTALES Y SUS CAUSAS.		
ASPECTO AMBIENTAL	**PUNTO DE GENERACIÓN**	**CAUSAS**
Emisiones de partículas	**Zona de carga y descarga**	■ Resuspensión de polvo por movimiento de la pala ■ Mercancía pulverizada por efecto de rodadura ■ Altura y velocidad de caída de la mercancía elevada. ■ Acción del viento sobre el penacho de mercancía.
	En circulación	■ Falta de cierre estanco. ■ Acción del viento sobre la carga.
Derrame de materiales	**Zona de carga y descarga**	■ Operación no adecuada de la pala ■ Uso de cazos no apropiados
	En la circulación	■ Caida de mercancia acumulada en bordes de vagones ■ Estibado no aduado de la mercancia
Ruido	**En la circulación**	■ Velocidad ■ Estado de las vias

TRANSPORTADOR DE CINTA

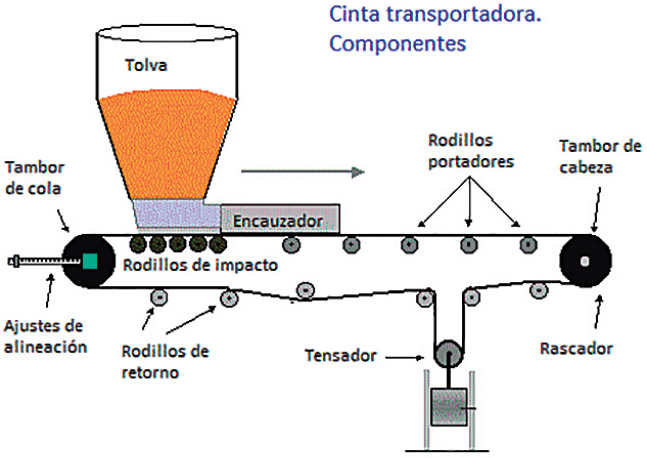
El transporte de mercancía a granel mediante cinta trasportadora interviene principalmente en el trasporte horizontal dentro del propio puerto, pero también puede formar parte de sistemas de trasporte terrestre que conectan al puerto con instalaciones exteriores.

Estos sistemas utilizan como elemento de tracción y transporte una banda continua de material flexible y móvil soportada sobre rodillos portantes, que es arrastrada por un tambor accionado por un motor eléctrico. Normalmente, los rodillos portantes se disponen en forma de U, haciendo que la banda se arque transversalmente, con lo que se mejora la capacidad de retención de los materiales.

El material con que se construye la banda, la anchura de la misma y el grado de cierre de la cinta, están condicionados por el ángulo de reposo del material y la densidad del mismo.

La cinta es alimentada por una tolva o tobogán, en el que la mercancía es centrada mediante un encauzador cuyos faldones se ajustan a la cinta impidiendo la salida de la mercancía.

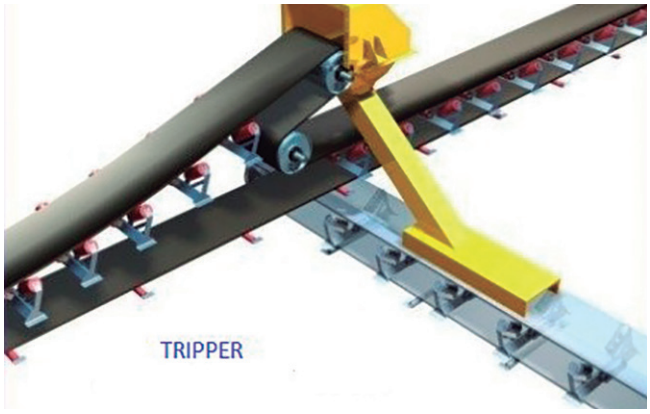
Cinta transportadora.
Componentes



La mercancía adherida a la cinta es eliminada por uno o varios rascadores situados en la zona del tambor de cabeza.

Las cintas, no sólo permiten el acarreo del material, sino también su elevación, admitiendo pendientes de hasta 15º, si bien, dicha pendiente está condicionada por la fluencia del material. Para pendientes superiores se recurre a bandas ranuradas que impiden que el material deslice, permitiendo inclinaciones de hasta 30º, pero planteando mayores problemas en cuanto al rascado y limpieza de las mismas, en los retornos.

La carga y descarga de la cinta pueden realizarse en cualquier punto de su recorrido. En el caso de la carga de la cinta, se recurre a tolvas y encauzadores móviles, mientras que, en el caso de la descarga de la cinta, se utilizan «trippers de descarga" que pueden desplazarse a lo largo de la cinta.



El "tripper" realiza un pliegue en la cinta que permite la descarga en cualquier punto.

Mesa de carga. Tolva y encauzador móvil a lo largo de la cinta.

Desde el punto de vista de la operativa portuaria, los transportadores de cintas requieren que las tareas de carga o descarga se realicen en puntos de atraque fijos e implican un elevado grado de ocupación física del muelle. Este hecho puede limitar la polivalencia de los muelles, de modo que, cuando dicha polivalencia es necesaria por motivos de limitación de atraques, se recurre a soluciones como:

- *Cintas paralelas al cantil*. Limitan la ocupación del muelle permitiendo otros usos.
- *Cintas multipropósito*: Permiten la descarga de distintas mercancías mediante sistemas de limpieza de cintas eficientes, que eliminan restos de las mercancías movidas anteriormente.
- *Cintas pivotantes* Se pliegan en varios segmentos liberando el muelle
- *Cintas retráctiles*. Un segmento telescópico se repliega liberando el accesos a los muelles.
- *Cintas en cascada*: Varias cintas móviles trabajan en cascada sin ocupación del muelle.
- *Cintas subterráneas*. Instaladas en galerías con registros en el muelle para realizar la carga.

CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES	
Productos	■ Todo tipo de productos.
Ventajas	■ Transporte de todo tipo de graneles. ■ Mínimo deterioro del producto por fragmentación. ■ Baja incidencia de la abrasividad del producto sobre el sistema. ■ Gran rendimiento. ■ Capacidad de salvar grandes distancias. ■ Gran adaptabilidad a todo tipo de instalaciones. ■ Permiten compatibilizar alto rendimiento y buena eficiencia ambiental.
Inconvenientes	■ Problemas de producción de polvo y derrames, salvo carenado. ■ Alta ocupación de espacio de muelle. ■ Roturas de cinta requieren material y equipos especializados.
Puntos críticos	■ Dimensionamiento y diseño adecuado para compatibilizar rendimiento y eficacia ambiental. ■ Trazado para permitir circulación y operación de maquinaria y camiones. ■ Diseño de puntos de transferencias.
Rendimiento	■ Rendimiento variable según producto, los principales son: ■ Para carbón, de 500 t/h, en terminales no especializadas a 2300 a 2800 t/h, en especializadas. ■ Para mineral, 250 t/h en no especializadas y 1200 t/h en especializadas. ■ Para agroalimentario de 300 a 700 t/h, en no especializadas y de 600 a 900 t/h, en especializadas. ■ Para el resto de 100 a 300 t/h, en no especializadas y de 400 a 800 t/h, en especializadas.
Aplicación	■ Para grandes volúmenes de mercancía, manipulados en puntos de atraque bien definidos. ■ Grandes distancias de transporte. ■ Con medidas apropiadas, apta para mercancías con altos requerimientos de calidad, de seguridad o de control ambiental.

Transportador de cinta retráctil.

Transportador de cinta plegable

Cintas elevadas paralelas al cantil.

Cintas en cascada.

Aspectos ambientales

Los principales problemas ambientales de los transportadores de cintas son los derrames y las emisiones de partículas generados, principalmente, en las trasferencias entre cintas y en los retornos de la cinta.

Dichos problemas pueden controlarse, en buen grado, carenando o apantallando la cinta y las transferencias; adaptando la anchura y arqueo de la cinta al tipo de mercancía; controlando el nivel de carga y centrado; garantizando un buen mantenimiento de rascadores, rodillos y faldones del encauzadores; limitando la velocidad de caída en transferencia mediante toboganes o tolvas; así como, diseñando los encauzadores con suficiente altura y longitud para permitir el asentamiento del polvo generado dentro del encauzador.

Cuando se requiera un mayor control de las emisiones de polvo, puede recurrirse a sistemas de supresión de polvo mediante atomización de agua, o a sistemas de atenuación de polvo basados en nebulización de agua o aspiración.

Descargador alimentando una cinta en galería subterránea.

Toboganes y encauzadores entre cintas.

Por otro lado, con la finalidad de mantener la polivalencia del muelle y limitar la distancia recorrida por los sistemas de descarga, es frecuente instalar transportadores de cintas paralelos al muelle. En este caso, pueden plantearse problemas cuando el transportador está pegado al suelo y no existe espacio para el acceso de sistemas de limpieza. En este sentido, la instalación de sistemas de cintas ligeramente elevados permite compatibilizar flexibilidad en el uso del muelle con accesibilidad en las tareas de limpieza y mantenimiento, tanto del transportador de cintas, como del muelle.

Si no se realiza un rascado adecuado de la cinta la mercancía adherida cae en el retorno de la cinta

Sistema de cintas elevado sobre borde del cantil, hace compatible el uso eficiente del muelle, con las tareas de mantenimiento.

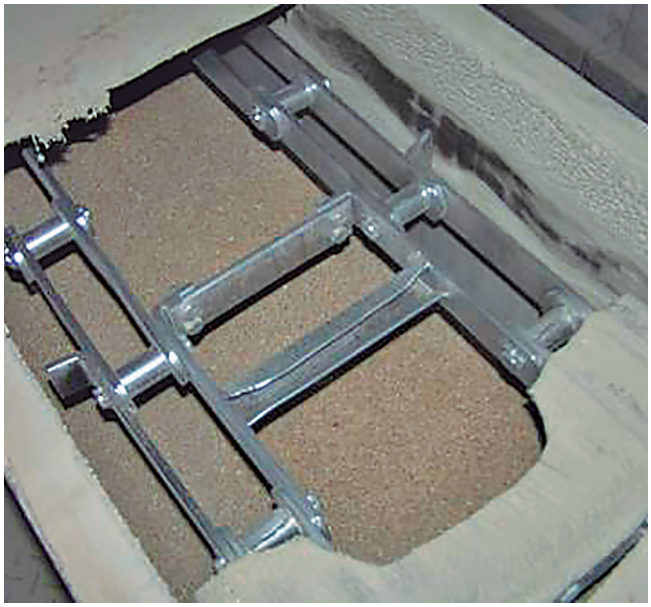
ASPECTOS AMBIENTALES Y SUS CAUSAS.		
ASPECTO AMBIENTAL	**PUNTO DE GENERACIÓN**	**CAUSAS**
Emisiones de partículas y derrames	**Cinta**	■ Erosión directa del viento sobre el material transportado en la cinta. ■ Caída lateral de material por descentrado de la cinta o exceso de carga. ■ Caída en el retorno de la cinta de material adherido a la misma, por problemas en los rascadores. ■ Caída de material por vibraciones en la cinta inducidas por mal estado de rodillos.
	Transferencias	■ Erosión directa del viento sobre el penacho de caída. ■ Velocidad excesiva de caída por exceso de altura o por falta de elementos de frenado. ■ Velocidad excesiva de avance y proyección de mercancía en el punto de vertido. Esto acentúa la mezcla de aire con mercancía, y la posterior generación de polvo. ■ Mal ajuste de los faldones del encauzador con la cinta. ■ Encauzador muy corto, no permite el frenado y asentamiento de la corriente de aire y polvo inducida en la caída de mercancía.

En las trasferencias pueden producirse emisiones y derrames. El uso de toboganes y encauzadores herméticos permite controlar estos problemas.

Control de polvo en trasferencia entre cintas mediante agua atomizada en la entrada de la trasferencia y en el encauzador

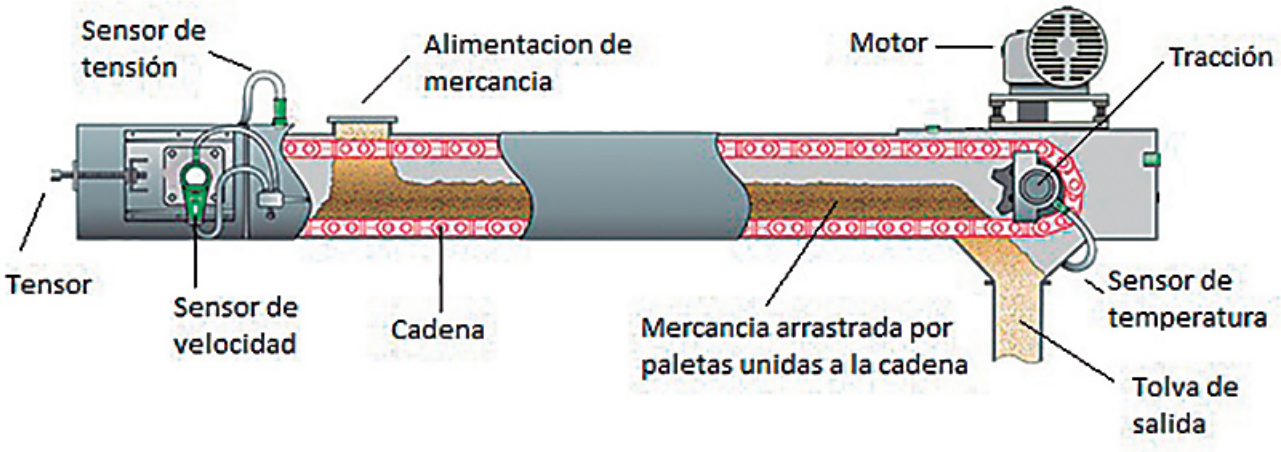
TRANSPORTADOR DE CADENAS

Consiste en una cadena que mueve un conjunto de paletas o rascadores los cuales empujan la mercancía a través de un conducto completamente cerrado.



Permite transporte horizontal y vertical de la mercancía. En el primer caso la mercancía es arrastrada por el fondo del cajón portante; mientras en el transporte vertical se recurre a paletas especiales con las que el efecto de empuje de la cadena eleva la mercancía en un estado semi fluido.

Los transportadores de cadenas son usados principalmente cuando se requiere un sistema de acarreo continuo compacto, para mover mercancías con altos requerimientos ambientales, de calidad, o de seguridad a lo largo de tramos cortos o medios.



En relación al tipo de mercancía los transportadores de cadenas son aptos para todo tipo de productos, dando lugar a un nivel de fragmentación de la mercancía aceptable para la mayoría de los productos y presentando una tolerancia aceptable a la abrasividad del producto. En este sentido, para productos abrasivos, la base del conducto suele protegerse con materiales platicos protectores.

Estos sistemas admiten varios puntos de admisión o de salida, mediante trampillas situadas en la parte superior o posterior de la cinta, por lo que a diferencia de las cintas no necesitan sistemas adicionales como mesas de carga o tripper que suponen un sobrepeso para la estructura, resultando en sistemas muy compactos con un menor nivel de ocupación de espacio que sistemas de cintas equivalentes.

La longitud de los transportadores de cadenas está limitada por las tensiones inducidas en la cadena, por lo cual no es posible mantener altas capacidades de trasiego con grandes longitudes. Por ello resultan adecuados para mover volúmenes medios de mercancías en distancias cortas o medias.

CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES	
Productos	■ Todo tipo de productos que admitan un cierto deterioro por fragmentación y no resulten muy abrasivos. ■ Es frecuentemente utilizado para materiales ligeros y fluyentes como grano u harinas (en este último caso con menor rendimiento).
Ventajas	■ Alta estanqueidad y control de derrames o emisiones de polvo. ■ Fragmentación baja/media de producto . ■ Sistema compacto con bajo requerimiento de espacio. ■ Sistema robusto, menor mantenimiento y más sencillo. ■ Facilidad de múltiples puntos de vertido. ■ Mantenimiento sencillo. Roturas de cadena fácilmente reparables con equipos convencionales.
Inconvenientes	■ Desgaste por abrasión. ■ Riesgo de atasco. ■ Eficiencia energética inferior a los sistemas basados en cintas.
Puntos críticos	■ Necesidad de controlar los efectos de la abrasión. ■ Control de posibles atmósferas ATEX. ■ Sistemas de control para prevenir y detectar atascos.
Rendimiento	■ Suele estar en torno a las 1000 t/h, aunque puede oscilar entre las 100 y 2000 t/h. Los rendimientos están condicionados por la longitud del transportador.
Aplicación	■ Necesidad de usar sistemas continuos compactos (menor volumen que un sistema de cintas carenado). ■ Movimiento de volúmenes medios en distancias medias de mercancías con altos requerimientos de seguridad, calidad o control ambiental.

Aspectos ambientales

Los transportadores de cadenas son prácticamente herméticos, danto lugar a escasas emisiones o vertidos.

Las emisiones o vertidos en el transportador están generalmente ligadas a fisuras en la estructura y a un mantenimiento insuficiente; mientras que las emisiones en la transferencia de carga están causadas por la mezcla de aire con mercancía en la caída, y la posterior emisión de dicho aire en el impacto.

Estos problemas pueden resolverse limitando la entrada de aire en la transferencia, carenando la misma, limitando la velocidad de caída y garantizando un adecuado mantenimiento de la estructura.

Cuando se requiera un control total de las emisiones, se puede recurrir a instalar sistemas de aspiración en las transferencias, o conectar el conducto del transportador a un sistema de aspiración de baja presión para conseguir que la atmósfera interna esté en subpresión, evitando la salida de aire con polvo del transportador.

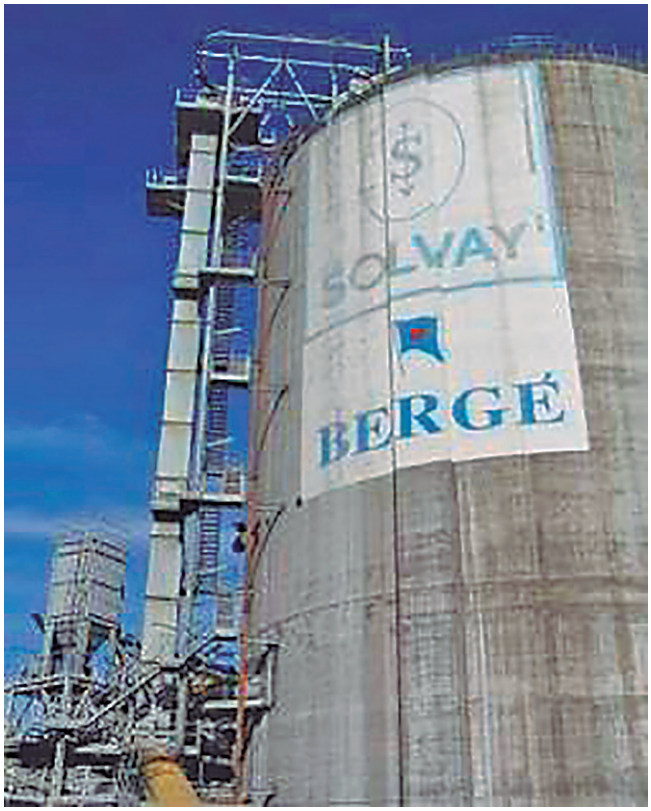
En relación al consumo energético, los transportadores de cadenas resultan menos eficientes que las cintas, pero mejoran notablemente la eficiencia energética por tonelada movida en comparación con otros sistemas como los neumáticos, tornillos y elevadores de cangilones.

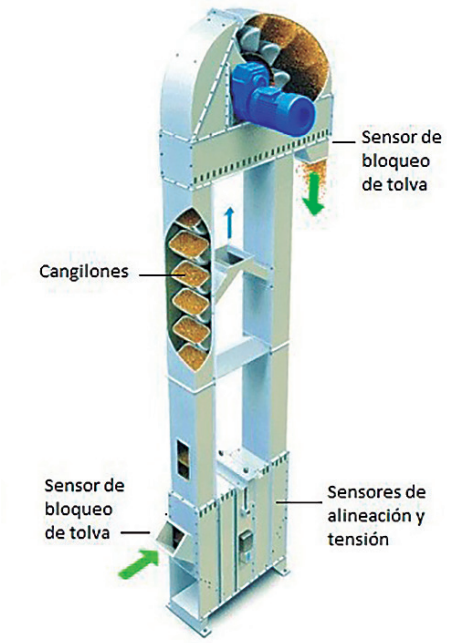
ASPECTOS AMBIENTALES Y SUS CAUSAS.		
ASPECTO AMBIENTAL	**PUNTO DE GENERACIÓN**	**CAUSAS**
Emisiones de partículas y derrames	**Transferencias**	■ Hermeticidad insuficiente del punto de carga. ■ Elevada velocidad de caída.
	Transportador	■ Deterioro del conducto de transportador y ausencia de mantenimiento adecuado. ■ Reboses por atasco de sistema.
Riesgo de accidentes	**Canal y transferencias**	■ Riesgo de explosión por atmósferas ATEX para productos inflamables.

ELEVADOR DE CANGILONES

Dispositivo de transporte continuo vertical en los que el elemento de transporte está constituido por un conjunto de cubetas, movidos por una correa sin fin o por una cadena, que actúa como elemento de tracción.

Los elevadores de cangilones son sistemas compactos y cerrados que permiten elevaciones en torno a los 110 m de altura con cintas, y de unos 60 m con cadenas. Todo ello con un mínimo requerimiento de espacio en planta.





En relación al tipo de mercancía, los elevadores de cangilones son aptos para todo tipo de productos, dando lugar a un nivel de fragmentación de la mercancía aceptable para la mayoría de los productos y presentando una tolerancia aceptable a la abrasividad.

La altura de los transportadores de cadenas está limitada por las tensiones inducidas en la cinta o cadena, por lo cual el incremento de altura puede penalizar los rendimientos. Los rendimientos medios se encuentran en torno a 600 t/h, pudiendo alcanzar rendimientos de hasta 1600 t/h.

CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES	
Productos	■ Todo tipo de materiales como agroalimentarios o químicos.
Ventajas	■ Alta estanqueidad. ■ Permite salvar grandes desniveles ocupando poco espacio en planta. ■ Fragmentación baja/media de producto.
Inconvenientes	■ Fragmentación de productos muy sensibles. ■ No adecuado para productos muy abrasivos o que fermenten.
Puntos críticos	■ Adaptación del sistema de tracción y del tipo de cangilones a las características del producto. ■ Control de posibles atmósferas ATEX. ■ Sistemas de control para prevenir y detectar atascos.
Rendimiento	■ Hasta 1600 t/h.
Aplicación	■ Elevación de mercancía con poco espacio disponible en planta. ■ Mercancías con requerimientos exigentes de calidad o de control ambiental.

Aspectos ambientales

Las emisiones o vertidos en el transportador están generalmente ligadas a fisuras en la estructura y a un mantenimiento insuficiente; mientras que las emisiones en la transferencia de carga están causadas por la mezcla de aire con mercancía en la caída, y la posterior emisión de dicho aire en el impacto.

Estos problemas pueden resolverse limitando la entrada de aire en la transferencia, carenando la misma, limitando la velocidad de caída y garantizando un adecuado mantenimiento de la estructura. Cuando se requiera un control total de las emisiones se puede recurrir a instalar sistemas de aspiración en las transferencias.

En relación al consumo energético, los transportadores de cadenas resultan menos eficientes que las cintas, pero mejoran notablemente la eficiencia energética por tonelada movida en comparación con otros sistemas como los neumáticos, tornillos y elevadores de cangilones.

ASPECTOS AMBIENTALES Y SUS CAUSAS		
ASPECTO AMBIENTAL	**PUNTO DE GENERACIÓN**	**CAUSAS**
Emisiones de partículas y derrames	**Transferencias**	■ Hermeticidad insuficiente en las bocas de carga y descarga del elevador. ■ Velocidad de caída elevada.
	Elevador	■ Deterioro del conducto del transportador y ausencia de mantenimiento adecuado. ■ Reboses por atasco del sistema.
Riesgo de accidentes	**Elevador y transferencias**	■ Riesgo de explosión por atmósferas ATEX para productos inflamables.
Ruidos y vibraciones	**Elevador**	■ Falta de alineación, correa o cadena sin tensión adecuada.

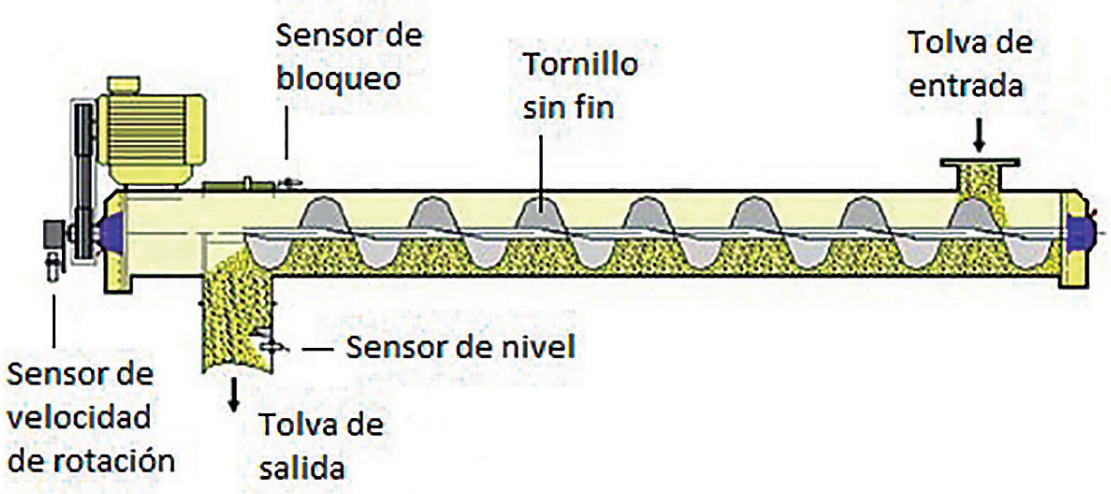
TRANSPORTADOR DE TORNILLO SIN FIN

Este tipo de transportadores están constituidos por una canaleta o tubo en los que la mercancía se desplaza o se eleva bajo la acción de una hélice continua o tornillo sin fin.

Admite desplazamientos horizontales e inclinaciones de hasta 30º, en distancias no superiores a 40 m. Con un diseño de hélice apropiado puede utilizarse para salvar pequeñas alturas.

Los transportadores de tornillos son sistemas compactos y, en general, herméticos; no obstante, los transportadores horizontales pueden tener la parte superior de la canaleta abierta, ya que el material es empujado por la parte inferior, no estando completamente llena.

Son utilizados normalmente para mover productos pulverulentos como harinas, y otros productos que admitan niveles medios de fragmentación de la mercancía, no resultando recomendable para mover productos de alta abrasividad.



CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES	
Productos	■ Materiales poco densos fluyentes. No recomendable para materiales abrasivos o que fermenten. ■ Frecuentemente utilizado en materiales muy pulverulentos, minerales en polvo, cemento, grano y harinas, etc.
Ventajas	■ Alta estanqueidad. ■ Alta versatilidad. ■ Admite múltiples puntos de carga y de descarga. ■ Sistema compacto con pocas partes móviles.
Inconvenientes	■ No adecuado para materiales frágiles o abrasivos. ■ Requiere alta potencia, consumo elevado. ■ Distancias limitadas, ideal tramos cortos inferiores a 40 m.
Puntos críticos	■ Los consumos se incrementan rápidamente con la longitud. ■ Adaptación de la forma de la hélice al tipo de productos. ■ Control de posibles atmósferas ATEX. ■ Sistemas de control para prevenir y detectar atascos.
Rendimiento	■ El rendimiento medio está en torno a los 1000-1200 t/h.
Aplicación	■ Mercancías con requerimientos exigentes de calidad o de control ambiental. ■ Operaciones en lugares con poco espacio por su compactibilidad.

Aspectos ambientales

Por sus características, los únicos puntos de emisiones y vertidos de estos sistemas se encuentran en las transferencias. Los problemas potenciales en estos puntos pueden controlarse limitando la velocidad de caída y carenando la transferencia.

ASPECTOS AMBIENTALES Y SUS CAUSAS.		
ASPECTO AMBIENTAL	**PUNTO DE GENERACIÓN**	**CAUSAS**
Emisiones de partículas y derrames	**Transferencias**	■ Velocidad de caída elevada. ■ Falta de hermeticidad .
	Conducto	■ Deterioro del conducto del transportador. ■ Reboses por atasco del sistema.
Riesgo de accidentes	**Tornillo y transferencias**	■ Riesgo de explosión por atmósferas ATEX para productos inflamables.

TRANSPORTADOR NEUMÁTICO

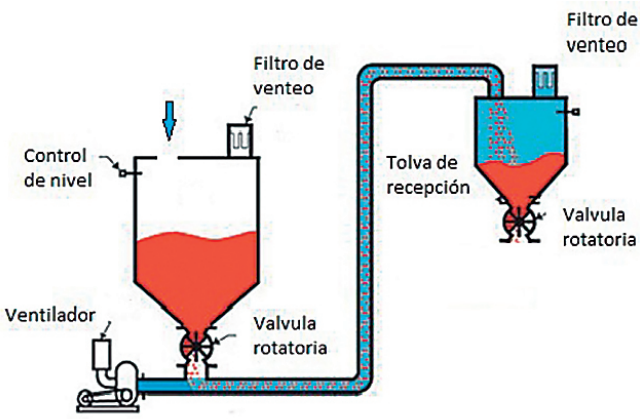
Este tipo de sistemas mueve los materiales sólidos a granel a través de una tubería, mediante la combinación de diferencias de presión y de corrientes de aire, inducidas entre los extremos de dicho conducto.

Estos sistemas pueden funcionar por impulsión, generando una sobrepresión en el conducto mediante

la inyección de aire; o por succión, en cuyo caso se extrae aires de la salida del conducto, generando una caída de presión en el mismo.

Los transportadores neumáticos son aptos para mercancías pulverulentas fluyentes, que admitan cierto nivel de deterioro por fragmentación. El sistema es muy sensible a la abrasividad del producto, acelerándose el desgaste de válvulas y codos en la instalación.

La instalación cuenta con un compresor de aire, una red de tuberías y un separador de polvo (ciclón o filtro de mangas). El desacople entre el sistema neumático y el exterior se hace mediante válvulas rotatorias



En los puertos, los transportadores neumáticos suelen estar ligados a descargadores neumáticos, o a barcos neumáticos. En este último caso, el buque dispone de los sistemas necesarios para aspirar o impulsar neumáticamente la carga desde silos ubicados en el puerto.

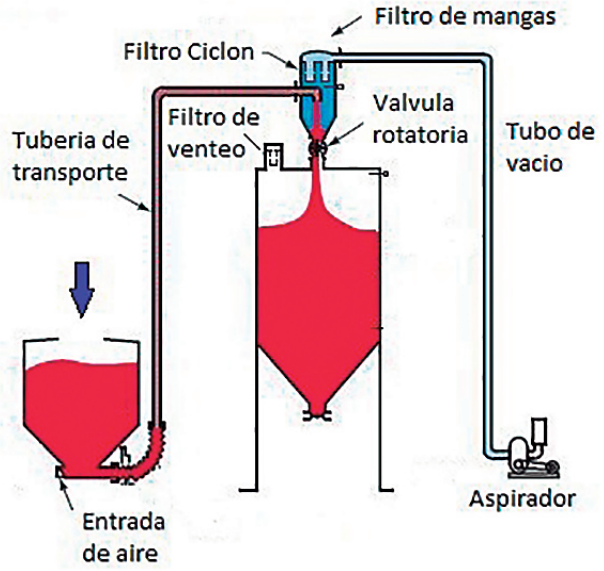
CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES	
Productos	■ Materiales secos, no cohesivos, fluyentes, y relativamente finos. Cemento y similares; cereales, harinas, etc.
Ventajas	■ Versátil y compacto en su diseño en planta. Posibilidad de realizar trazados complejos. ■ Posibilidad de montar y desmontar la tubería. Portabilidad. ■ Ausencia de partes móviles. Depende de un único elemento mecánico, no hay que desmontar para reparaciones.
Inconvenientes	■ Potencia consumida por tonelada movida mayor que la de otros sistemas de transporte. ■ Materiales frágiles: se deterioran por impacto. ■ Materiales abrasivos: desgaste de las tuberías y válvulas ■ Necesidad de filtros de aire de gran volumen.
Puntos críticos	■ Producto adecuado para transporte neumático. ■ Volumen adecuado que justifique inversión.
Rendimiento	■ Gran variabilidad según tipo de mercancía. Condicionado a sistemas fijos o portátiles.
Aplicación	■ Volúmenes medios y regulares de materiales pulverulentos y fluyentes.

Detalle de conducción de un descargador neumático y detalle de la toma a la tubería que conecta el muelle con el almacén.

Aspectos ambientales

Los principales focos de emisión de partículas son los puntos de salida de aire del sistema neumático, así como las transferencias entre el sistema neumático y otros sistemas.

Las salidas de aire o venteos del sistema cuentan, frecuentemente, con filtros de tipo ciclón, a los que puede ser necesario acoplar un filtro de mangas adicional, cuando sea necesario limitar aún más las emisiones de partículas. En relación a las transferencias, las emisiones pueden controlarse mediante el apantallamiento de las mismas y la aplicación de sistemas de aspiración.



Finalmente, es necesario realizar un adecuado mantenimiento de la instalación, ya que un funcionamiento inadecuado de los filtros de venteo, o el desarrollo de fisuras en la tubería pueden dar lugar a emisiones.

ASPECTOS AMBIENTALES Y SUS CAUSAS.

ASPECTO AMBIENTAL	PUNTO DE GENERACIÓN	CAUSAS
Emisiones de partículas y derrames	Tuberías	■ Rotura de tuberías por abrasión.
	Venteos	■ Mantenimiento no adecuado de sistemas de filtrado de aire.
	Transferencias	■ Velocidad de caída elevada o apantallamiento insuficiente
Consumo de recursos	Compresor y sistema de filtrado	■ Potencia consumida por tonelada movida mayor que la de otros sistemas de transporte.
Ruidos y vibraciones	Compresor	■ Mantenimiento insuficiente.

Filtro de partículas en la salida de aire de un silo cargado mediante sistemas neumáticos.

Filtro de partículas portátil insertable en la bodega de barcos cargados por medios neumáticos.

TRANSPORTADOR DE LECHO FLUIDO AÉREO

Este tipo de transportadores consisten en canaletas cerradas con un lecho permeable al aire, en el cual se inyecta aire a baja presión. El material se desplaza deslizándose sobre el colchón de aire generado en la base del transportador, donde la fuerza de desplazamiento se consigue con una ligera pendiente, o mediante la corriente de aire del lecho.

Es utilizado para mover materiales fluyentes en polvo o de granulometría fina, como es el caso de cemento o materiales similares. Puede trabajar con materiales a elevadas temperaturas, ya que no hay un contacto directo entre el material y la base del transportador.

CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES	
Productos	■ Materiales fluyentes en polvo o de granulometría fina, secos (humedad máxima del 5%). Cemento y similares.
Ventajas	■ Ausencia de partes móviles. ■ Reduce problemas de rozamiento, adecuado para materiales abrasivos.
Inconvenientes	■ Limitado a materiales en polvo o de granulometría muy fina.
Puntos críticos	■ Tamaño medio de partícula del material a transportar y nivel de humedad.
Rendimiento	■ Muy variable y condicionado al tipo de mercancía.
Aplicación	■ Movimiento en cortas distancias de materiales fluyentes.

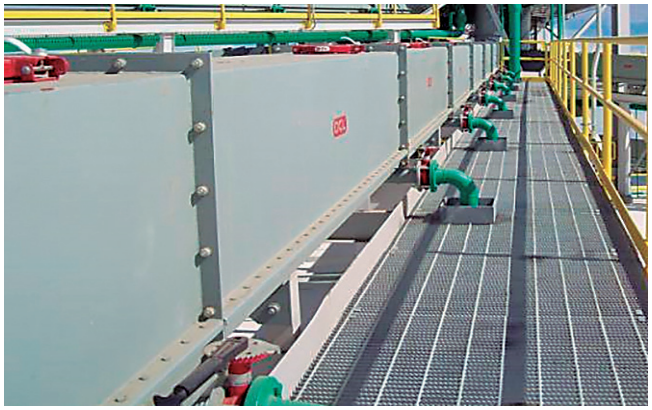
Aspectos ambientales

Los focos potenciales de emisión de partículas son los puntos de salida de aire inyectado en lecho del transportador, así como las transferencias con otros sistemas .

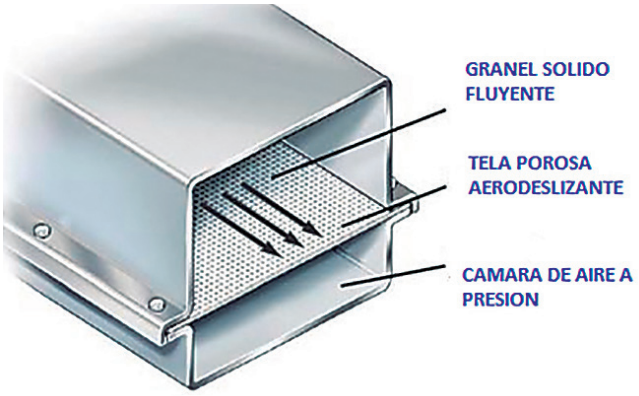
Las emisiones en las transferencias pueden controlarse mediante el apantallamiento de las mismas y la aplicación de sistemas de aspiración. Las emisiones en posibles puntos de venteo se controlan mediante filtros de aire.

Finalmente, es necesario realizar un adecuado mantenimiento de la instalación, ya que un funcionamiento inadecuado de los filtros de venteo, o el desarrollo de fisuras en el conducto, pueden dar lugar a emisiones.

ASPECTOS AMBIENTALES Y SUS CAUSAS.		
ASPECTO AMBIENTAL	**PUNTO DE GENERACIÓN**	**CAUSAS**
Emisiones de partículas y derrames	**Transferencias**	■ Velocidad de caída elevada o apantallamiento insuficiente.
	Venteos	■ Mantenimiento no adecuado de sistemas de filtrado de aíre.
Riesgo de accidentes	**Canal y transferencias**	■ Riesgo de explosión por atmósferas ATEX para productos inflamables.



Detalle de trasportador de lecho fluido



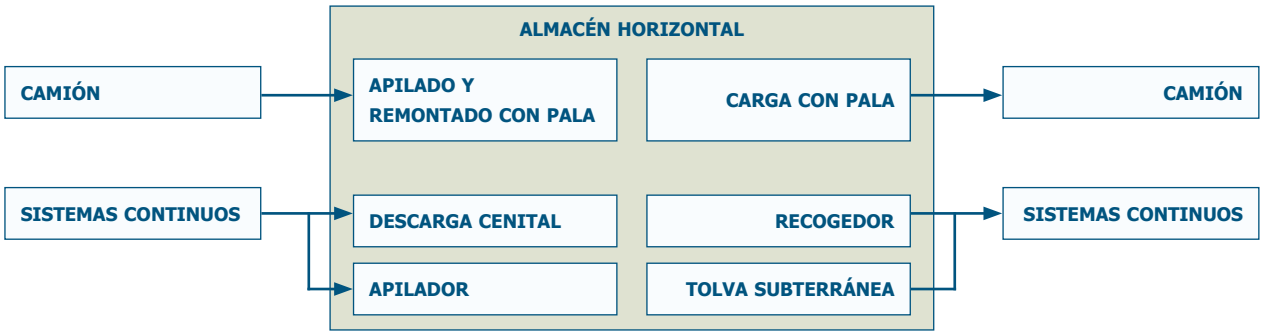
Esquema de trasportador de lecho

ALMACENAMIENTO EN ALMACÉN HORIZONTAL

Almacén cubierto conformado por una nave que puede contar con diferentes sistemas para depositar y extraer la mercancía.

La llegada de mercancía se hace frecuentemente con alguno de los siguientes medios:

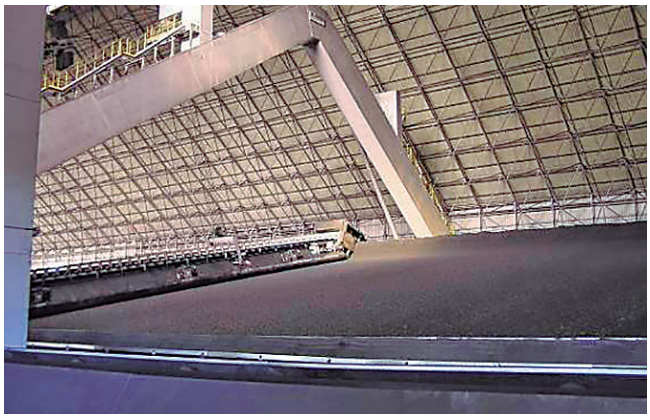
- Camión y pala para organizar y remontar la mercancía en parvas
- Cinta cenital y tipler, en algunos casos con manga de descarga
- Transportador de cadena cenital dotado de distintas salidas
- Apilador longitudinal alimentado desde el exterior por sistemas de cintas



El levante de la mercancía se hace frecuentemente mediante:

- Pala a camión.
- Tolvas subterráneas a cinta, normalmente apoyadas por palas que acercan la mercancía a las bocas de alimentación.
- Recuperadores lineales de cadenas o cangilones, con vertido a cintas.

Descarga cenital desde cinta con tripper y descarga desde cinta con tripper y tolva telescópica. La tolva telescópica de cascada limita la emisión de partículas y el deterioro de la mercancía.

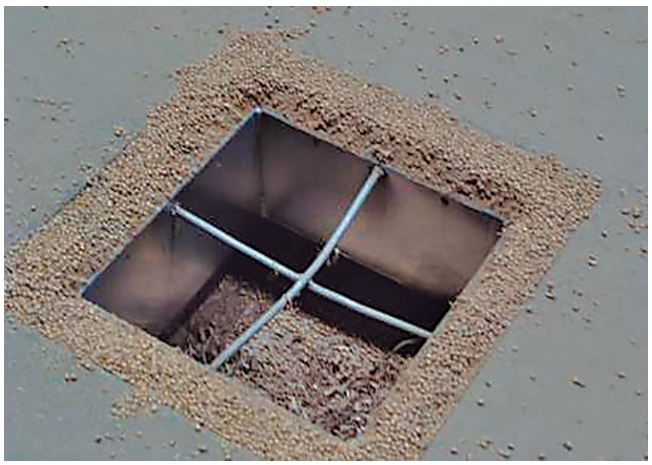


Levante de la mercancía en almacén mediante recuperador de cadenas carenado con aspiración. Los faldones y la aspiración limitan las emisiones en el proceso de recuperación de la mercancía.

Los almacenes horizontales se usan con todo tipo de mercancía, en especial, en aquellos casos en los que existan altos requerimientos de calidad, como puede ser el almacenamiento de agroalimentarios, o altas exigencias ambientales, como puede ser el almacenamiento de productos de pulverulencia media o alta en entornos vulnerables.

CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES	
Productos	■ Todo tipo de productos que no admitan intemperie o que generen problemas ambientales. Carbón, químicos, agroalimentarios, etc.
Ventajas	■ Versatilidad. ■ Compartimentación y capacidad de almacenar varias mercancías. ■ Control ambiental y de calidad del producto.
Inconvenientes	■ Gestión de procesos de auto combustión.
Puntos críticos	■ Control de posibles accesos de aves o roedores en agroalimentarios. ■ Control de posibles atmósferas explosivas . ■ Control de posibles procesos de autocombustión.
Aplicación	■ Almacenamiento de productos que no admitan estar a la intemperie por motivos de calidad, seguridad o medioambiente.

Carga de almacén mediante cinta y brazo apilador. La regulación de la altura del apilador permite reducir la generación de polvo.



Descarga de almacén mediante tolva subterránea y cinta de evacuación subterránea en almacén de cereales

Aspectos ambientales

El almacén horizontal permite evitar la acción del viento sobre la mercancía y apantalla las posibles emisiones que se puedan producir como resultado de la manipulación de la mercancía en el interior. Así mismo, evita problemas de lixiviados de la mercancía como resultado de la acción de la lluvia. Con todo, es conveniente tener en cuenta los siguientes aspectos:

- En agroalimentarios, resulta esencial controlar la entrada de aves y roedores a través de las puertas, o a través de las ventanas de entrada de cintas u otros transportadores continuos, así como impedir el acceso de aves a posibles puntos de anidamiento como puedan ser vigas o entrantes en la estructura.

- En mercancías, como ciertos carbones, que emitan gases combustibles es necesario contar con control de las concentraciones de dichos gases y la presencia de oxígeno en la masa del producto.

- En mercancías con propiedades alergénicas, como las habas de soja o algunos cereales, es conveniente minimizar las emisiones a través de puertas y ventilaciones, generando una subpresión interior mediante sistemas de aspiración y filtrado de partículas.

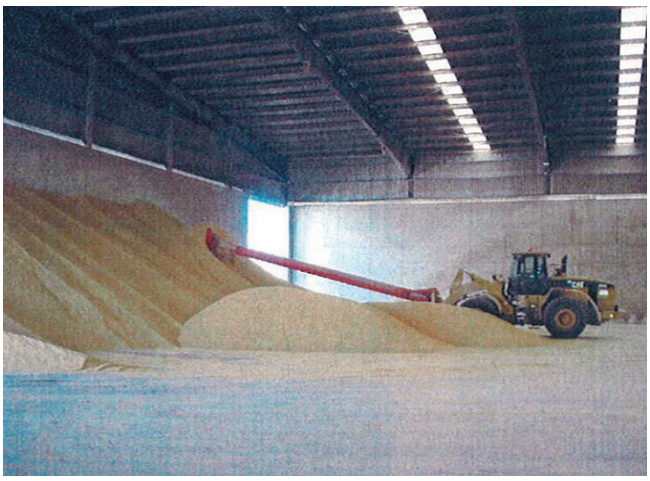
- En mercancías pulverulentas, o capaces de generar atmósferas explosivas pueden generarse condiciones de trabajo no apropiadas o riesgos para la seguridad, por lo que es necesario dotarse de equipos de trabajo y esquemas operativos que minimicen las emisiones de polvo. Así por ejemplo, en descargas cenitales puede ser conveniente utilizar mangas de descarga o tolvas telescópicas de cascada.

- En mercancías con riesgo de autocombustión es conveniente mantener la mercancía compactada, limitando la porosidad de los acopios, así como evitar posibles entradas de agua que actúen como agente erosivo que permita la penetración de oxígeno en la masa combustible. Así mismo, es conveniente realizar un seguimiento por infrarrojos del perfil de temperatura de la mercancía y limitar el tiempo de almacenamiento.

ASPECTOS AMBIENTALES Y SUS CAUSAS.

ASPECTO AMBIENTAL	PUNTO DE GENERACIÓN	CAUSAS
Emisiones de partículas	**Almacén**	■ Aire desplazado por la mercancía. ■ Caída cenital de mercancía sin sistemas de frenado o concentración de la mercancía. ■ Malas prácticas operativas en manejo de camión y pala. ■ Puertas abiertas, ventanas de ventilación sin cierres . ■ Posibles efectos de convección por calentamiento solar.
	Filtrado	■ Inadecuado mantenimiento de sistemas de filtrado.
Desarrollo de plagas	**Almacén**	■ Puertas abiertas durante la operativa. ■ Huecos por mantenimiento no adecuado de claraboyas y puntos de ventilación. ■ Huecos en ventanas de entrada de cintas u otros transportadores.
Riesgos ATEX	**Almacén**	■ Inadecuado control de emisión de partículas de materiales combustibles. ■ Inadecuado control de emisiones de gases combustibles.

Levante de almacén con camión y pala. La zona de tránsito de camiones está separada de la zona de operación mediante barreras.

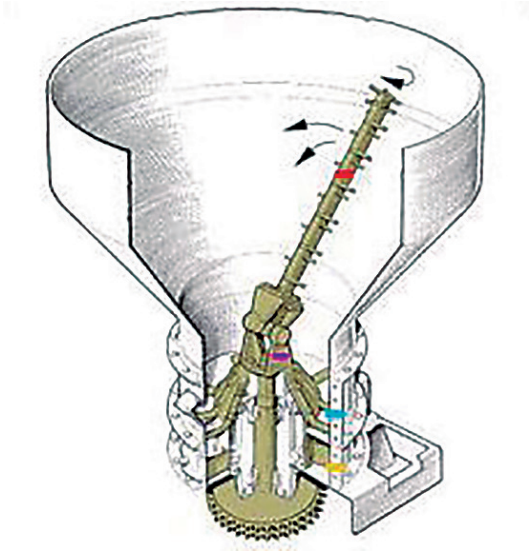


Carga de almacén con camión y pala. El uso del prolongador permite optimizar el espacio y reducir el deterioro de la mercancía.

ALMACENAMIENTO EN SILO VERTICAL

Estructuras para el almacenamiento de volúmenes medios de materiales a granel, fluyentes, sensibles a la intemperie. Se consigue una gran capacidad de almacenamiento ocupando muy poca superficie.

Normalmente, los silos se cargan desde la parte superior mediante sistemas compactos de acarreo continuo, como son transportadores de cadenas, elevadores de cangilones o aéreos, con lo que se consigue un alto grado de hermeticidad.



En silos de base cónica, con pendiente pronunciada y materiales fluyentes, la descarga se realiza por gravedad a sistemas de acarreo continuo como cintas, o transportadores de cadenas. Cuando la base es plana o cuando el nivel de fluencia no es alto, la descarga de los silos puede requerir el uso de dispositivos auxiliares que permitan generar un flujo continuo de mercancía, como por ejemplo, barredores circulares, tornillos sin fin, vibradores o sistemas de inyección de aire.

Por su hermeticidad resultan sistemas adecuados para evitar el acceso de aves y roedores a mercancías agroalimentarias. Así mismo, el almacenamiento en baterías de silos permite garantizar la trazabilidad de diferentes partidas de este tipo de mercancías, al poder ser almacenadas por lotes.

CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES	
Productos	■ Productos fluyentes como cemento, cereales en grano, productos químicos no aglomerantes, etc.
Ventajas	■ Alto nivel de automatización. ■ Buen aprovechamiento de la superficie. ■ Gran control de mermas. ■ Estanqueidad y protección de la mercancía ante roedores y aves. ■ Se compatibilizan altos rendimientos y alto control ambiental.
Inconvenientes	■ Necesidad de control de atmósferas ATEX en algunos tipos de productos.
Puntos críticos	■ Control de atmósferas ATEX ■ Diseño de las salida del aire desplazado en la carga del silo (venteos) ■ Diseño de los sistemas de ayuda a la descarga en función del tipo de fondo y del grado de fluencia del material.
Aplicación	■ Volúmenes bajos y medios de mercancías con altos requerimientos de calidad o medioambientales.

Aspectos ambientales

Por su hermeticidad el silo proporciona un control ambiental **óptimo** de emisiones y derrames de mercancía. Además, permite limitar el acceso a productos agroalimentarios de roedores y aves, minimizándose las posibles alteraciones de la mercancía debidas a la presencia de estos.

No obstante, pueden producirse emisiones de partículas en las salidas de aire o venteos del silo. Cuando sea necesario un control total de dichas emisiones, será necesario recurrir a sistemas de filtrado de aire con aspiración forzada, cuyo ratio de aspiración deberá tener en cuenta la velocidad de salida del aire desplazado.

ASPECTOS AMBIENTALES Y SUS CAUSAS		
ASPECTO AMBIENTAL	**PUNTO DE GENERACIÓN**	**CAUSAS**
Emisiones de partículas	**Venteo**	■ Salida de aire procedente del venteo del silo sin filtrado
	Filtrado	■ Inadecuado mantenimiento de sistemas de filtrado.
Accidentes	**Almacén**	■ Riesgo de explosión por atmósferas ATEX para productos inflamables.

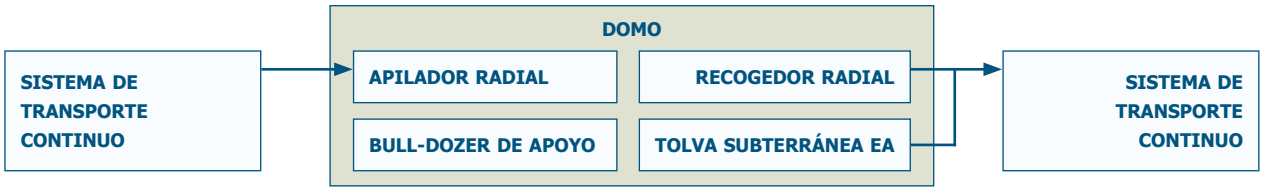
Sistema de aspiración en parte superior del silo para filtrar el aire saliente en el proceso de carga.

ALMACENAMIENTO EN DOMO

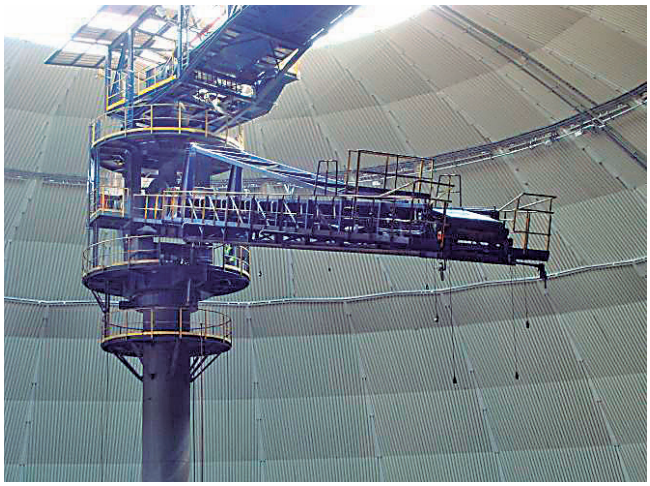
Almacén horizontal semiesférico destinado al almacenamiento a cubierto de un único producto, construido, normalmente, con paneles montados sobre una estructura de acero, o bien en hormigón armado con una lámina de PVC presurizada que actúa como encofrado exterior.

En general, está destinado al almacenamiento de productos con altos requerimientos de calidad o ambientales, como puede ser el caso de carbón o clinker en emplazamientos próximos a núcleos urbanos.

La mercancía llega por la parte superior mediante un sistema de acarreo continuo, siendo distribuida frecuentemente mediante un apilador radial, que puede estar apoyado por una pala o bull-dozer destinado a distribuir y compactar la mercancía. La descarga del domo se realiza mediante recogedores radiales o mediante tolvas subterráneas que vierten a cintas u otros sistemas continuos. En este último caso, la tolva suele contar con sistemas que faciliten el flujo de mercancía, como son sistemas vibradores, siendo frecuente que la carga de la tolva esté apoyada por un bull-dozer especialmente adaptado para trabajar en atmósferas pulverulentas y con riesgo ATEX.



CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES	
Productos	■ Todo tipo de productos que no admitan intemperie o que generen problemas ambientales como clinker o carbón.
Ventajas	■ Mejor relación volumen/superficie que una nave rectangular. ■ Menores costes constructivos que naves rectangulares. ■ Ausencia de pilares permite mayor amplitud interior para sistemas mecanizados. ■ Gran control de mermas. ■ Se compatibilizan altos rendimientos con alto control ambiental.
Inconvenientes	■ Almacén monoproducto. ■ Gestión de procesos de autocombustión
Puntos críticos	■ Control de posibles procesos de autocombustión. ■ Diseño de tolvas subterráneas y sistemas de descarga para evitar atascos y garantizar el flujo de mercancía.
Aplicación	■ Volúmenes medios-altos de productos que no admitan intemperie o con altos requerimientos ambientales por emisión de partículas.



Apilador radial con sensores de elevación y sensores de presencia de obstáculos.

Las tolvas subterráneas pueden contar con sistemas de vibración o agitación que garanticen el flujo de la mercancía

Aspectos ambientales

El almacenamiento en domos permite aislar la mercancía de la acción del viento o la lluvia, permitiendo compatibilizar altos rendimientos con un buen control de emisiones. No obstante es conveniente tener en cuenta los siguientes aspectos.

■ En mercancía s, como ciertos carbones, que emitan gases combustibles es necesario contar con control de las concentraciones de dichos gases.

- En mercancías pulverulentas, o capaces de generar atmósferas explosivas pueden generarse condiciones de trabajo no apropiadas o riesgos para la seguridad, por lo que es necesario dotarse de equipos de trabajo y esquemas operativos que minimicen las emisiones de polvo.

- En mercancías con riesgo de autocombustión es conveniente mantener la mercancía compactada, limitando la porosidad de los acopios, así como evitar posibles entradas de agua que actúe como agente erosivo que facilita la aportación de oxígeno al producto. Así mismo es conveniente realizar un seguimiento por infrarrojos del perfil de temperatura de la mercancía.

- El llenado del domo puede generar una corriente de aire saliente o venteo que, en caso de altos requerimientos ambientales, es necesario tratar mediante sistemas de filtrado de aire.

- En agroalimentarios, resulta esencial controlar la entrada de aves y roedores a través de las puertas, o a través de las ventanas de entrada de cintas u otros transportadores continuos, así como impedir el acceso de aves a posibles puntos de anidamiento.

Detectores de gases combustibles.

Cámaras termográficas informan de posibles autocombustiones.

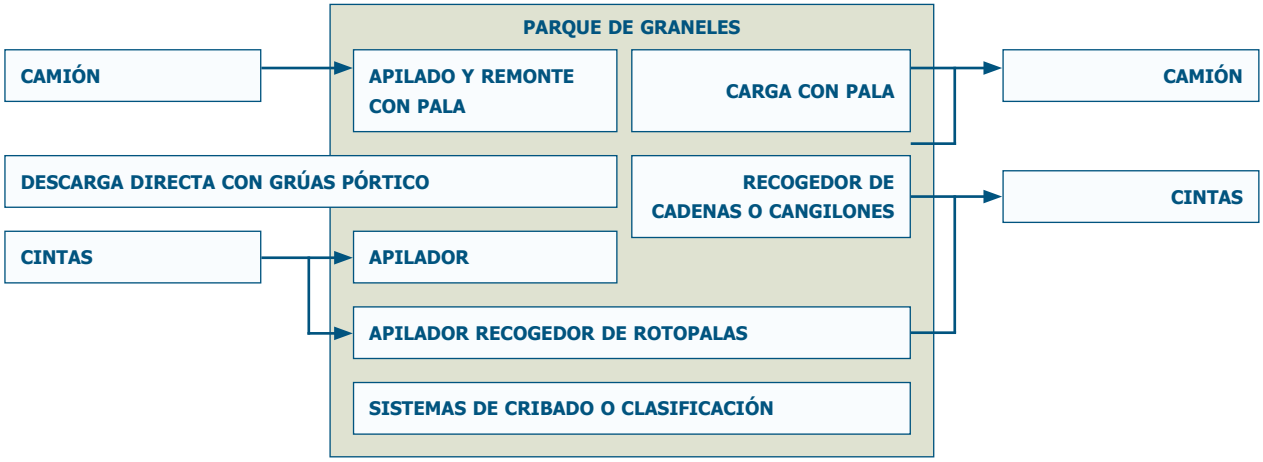
ASPECTOS AMBIENTALES Y SUS CAUSAS.		
ASPECTO AMBIENTAL	**PUNTO DE GENERACIÓN**	**CAUSAS**
Emisiones de partículas	**Almacén**	■ Caída cenital de mercancía sin sistemas de frenado o concentración de la mercancía. ■ Salida de aire procedente del venteo del domo sin filtrado.
	Filtrado	■ Inadecuado mantenimiento de sistemas de filtrado (en caso de ser necesario).
Desarrollo de plagas	**Almacén**	■ Puertas abiertas durante la operativa. ■ Huecos por mantenimiento no adecuado de claraboyas y puntos de ventilación. ■ Huecos en ventanas de entrada de cintas u otros transportadores.
Riesgos ATEX	**Almacén**	■ Inadecuado control de emisión de partículas de materiales combustibles. ■ Inadecuado control de emisiones de gases combustibles.

ALMACENAMIENTO EN PARQUE DE GRANELES

Los parques de graneles consisten en explanadas en las cuales la mercancía es almacenada a la intemperie.

La mercancía puede acarrearse y organizarse, bien mediante camiones y palas, o bien mediante cintas transportadoras y apiladores.

El levante de la mercancía puede realizarse mediante palas y camiones, o bien mediante recogedores que vierten a cintas que transportan la mercancía a cargadores de camiones o vagones.



En principio, este tipo de instalaciones está destinada al almacenamiento de altos volúmenes de mercancía que admitan su almacenamiento a la intemperie, como pueden ser carbones o minerales. En estas instalaciones las mercancías son sometidas, frecuentemente, a procesos previos de cribado y clasificación antes de su salida de la instalación.

Formación de acopios con apiladores longitudinales

Levante mediante recogedor lineal de cadenas

Acarreo desde muelle a parque de graneles con camión y remonte con empujador.

CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES	
Productos	■ Productos que admiten almacenamiento a la intemperie como carbón y minerales.
Ventajas	■ Menor inversión que sistemas de almacenamiento cerrado. ■ Polivalencia. ■ Altos volúmenes de mercancía.
Inconvenientes	■ Pérdidas de material por viento y escorrentía (mermas). ■ Sensibilidad a contaminación cruzada con otras mercancías.
Puntos críticos	■ Diseño de sistemas de drenaje y recogida de pluviales. ■ Dirección e intensidad de vientos reinantes. ■ Proximidad de núcleos urbanos o actividades económicas sensibles a emisiones de polvo.
Aplicación	■ Movimiento de mercancías de bajo precio unitario. ■ Mercancías que no se deterioren a la intemperie.

Tareas de apilado y levante con rotopala en parque de graneles.

Aspectos ambientales

El almacenamiento de graneles al aire libre es el método de almacenamiento que mayores riesgos ambientales conlleva. La exposición de la mercancía al viento provoca emisiones de polvo por erosión eólica directa de la parva y de los viales. Se producen emisiones tanto en el apilado como en la recuperación de material. Existe

riesgo de contaminación de suelos por lixiviado de materiales si la solera no está debidamente impermeabilizada, riesgo considerable de contaminación de las aguas por arrastre de materiales por las aguas de escorrentía superficial (aguas de lluvia y del propio riego) sobre parvas y viales.

Sin embargo muchos de estos riesgos pueden ser minimizados con la aplicación de medidas adecuadas, de tal forma que un parque de graneles bien diseñado puede reducir considerablemente las emisiones. En cualquier caso nunca se llegarán a eliminar completamente estas emisiones. Los principales aspectos ambientales y sus causas son:

ASPECTOS AMBIENTALES Y SUS CAUSAS

ASPECTO AMBIENTAL	PUNTO DE GENERACIÓN	CAUSAS
Emisiones a la atmósfera	**Parvas**	■ Acción del viento sobre las parvas. ■ Procesos de autocombustión. ■ Dientes de sierra en el perfil de la parva.
	Viales	■ Acción del viento. ■ Derrames sobre viales. ■ Limpieza insuficiente .
	Stackers/reclaimers	■ Emisión de polvo en caída desde brazo de la apiladora. ■ Emisión de polvo en cabezal de reclaimer, movimientos con bulldozer o en carga con pala cargadora.
	Apiladores	■ Altura de descarga elevada. ■ Falta de apantallamiento.
	Recogedores	■ Falta de apantallamiento. ■ Elevada velocidad de caída de la mercancía a cinta.
Emisiones por autocombustión	**Parvas**	■ Características de la mercancía. ■ Mercancía no compactada que permite entrada de aire. ■ Presencia de agua que en algunas mercancías puede catalizar el proceso.
Contaminación de las aguas	**Explanadas y viales**	■ Arrastre de materiales contaminantes por escorrentía sobre las parvas y viales.
Contaminación de suelos	**Explanadas y viales**	■ Infiltración de materiales contaminantes al subsuelo por lixiviado en suelos no impermeabilizados.

Parque de graneles con sistema de riego y recogida perimetral del agua de riego.

Parque de graneles protegido por barrera cortavientos.

Control de emisiones de polvo en apilador con inyectores de agua atomizada.

Control de emisiones polvo en acopios con turbinas de agua atomizada

Parque de graneles con sistema de riego y recogida perimetral del agua de riego

Parque de graneles protegido por barrera cortavientos.

La limpieza de las zonas de transito del parque de graneles permite limitar las emisiones por rodadura.

Los sistemas lavaruedas a la salida de parques de graneles limitan la dispersión de partículas por rodadura.

RECEPCIÓN EN DESCARGADOR DE CAMIONES/ VAGONES

Sistemas de descarga de camiones y vagones en los que la mercancía es transferida mediante medios de acarreo continuo a almacenes para su posterior traslado a sistemas de carga de buques.

Cuentas con una tolva subterránea, con una rejilla a nivel del suelo que conecta con un sistema de cintas o cadenas. En la descarga de camiones las tolvas de descarga pueden encontrarse parcialmente o totalmente sobre la superficie, existiendo en este caso rampas de acceso de camiones a la misma.

Normalmente, estas instalaciones están cubiertas con el fin de evitar la dispersión de polvo y proteger la tolva del viento y la lluvia.

CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES	
Productos	■ Todo tipo de productos. Minerales, agroalimentarios, químicos, etc. Especialmente aquellos que no deben tocar el suelo.
Ventajas	■ Descarga rápida y eficiente. ■ Transferencia directa a transporte interno continuo. ■ Reducción de derrames y emisiones. ■ Ahorro en limpieza de superficies.
Inconvenientes	■ Necesidad de obra civil.
Puntos críticos	■ Diseño de la tolva adaptado a la fluencia del material, previendo posibles atascos.
Aplicación	■ Productos que por requerimientos de calidad o ambientales sea aconsejable mover en un circuito cerrado estanco.

Tolva de descarga para camiones, en recinto cubierto

Descarga de camion en tolva con aspiración forzada.

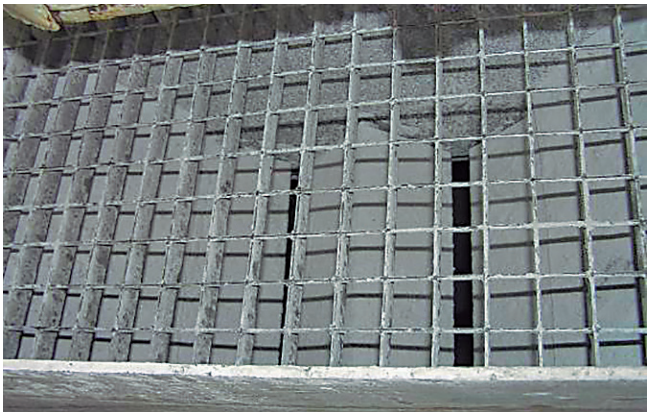
Aspectos ambientales

Los fosos de descarga permiten descargar camiones o vagones para la alimentación directa de un sistema de transporte automatizado en continuo. En general, son una mejora ambiental, ya que se generan menos emisiones y se evita la generación de residuos, o vertidos de aguas de escorrentía, al no depositarse el material sobre la explanada. Igualmente, se evitan las emisiones que generarían el levante con pala cargadora y el arrastre del material por los viales.

El principal aspecto ambiental es la emisión de partículas originadas por el aire desplazado por la mercancía en la tolva. Las principales medidas serán carenar el punto de descarga para evitar la acción dispersiva del viento, instalar rejillas flex-flap, y en casos de mercancías muy pulverulentas, instalar sistemas de filtrado de aire, o de nebulización de agua.

ASPECTOS AMBIENTALES Y SUS CAUSAS		
ASPECTO AMBIENTAL	**PUNTO DE GENERACIÓN**	**CAUSAS**
Emisiones a la atmósfera	**Zona de descarga**	■ Emisión de polvo por columna de aire desplazado. ■ Acción del viento sobre la mercancía fluyente.

Descarga de vagones sobre tolva subterránea con aspiración en recinto cubierto.



Rejilla con flex-flap en tolva subterránea para reducir la salida de polvo.

Control de emisiones en descargadero de vagones y en descargadero de camiones por agua nebulizada.

ENTREGA EN CARGADOR DE CAMIONES O VAGONES

Sistema de carga de camiones o vagones desde una tolva alimentadora o desde un silo vertical, para su expedición y transporte terrestre.

Para productos en polvo (cemento, harinas), se realiza con una manga con cierre estanco, sobre tapa de camión cisterna.

Para productos con granulometría variada (clinker), se incorpora una manga telescópica que deposita el material sobre el volquete.

Sus requerimientos de espacio no son grandes y el diseño depende de las características de densidad, abrasividad y volúmenes a mover.

Cargadero de vagones mediante tolva telescópica.

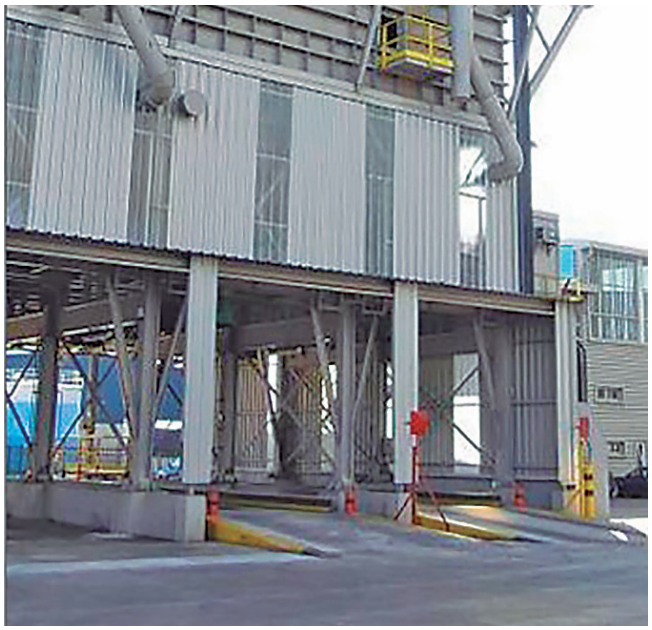
Cargadero de vagones en almacén mediante pala y elevador móvil.

CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES	
Productos	■ Todo tipo de productos. Especialmente aquellos que no deben tocar el suelo.
Ventajas	■ Eficiencia en tiempos, en relación con la carga con pala. ■ Alto control de mermas de mercancía. ■ Ahorro en costes de limpieza de superficies de trabajo.
Inconvenientes	■ Requiere una instalación especial.
Puntos críticos	■ Diseño de la tolva adaptado a la fluencia del material, previendo posibles atascos. ■ Control del nivel de llenado y distribución de la carga. ■ Control del peso para evita retornos desde báscula oficial.
Aplicación	■ Mercancías con altos requerimientos de calidad y operativas en entornos ambientales exigentes. ■ Volúmenes medios y altos de mercancías movidas con regularidad.

Aspectos ambientales

Los cargaderos de camiones o vagones suponen una ventaja ambiental respecto de la carga directa con pala. No obstante, se pueden producir emisiones significativas si la altura de caída es elevada y si la cascada de mercancía está expuesta al viento. Estos problemas pueden evitarse mediante mangas de descarga o tolvas telescópicas que en caso de mover mercancías pulverulentas pueden contar con aspiración o nebulización de agua.

Por otro lado, la carga de camiones superando los niveles de carga o pesos admisibles puede dar lugar a retornos desde la báscula de salida del puerto hasta la instalación. En aquellos casos en los que no se cuente con medios para recibir dicho exceso de carga, la mercancía puede quedar almacenada en acopios temporales que deben ser manejados con palas. Esta circunstancia puede prevenirse instalando básculas en los puntos de carga o bien trabajando con camiones con pesaje a bordo.

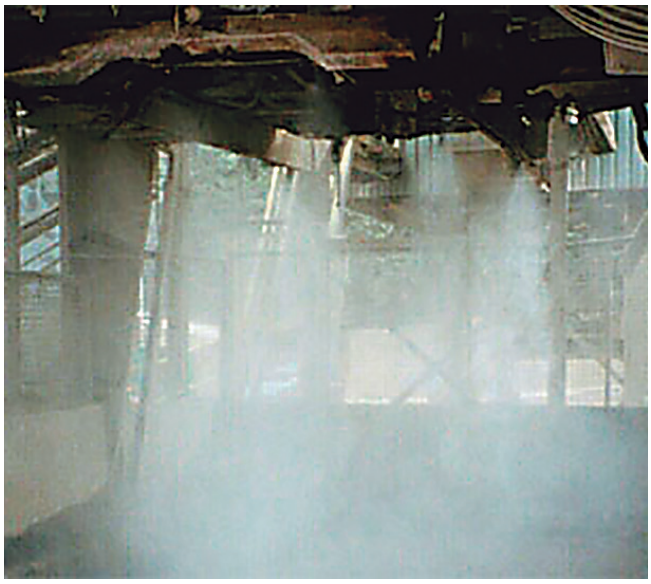


Cargadero automático con dosificador de carga que evita retornos de camiones por exceso de carga.

Mangas telescópicas de descarga. Las tres mangas permiten un llenado uniforme de la caja sin necesidad de mover el camión.

ASPECTOS AMBIENTALES Y SUS CAUSAS.		
ASPECTO AMBIENTAL	**PUNTO DE GENERACIÓN**	**CAUSAS**
Emisiones a la atmósfera	**Zona de carga**	■ Emisión de polvo por columna de aire desplazado en el descenso del material. ■ Caída del material violenta y con excesiva altura. ■ Viento directo sobre la caja del camión o vagón en el momento de la carga.
Derrames	**Zona de carga**	■ Ausencia de control del nivel de llenado. ■ Retornos por sobrepeso

Control de emisiones de polvo en cargadero de camiones con tolva telescópica de cascada.



Control de emisiones de polvo en cargadero con inyectores de agua nebulizada.

4.3. TRANSPORTE TERRESTRE

"Esta sección tiene por objetivo describir los medios utilizados frecuentemente para mover la mercancía desde o hacia el exterior del puerto, describiendo los principales problemas ambientales asociados".

La mercancía sólida a granel entra y sale del puerto mediante sistemas discontinuos como el camión o el ferrocarril, o continuos como cintas transportadoras.

Con frecuencia, en los movimientos poco regulares de volúmenes medios o bajos de mercancía, el camión sirve de enlace directo entre el muelle y el exterior del puerto, sin la mediación de un almacenamiento intermedio.

En volúmenes medios y altos de mercancías movidas con regularidad, la mercancía llega al puerto en camión o ferrocarril y es almacenada temporalmente hasta su embarque, o es recibida y almacenada para ser entregada fuera del puerto mediante camión o tren.

Cuando se deben mover con regularidad volúmenes medios altos de mercancía con destino u origen muy próximo al puerto, el transporte terrestre se efectúa frecuentemente mediante cintas.

Las cintas transportadoras pueden conectar el puerto con instalaciones próximas fuera del dominio público portuario

Camión abandonando la báscula oficial de salida. La instalación de básculas en puntos de carga o sistemas de autopesado permite prevenir retornos por sobrepeso

Aspectos ambientales

Los principales aspectos ambientales ligados al transporte terrestre efectuado por camiones, vagones y cintas son los mismos que los analizados para estos equipos en la sección de almacenamiento y movimiento de mercancías en puertos, siendo los más importantes la emisión de partículas, la generación de derrames y la emisión de ruidos.

El impacto del tránsito de camiones fuera del puerto se puede reducir significativamente mediante el uso de sistemas de toldado automático en todo el recinto y sistemas lavar ruedas a la salida de la zona de operaciones.

No obstante, la gestión de dichos aspectos ambientales tiene dos diferencias fundamentales en relación a la gestión de los aspectos ambientales generados en la operativa interna:

- ***Ausencia de mecanismos de regulación contractuales***: En general los operadores que realizan actividades de entregar y recepción sólo son usuarios del puerto, y su actividad no siempre está regulada por mecanismos contractuales. Esto es especialmente importante en el caso del transporte por camión donde el transportista tiene sólo relación contractual con el cliente de la mercancía o con la terminal, de modo que la Autoridad Portuaria no dispone en general de elementos reguladores directos. Por ello, en estos casos, las tareas de supervisión de la operativa desarrolladas por el servicio de policía portuaria se limitaran a verificar el cumplimiento de las directrices que, en materia medioambiental, se hayan podido establecer en las normas y ordenanzas aprobadas por la Autoridad Portuaria.

Cargadero de camiones con bascula que previene retornos por sobre carga.

Cargador de vagones con dosificador de carga y varios puntos de carga por vagón.

- ***Alcance de los aspectos ambientales fuera del puerto.*** Este hecho hace que el control de algunos aspectos ambientales tome especial relevancia, ya que su impacto fuera del puerto puede ser aun mayor que dentro del puerto, en especial si el transito tiene lugar próximo a zonas urbanas o aéreas protegidas. . Así por ejemplo:

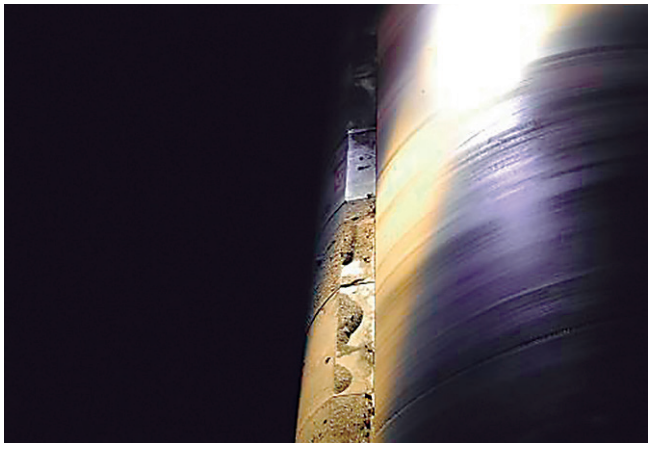
  - *Trasporte en camión*: Resultara especialmente relevante el arrastre de polvo por rodadura o las emisiones procedentes de la caja. Por ello será conveniente introducir medidas como el lavado de ruedas a la salida de la zona de operaciones o el toldado automático de todos los camiones que operen en el puerto, así como extremar la limpieza de viales en la zona de operaciones.

Restos de mercancía procedente de material adherido a ruedas y bajos.

Los arrastres por rodadura pueden reducirse con una buena limpieza de la zona de operaciones.

  - *Trasporte en vagón*: Por sus efectos sobre la seguridad y eficiencia será conveniente realizar la carga con sistemas cargadores de carga dosificada que garanticen el peso y distribución adecuado de la mercancía en los vagones.

  - Trasporte en cinta: Resultaran especialmente relevantes los derrames que puedan producirse, por tanto será necesario extremar la limpieza de la cinta en los retornos, e introducir sistemas de control de centrado. Así mismo será necesario controlar las emisiones acústicas mediante un adecuado mantenimiento preventivo de rodillos y tambores.

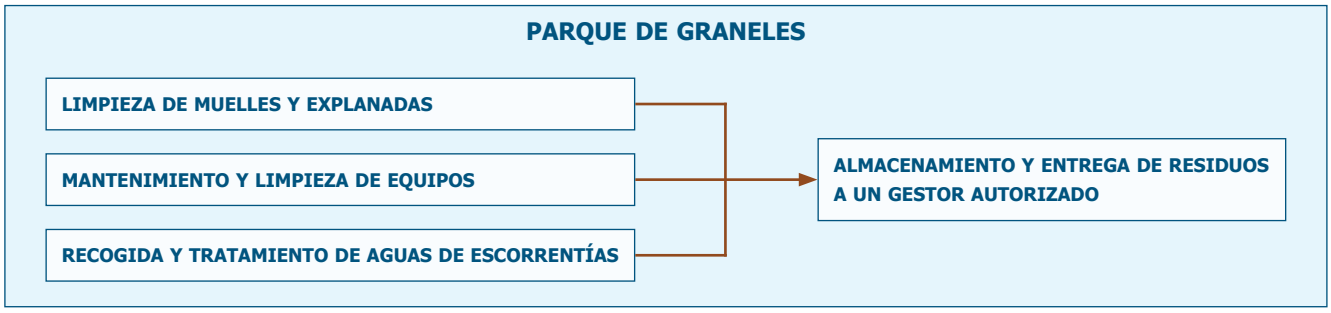


La adecuada limpieza de la cinta evita derrames en retornos.

El correcto mantenimiento de rodillos evita ruidos y posibles roturas de cinta.

4.4. MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTALACIONES PORTUARIAS

"Esta sección tiene por objetivo describir las tareas ligadas a la limpieza y mantenimiento de instalaciones y equipos, identificando las causas frecuentes de generación de aspectos ambientales ligadas a cada una de estas tareas.".



LIMPIEZA DE MUELLES Y EXPLANADAS

Tras la operativa de carga y descarga, el muelle o la zona de almacenamiento se limpian con el fin de retirar la mercancía presente, preparando la zona de trabajo para la siguiente operación.

Esta actividad resulta esencial para garantizar la operatividad de la instalación, así como la calidad de los servicios prestados a la mercancía.

El tipo de limpieza viene condicionado por el tipo de material presente, y el material con el que se vaya a trabajar posteriormente, de modo que si existe riesgo de contaminación cruzada la limpieza debe ser más exigente.

No obstante, a pesar de dichos condicionantes, el proceso de limpieza sigue las siguientes pautas generales:

- Primera limpieza con la cuchilla de una pala. Cuando es posible, los restos de mercancía no degradada se reúnen e incorporan a los acopios (no se considera residuo).
- Barrido posterior mediante barredora de cepillos dotada de nebulización o aspiración en función del tipo de mercancía.
- Baldeo en aquellos casos en los que la siguiente mercancía pueda presentar riesgos de contaminación cruzada con la anterior.
- Gestión de los residuos generados en el proceso de limpieza.

Barredoras de cepillo dotadas de recogedor carenado e inyectores de agua nebulizada para evitar emisiones de polvo, que pueden ser acopladas a excavadoras.

Gestión del servicio de limpieza

La limpieza de muelles comunes y campas puede realizarla directamente el operador portuario mediante equipos y personal propio, o indirectamente a través de una empresa de limpieza especializada.

En cualquier caso, la gestión de la limpieza de muelles comunes, así como la gestión de los residuos generados en dicha limpieza, es responsabilidad, en última instancia, del operador de estiba quien debe internalizar los costes procedentes de la limpieza y de la gestión de los residuos generados dentro de sus costes de operación.

Con carácter general, no se considerará finalizada una operación con graneles en un muelle o en una campa mientras existan restos de mercancía. Por lo tanto, la tasa de ocupación de dicho espacio debe de cubrir el período de tiempo durante el cual en dicho espacio persistan restos de mercancía que no han sido debidamente acopiados y reapilados para su posterior tratamiento.

Por otro lado, en aquellos puertos en los que la Autoridad Portuaria asuma la limpieza de muelles de uso público, se establecerán mecanismos que, mediante tarifas, permitan repercutir a la empresa estibadora los precios reales de limpieza. En este sentido, indicadores como el peso de barreduras recogido por las empresas de limpieza, proporcionan una referencia objetiva para la adecuación de dichas tarifas.

Así mismo, con el fin de garantizar una adecuada limpieza, por parte de los operadores portuarios, las Autoridades Portuarias realizan, frecuentemente, las siguientes tareas de seguimiento:

- Identificación de posibles restos de mercancía, dejando registro fotográfico de los mismos, y documentando sus características y posición.
- Seguimiento del peso de residuos de barredura tras cada operación
- Verificación de la presencia de equipos y medios mecánicos de limpieza tras la operativa o durante la misma.

- Seguimiento por parte de técnicos de la Autoridad Portuaria de los registros realizados en cumplimiento del plan de limpieza del operador.

- Seguimiento de la gestión realizada con los residuos de barredura a través de información documental proporcionada por el operador.

Los residuos generados en la barredura de superficies han de ser almacenados segregándolos por naturaleza para su posterior entrega a un gestor final autorizado.

Aspectos ambientales

La limpieza de muelles, campas y viales debe de analizarse en una doble perspectiva. Por un lado, es una medida positiva que ayuda al control de la contaminación, retirando restos de mercancía que pueden dar lugar a emisiones o vertidos posteriores. Por otro lado, el incorrecto desarrollo de dicha actividad puede convertirla, en sí misma, en una fuente de problemas, si no de definen claramente responsabilidades, protocolos operativos y equipos de trabajo adecuados.

La presencia de restos de mercancía en muelles, campas y viales puede tener, entre otros, los siguientes orígenes: formación de acopios, manipulación de mercancía, dispersión por viento o rodadura, descargas no regladas de camiones con exceso de carga.

Las emisiones de polvo producidas en la barredura de superficies pueden evitarse utilizando barredoras carenadas dotadas de sistemas de nebulización de agua o dotadas de nebulización de agua mas aspiración.

Los vertidos a la dársena se evitaran realizando las tareas de apurado de la limpieza mediante baldeo de agua, solo una vez que se hayan retirado mediante barredora los restos de mercancía.

Las tareas de limpieza deben comprender, así mismo, la retirada de restos de mercancía de arquetas del sistema de drenaje y de registros de conducciones de agua o electricidad.

IMPACTOS DE UNA OPERATIVA DE LIMPIEZA NO ADECUADA	
IMPACTOS	**CAUSAS**
Contaminación del aire	■ Uso de sistemas de limpieza no adaptados al tipo de mercancía, como barredores de rodillo *sin sistemas de control de emisiones de polvo*
Contaminación del agua	■ Baldeo sin haber realizado una adecuada limpieza previa por medios mecánicos.

Barredora con sistema de supresión de emisiones de polvo por nebulización de agua.

Barredora con sistema de control de emisiones por nebulización y aspiración.

IMPACTOS DE UNA LIMPIEZA INSUFICIENTE	
IMPACTOS	**CAUSAS**
Contaminación del aire	■ Pulverización y suspensión del material al paso de vehículos pesados. ■ Arrastre del viento.
Contaminación del agua	■ Arrastre de las aguas de riego o de lluvia.
Incrementos de costes	■ La mezcla de restos de diferentes mercancías producen barreduras cuya gestión puede ser más compleja y costosa. ■ Atascos en redes de pluviales.
Deterioro de calidad	■ Contaminación cruzada por presencia de restos de mercancías anteriores. ■ Incremento de la población de aves en movimiento de agroalimentarios.

La limpieza debe comprender la retirada de restos de mercancía de arquetas y registros.

El baldeo debe realizarse con el firme libre de restos significativos de mercancía.

Las tareas de limpieza no resultan eficaces sin una superficie consolidada y pavimentada.

El barrido del área de operaciones previenen la dispersión de mercancía por rodadura.

MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA DE EQUIPOS

Para lograr un adecuado funcionamiento y rendimiento de los equipos implicados en la manipulación de mercancía es necesario realizar tareas de mantenimiento y reparación.

Para ello, la mayoría de las empresas estibadoras y empresas concesionarias disponen de planes de mantenimiento preventivos y correctivos, así como de talleres en los que realizar tareas de mantenimiento o reparación de equipos móviles.

No obstante, la limpieza y mantenimiento de algunos equipos de carga y descarga de graneles, como grúas, tolvas, descargadores, cargadores o cintas, se hace sobre el propio muelle, dada las limitaciones de movilidad de algunos de estos equipos.

Estas tareas conllevan un riesgo de vertidos accidentales de fluidos contaminantes y de aguas contaminadas con hidrocarburos, tanto a la dársena como al suelo de la explanada, razón por la cual dichas tareas se deben realizar en superficies impermeabilizadas dotadas de recogidas de aguas residuales y de medios adecuados para recoger posibles derrames accidentales.

El mantenimiento de los equipos debe hacerse de forma programada y preventiva, de manera que se minimice el riesgo de avería o parada por cuestiones relacionadas con el normal funcionamiento de la maquinaria y los equipos. Aunque inicialmente el establecimiento de un plan de mantenimiento y limpieza preventivo puede provocar aumento de costes o de tiempos de operación, a la larga supone una reducción de los costes de mantenimiento y pérdidas asociadas a fallos.

Un mantenimiento deficiente incrementa las emisiones y derrames en las operaciones.

Un mantenimiento adecuado previene roturas y vertidos de aceites a la dársena.

Gestión del mantenimiento y limpieza

La limpieza y mantenimiento de maquinaria puede realizarla directamente el operador portuario mediante equipos y personal propio, o indirectamente a través de empresas especializadas.

En cualquier caso, la gestión de los residuos generados en las tareas de mantenimiento, así como la gestión de posibles derrames o vertidos accidentales ocurridos durante el funcionamiento ordinario o durante el mantenimiento, son responsabilidad del operador titular de la actividad, quien debe internalizar los costes resultantes de la gestión de los residuos generados.

En este sentido, con el fin de garantizar que las tareas de mantenimiento se realizan adecuadamente con una correcta gestión de residuos, las Autoridades Portuarias realizan las siguientes tareas de seguimiento:

- Identificación de posibles tareas de mantenimiento irregulares o abandono de residuos, dejando registro fotográfico de los mismos, documentando sus características y posición.
- Verificación del uso de medios adecuados para realizar mantenimientos in-situ, comprobando que se disponen de medios para recoger y retener posibles vertidos accidentales.
- Seguimiento de la gestión realizada con los residuos de mantenimiento a través de información documental proporcionada por el operador.

Clasificación de residuos generados en tareas de mantenimiento.

Las tareas de mantenimiento deben realizarse sobre superficies no permeables.

Aspectos ambientales

Un buen mantenimiento es, por si mismo, una medida que puede ayudar a evitar emisiones y derrames de mercancía, así como vertidos accidentales de aceites de maquinaria; no obstante, las propias tareas de mantenimiento pueden suponer una fuente de aspectos ambientales si dichas tareas de mantenimiento no se realizan con los medios e instalaciones apropiados.

Los posibles impactos adversos de las tereas de mantenimiento de maquinaria pueden controlarse realizando dichas tareas sobre superficies impermeabilizadas apropiadas, utilizando sistemas neumáticos de recogida de

aceites y otros fluidos, y disponiendo siempre a mano de material absorbente suficiente para controlar posibles derrames accidentales.

De modo similar las tareas de limpieza deben realizarse sobre superficies con recogida y tratamiento de las aguas de limpieza. Dicho tratamiento debería comprender la decantación de sólidos y la separación de hidrocarburos.

Finalmente, es importante almacenar los residuos en contenedores apropiados y adecuadamente etiquetados, que nunca estarán en contacto directo con el suelo con el fin de identificar posibles fugas o derrames.

Equipo de recogida y recarga de aceite por sistema neumático.

Equipo de recogida de aceite mediante bandeja y aspiración desde la bandeja.

IMPACTOS DE UNA OPERATIVA DE MANTENIMIENTO NO ADECUADA	
IMPACTOS	**CAUSAS**
Contaminación del agua	■ Limpieza de maquinaria sin recogida y tratamiento de aguas residuales. ■ Reposición de aceites o fluidos lubricantes sin sistemas de recogida adecuados. ■ Medios no adecuados para recoger posibles vertidos accidentales. ■ Tareas de mantenimiento próximas a arquetas de pluviales.
Contaminación de suelos	■ Reposición de aceites o fluidos lubricantes sin sistemas de recogida adecuados. ■ Medios no adecuados para recoger posibles vertidos accidentales. ■ Tareas de mantenimiento sobre firmes no impermeabilizados. ■ Almacenamiento de combustibles en depósitos enterrados o en contacto directo con el suelo.
Residuos no controlados	■ Tareas de mantenimiento en lugares no reglamentarios y abandono de residuos generados. ■ Ausencia de espacios de almacenamiento controlado

Bandeja para desmontar y escurrir filtros.

Absorbente (sepiolita) para recoger derrames accidentales de aceites.

Impactos de un mantenimiento insuficiente	
IMPACTOS	**CAUSAS**
Contaminación del aire y derrames	■ Por fugas en trasferencias. ■ Por mal estado de tajaderas en tolvas ■ Por mal estado de cucharas ■ Por descentrados y sobrecargas en cintas. ■ Por mal estado de cajas de camión ■ Por mal estado de sistemas de aspersión, nebulización o aspiración
Contaminación del agua	■ Vertidos accidentales de aceite y otros fluidos por rotura
Incrementos de costes	■ Deterioro acelerado de maquinaria, que puede dar lugar a ■ Reducción de la vida útil de la maquinaria ■ Paradas operativas por avería ■ Vertidos accidentales y costes de gestión de los mismos.

Área de lavado de maquinaria con recogida y tratamiento del agua por decantación y separación de hidrocarburos

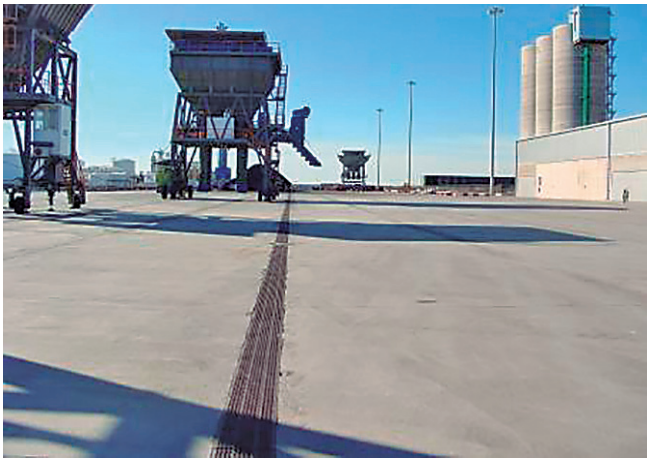
Los depósitos de combustible elevados sobre el suelo permiten detectar posibles fugas. Se instalan además cubetas en conexiones.

RECOGIDA Y TRATAMIENTO DE ESCORRENTIAS

Las campas de almacenamiento, los muelles y los viales están expuestos a escorrentías de agua que tienen su origen principalmente en las siguientes causas.

- Lluvia
- Limpieza con baldeo
- Riego para atenuar emisiones a la atmósfera

Los muelles más antiguos tienen una pendiente hacia el mar por lo que las escorrentías vierten directamente a la dársena, mientras que el drenaje de viales y campas se realiza mediante arquetas y conducciones que en muchos casos vierten directamente a mar, tras un proceso previo de decantación.



Frecuentemente, las concesiones que riegan la mercancía y campas para evitar emisiones a la atmósfera cuentan con redes de recogidas de pluviales y fosas de decantación, en las que el agua procedente del riego es tratada y reutilizada por el sistema de riego.

Gestión de escorrentías

La recogida de escorrentía y su tratamiento, en áreas concesionadas es responsabilidad del titular de la concesión, quien deberá garantizar el adecuado dimensionamiento y mantenimiento de la instalación de recogida de aguas.

En muelles de uso público la gestión de la red de pluviales corresponde a la Autoridad Portuaria. En este caso, los operadores protegerán arquetas y canaletas para que no sean obstruidos por derrames de mercancía, haciéndose cargo de restaurar la instalación a su estado inicial una vez finalizada la operativa

Cereales y materiales que fraguan pueden atascar arquetas y conducciones si no se protegen durante la operativa, o no se limpian.

Las escorrentías directas sin tratamiento reducen la calidad de los sedimentos pudiendo encarecer las tareas de dragado

Aspectos ambientales

El diseño no adecuado de la red de pluviales, o un mantenimiento no adecuado de dicha red puede dar lugar a vertidos contaminantes a la dársena. Un sistema de drenaje no adecuado puede suponer un deterioro progresivo de la calidad de los sedimentos de las dársenas, lo cual puede dificultar o encarecer futuras tareas de dragado.

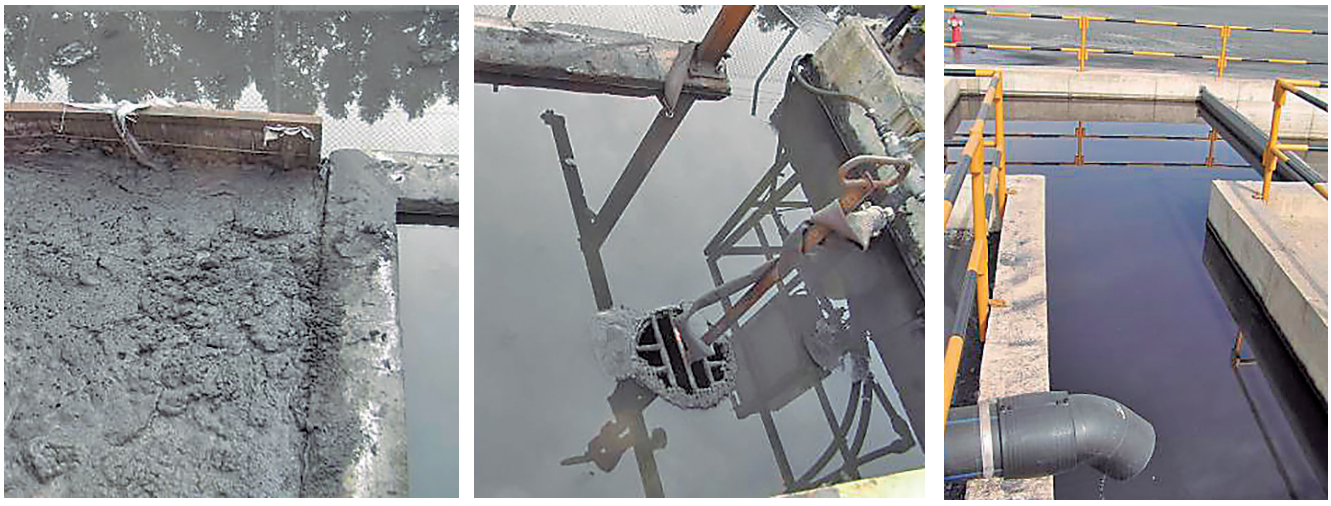
El diseño de los sistemas de drenaje en muelle debe realizarse teniendo en cuenta la alta carga de sedimentos, y la estructura de precipitaciones, así como otras fuentes de escorrentía como son los sistemas de riego para control de emisiones. En este sentido es conveniente tener en cuenta que los sistemas de prevención de polvo mediante riego pueden generar retornos de agua superiores al 70% del agua aplicada a la mercancía.

Recogida perimetral de agua de lluvia y riego en parque de graneles para su reutilización como agua de riego. Detalles de la conducción superficial de agua sin partes enterradas y de la balsa de decantación primaria

En el diseño de sistemas de drenaje de explanada es conveniente no recurrir a conducciones subterráneas y basar la recogida en canaletas superficiales fáciles de limpiar con retroexcavadora.

IMPACTOS DE UNA GESTIÓN NO ADECUADA DE ESCORRENTÍAS	
IMPACTOS	**CAUSAS**
Contaminación del agua y sedimentos	■ Ausencia de sistema de drenaje. ■ Sistema de drenaje vierte directamente al mar sin tratamiento previo de las aguas. ■ Dimensionamiento inadecuado al tipo de escorrentías frecuentes. ■ Ubicación de arquetas en zonas de operación o de almacenamiento de mercancía. ■ Ausencia de sistemas de protección de arquetas durante la manipulación o almacenamiento de mercancías.

En parques de graneles donde se realice el control de emisiones mediante sistemas de riego o aspersión es conveniente recoger las escorrentías generadas por estos sistemas para su reutilización mediante decantación y filtrado. En estos casos será recomendable minimizar el uso de sistemas de bombeo u otros sistemas con elementos mecánicos.



Decantación mediante floculantes y retirada de flotantes (izquierda y centro). Balsa de decantación secundaria (derecha)

BUENAS PRÁCTICAS

5.1 BUENAS PRÁCTICAS EN LA COORDINACIÓN Y GESTIÓN DE LA ACTIVIDAD
Esta sección comienza introduciendo un conjunto de buenas prácticas ligadas a la gestión y coordinación de la actividad, en las que se establecen recomendaciones generales sobre el modelo de gestión, la dotación de equipos, la dotación de equipamiento complementario, la organización del área de trabajo, la organización de la operativa, la planificación del mantenimiento, la supervisión de actividades, la comunicación y la formación 170

5.2 BUENAS PRÁCTICAS EN EL MOVIMIENTO Y ALMACENAMIENTO DE MERCANCÍA
Esta sección propone medidas de prevención y atenuación de la contaminación para los distintos equipos y fases implicadas en la manipulación y almacenamiento de graneles. La aplicación de medidas se estructura en fases que permiten incrementar la eficiencia ambiental de los equipos adaptándolos a las exigencias del entorno y a las características de la mercancía 173

- Carga con pórtico cargador continuo 189
- Carga con cinta trasportadora móvil 190
- Descarga con grúa pórtico 191
- Descarga con descargador continuo neumático 192
- Descarga con descargador continuo mecánico 193
- Carga/descarga con grúa y cuchara 194
- Descarga con tolva 196
- Formación de acopio en primera línea de muelle 198
- Levante o remonte con pala cargadora 200
- Transporte con camión 202
- Transporte por ferrocarril 204
- Cinta trasportadora 206
- Trasportador de cadenas 208
- Elevador de cangilones 209
- Tornillo sin fin 210
- Trasportador neumático 211
- Trasportador de lecho fluido 212
- Almacenamiento en almacén horizontal 213
- Almacenamiento en silo vertical 215
- Almacenamiento en domo 216
- Almacenamiento en parque de graneles 217
- Recepción en descargadero de camiones o vagones 220
- Entrega en cargadero de camiones o vagones 221

5.3 BUENAS PRÁCTICAS EN TRANSPORTE TERRESTRE
Esta sección propone buenas prácticas en las operaciones que conectan el puerto con el exterior mediante camión y ferrocarril 222

5.4 BUENAS PRÁCTICAS EN MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTALACIONES
Esta sección propone buenas prácticas en la gestión, en el desarrollo operativo y en la dotación de medios técnicos ligados a actividades de mantenimiento y limpieza tanto de instalaciones como de maquinaria, incluidas el drenaje de superficies y el repostaje de maquinaria 223

- Limpieza y mantenimiento de viales y explanadas 224
- Mantenimiento y limpieza de equipos 226
- Drenaje de explanadas y parques de almacenamiento 228
- Suministro de combustible 229

5

5.1. BUENAS PRÁCTICAS EN LA COORDINACIÓN Y GESTIÓN DE LA ACTIVIDAD

"Esta sección comienza introduciendo un conjunto de buenas ligadas a la gestión y coordinación de la actividad, en las que se establecen recomendaciones generales sobre el modelo de gestión, la dotación de equipos, la dotación de equipamiento complementario, la organización del área de trabajo, la organización de la operativa, la planificación del mantenimiento, la supervisión de actividades, la comunicación y la formación"

Como se ha visto en el capítulos anteriores los principales impactos ambientales en el movimiento y almacenamiento de mercancía solida a granel tienen lugar en las fases de manipulación de la mercancía, de modo que el tipo de equipos utilizados y el modo en que son operados determinan en gran medida el desempeño ambiental de las operaciones.

No obstante, como ya se analizo en la sección 3.4, antes de que se mueva la mercancía existen decisiones relativas a la planificación y gestión de la actividad que afectan de un modo directo al desempeño ambiental de las operaciones, ya que dichas decisiones influyen sobre el tipo de equipos utilizados y sobre la calidad de la operativa seguida.

Por tanto, antes de apuntar propuestas relativas a las practicas operativas o a medidas técnicas de control de emisiones, es conveniente establecer algunas recomendaciones relativas a la gestión de la actividad, las cuales, como se analizó en la sección 4.1 abarcan los siguientes aspectos, los cuales son desarrollados en forma de tabla o ficha al final de esta sección.

- Modelo de operación.
- Organización del espacio de operaciones.
- Elección de equipos de explotación.
- Dotación de instalaciones y equipamiento complementario.
- Organización de las operaciones de manipulación.
- Organización de las operaciones de mantenimiento y limpieza.
- Seguimiento de las operaciones.
- Formación e información.

Por otro lado, con el fin de sistematizar la gestión ambiental, e integrarla dentro de la gestión global de las operaciones, es *recomendable que la empresa prestadora del servicio de manipulación de mercancías y, en su caso, la empresa titular de la concesión, dispongan de un Sistema de Gestión Ambiental certificado conforme a la norma ISO 14001:2004 que cubra las actividades recogidas en su licencia de actividad o titulo concesional*, y que incluya así mismo las tareas de limpieza y mantenimiento.

La implantación y certificación de un sistema de gestión ambiental ISO 14001:2004 puede tener, así mismo, ventajas de carácter administrativo tal y como queda regulado por el artículo 5.5 del R.D. 100/2011 por el cual se actualiza el catalogo de actividades potencialmente contaminantes de la atmosfera.

BUENAS PRÁCTICAS EN LA COORDINACIÓN Y GESTIÓN DE LA ACTIVIDAD

MODELO DE OPERACIÓN

- *Minimizar manipulación.* Optar por esquemas de operación en los que la mercancía sea manipulada o movilizada el menor número de veces posible.
- *Proteger acopios.* Optar por esquemas de almacenamiento en los que la mercancía no queda expuesta de modo directo a la acción del viento o la lluvia. De modo que los acopios se protegen mediante cubiertas, pantallas o tratamientos selladores.
- *Evitar acopios en primera línea.* En operaciones de descarga o carga con grúa móvil, y trasporte horizontal con camión, evitar la formación de acopios temporales en primera línea de muelle. En descarga de buques será preferible la carga directa de los camiones mediante tolva, y en carga de buque serán preferibles los sistemas basados en cargadores móviles dotados de tolvas telescópicas y alimentadores cubiertos.
- *Utilizar tolvas optimizadas.* En operaciones de descarga con grúa a tolva, puede lograrse una alta eficiencia a la hora de evacuar la mercancía si se usan tolvas de alta capacidad, capaces de cargar varios camiones a un tiempo y con varios puntos de descarga por camión. Esto último evita la maniobra de avance progresivo del camión bajo la tolva.
- *Transporte interno por cinta.* En tráficos regulares de volumen medio y alto, optar por sistemas continuos de transporte horizontal.
- *Utilizar cintas móviles optimizadas.* En tareas de carga de barcos con tráficos regulares de volumen bajo o medio, utilizar cargadores continuos dotados de tolvas telescópicas y alimentadores cubiertos.

EQUIPOS DE EXPLOTACIÓN

- *Adaptar el equipo a la mercancía*. Utilizar equipos adaptados a las propiedades de la mercancía, teniendo en cuenta, entre otros, aspectos como la pulverulencia, la densidad, el ángulo de reposo y la adherencia.
- *Adecuación de la capacidad*. Utilizar equipos con capacidad suficiente para mover los volúmenes esperados, en condiciones normales de operación, sin que sea necesario forzar los niveles de carga o los ritmos de trabajo para conseguir rendimientos adecuados.
- *Optimizar descensos de mercancía*. En los puntos en los que la mercancía sufra un descenso en caída libre, dotarse de medios que permitan:
  - *Limitar la altura de caída libre de la mercancía*
  - *Controlar la acción del viento*
  - *Limitar la mezcla entre aire y mercancía en la caída, evitando que se formen penachos muy abiertos en el descenso.*
  - *Controlar la velocidad de impacto*
- *Pesado a bordo*. Utilizar sistemas de pesado a bordo en camiones, tolvas, palas y grúas que permitan prevenir sobrepesos en la carga de camiones o vagones.
- *Monitorizar carga*. Monitorizar los sistemas de transporte continuo para controlar el flujo de carga y detectar posibles atascos o vertidos masivos.

ORGANIZACIÓN DEL ESPACIO DE OPERACIONES

- *Ordenación de tráfico*. Señalizar y deslindar con barreras móviles los puntos de entrada y salida de camiones a los puntos de carga, evitando que coincidan los tránsitos de entrada y salida.
- *Proteger contorno de parvas*. Delimitar las parvas mediante barreras o muros móviles para impedir el tránsito de camiones por el perímetro de las mismas.
- *Delimitar zona de operación de pala.* En puntos de carga de camiones con pala, deslindar la zona de tránsito de camiones respecto del área de acopio y maniobra de la pala mediante barreras móviles.
- *Ordenación de tráfico en tolvas*. En puntos de carga de camiones con tolva, configurar la operación para evitar el paso de camiones por el rastro dejado por la cuchara.
- *Prevenir retornos de camión*. Evitar recorridos adicionales de camiones con exceso o defecto de peso aplicando medidas como la instalación de sistemas de pesado a bordo en camiones, o instalación de basculas próximas a la zona de operaciones.
- *Señalizar puntos de retorno*. Señalizar y delimitar un punto de vertido para camiones que retornen con exceso de carga mediante barreras móviles.
- *Residuos de barredura.* Habilitar, señalizar y delimitar una zona para acopio de barreduras generadas en la limpieza de la zona de trabajo.
- *Cinta de muelle elevada*. En carga desde buque a cinta, instalar cintas paralelas al muelle ligeramente elevadas, que permitan el acceso y limpieza al cantil del muelle. Instalar la cinta próxima al cantil para reducir el recorrido del brazo de grúa, con lo que se gana en eficiencia y se reducen derrames a muelle.

INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTO COMPLEMENTARIO

- *Zonas de mantenimiento específicas*. Disponer de instalaciones acondicionadas para la limpieza y mantenimiento de maquinaria, que cuente con suelos impermeabilizados, recogida de agua de limpieza y tratamiento de estas últimas.
- *Escorrentías*. Contar con redes de recogida y decantación de escorrentías procedentes de lluvia o sistemas de riego.
- *Situaciones contingentes*. Contar con medios adecuados para recoger derrames y vertidos producidos en situaciones contingentes generados por rotura de maquinaria o por accidentes en mantenimiento o repostado.
- *Almacenamiento adecuado de residuos*. Disponer de instalaciones y medios apropiados para almacenar los residuos generados en las tareas de mantenimiento y limpieza, hasta su entrega a un gestor de residuos autorizado. Almacenar el contacto directo con el suelo de recipientes con residuos peligrosos.
- *Minimizar emisiones en limpieza.* Disponer de equipos de limpieza capaces de prevenir emisiones de polvo durante su operación mediante el uso de sistemas de aspiración o nebulización.
- *Adecuada iluminación*. Contar con una adecuada iluminación en las instalaciones que permita desarrollar las operaciones en condiciones de seguridad, así como supervisar los trabajos de un modo efectivo.

OPERACIONES DE MANIPULACIÓN DE MERCANCIAS

- *Procedimentar buenas prácticas*. Redactar procedimientos que precisen el modo de ejecutar las operaciones, conforme a las buenas prácticas ambientales recomendables para cada equipo y fase de la operación. Con carácter general, dichos procedimientos deber ir dirigidos a:
  - *Limitar la altura de caída en la manipulación de la mercancía*
  - *Controlar cambios bruscos de dirección y velocidad en equipos de manipulación.*
  - *Controlar los niveles de carga o flujo en equipos de manipulación y acarreo.*
  - *Mantener el ritmo y frecuencia de las operaciones compatible con un adecuado control de derrames y emisiones.*
  - *Mantener el orden y la limpieza dentro de la zona de operaciones*
  - *Definir esquemas de supervisión que permitan identificar con anticipación posibles problemas.*
- *Procedimentar emergencias*. Redactar procedimientos que detallen las actuaciones a llevar a cabo ante posibles situaciones que impliquen procesos de autocombustión, atascos de mercancía, o vertidos accidentales de mercancía o fluidos de maquinaria.

OPERACIONES DE MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA

- *Plan de mantenimiento*. Disponer de un plan de mantenimiento cuyo alcance cubra aquellas partes de los equipos e instalaciones, cuyo mal funcionamiento, o mal estado, pueda tener impactos ambientales adversos. De modo general, se prestará atención a:
  - *Estado de cierres y ajustes en trampillas, tajaderas, encauzadores, etc.*
  - *Funcionamiento de sistemas de prevención y control de emisiones, tolvas telescópicas, equipos de nebulización, aspiración.etc*
  - *Motores y sistemas hidráulicos*
  - *Sistemas de control de flujo de la mercancía y de monitorización de equipos*
  - *Estado de superficies de trabajo*
  - *Redes de recogida y tratamiento de aguas de limpieza y pluviales*
  - *Instalaciones y medios para el almacenamiento temporal de residuos.*
- *Plan de limpieza*: Contar con un plan de limpieza de las instalaciones y equipos, con actuaciones periódicas, que contemple el recorte de parvas a la intemperie y la limpieza del entorno inmediato que pueda ser afectado por las mismas.
- *Plan de manipulación de residuos*. Contar con un plan de recogida, clasificación, almacenamiento y entrega a gestor autorizado de los residuos generados en los procesos de limpieza y mantenimiento de equipos e instalaciones.

SEGUIMIENTO DE OPERACIONES

- *Jefe de operaciones:* Disponer de un jefe de operaciones, presente durante el desarrollo de las operaciones en muelle que:
  - *Coordine la actuación de los operadores de los distintos equipos implicados.*
  - *Se haga responsables de la aplicación de los protocolos de buenas prácticas ambientales aprobados por el operador.*
  - *Sea enlace, claramente identificable, entre la Autoridad Portuaria y el operador de cara a subsanar deficiencias en la operación.*
- *Listas de verificación:* Disponer de listas de verificación para comprobar:
  - *La correcta aplicación de los planes de mantenimiento y limpieza de equipos e instalaciones.*
  - *El correcto estado de funcionamiento de los equipos antes y después de las operaciones.*
- *Parámetros ambientales*: Realizar muestreos de parámetros ambientales, con la periodicidad y manera establecida por la normativa que sea de aplicación a la actividad desarrollada por el operador.

FORMACIÓN INTERNA Y COMUNICACIÓN A TERCEROS

- *Como hacer:* Proporcionar 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.
- *Hacer conocer:* Disponer de mecanismos para comunicar, de modo efectivo, a empresas transportistas, trabajadores de estiba y capitanes de buques, los protocolos de buenas prácticas que sean aplicables en cada fase de las operaciones.
- *Verificar que se hace:* Verificar que los operadores y trabajadores contratados o subcontratados por el operador para realizar tareas de manipulación de mercancías, mantenimiento o limpieza conocen y asumen los protocolos de buenas prácticas aplicables cada una de estas tareas.

5.2. BUENAS PRÁCTICAS EN EL MOVIMIENTO Y ALMACENAMIENTO DE MERCANCÍA

"Esta sección propone medidas de prevención y atenuación de la contaminación para los distintos equipos y fases implicadas en la manipulación y almacenamiento de graneles. La aplicación de medidas se estructura en fases que permiten incrementar la eficiencia ambiental de los equipos adaptándolos a las exigencias del entorno y a las características de la mercancía"

5.2.1. CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO DE LA ACTIVIDAD

El modelo de operación y los equipos utilizados, condicionan de modo directo la probabilidad de que se produzcan derrames, vertidos o emisiones de magnitud significativa. Así por ejemplo, la manipulación por medios continuos o discontinuo, el grado de exposición al viento, la hermeticidad, las alturas de caída libre, o el número de veces que la mercancía es manipulada, son factores que, entre otros, determinan la eficiencia de un cierto equipo o modelo de operación.

No obstante, la eficiencia ambiental de una operación no depende sólo de los equipos, sino que también depende del modo en que se manejan dichos equipos, de la calidad del mantenimiento, y del tipo de medidas de control de la contaminación que se hayan adoptado. De modo que, en general, será posible aumentar la eficiencia ambiental del una operación mediante la aplicación de un protocolo de buenas prácticas y mediante la implantación de medidas técnicas que prevengan las emisiones o los derrames.

Por otro lado, el impacto causado por una cierta actividad, y por tanto el riesgo asociado a la misma, no depende solo de la eficiencia ambiental de los equipos utilizados sino también de las características del entorno, del tipo de mercancía movida y de la frecuencia de la actividad.

Por ello, a la hora de establecer un plan de mejora de la eficiencia ambiental de la operativa, que sea económica y operativamente viable, es necesario tener en cuenta, no solo los equipos y medidas de control ambiental utilizados, sino también todos aquellos factores que determinan el riesgo ligado a la actividad; de manera que el nivel de eficiencia ambiental exigido sea proporcional al riesgo de la actividad.

De modo simplificado, el riesgo ambiental que una operativa conlleva para su entorno social, natural y económico, puede describirse como una función de los siguientes factores.

a) Tipo de mercancía.
b) Intensidad de la actividad, entendía como frecuencia con la que se opera.
c) Vulnerabilidad del entorno a emisiones, derrames o vertidos.
d) Eficiencia ambiental de la operativa y de los equipos utilizados

Seguidamente, se analiza cada uno de estos factores, proponiendo una clasificación y tipificación de las posibles situaciones o escenarios de trabajo, en función de dichos factores.

TIPOS DE MERCANCÍAS		
PULVERULENCIA		**PROPIEDADES**
BAJA	**PB**	■ BAUXITA, ARCILLA, GRAVAS, ARENAS, POTASAS Y OTROS PRODUCTOS DE MAYOR PESO ESPECÍFICO E INFERIOR CONTENIDO EN FINOS.
MEDIA	**PM**	■ CONCENTRADOS MINERALES, CARBÓN TÉRMICO, COKE DE PETRÓLEO Y OTROS PRODUCTOS INERTES CON MENOR PESO ESPECÍFICO Y MAYOR CONTENIDO EN FINOS QUE NO HAYAN SIDO CLASIFICADOS COMO PULVERULENCIA ALTA ■ CEREALES, SEMILLAS Y OTROS PRODUCTOS AGROGANADEROS O AGROALIMENTARIOS NO INCLUIDOS EN PULVERULENCIA ALTA.
ALTA	**PA**	■ CLINKER, CEMENTO, ALUMINA, CAOLÍN, FOSFATO Y OTROS PRODUCTOS CON SIMILAR CONTENIDO EN FINOS. ■ HARINAS DE CEREALES, LEGUMINOSAS O PESCADO Y OTROS AGROALIMENTARIOS CON SIMILAR CONTENIDO EN FINOS. ■ MERCANCÍAS CLASIFICADAS COMO MERCANCÍA PELIGROSAS, COMO FERTILIZANTES CON NITRATO AMÓNICO O AZUFRE ■ MERCANCÍAS CON PROPIEDADES ALERGÉNICAS O CON RIESGO PARA EL ENTORNO NATURAL

Tabla 5.1. Clasificación de los tipos de mercancía.

a) Tipo de mercancía.

Las características de la mercancía condicionan, tanto la eficiencia ambiental de las operaciones portuarias, como la respuesta del entorno ante derrames, vertidos, y sobre todo, emisiones de partículas.

Por ser las emisiones de partículas uno de los aspectos ambientales más problemáticos en la manipulación de graneles, las mercancías se tipifican como materiales de pulverulencia alta, baja o media, atendiendo a la facilidad con la cual el producto puede ser arrastrado y dispersado por una corriente de aire.

Dentro del tipo de mercancías de pulverulencia alta, se incluyen aquellas mercancías, que no teniendo una pulverulencia elevada, sin embargo requieren de una especial cautela de manipulación. Así por ejemplo, el haba de soja, si bien no es una mercancía de pulverulencia alta, es clasificada como tal ya que el polvo de este producto puede desencadenar reacciones alérgicas en ciertos sectores de la población.

Siguiendo estos criterios la tabla 5.1 establece las propiedades de cada grupo de mercancía atendiendo tanto a la pulverulencia de la misma, como a sus posibles efectos sobre el entorno.

INTENSIDAD DE LA ACTIVIDAD		
INTENSIDAD	**TIPO DE MERCANCIA**	**TIEMPO DE OPERACIÓN EN DÍAS AL AÑO**
BAJA	PA PM PB	MENOS DE 20 DÍAS AL AÑO 30 40

MEDIA	PA PM PB	ENTRE 20 Y 40 DÍAS AL AÑO 30 Y 60 40 Y 70
ALTA	PA PM PB	MAS DE 40 DÍAS AL AÑO 60 70
CRITERIOS DE CÁLCULO		
CARGA O DESCARGA **TRANSPORTE HORIZONTAL** **ENTREGA O RECEPCIÓN**	■ SI NO EXISTEN DATOS DIRECTOS DE PODRA ESTIMAAR COMO VOLUMEN TOTAL MOVIDO EN EL AÑO DIVIDIDO POR EL RENDIMIENTO MEDIO DE LA OPERACIÓN. ■ EN OPERACIONES DE CARGA O DESCARGA MEDIANTE ACOPIOS TEMPORALES SE TENDRÁ EN CUENTA EL TIEMPO DE PRESENCIA DEL ACOPIO EN MUELLE. ■ AL TIEMPO OBTENIDO SE LE SUMARÁ EL TIEMPO PROMEDIO QUE SE TARDA EN LIMPIAR EL MUELLE U OTRAS ZONAS DE OPERACIÓN Y TRÁNSITO.	
ALMACENAMIENTO CUBIERTO	■ TIEMPO TOTAL DURANTE EL CUAL EL ALMACÉN TIENE ACTIVIDAD DE ENTRADA O SALIDA DE MERCANCÍA DIVIDIDO ENTRE CUATRO ■ EL TIEMPO DE ACTIVIDAD PUEDE ESTIMARSE SUMANDO LOS TIEMPOS DE LOS SISTEMAS DE CARGA/ DESCARGA DE BUQUES MÁS LOS TIEMPOS DE LOS SISTEMAS DE ENTREGA/RECEPCIÓN QUE ALIMENTAN Y EVACÚAN EL ALMACÉN.	
ALMACENAMIENTO A LA INTEMPERIE	■ TIEMPO TOTAL DURANTE EL CUAL EXISTE MERCANCÍA ALMACENADA A LA INTEMPERIE O RESTOS DE LAS MISMAS DIVIDIDO ENTRE DOS	
TIPO DE MERCANCIA	■ LA INTENSIDAD DE LA ACTIVIDAD ESTA LIGADA AL TIPO DE MERCANCIA (PA, PM, PB). POR TANTO, SE CALCULARA UN NIVEL DE ACTIVIDAD PAR CADA TIPO DE MERCANCIA. ■ PARA CALCULAR EN NIVEL DE ACTIVIDAD DE UN TIPO DE MERCANCIA, SUMAR LOS TIEMPOS DE OPERACIÓN DE TODAS LAS MERCANCIAS PERTENECIENTE A DICHO TIPO.	
EFECTO ADTIVO	■ SI LA INTENSIDAD DE LA ACTIVIDAD DE UN OPERADOR PARA UN TIPO DE MERCANCIA ESTA CLASIFCADA COMO BAJA, PERO OPERA EN UN MUELLE DONDE LAS SUMA DE LOS TIEMPOS DE OPERACIÓN DE TODOS LOS OPERADORES PARA DICHO TIPO DE MERCANCIA SUPERA LOS 60 DIAS, ENTONCES LA OPERACIÓN PARA ESE TIPO DE MERCANCIA PASA A TENER INTENSIDAD MEDIA. ■ SI LA INTENSIDAD DE LA ACTIVIDAD DE UN OPERADOR PARA UN TIPO DE MERCANCIA ESTA CLASIFCADA COMO MEDIA, PERO OPERA EN UN MUELLE DONDE LAS SUMA DE LOS TIEMPOS DE OPERACIÓN DE TODOS LOS OPERADORES PARA DICHO TIPO DE MERCANCIA SUPERA LOS 90 DIAS, ENTONCES LA OPERACIÓN PARA ESE TIPO DE MERCANCIA PASA A TENER INTENSIDAD ALTA.	

Tabla 5.2 Clasificación de la intensidad de la actividad.

b) Intensidad de la actividad

El riesgo es proporcional a la frecuencia con la que se desarrolla la actividad y a la duración media de cada operación. Estos factores se condensan en el parámetro de intensidad de la actividad, que mide el tiempo total del año durante el cual se desarrolla dicha actividad.

Tal y como se muestra en la *tabla 5.2*, en este documento se propone clasificar la intensidad de la actividad en tres niveles o categorías dependiendo del tiempo anual de operación.

Se propone calcular la intensidad de la actividad de modo separado para cada uno de los tipos de mercancías introducidos en la *tabla 5.1*, de modo que los umbrales que limitan cada uno de los niveles de intensidad dependan del nivel de pulverulencia de la mercancía.

La intensidad de la actividad, está asociada a la fase de la operación, de modo que ha de estimarse por separado para las operaciones de carga/descarga, transporte horizontal, entrega/recepción, transporte terrestre y almacenamiento, obteniéndose una intensidad propia para cada una de dichas fases de la operación.

c) Vulnerabilidad del entorno

El concepto de vulnerabilidad del entorno tiene por objeto valorar la probabilidad con la que el entorno puede verse afectado por eventos contaminantes, así como los costes relativos que dichos eventos contaminantes pueden tener sobre el medio social, natural y económico.

La vulnerabilidad del entorno, está caracterizada, por tanto por los siguientes factores:

- *Accesibilidad:* Entendida como la "facilidad" con la que posibles eventos contaminantes podrían alcanzar zonas sensibles; ya sea por su proximidad al puerto, o por estar bajo la influencia de vientos procedentes de las zonas de operaciones portuarias.

- *Sensibilidad:* La sensibilidad puede entenderse como una medida de los costes o perjuicios que posibles eventos contaminantes acarrearían para las actividades y usos del terreno próximos situados en el entorno del puerto.

Atendiendo a los criterios citados, se propone clasificar la vulnerabilidad del entorno en tres niveles o categorías según los criterios expuestos en la *tabla 5.3*.

d) Eficiencia ambiental de la operativa

El modelo de operación, y los equipos utilizados, condicionan de modo directo la probabilidad de que se produzcan derrames, vertidos o emisiones de magnitud significativa. En este sentido, cuando la mercancía es manipulada mediante sistemas discontinuos en la intemperie, resulta más probable generar emisiones significativas que cuando la mercancía es manipulada en sistemas continuos y herméticos.

VULNERABILIDAD DEL ENTORNO		
NIVEL DE VULNERABILIDAD	**DISTANCIA DE LA ZONA DE OPERACIONES A ZONAS SENSIBLES**	**FRECUENCIA CON LA QUE EL VIENTO SOPLA EN DIRECCIÓN A ZONAS SENSIBLES**
ALTA	MENOS DE 500 metros	CON CUALQUIER FRECUENCIA
MEDIA	MÁS DE 500 metros y MENOS DE 3000 metros	CON FRECUENCIA SUPERIOR O IGUAL AL 30%
BAJA		CON FRECUENCIA INFERIOR AL 30%
	MÁS DE 3000 metros	CON CUALQUIER FRECUENCIA

CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD	
ZONAS SENSIBLES	**SE ENTENDERÁ POR ZONA SENSIBLE CUALQUIERA DE LAS SIGUIENTES.** ■ NÚCLEOS DE POBLACIÓN ■ ZONAS DEL PUERTO DONDE SE DESARROLLEN ACTIVIDADES COMERCIALES O PRODUCTIVAS QUE PUEDAN VERSE AFECTADAS POR DEPÓSITOS DE POLVO O VERTIDOS, COMO SON: ◆ *PUERTOS DEPORTIVOS* ◆ *CAMPAS DE ALMACENAMIENTO DE VEHÍCULOS SIN MATRÍCULA* ◆ *ESTACIONES DE PASAJEROS. TANTO CRUCEROS COMO LÍNEAS REGULARES* ◆ *ZONA DE OPERACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE MERCANCÍAS QUE PUEDEN VERSE AFECTADAS POR EFECTOS DE CONTAMINACIÓN CRUZADA.*
DISTANCIA	■ PARA LA ESTIMACIÓN DE LA DISTANCIA ENTRE ZONA DE OPERACIONES PORTUARIAS Y ZONAS SENSIBLES SE SELECCIONARÁ EL PUNTO DE MANIPULACIÓN DE MERCANCÍAS MÁS CERCANO A POSIBLES PUNTOS SENSIBLES.
FRECUENCIA Y DIRECCIÓN DEL VIENTO	■ SE ESTIMARÁ A PARTIR DE DATOS INSTRUMENTALES O PROCEDENTES DE MODELOS NUMÉRICOS QUE SEAN REPRESENTATIVOS DE LA ZONA DE ESTUDIO.
ZONAS CON DIFERENTE VULNERABILIDAD	■ CUANDO SE HAYAN IDENTIFICADO VARIAS ZONAS VULNERABLES, LA VULNERABILIDAD DEL ENTORNO SERA EL DE LA ZONA CON MAYOR NIVEL DE VULNERABILIDAD.

5.3 Clasificación de la vulnerabilidad del entorno.

Por ello, resulta oportuno asociar a cada operación un índice que mida, en términos relativos, su eficiencia ambiental en relación a un sistema óptimo, en el cual la mercancía es manipulada de modo continuo, mediante sistemas herméticos dotados de medidas de prevención y atenuación en transferencias.

No obstante, a la hora de asignar un índice que mida la eficiencia ambiental de una operación, es necesario tener en cuenta que el desempeño ambiental no depende sólo de los equipos, sino que también depende del modo en que se manipulan, de la calidad del mantenimiento realizado y del tipo de medidas técnicas de prevención y control que se hayan adoptado. Por tanto, para una misma operación será posible asignar valores crecientes de eficiencia ambiental que tengan en cuenta la incorporación progresiva de mejoras operativas y técnicas.

Seguidamente se analiza con detalle esta idea con el fin de asignar a cada operación un índice de eficiencia ambiental que tipifique su desempeño en función de las características intrínsecas de los medios técnicos utilizados, y de las medidas aplicadas para conseguir mejorar el desempeño ambiental de las operaciones.

d.1) Tipos de medidas y secuencia recomendable de aplicación.

Para que la aplicación de medidas de prevención y control de la contaminación sea eficaz, es necesario aplicar dichas medidas de un modo secuencial que permita obtener la máxima eficiencia ambiental. Así, por ejemplo, no resulta optimo instalar sistemas de aspiración en trasferencias entre cintas que no disponen de sistemas adecuados de control de descenso o de un adecuado carenado; de modo análogo, no resulta eficaz instalar sistemas de lavado de ruedas en camiones, si no se han aplicado, previamente, medidas de mejora de la ordenación de la actividad y limpieza de las aéreas de trabajo.

En este documento se han clasificado las medidas de mejora de la operativa en cinco categorías que se propone aplicar según la secuencia que se desarrolla a continuación:

- *Buenas prácticas operativas*.

  Son medidas que no afectan a los equipos utilizados, sino al modo en que se manipulan y al modo en que se organiza la actividad. Para que resulten eficaces, las buenas prácticas han de quedar documentadas, indicando:

  - *Como hacer*: Especificando *Que* se hace, *Como* se hace, *Quien* lo hace, *Cuando* lo hace y *Donde* se hace.
  - *Hacer conocer*: Especificando como se garantiza que los responsables de implantarla conocen su obligación y el modo de ejecutar las buenas prácticas operativas.
  - *Verificar que se hace*: Especificando quien y como verifica el correcto desarrollo del las operaciones.

  Con carácter general, las buenas prácticas operativas tendrán por objetivo limitar emisiones y derrames mediante una organización del área de trabajo y un esquema de manipulación destinado a:

  - *Limitar las alturas* de caída de la mercancía.
  - *No sobrecargar equipos*, manteniéndolos en un nivel de carga adecuado.
  - *Limitar cambios bruscos* de dirección y velocidad.
  - *Mantener el orden y limpieza* de viales y zonas de trabajo durante la operación.
  - *Señalizar claramente los flujos* de movimiento de los equipos.

- *Buenas prácticas de mantenimiento*.

  Tienen por objeto evitar que el funcionamiento o estado inadecuado de los equipos sea el origen de emisiones y derrames de mercancía durante la operativa.

  Al igual que las buenas prácticas operativas, las buenas prácticas de mantenimiento deben quedar documentadas en forma de programas de mantenimiento que determinen claramente el alcance y metodología de las acciones de mantenimiento.

  Con carácter general, las buenas prácticas de mantenimiento implican prestar una especial atención a:

  - Estado de cierres y ajustes en trampillas, tajaderas, encauzadores, etc
  - Estado de sistemas de apantallamiento o carenado.
  - Estado de equipos de control de emisiones como son sistemas de aspersión, inyectores nebulizadores o equipos de aspiración.
  - Sistemas de control de flujo de mercancía y de monitorización de equipos.
  - Verificación previa a la operativa de los sistemas mencionados.

- *Medidas técnicas preventivas.*

Las medidas técnicas preventivas hacen referencia a los equipos de trabajo, así como a los equipamientos adicionales que tienen por objetivo *evitar o prevenir emisiones o derrames de mercancía.*

La *tabla 5.4* presenta un listado de algunas de las principales medidas preventivas básicas propuestas en este documento. Con el fin de optimizar la eficiencia de cada una de las medidas, la tabla propone, así mismo, una secuencia recomendable de implantación, donde se comienza por medidas dirigidas a controlar los derrames generados en la manipulación, así como la posterior dispersión por rodadura de mercancía derramada.

MEDIDAS TECNICAS PREVENTIVAS	
OBJETIVO DE LA MEDIDA	**MEDIDAS**
■ *Evitar derrames en operación normal de la maquinaria.*	■ *Optimizar cucharas.* ■ *Cazos de alto volteo.* ■ *Optimizar tolvas.* ■ *Rampas atrapa derrames.*
■ *Evitar dispersión y resuspensión por tráfico rodado.*	■ *Barreras y muros móviles.* ■ *Toldado de camiones.*
■ *Evitar derrames por sobrecargas.*	■ *Pesado a bordo en camiones o palas.* ■ *Sensores de carga en cintas.*
■ *Detectar atascos o fallos de los equipos*	■ *Sensores de elevación y atascos en mangas y tolvas telescópicas.* ■ *Sensores de centrado en cintas.*
■ *Optimizar descensos y trasferencias para reducir emisiones, evitando la mezcla de aire y mercancía.*	■ *Toboganes.* ■ *Cono concentrador.* ■ *Mangas y tovas telescópicas.* ■ *Optimizar cintas.*
■ *Apantallar la acción del viento sobre equipos de manipulación.*	■ *Carenado y apantallamiento de equipos: pantallas en tolvas, carenado de cintas, carenado de trasferencias, etc*
■ *Apantallar la acción del viento en intemperie*	■ *Pantallas cortavientos y atrapa polvo en zonas de operación y acopios.*
■ *Incrementar la cohesión de la mercancía para prevenir formación de polvo*	■ *Aspersión y pulverización de agua en acopios.* ■ *Sellado de acopios.* ■ *Pulverización de agua en zonas de operación.*

Tabla 5.4. Medidas preventivas básicas y secuencia recomendable de implantación.

- *Medidas técnicas atenuantes y complementarias*

Las medidas preventivas no siempre consiguen un total control de las emisiones, por ello puede ser necesario recurrir a medidas adicionales, tales como las presentadas en la *tabla 5.5* que permiten realizar un control adicional de emisiones y derrames.

Por sus características, para que el rendimiento de estas medidas sea adecuado es necesario haber aplicado previamente algunas de las medidas preventivas expuestas. Así, por ejemplo, los sistemas de captura de polvo mediante turbinas en acopios, o zonas de operación, son mucho más efectivos si se han implantado pantallas cortavientos.

MEDIDAS TECNICAS ATENUANTES y COMPLEMENTARIAS	
OBJETIVO DE LA MEDIDA	**MEDIDAS**
■ *Evitar emisiones en descensos controlando la velocidad de caída y la mezcla de aire y mercancía.*	■ Tolvas telescópicas de cascada
■ *Capturar el polvo en suspensión.*	■ Captación de polvo por aspiración. ■ Captación y precipitación del polvo por atomización de agua mediante inyectores o turbinas.
■ *Evitar dispersión y resuspensión por tráfico rodado fuera de la zona de operación.*	■ Sistemas lavarruedas

Tabla 5.5. Principales medidas atenuantes propuestas.

■ *Regulación operativa por viento*

La regulación operativa por viento consiste en *condicionar el desarrollo de la operativa a la dirección e intensidad del viento, llegando a suspender temporalmente los trabajos cuando el viento sople de modo intenso y persistente en la dirección de zonas vulnerables.*

La regulación operativa por viento implica, así mismo, condicionar el nivel de aplicación de medidas a la intensidad y dirección del viento. Por ejemplo, es frecuente activar sistemas de aspersión, o extremar el rigor en la manipulación de cucharas, cuando el viento sopla hacia zonas vulnerables, antes de que se den intensidades de viento que hagan recomendable parar la operativa.

A diferencia de las medidas expuestas anteriormente, la regulación operativa por viento no mejora, por si misma, la eficiencia ambiental de la operativa, sino que actúa reduciendo la accesibilidad del medio, al controlar la operativa cuando resulta más probable que el polvo pueda alcanzar zonas sensibles.

Por tanto, *las velocidades de viento a las que será necesario parar la operativa, serán tanto menores cuanto más ineficiente sea la operativa desde el punto de vista ambiental*. Ello implica una reducción de las ventanas de tiempo de operación disponible, y por tanto, una reducción del rendimiento de la operativa y de su rentabilidad económica.

Por ello, aunque la regulación operativa por viento, no requiera necesariamente la aplicación de medidas técnicas previas, en esta guía se recomienda su aplicación una vez que se hayan aplicado las medidas preventivas y atenuantes recomendables para cada tipo de operación.

d.2) Nivel de aplicación de medidas

A partir de las ideas planteadas, en este documento, se propone estructurar las posibles acciones de mejora de una operación en cuatro niveles o pasos, de modo que en cada nivel de mejora se incorporan, de manera secuencial, medidas destinadas a prevenir y atenuar los posibles efectos ambientales de la operativa. Dichos niveles o secuencias de mejora quedan representados en la *tabla 5.6*.

NIVELES DE APLICACIÓN DE MEDIDAS		
NIV_1	**BUENAS PRÁCTICAS OPERATIVAS** ■ *Elaboración de protocolos operativos documentados que recojan buenas prácticas ambientales* **+ BUENAS PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO** ■ *Elaboración de planes de mantenimiento que cubran aquellas partes de los equipos cuyo mal estado o mal funcionamiento pueda generar problemas ambientales.*	NIVEL DE EFICIENCIA AMBIENTAL CRECIENTE
NIV_2	**NIV_1 + MEDIDAS TÉCNICAS PREVENTIVAS** ■ *Implantar las medidas preventivas recomendadas para cada tipo de operación.*	
NIV_3	**NIV_2 + MEDIDAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS** ■ *Implantar conjuntos de medidas preventivas complementarias o atenuantes recomendadas para cada tipo de operación.*	
NIV_4	**NIV_3 + REGULACIÓN OPERATIVA POR VIENTO** ■ *En operativas en las que la mercancía es manipulada expuesta a la acción del viento, parar la operativa cuando el viento sople hacia zonas sensibles con intensidades que superen un cierto umbral de seguridad.*	

Tabla 5.6. Niveles de aplicación de medidas.

Las medidas específicas recomendables para cada equipo se introducen en *las fichas de buenas prácticas en movimiento y almacenamiento de mercancía* que se desarrollan al final de esta sección. Las recomendaciones establecidas en dichas fichas se estructuran en los cuatro niveles de aplicación de medidas introducidos en la tabla anterior.

d.3) Índice de eficiencia ambiental relativa de las operaciones.

A partir de las ideas planteadas, es posible asociar a cada operación un índice que mida su eficiencia ambiental en relación a un sistema considerado optimo, en el cual la mercancía es manipulada de modo continuo, mediante sistemas herméticos dotados de medidas de prevención y atenuación en transferencias.

El índice de eficiencia ambiental de una operación dependerá, por tanto, de las características intrínsecas del esquema de operación, del tipo de mercancía manipulada, y del nivel de aplicación de medidas que se haya implantado. El índice de eficiencia ambiental adopta los valores mostrados en la *tabla 5.7.*

RANGO DE VALORES DEL ÍNDICE DE EFICIENCIA AMBIENTAL RELATIVA						
ÍNDICE	0 - NO RECOMENDABLE	1	2	3	4	5
EFICIENCIA	NO RECOMENDABLE	MUY BAJA	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA

Tabla 5.7. Rango de valores de índice de eficiencia ambiental

Seguidamente las tablas 5.8, 5.9, 5.10, 5.11 y 5.12 asignan un valor del índice *de eficiencia ambiental relativa* para las operaciones y sistemas de manipulación que mas frecuentemente se encuentran en las operaciones de carga y descarga de graneles en puertos. Al final de cada una de las tablas, se especifican los códigos de las fichas de buenas prácticas para cada uno de los equipos implicados.

ÍNDICE DE EFICIENCIA AMBIENTAL RELATIVA *DESCARGA DE BUQUES*															
NIVEL DE APLICACIÓNDE MEDIDAS	**OPERACIONES**														
	ACARREO DISCONTINUO									**MOVIMIENTO CONTINUO**					
	GRÚAS -> ACOPIO -> PALA			**GRÚAS -> TOLVA**			**GRÚAS PÓRTICO**			**DESCARGADOR NEUMÁTICO**			**DESCARGADOR MECÁNICO**		
TIPO DE MERCANCÍA	**PA**	**PM**	**PB**	**PA**	**PM**	**PB**	**PA**	**PM**	**PB**	**PA**	**PM**	**PB**	**PA**	**PM**	**PB**
NIV_1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	NA	1	1	2
NIV_2	0	1	1	1	2	3	1	2	3	3	4		3	4	5
NIV_3	1	2	3	3	4	5	3	4	5	5	5		5	5	
NIV_4	3	3	3	4	5		4	5							
FICHAS	BP_06, BP_08, BP_09			BP_06, BP_07			BP_03			BP_04			BP_05		
	NA -> NO APTO PARA EL TIPO DE MERCANCIA														

Tabla 5.8. Eficiencia ambiental en operaciones de carga de buques.

ÍNDICE DE EFICIENCIA AMBIENTAL RELATIVA *CARGA DE BUQUES*									
NIVEL DE APLICACIÓNDE MEDIDAS	**OPERACIONES**								
	ACARREO DISCONTINUO			**MOVIMIENTO CONTINUO**					
	PALA -> ACOPIO -> GRÚAS			**CINTA TRANSPORTADORA MÓVIL**			**PÓRTICO CARGADOR**		
TIPO DE MERCANCÍA	**PA**	**PM**	**PB**	**PA**	**PM**	**PB**	**PA**	**PM**	**PB**
NIV_1	0	0	0	0	0	0	0	1	2
NIV_2	0	1	1	1	2	4	1	3	4
NIV_3	1	2	2	4	5	5	5	5	5
NIV_4	3	3	3	5					
FICHAS	BP_06, BP_08, BP_09			BP_02			BP_01		

5.9. Eficiencia ambiental en operaciones de carga de buques.

ÍNDICE DE EFICIENCIA AMBIENTAL RELATIVA *TRANSPORTE HORIZONTAL*												
NIVEL DE APLICACIÓNDE MEDIDAS	**OPERACIONES**											
	ACARREO DISCONTINUO			**MOVIMIENTO CONTINUO**								
	CAMIÓN			**CINTA**			**CADENAS, CANGILONES, TORNILLOS**			**TUBERÍA NEUMÁTICA, DESLIZADORES AÉREOS**		
TIPO DE MERCANCÍA	**PA**	**PM**	**PB**	**PA**	**PM**	**PB**	**PA**	**PM**	**PB**	**PA**	**PM**	**PB**
NIV_1	0	0	1	1	2	2	1	2	2	1	2	NA
NIV_2	1	2	2	2	3	4	3	3	5	3	3	
NIV_3	3	4	4	5	5	5	5	5		5	5	
NIV_4	5	5	5									
FICHAS	BP_10			BP_12			BP_13, BP_14, PB_15			BP_16, BP_17		
	NA -> NO APTO PARA EL TIPO DE MERCANCIA											

5.10. Eficiencia ambiental en operaciones de trasporte horizontal.

ÍNDICE DE EFICIENCIA AMBIENTAL RELATIVA *ALMACENAMIENTO*												
NIVEL DE APLICACIÓNDE MEDIDAS	**OPERACIONES**											
	ALMACENAMIENTO A LA INTEMPERIE			**ALMACENAMIENTO CERRADO**								
	PARQUE DE GRANELES			**ALMACÉN HORIZONTAL**			**SILOS VERTICALES**			**DOMOS**		
TIPO DE MERCANCÍA	**PA**	**PM**	**PB**	**PA**	**PM**	**PB**	**PA**	**PM**	**PB**	**PA**	**PM**	**PB**
NIV_1	0	1	2	2	3	3	2	3	NA	2	3	3
NIV_2	2	3	3	2	4	4	3	4		3	4	4
NIV_3	3	4	4	4	5	5	5	5		5	5	5
NIV_4												
FICHAS	BP_21			BP_18			BP_19			BP_20		
	NA -> NO APTO PARA EL TIPO DE MERCANCIA											

Tabla 5.11. Eficiencia ambiental en almacenamiento.

ÍNDICE DE EFICIENCIA AMBIENTAL RELATIVA *ENTREGA/RECEPCIÓN*															
NIVEL DE APLICACIÓNDE MEDIDAS	**OPERACIONES**														
	ENTREGA									**RECEPCIÓN**					
	ACOPIO-> PALA-> CAMIÓN			**TOLVA-> CAMIÓN**			**CARGADOR DE CAMIÓN O VAGÓN**			**CAMIÓN -> ACOPIO -> PALA REMONTE**			**DESCARGADOR DE CAMIÓN O VAGÓN**		
TIPO DE MERCANCÍA	**PA**	**PM**	**PB**	**PA**	**PM**	**PB**	**PA**	**PM**	**PB**	**PA**	**PM**	**PB**	**PA**	**PM**	**PB**
NIV_1	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	1	1	2
NIV_2	0	1	2	1	2	3	3	4	5	0	1	2	3	4	5
NIV_3	1	2	3	3	4	5	5	5	5	1	3	3	5	5	5
NIV_4	3	3	4	4	5	5				3	3	4			
FICHAS	BP_06, BP_08, BP_09			BP_06, BP_07			BP_03			BP_04			BP_05		

Tabla 5.12. Eficiencia ambiental en operaciones de entrega/recepción.

Índice de eficiencia ambiental en mercancías manipuladas con acopios a la intemperie

Es necesario indicar que, en operaciones que implican acopios temporales a la intemperie, para alcanzar los máximos niveles de eficiencia ambiental asignados a este tipo de operaciones, las fichas de buenas prácticas aconsejan aplicar medidas preventivas y atenuantes que implican la pulverización y atomización de agua sobre la zona de operaciones.

Por ello, los máximos niveles de eficiencia ambiental, en este tipo de operativas, solo pueden lograrse si las mercancía admiten ser humedecidas. Esto, en principio, no debería ser un problema, pues en la actualidad existen sistemas de pulverización y atomización cuyos aportes de agua a la mercancía son inferiores a los que se introducen por efectos naturales como el rocío, la niebla o la lluvia.

Para más información sobre este aspecto se sugiere consultar las fichas sobre prevención de polvo por pulverización y supresión de polvo por atomización desarrolladas en el próximo capítulo.

5.2.2. EFICIENCIA AMBIENTAL RECOMENDADA.

Como se ha indicado, la manipulación de graneles sólidos en puertos conlleva un cierto nivel de riesgo ambiental que puede expresase, de modo simplificado, como una función de la sensibilidad del entorno, de la intensidad de la actividad, del tipo de mercancía y de la eficiencia ambiental de las operaciones.

El riesgo ambiental de la actividad crece al aumentar la frecuencia de la actividad, al aumentar las pulverulencia de la mercancía y al aumentar la sensibilidad del entorno. Sin embargo, dicho riesgo decrece cuando se aumenta la eficiencia ambiental relativa de los esquemas de explotación.

Por tanto, la eficiencia ambiental exigida a los sistemas de explotación deber incrementarse al aumentar la intensidad de la actividad o al aumentar la sensibilidad del entorno. Dicha eficiencia ambiental, por el contrario podrá relajarse en entornos poco sensibles o en operaciones de baja intensidad.

La tabla *5.13* estructura y cuantifica las ideas anteriores, proponiendo niveles de eficiencia ambiental en función de la intensidad de la actividad y de la sensibilidad del entorno. La influencia del tipo de mercancía queda recogida implícitamente en la eficiencia ambiental asignada a cada tipo de operación y en los criterios de asignación de nivel de actividad.

En función de las características del entorno y en función de la intensidad de la actividad, la *tabla 5.13* permite identificar las operaciones y equipos más recomendables, así como el nivel de aplicación de medidas que es puede ser aconsejable implantar en dichos equipos para alcanzar eficiencias ambientales adecuadas.

ÍNDICE DE EFICIENCIA AMBIENTAL RECOMENDABLE			
VULNERABILIDAD DEL ENTORNO	**INTENSIDAD DE LA ACTIVIDAD**		
	ALTA	**MEDIA**	**BAJA**
ALTA	5	5	3
MEDIA	4	4	2
BAJA	3	2	1

Tabla 5.13. Eficiencia ambiental según la intensidad de la actividad y vulnerabilidad del entorno

5.2.3. SECUENCIA DE APLICACIÓN.

Con base en las ideas introducidas anteriormente, se propone la siguiente secuencia de pasos, representada esquemáticamente en el *grafico 5.1*, destinada a apoyar el desarrollo de estrategias de mejora progresiva del desempeño ambiental de las operaciones con graneles sólidos.

1) ***Caracterizar la operativa:***

- *Identificar las mercancías movidas* y agruparlas por tipos según *tabla 5.1*.
- *Identificar el flujo seguido* por la mercancía (utilizar *capítulo 4*).
- *Identificar los equipos utilizados* en cada fase de la operación (utilizar *capítulo4*).

2) ***Caracterizar los impactos ambientales y sus causas.***

- *Identificar las actividades* y zonas afectadas por la actividad.
- Caracterizar los principales problemas ambientales (utilizar *capítulo 3*).
- *Analizar las causas* de los impactos ambientales (siguiendo *capítulos 3 y 4*).
- *Establecer prioridades* identificando los tipos de mercancía, las fases de la operación y equipos que requieren de una actuación más urgente.

3) ***Caracterizar el Nivel de Actividad.***

- *Estimara los días de actividad* asociados a cada una de las fases de operación y a cada tipo de mercancía. El número de días asociado a un tipo de mercancía es la suma de los días de actividad para todas las mercancías de un mismo tipo.
- *Estimar los Nivel de Actividad* a partir de la *tabla 5.2*

4) ***Caracterizar la vulnerabilidad del entorno.***

- *Estimar las distancias* de las zonas de actividad a zonas sensibles.
- *Caracterizar el viento*, definiendo el régimen estadístico de intensidades y direcciones.
- *Estimar el nivel de vulnerabilidad* según la *tabla 5.3*. Los niveles de vulnerabilidad pueden ser distintos para diferentes fases de la actividad.

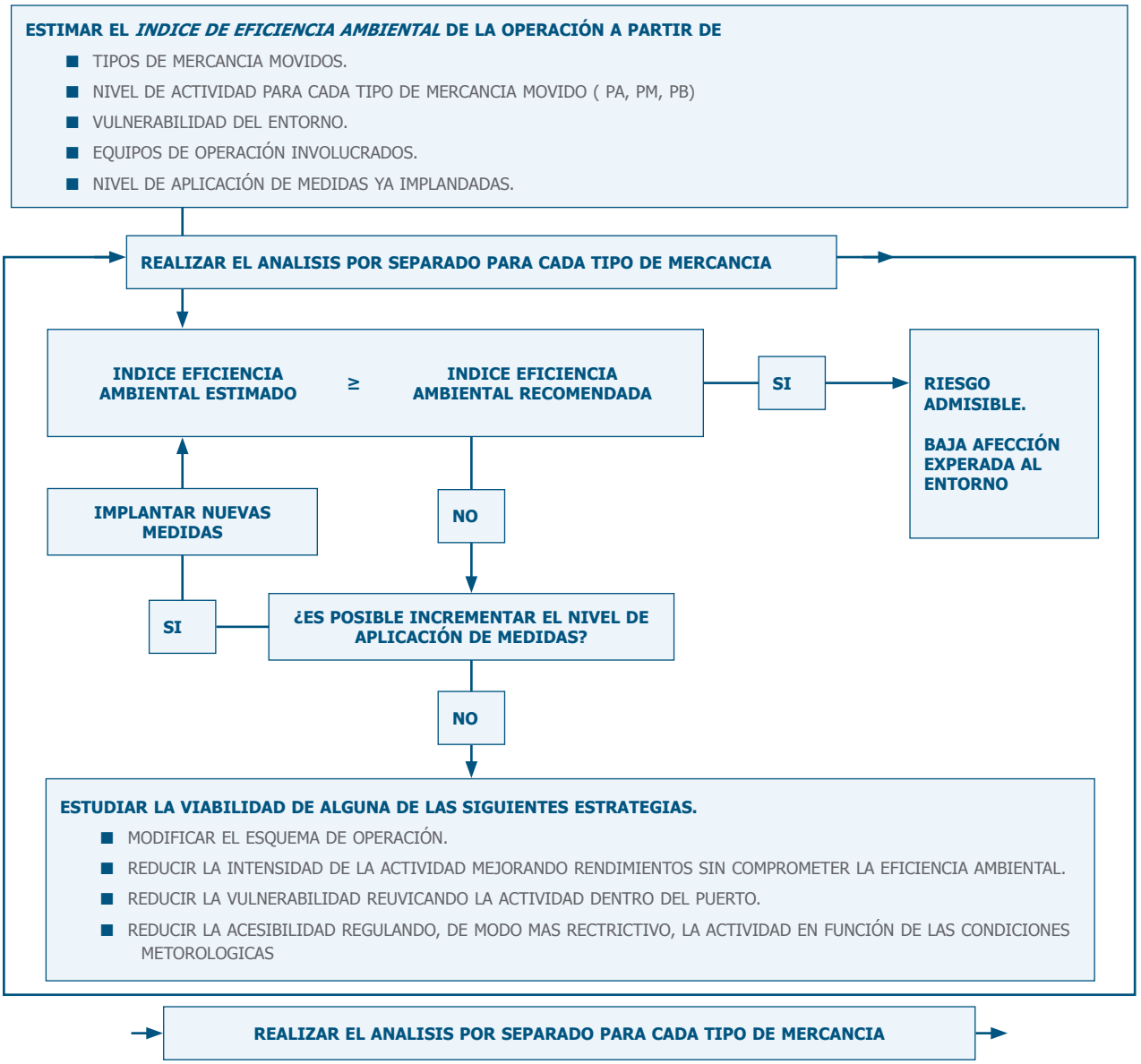


Grafico 5.1 Esquema de aplicación de buenas prácticas en la manipulación y almacenamientos.

5) ***Identificar si el riego ambiental es admisible.***

- *Determinar el Índice de Eficiencia Ambiental Recomendado* según la tabla 5.13.
- *Estimar el nivel de aplicación de medidas* de le la operación a partir de las fichas de buenas prácticas.
- *Estimar el Índice de Eficiencia Ambiental de la Operación* a partir de las tablas 5.8 a 5.12.
- *Valorar se el riesgo ambiental está controlado.* Se considera que el riesgo asociado al tipo de mercancía y fase de operación, es admisible si el Índice de Eficiencia de la Operación es igual o mayor que el Índice de Eficiencia Ambiental Recomendado.

6) ***Si el riesgo no es admisible incrementar el nivel de aplicación de medidas.***

- *Identificar el nivel de aplicación de medidas optimo* para cada equipo implicado en la operación a través de las fichas de buenas prácticas.
- *Priorizar las medidas.* Dentro de un equipo u operación identificar las causas más importantes de generación de aspectos ambientales, e implantar con prioridad aquellas medidas que permiten controlarlos.
- *Realizar una implantación secuencial*. Es recomendable implantar las medidas siguiendo los criterios introducidos en la *subsección d.1* (tipos de medidas y secuencia optima de aplicación) y, en general, no implantar medidas de niveles superiores sin haber implantado y verificado la correcta implantación de medidas de niveles previos. De todos modos, para alcanzar un cierto nivel de aplicación de medidas no es necesario que estén implantadas todas las medidas propuestas en dicho nivel, pero si será conveniente que se hayan implantado las medidas que permiten controlar los problemas más significativos identificados.

7) ***Si no es posible alcanzar el Índice de Eficiencia Ambiental Recomendado* mediante la aplicación de nuevas medidas, y se pusieran de manifiesto afecciones significativas para el entorno social, económico o ambiental, entonces puede ser aconsejable estudiar la viabilidad de alguna de las siguientes estrategias.**

- *Modificar el esquema de operación*: Utilizando esquemas de operación que puedan alcanzar mayores niveles de eficiencia ambiental. Por ejemplo, analizando la viabilidad de modificar operaciones de descarga de buques con acopios en primera línea a operaciones de descarga con tolva, o con descargador continuo móvil.
- *Reducir la intensidad de la actividad*: mejorando el rendimiento de las operaciones sin comprometer la eficiencia ambiental.
- *Reducir la vulnerabilidad:* Reubicando las actividades con menos eficiencia ambiental para alejarlas de zonas sensibles.
- *Reducir la accesibilidad:* reducir la accesibilidad de las emisiones a las zonas sensibles introduciendo esquemas restrictivos de regulación por viento, en los que podría ser necesario tener en cuenta, además, otros factores atmosféricos ligados a la capacidad dispersiva de la atmosfera, como son el nivel de estratificación o el nivel de turbulencia. En todo caso la introducción de condiciones atmosféricas de operación más restrictivas tiene la contrapartida de reducir el rendimiento del espacio portuario y reducir la rentabilidad de la operativa.

5.2.4. FICHAS DE BUENAS PRÁCTICAS EN MOVIMIENTO Y ALMACENAMIENTO DE MERCANCÍA

En esta sección se presentan recomendaciones de buenas prácticas y mejores técnicas para los esquemas de operación más frecuentemente utilizados en los puertos. Las recomendaciones se presentan en fichas estructuradas en los niveles de aplicación de medidas desarrollados previamente.

Las recomendaciones cubren las siguientes operaciones:

FICHA	OPERACIÓN	PÁGINA
BP_01	*Carga con pórtico cargador continuo.*	*189*
BP_02	*Carga con cinta trasportadora móvil.*	*190*
BP_03	*Descarga con grúa pórtico.*	*191*
BP_04	*Descarga con descargador continuo neumático.*	*192*
BP_05	*Descarga con descargador continuo mecánico.*	*193*
BP_06	*Carga/descarga con grúa y cuchara.*	*194*
BP_07	*Descarga con tolva.*	*196*
BP_08	*Formación de acopio en primera línea de muelle.*	*198*
BP_09	*Levante o remonte con pala cargadora.*	*200*
BP_10	*Trasporte con camión.*	*202*
BP_11	*Trasporte por ferrocarril.*	*204*
BP_12	*Cinta trasportadora.*	*206*
BP_13	*Trasportador de cadenas.*	*208*
BP_14	*Elevador de cangilones*	*209*
BP_15	*Trasportador de tornillo sin fin.*	*210*
BP_16	*Trasportador neumático.*	*211*
BP_17	*Trasportador de lecho fluido.*	*212*
BP_18	*Almacenamiento en almacén horizontal.*	*213*
BP_19	*Almacenamiento en silo vertical.*	*215*
BP_20	*Almacenamiento en domo.*	*216*
BP_21	*Almacenamiento en parque de graneles.*	*217*
BP_22	*Recepción en descargadero de camiones o vagones.*	*220*
BP_23	*Entrega en cargadero de camiones o vagones.*	*221*

FICHA BP_01 CARGA CON PÓRTICO CARGADOR CONTINUO	
NIV_1	**> BUENAS PRÁCTICAS OPERATIVAS** ■ *Adaptar* el flujo de carga al tipo de mercancía, no sobrecargando los trasportadores del cargador. ■ *Acercar al máximo* el cabezal a la cima del material en el interior de la bodega. ■ *Evitar atascos*, previniendo el contacto directo del cabezal con la cima de la parva. ■ *Evitar derrames* al exterior de la bodega en maniobras de aproximación y retirada. ■ Seguir el flujo de mercancía verificando que no se superan niveles que puedan dar lugar a derrames o atascos. ■ *Seguir el nivel* de carga del pórtico con el fin de identificar posibles atascos. ■ *Verificar,* durante la operativa, el correcto funcionamiento de los sistemas de filtrado o nebulización de agua. **+ BUENAS PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO** ■ *Mantener*: Mantenimiento preventivo marcado por el fabricante, con especial atención a: ◆ *Sistemas de elevación y control de altura de mangas o tubos de descarga.* ◆ *Grado de hermeticidad de las mangas de descarga.* ◆ *Correcto estado de sistemas de filtrado de aire o nebulización de agua.* ◆ *Medidas preventivas de emisiones en transferencias.* ◆ *Medidas preventivas de emisiones en cintas.* ■ *Limpiar*: Limpieza de equipos y muelles tras finalizar la operativa, realizando la limpieza de las mangas de descarga sobre big-bag para evitar derrames. ■ *Verificar*: Verificar antes de la operación el funcionamiento de sistemas ligados a la prevención o atenuación de emisiones, como son los sistemas de: ◆ *Aspiración o nebulización.* ◆ *Control de altura y elevación de la manga de descarga.* ◆ *Control de centrado de cintas y evaluación del nivel de flujo o carga.*
NIV_2	**+ MEDIDAS TÉCNICAS PREVENTIVAS** ■ **En cintas de aporte:** ◆ *Carenado. De cintas y transferencias* ◆ *Optimización de cintas: Minimizar velocidad de impacto en transferencias, utilizar sistemas de limpieza óptimos, sistemas de control de centrado, encauzadores adecuados y monitorización del flujo de mercancía.* ■ **En descenso de la mercancía:** ◆ *Tolva telescópica: Realizar descenso mediante tolva telescópica con:* ▪ *Carenado: Transferencia de sistema de acarreo a sistema de descenso completamente carenada para evitar mezcla de aire y mercancía* ▪ *Elevación automática: Elevación automática con control de altura* ▪ *Prevención de atascos: Mediante sensor de aviso de proximidad de la boca de la tolva telescópica al acopio, y mediante detector de atascos en tolva telescópica.* ■ **En brazo descargador:** ◆ *Prevención de atascos. Mediante sensores de nivel de carga del brazo descargador, para evitar atascos.*
NIV_3	**+ MEDIDAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS** ■ **En cintas de aporte** (*Aplicar una opción*): ◆ *Aspiración: En transferencia entre cintas y de cinta a sistema de descenso.* ◆ *Nebulización: Niebla seca aplicada en trasferencias entre cintas y de cinta a sistema de descenso* ■ **En descenso de la mercancía** *(Aplicar una opción):* ◆ *Aspiración: Tolva telescópica con aspiración forzada en punto de descarga.* ◆ *Nebulización: Niebla seca aplicada en salida de tolva telescópica o directamente en bodega* ◆ *Cascada: Tolva telescópica de cascada* ◆ *Escotilla: En mercancías fluentes, carga con escotilla cerrada mediante tomas de carga propia del buque, u orificios temporales practicados en la escotilla. En estos caso el aire procedente del venteo de la bodega deberá ser filtrado mediante equipos de aspiración móviles.*
NIV_4	**+ REGULACIÓN OPERATIVA POR VIENTO** ■ *Ritmo de las operaciones*: Regular el ritmo de las operaciones y rigor con el que se manipula la mercancía en función de la pulverulencia de la mercancía, y de la velocidad y dirección del viento. ■ *Parada operativa*: Establecer parada operativa en casos de rachas de viento prolongadas de intensidad y dirección desfavorable cuando las medidas operativas y técnicas aplicadas sean insuficientes para controlar las emisiones.

FICHA BP_02 CARGA CON CINTA TRASPORTADORA MOVIL	
NIV_1	**> BUENAS PRÁCTICAS OPERATIVAS** ■ *Adaptar* flujo de carga al tipo de mercancía, no sobrecargando la cinta. ■ *Alimentación directa* de la cinta desde camión, evitando acopios en muelle y posterior carga de la cinta mediante pala. ■ *Controlar flujo de descarga* de la caja del camión sobre el alimentador. ■ *Verificar*, durante la operativa, del correcto estado de funcionamiento de sistemas de filtrado de aire o nebulización de agua. **+ BUENAS PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO** ■ *Mantener*: Mantenimiento preventivo marcado por el fabricante, con especial atención a: ◆ *Sistemas de elevación y control de altura de mangas o tubos de descarga.* ◆ *Grado de hermeticidad de las mangas de descarga.* ◆ *Correcto estado de sistemas de filtrado de aire o nebulización de agua.* ◆ *Medidas preventivas de emisiones en transferencias.* ◆ *Medidas preventivas de emisiones en cintas.* ■ *Limpiar*: Limpieza de equipos y muelles tras finalizar la operativa, realizando la limpieza de las mangas de descarga sobre big-bag para evitar derrames. ■ *Verificar*: Verificar antes de la operación el funcionamiento de sistemas ligados a la prevención o atenuación de emisiones, como son los sistemas de: ◆ *Aspiración o nebulización.* ◆ *Control de altura y elevación de la manga de descarga.* ◆ *Control de centrado de cintas y evaluación del nivel de flujo o carga.*
NIV_2	**+ MEDIDAS TÉCNICAS PREVENTIVAS** ■ **En alimentador de la cinta:** ◆ *Apantallamiento. Tolva alimentadora apantallada con cortinas capaz de proteger el punto de descarga del camión.* ■ **En cinta elevadora:** ◆ *Carenado. Capotado, al menos, de la parte superior de la cinta* ◆ *Optimización de cintas: Minimizar velocidad de impacto en transferencias, utilizar sistemas de limpieza óptimos, sistemas de control de centrado, encauzadores adecuados y monitorización del flujo de mercancía.* ■ **En descenso de la mercancía:** ◆ *Tolva telescópica, manga o tobogán: Realizar descenso con alguno de los medios citados, nunca en caída libre, aplicando al sistema las siguientes medidas adicionales:* ▪ *Carenado: Transferencia de cinta a sistema de descenso completamente carenada para evitar mezcla de aire y mercancía* ▪ *Elevación automática: Elevación automática con control de altura* ▪ *Prevención de atascos: Mediante sensor de aviso de proximidad de la boca de la tolva telescópica al acopio, y mediante detector de atascos en tolva telescópica.*
NIV_3	**+ MEDIDAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS** ■ **En alimentador** *(Aplicar una opción):* ◆ *Aspiración: Aplicada en el recinto apantallado sobre la tolva alimentadora* ◆ *Nebulización: Niebla seca aplicada en el recinto apantallado sobre la tolva alimentadora* ■ **En descenso de la mercancía** *(Aplicar una opción):* ◆ *Aspiración: Tolva telescópica con aspiración forzada en punto de descarga.* ◆ *Nebulización: Niebla seca aplicada en salida de tolva telescópica o directamente en bodega.* ◆ *Cascada: Tolva telescópica de cascada.* ◆ *Escotilla: En mercancías fluentes, carga con escotilla cerrada mediante tomas de carga propia del buque, u orificios temporales practicados en la escotilla, filtrando el aire de venteo de la bodega.*
NIV_4	**+ REGULACIÓN OPERATIVA POR VIENTO** ■ *Ritmo de las operaciones*: Regular el ritmo de las operaciones y rigor con el que se manipula la mercancía en función de la pulverulencia de la mercancía, y de la velocidad y dirección del viento. ■ *Parada operativa*: Establecer parada operativa en casos de rachas de viento prolongadas de intensidad y dirección desfavorable cuando las medidas operativas y técnicas aplicadas sean insuficientes para controlar las emisiones ■ *Señalización luminosa*. Utilizar semáforos u otro sistema, para informar al operador del nivel de operación del muelle en función del viento

FICHA BP_03: DESCARGA CON GRÚA PORTICO	
NIV_1	**> BUENAS PRÁCTICAS OPERATIVAS** ■ *Cierre completo* de la cuchara antes de salir de la bodega. ■ *Esperar reboses* de la cuchara dentro de la bodega. ■ *Entrada completa* de la cuchara en la tolva antes de abrir la cuchara. ■ *Minimizar la altura* de caída de la mercancía en la tolva. ■ *Abrir progresivamente* la cuchara con mercancía pulverulenta o con viento intenso. ■ *Mantener la tolva casi llena*, entre un 70% y un 80% de su capacidad. ■ *Palmear la cuchara* sobre la tolva antes de retornar, en mercancía adherentes. ■ *Seguimiento* constante del flujo de carga y de la velocidad de la cinta. ■ *No golpear* la cuchara contra la estructura del pórtico o el buque. ■ *Verificar* durante la operativa el correcto estado de funcionamiento de los sistemas de nebulización de agua o filtrado de aire **+ BUENAS PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO** ■ *Mantener*: Mantenimiento preventivo marcado por el fabricante, con especial atención a: ◆ *Ajuste de la cuchara y corrección de descuadres.* ◆ *Correcto cierre de labios y reposición de valvas o soldadura de desajustes.* ◆ *Correcto apantallamiento entre tolva y cinta.* ◆ *Adecuada hermeticidad y ajuste de encauzadores y faldones en transferencia a cinta.* ◆ *Estado de sistemas de nebulización de agua o aspiración.* ◆ *Sistemas de control de flujo de tolva a cinta.* ■ *Limpiar*: Limpieza inmediata de equipos y muelles tras finalizar la operativa. ■ *Verificar*: Verificar antes de la operación el funcionamiento de sistemas ligados a la prevención o atenuación de emisiones, como son: ◆ *Sistemas de nebulización o aspiración.* ◆ *Sistemas de control de flujo.* ◆ *Estado de ajuste de encauzadores y faldones.*
NIV_2	**+ MEDIDAS TÉCNICAS PREVENTIVAS** ■ *Apantallar tolva*: Instalar pantallas cortavientos sobre la boca de la tolva. Preferiblemente pantallas porosas. ■ *Optimización de cucharas:* Utilizar cucharas adaptadas al tipo de mercancía. ■ *Carenar y optimizar transferencia:* Optimizar la trasferencia de tolva a cinta, para reducir la entrada de aire, evitar la salida de polvo y minimizar el efecto del impacto de la mercancía. ■ *Pantallas anti derrames:* Utilizar pantallas que eviten el derrame al mar de mercancía. Pueden adaptarse al propio pórtico, o bien, utilizar pantallas móviles a pie de cantil. ■ *Flex-Flpas:* En boca de la tolva. Esta medida está condicionada al tipo de mercancía y se puede optar por sistemas desmontables. ■ *Señalización luminosa*. Utilizar semáforos u otro sistema, para alertar al operador de sobrecargas en la tolva o atascos en sistemas de acarreo. ■ *Control de carga:* Utilizar sistemas que informen del nivel de llenado de la cuchara.
NIV_3	**+ MEDIDAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS** ■ **En tolva** *(Aplicar una opción)*: ◆ *Aspiración: Aplicada en la cavidad de la tolva. Requiere de un diseño especifico* ◆ *Nebulización: Niebla seca aplicada en el recinto apantallado sobre la tolva alimentadora para capturar el polvo generado.* ■ **En trasferencia a cinta** *(Aplicar una opción):* ◆ *Aspiración: Aspiración aplicada en encauzador de la cinta.* ◆ *Nebulización: Niebla seca aplicada en punto de descenso y en encauzador.* ◆ *Pulverización: Aplicar agua pulverizada con aditivos tensoactivos en el punto de vertido a cinta para prevenir emisiones.*
NIV_4	**+ REGULACIÓN OPERATIVA POR VIENTO** ■ *Ritmo de las operaciones*: Regular el ritmo de las operaciones y rigor con el que se manipula la mercancía en función de la pulverulencia de la mercancía, y de la velocidad y dirección del viento. ■ *Parada operativa*: Establecer parada operativa en casos de rachas de viento prolongadas de intensidad y dirección desfavorable cuando las medidas operativas y técnicas aplicadas sean insuficientes para controlar las emisiones. ■ *Señalización luminosa*. Utilizar semáforos u otro sistema, para informar al operador del nivel de operación del muelle en función del viento.

FICHA BP_04: DESCARGA CON DESCARGADOR CONTINUO NEUMÁTICO.	
NIV_1	**> BUENAS PRÁCTICAS OPERATIVAS** ■ *Evitar golpes*: No golpear el cabezal contra la estructura del barco. ■ *Cerrar las escotillas*: Cerrar las bodegas no utilizadas, cuando ello sea posible. ■ *Adaptar flujo a capacidad*. En transferencias de mercancía desde sistema neumático a sistemas de cintas adaptar el nivel de carga a las características del material para evitar sobrecargas y derrames. ■ *Verificar flujo de carga:* Realizar un seguimiento en continuo del flujo de mercancía en sistema neumáticos y otros trasportadores para evitar sobre cargas y atascos. ■ *Verificar caídas de presión:* Comprobar que las caídas de presión en los sistemas de filtrado están dentro de rangos admisibles. **+ BUENAS PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO** ■ *Mantener*: Mantenimiento preventivo marcado por el fabricante con especial atención a: ◆ *Estado de desgaste de tuberías y codos debidos a la abrasión del material.* ◆ *Grado de hermeticidad de puntos de transferencia a sistemas continuos.* ◆ *Estado de sistemas de aspiración y filtrado en transferencias.* ◆ *En sistemas con bombeo de mercancía, identificar fugas.* ■ *Limpiar*: Limpieza tras la operativa de la superficie de trabajo. ■ *Verificar*: Verificación, antes de la operativa, del correcto estado del sistema de filtros.
NIV_2	**+ MEDIDAS TÉCNICAS PREVENTIVAS** ■ **En descargador :** ◆ *Longitud adecuada de la manguera de succión que permita abarcar toda la bodega sin necesidad de utilizar medios adicionales para apurar la bodega.* ◆ *Filtrado adicional: Filtrar mediante filtro de mangas la corriente de aire de salida del sistema neumático, para evitar emisiones de partículas arrastradas por dicho sistema.* ■ **En trasferencia a cintas o cadenas:** ◆ *Carenar y optimizar transferencia: Optimizar la trasferencia al sistemas de cintas o cadenas para reducir la entrada de aire, evitar la salida de polvo y minimizar el efecto del impacto de la mercancía.* ■ **En trasferencia a camiones o vagones:** ◆ *Tolva telescópica o manga: Realizar descenso con alguno de los medios citados, nunca en caída libre, aplicando al sistema las siguientes medidas adicionales:* ▪ *Elevación automática: Elevación automática con control de altura* ▪ *Prevención de atascos: Mediante sensor de aviso de proximidad de la boca de la tolva telescópica al acopio, y mediante detector de atascos en tolva telescópica.*
NIV_3	**+ MEDIDAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS** ■ **En trasferencia a cintas o cadenas** *(Aplicar una opción)*: ◆ *Aspiración: Aplicada en trasferencia.* ◆ *Nebulización: Niebla seca aplicada en trasferencia.* ■ **En trasferencia camiones o vagones** *(Aplicar una opción)*: ◆ *Aspiración: Tolva telescópica con aspiración forzada en punto de descarga.* ◆ *Nebulización: Niebla seca aplicada en salida de tolva telescópica o directamente en caja de camión.* ◆ *Cascada: Tolva telescópica de cascada.*
NIV_4	**+ REGULACIÓN OPERATIVA POR VIENTO** ■ La correcta aplicación de las medidas propuestas, adaptadas a las propiedades de la mercancía, hacen al sistema operativo en todo tipo de situaciones.

FICHA BP_05: DESCARGA CON DESCARGADOR CONTINUO MECÁNICO.	
NIV_1	**> BUENAS PRÁCTICAS OPERATIVAS** ■ *Evitar golpes*: No golpear el cabezal contra la estructura del barco. ■ *Cerrar las escotillas*: Cerrar las bodegas no utilizadas, cuando ello sea posible. ■ *Mantener cabezal alimentado*. Mantener el cabezal cubierto en el proceso de descarga. En el apurado de la bodega acopiar mercancía hacia el cabezal mediante palas u otros medios. Una alimentación inadecuada generará polvo. ■ *Adaptar flujo a capacidad*. En transferencias de mercancía desde sistema neumático a sistemas de cintas adaptar el nivel de carga a las características del material para evitar sobrecargas y derrames. ■ *Verificar flujo de carga:* Realizar un seguimiento en continuo del flujo de mercancía del sistema para evitar sobre cargas y atascos. **+ BUENAS PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO** ■ *Mantener*: Mantenimiento preventivo marcado por el fabricante con especial atención a: ◆ *Estado de desgaste de tuberías y codos debidos a la abrasión del material.* ◆ *Estado del cabezal de descarga.* ◆ *Grado de hermeticidad en trasferencias.* ◆ *Estado de sistemas de aspiración o nebulización.* ■ *Limpiar*: Limpieza tras la operativa de la superficie de trabajo. ■ *Verificar*: Verificación, antes de la operativa, del correcto estado del sistema de aspiración y nebulización.
NIV_2	**+ MEDIDAS TÉCNICAS PREVENTIVAS** ■ **En descargador:** ◆ *Adaptación a la mercancía: Usar cabezales de descarga adecuados al tipo de material.* ▪ *Cadenas: mercancías fluyentes como agroalimentarios* ▪ *Tornillo: mercancías fluyentes como cemento, o terrones como ciertos áridos.* ▪ *Cangilones: mercancías densas que admitan degradación mecánica por impactos como carbones o minerales.* ◆ *Longitud adecuada. Utilizar un cabezal que permita apurar la mayor parte posible de la bodega, y permita minimizar el uso de medios adicionales en dicha fase.* ■ **En trasferencia a cintas o cadenas:** ◆ *Carenado: de trasferencias y cintas.* ◆ *Optimizar transferencia: Optimizar la trasferencia al sistemas de cintas o cadenas para reducir la entrada de aire, evitar la salida de polvo y minimizar el efecto del impacto de la mercancía.* ◆ *Optimización de cintas: En sistemas con cintas, minimizar velocidad de impacto en transferencias, utilizar sistemas de limpieza óptimos, sistemas de control de centrado, encauzadores adecuados y monitorización del flujo de mercancía.* ■ **En trasferencia a camiones o vagones:** ◆ *Tolva telescópica o manga: Realizar descenso con alguno de los medios citados, nunca en caída libre, aplicando al sistema las siguientes medidas adicionales:* ▪ *Elevación automática: Elevación automática con control de altura* ▪ *Prevención de atascos: Mediante sensor de aviso de proximidad de la boca de la tolva telescópica al acopio, y mediante detector de atascos en tolva telescópica.*
NIV_3	**+ MEDIDAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS** ■ **En trasferencia a cintas o cadenas** *(Aplicar una opción):* ◆ *Aspiración: Aplicada en trasferencia.* ◆ *Nebulización: Niebla seca aplicada en trasferencia.* ■ **En trasferencia a camiones o vagones** *(Aplicar una opción)*: ◆ *Aspiración: Tolva telescópica con aspiración forzada en punto de descarga.* ◆ *Nebulización: Niebla seca aplicada en salida de tolva telescópica o directamente en caja de camión.* ◆ *Cascada: Tolva telescópica de cascada.*
NIV_4	**+ REGULACIÓN OPERATIVA POR VIENTO** ■ La correcta aplicación de las medidas propuestas, adaptadas a las propiedades de la mercancía, hacen al sistema operativo en todo tipo de situaciones. Siendo el apurado de bodega la fase que mayor rigor puede requerir para evitar emisiones.

FICHA BP_06: CARGA/DESCARGA CON GRÚA Y CUCHARA.	
NIV_1	**> BUENAS PRÁCTICAS OPERATIVAS** ◆ *Cierre completo de la cuchara antes de salir de la bodega.* ◆ *Esperar reboses de la cuchara dentro de la bodega antes de salir de la misma.* ◆ *Realizar esperas, tanto con cuchara llena como vacía, siempre sobre la bodega.* ◆ *Minimizar la altura de caída de la mercancía sobre tolva o acopio.* ◆ *Palmear la cuchara sobre la tolva antes de retornar, en mercancía adherentes.* ◆ *No golpear la cuchara contra la estructura del pórtico o el buque.* ◆ *Evitar sobre cargas de la cuchara.* ◆ *Cerrar escotillas no utilizadas del buque (siempre que sea operativo)* ◆ *Minimizar recorrido o vuelo de la grúa sobre el muelle, mediante una adecuada ordenación de la operativa.* ◆ *En mercancía fluente, (como grano) abrir parcial y progresivamente la cuchara sobre la parva o tolva. Se evita con ello la mezcla de aire y mercancía.* ◆ *No hundir la cuchara, en mercancías fluentes antes de cerrarla* ■ **En operaciones con tolva:** ◆ *Entrada completa de la cuchara en la tolva antes de abrir la cuchara* ◆ *Mantener la cuchara abierta sobre la tolva después de abrirla, para apantallar emisiones producidas por mercancía de pulverulencia alta en tolvas sin sistemas de atenuación de emisiones.* ◆ *Mantener la tolva casi llena, entre un 70% y un 80% de su capacidad.* ◆ *Abrir progresivamente la cuchara con mercancía pulverulenta o con viento intenso, manteniendo la cuchara abierta sobre la tolva a modo de tapadera* ■ **En operaciones con acopios en primera línea.** ◆ *Posar la cuchara sobre la parva, antes de abrirla, para mercancía de pulverulencia alta, o para cualquier mercancía si hay viento desfavorable.* ◆ *Abrir a sotavento de la parva cuando hay viento desfavorable.* ◆ *Cierre completo de la cuchara antes de tirar de la cuchara en carga desde acopios.* ◆ *Esperar reboses de la cuchara en la vertical de la parva en carga desde acopios.* ■ **En área de trabajo:** ◆ *Proteger arquetas de recogida de pluviales utilizando planchas o globos.* **+ BUENAS PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO** ■ *Mantenimiento preventivo*. Realizar mantenimiento marcado por fabricante, con especial atención a: ◆ *Estado de sistemas hidráulicos y presencia de posibles fugas.* ◆ *Holguras o desajustes en el cierre de labios o cuchillas de las cucharas.* ◆ *Estado de los labios de la cuchara. Reponiendo cuchillas o rellenando con soldadura en caso de desajuste.* ◆ *Descuadres de la cuchara que dificulten el correcto cierre.* ■ *Cambio de aceite:* Condicionar el recambio de aceite del motor al estado del mismo. ■ *Limpieza*: Tras finalizar la operativa, limpieza inmediata de la superficie de trabajo, del equipo y de las conducciones del sistema de drenaje que se hayan visto afectadas. ■ *Mantenimiento en zonas especificas*: Realizar el mantenimiento, limpieza y repostado de la grúa en las zonas especialmente designadas para tal fin. ■ *Verificación:* Verificar antes de la operación el correcto cierre de la cuchara y la ausencia de fugas de fluido hidráulico y de aceite lubricante.

NIV_2	**+ MEDIDAS TÉCNICAS PREVENTIVAS** ■ **En área de trabajo:** ◆ *Pantallas anti derrames: Utilizar pantallas móviles en forma de rampa, instaladas en el cantil, que recojan los posibles derrames evitando su caída al agua.* ■ **En grúa:** ◆ *Longitud de brazo adecuada. Utilizar grúas con longitud de brazo adecuada a los buques que se operan, evitando "volear" la cuchara para alcanzar zonas no accesibles.* ◆ *Reducir ciclos: Utilizando grúas de mayor potencia y cucharas de mas capacidad.* ◆ *Control de pesada: Utilizar grúas con control de pesada.* ◆ *Prevenir vertidos: Utilizando latiguillos con auto-retención, cubetas de retención y aceites hidráulicos biodegradables. Las grúas electromecánicas reducen el volumen de fluido hidráulico utilizado.*
	■ **En cuchara:** ◆ *Optimización de cucharas, aplicando las siguientes medidas básicas:* ▪ *Adaptación a la mercancía. Adecuar la forma, volumen y material de la cuchara a la densidad, abrasividad, cohesión y adherencia del material.* ▪ *Tapas superiores. Que eviten los reboses laterales de mercancía.* ▪ *Cierre reforzado. Con lengüetas que ayuden al encuadre.* ▪ *Cuchillas adaptadas a la mercancía. Utilizando labios reforzados en materiales abrasivos y densos, y cuchillas machihembradas en materiales fluyentes.* ■ **En operaciones con tolva:** ◆ *Adaptar los tamaños de la cuchara y de boca de la tolva, para que la cuchara pueda entrar y abrir en la boca de la tolva.* ◆ *Aplicar las medidas técnicas preventivas propuestas para tolvas.* ■ **En operaciones con acopios en primera línea:** ◆ *Aplicar las medidas técnicas preventivas propuestas para acopios en primera línea*
NIV_3	**+ MEDIDAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS** ■ **En operaciones con tolva:** ◆ *Aplicar las medidas técnicas complementarias recomendadas para tolvas.* ■ **En operaciones de descarga a acopios en primera línea:** ◆ *Aplicar las medidas técnicas complementarias para acopios en primera línea.* ■ **En operaciones de carga desde acopios en primera línea:** ◆ *Atenuar las emisiones de polvo en la bodega atomizando agua mediante inyectores de niebla seca o turbinas atomizadoras..* ◆ *Aplicar las medidas técnicas complementarias para acopios en primera línea.*
NIV_4	**+ REGULACIÓN OPERATIVA POR VIENTO** ■ *Ritmo de las operaciones*: Regular el ritmo de las operaciones y rigor con el que se manipula la mercancía en función de la pulverulencia de la mercancía, y de la velocidad y dirección del viento. ■ *Parada operativa*: Establecer parada operativa en casos de rachas de viento prolongadas de intensidad y dirección desfavorable cuando las medidas operativas y técnicas aplicadas sean insuficientes para controlar las emisiones ■ *Señalización luminosa*. Utilizar semáforos u otro sistema, para informar al operador del nivel de operación del muelle en función del viento.

FICHA BP_07: DESCARGA CON TOLVA.	
NIV_1	**> BUENAS PRÁCTICAS OPERATIVAS** ■ **En área de trabajo:** ◆ *Proteger las arquetas: Utilizar planchas o globos para proteger las arquetas de pluviales en aquellos casos en los que la mercancía pueda fraguar o cegar los conductos, o resulte nociva para el medio acuático* ◆ *Recoger derrames: Durante la operación, de modo periódico, recoger los derrames entorno a la tolva que se puedan producir.* ■ **En descarga sobre la tolva.** ◆ *Colocar la cuchara centrada y encuadrada sobre la tolva.* ◆ *Introducir la cuchara parcialmente en la tolva antes de abrirla.* ◆ *Mantener la tolva casi llena, entre un 70% y un 80% de su capacidad.* ◆ *Abrir progresivamente la cuchara con mercancía pulverulenta o con viento intenso, manteniendo la cuchara abierta sobre la tolva a modo de tapadera hasta que se haya amortiguado el remolino de polvo causado por el impacto.* ◆ *Minimizar la altura de caída de la mercancía sobre tolva o acopio.* ◆ *No sobrecargar la tolva colmando la mercancía sobre su nivel máximo.* ◆ *En mercancía fluente, (como grano) abrir parcial y progresivamente la cuchara sobre la parva o tolva. Se evita con ello la mezcla de aire y mercancía.* ■ **En carga de camión.** ◆ *Evitar colmados de mercancía sobre la caja.* ◆ *Evitar cargas con sobrepeso. Mediante sistemas de pesado abordo en tova y camiones.* ◆ *Retorno de sobrecarga: Señalizar y delimitar con barreras móviles la ruta y lugar de descarga para camiones que retornen a la tolva por llevar sobrepeso* ◆ *Recoger retorno de sobrecarga. Recoger la mercancía vertida por camiones con sobre peso directamente en el cazo de una pala evitando formar acopios en el entorno de la tolva.* ◆ *Ordenación de circulación. En puntos de carga de camiones con tolva, configurar la operación para evitar el paso de camiones por el rastro dejado por la cuchara.* ■ **En carga de cinta.** ◆ *Seguimiento constante del flujo de carga y de la velocidad de la cinta.* **BUENAS PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO** ■ *Mantenimiento preventivo:* Realizar el mantenimiento preventivo marcado por fabricante, con especial atención a: ◆ *Cierre de sistemas de control de flujo (trampillas o tajaderas hidráulicas).* ◆ *En tolva con cinta, hermeticidad de encauzadores y ajustes de los faldones.* ◆ *En tolva con aspiración forzada, funcionamiento del sistema de aspiración y estado de los filtros.* ◆ *En tolva con nebulización, estado del sistema y limpieza de boquillas.* ◆ *Funcionamiento de sistemas de elevación y sensores de proximidad de mangas telescópicas.* ◆ *Estado de rejillas flex-flap.* ◆ *Posibles fugas de fluidos hidráulicos o aceite.* ◆ *Funcionamiento de sistemas de medición de carga (calibrados periódicos).* ■ *Limpieza*: Tras finalizar la operativa, limpieza inmediata de la superficie de trabajo, del equipo y de las conducciones del sistema de drenaje que se hayan visto afectadas. ■ *Mantenimiento en zonas especificas*: Realizar el mantenimiento, limpieza y repostado de la tolva en las zonas especialmente designadas para tal fin. ■ *Verificación*: Verificar, antes de la operación, el funcionamiento de sistemas ligados a la prevención o atenuación de emisiones, como son los sistemas de: ◆ *Nebulización o aspiración.* ◆ *Control de caudal.* ◆ *Encauzadores y faldones.* ◆ *Mangas o tolvas telescópicas.*

NIV_2	**+ MEDIDAS TÉCNICAS PREVENTIVAS** ◆ *Adaptación a la mercancía. Adecuar la forma, volumen y sistema de vaciado (trampilla o cinta) a la densidad, abrasividad, cohesión y adherencia del material.* ◆ *Adecuación tolva-cuchara. La cuchara debe poder abrir por completo en la boca de la tolva sin rebasar los límites de la misma.* ◆ *Adecuada capacidad de la tolva. La tolva debe tener un tamaño que permita acoplar los flujos de entrada y salida de mercancía, de modo que la tolva no esté nunca ni vacía ni colmada.* ■ **En punto de carga :** ◆ *Apantallar tolva: Instalar pantallas cortavientos sobre la boca de la tolva. Preferiblemente pantallas porosas.* ◆ *Flex-Flpas: En boca de la tolva. Esta medida está condicionada al tipo de mercancía y se puede optar por sistemas desmontables. Necesario en tolvas con aspiración en punto de carga.* ◆ *Señalización luminosa. Utilizar semáforos u otro sistema, para Informar al operador de la grúa del nivel de carga , de posibles atascos, o de niveles de viento.* ■ **En trasferencia a cinta:** ◆ *Optimizar trasferencia entre tolva y cinta, mediante:* ▪ *Sistemas de descenso mediante una de las siguientes opciones* - *Mangas o tolvas telescópicas* - *Toboganes carenados* ▪ *Encauzadores herméticos que frenen y centren la mercancía.* ■ **En trasferencia a camión:** ◆ *Aleros en punto de carga, instalados en la tolva para evitar la caída de mercancía sobre la cabina del camión.* ◆ *Carga simultanea de camiones. El uso de tolvas con puntos de descarga para varios camiones permite acelerar la descarga de la tolva, lo cual ayuda a prevenir sobrecargas y reboses de la misma, al tiempo que se aumenta la eficiencia del la operativa.* ◆ *Tolvas con varias trampillas: El uso de tolvas con varias trampillas de carga por camión permite una carga uniforme evitando el avance secuencial del camión bajo la tolva. Se consigue mejorar la evacuación de la tolva, reducir derrames y mejorar la eficiencia.* ◆ *Control de sobre carga. Los sistemas de pesado a bordo permiten informar del nivel del carga de la tolva y prevenir sobre-peso en camiones.* ◆ *Pala para recoger retornos: Disponer de una pala para recoger directamente, sin vertido al suelo, la mercancía retornada al punto de carga por camiones con sobrecarga.* ◆ *Optimizar trasferencia entre tolva y camión mediante una de las siguientes opciones* ◆ *Mangas o tolvas telescópicas de descarga con control automático de altura y sensor de atascos (opción óptima).* ◆ *Apantallamiento total de la zona de carga con cortinas en punto de entrada, y descenso mediante tobogán o cono concentrador.*
NIV_3	**+ MEDIDAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS** ■ **En punto de carga** (implantar una opción): ◆ *Aspiración: Aplicada en la cavidad de la tolva. Requiere de un diseño específico de la tolva.* ◆ *Nebulización: Niebla seca aplicada en el recinto apantallado sobre la tolva para capturar el polvo generado.* ■ **En trasferencia a cinta** (implantar una opción): ◆ *Aspiración: Aspiración aplicada en encauzador de la cinta.* ◆ *Nebulización: Niebla seca aplicada en punto de descenso y en encauzador.* ◆ *Pulverización: Aplicar agua pulverizada con aditivos tensoactivos en el punto de vertido a cinta para prevenir emisiones.* ■ **En trasferencia a camión** (implantar una opción): ◆ *Aspiración: Tolva telescópica con aspiración concéntrica* ◆ *Nebulización: Niebla seca aplicada en salida de tolva telescópica o directamente en caja de camión (Para un funcionamiento adecuado es aconsejable utilizar un sistema de control de descenso y apantallamiento).* ◆ *Cascada: Tolva telescópica de cascada.*
NIV_4	**+ REGULACIÓN OPERATIVA POR VIENTO** ■ *Ritmo de las operaciones*: Regular el ritmo de las operaciones y rigor con el que se manipula la mercancía en función de la pulverulencia de la mercancía, y de la velocidad y dirección del viento. ■ *Parada operativa*: Establecer parada operativa en casos de rachas de viento prolongadas de intensidad y dirección desfavorable cuando las medidas operativas y técnicas aplicadas sean insuficientes para controlar las emisiones. ■ *Señalización luminosa*. Utilizar semáforos u otro sistema, para informar al operador del nivel de operación del muelle en función del viento.

FICHA BP_08: FORMACIÓN DE ACOPIO EN PRIMERA LINEA DE MUELLE.

NIV_1

> BUENAS PRÁCTICAS OPERATIVAS

- **En área de trabajo:**
  - *Proteger las arquetas de recogida de pluviales utilizando planchas o globos durante las fases de formación, permanencia y levante del acopio.*
  - *Señalizar retorno de sobrecarga: Señalizar y delimitar con barreras móviles la ruta y lugar de descarga para camiones que retornen al acopio por llevar sobrepeso.*
  - *Reagrupar retorno de sobre carga: Agrupar y apilar, periódicamente, las posibles descargas por sobrepeso.*
- **Descarga con cuchara**
  - *Minimizar la altura de caída de la mercancía sobre el acopio a menos de 1 metro.*
  - *Palmear la cuchara sobre el acopio antes de retornar, en mercancía adherentes.*
  - *En mercancía fluente, (como grano) abrir parcial y progresivamente la cuchara sobre la parva. Se evita con ello la mezcla de aire y mercancía.*
  - *Posar la cuchara sobre la parva, antes de abrirla, para mercancía de pulverulencia alta, o para cualquier mercancía si hay viento desfavorable.*
  - *Abrir a sotavento de la parva cuando hay viento desfavorable.*
  - *Cierre completo de la cuchara antes de tirar de la cuchara en carga desde acopios.*
  - *Esperar reboses de la cuchara en la vertical de la parva en carga desde acopios.*
- **Formación del acopio**
  - *Distancia mínima de seguridad de más de 3 metros entre el acopio y viales, vías de ferrocarril, cantil o alineación de sumideros.*
  - *Delimitar el acopio con muros de contención móviles si hay riesgo de derrame sobre viales, vías de ferrocarril, cantil o sumideros.*
  - *Colocar finos de mercancías, presentes en el remate y limpieza de la bodega, a sotavento del acopio.*
  - *Recortar la parva periódicamente, reapilando la mercancía dispersada en la zona de trabajo.*
  - *No acopiar a largo plazo: No utilizar los acopios en muelle como almacenamiento a medio plazo, realizando siempre su carga a buque o su levante de modo inmediato*
  - *Remontar con hoja vertical y remontador: Apilar y remontar los acopios empujando la mercancía mediante empujadores de hoja vertical con sistema de prolongación. Los sistemas prolongadores reducen la necesidad de que la pala entre en el acopio.*
  - *No apilar ni remontar utilizando el cazo de la pala para recoger, levantar y tirar la mercancía, ya que este proceso aumenta las emisiones. Si se utiliza la pala para remontar o acopiar hacerlo siempre empujando.*
- **Levante del acopio con pala o cuchara**
  - *Marcar rutas de entrada y salida de camiones a la zona de operación de modo claro, haciendo uso de barreras móviles y sistemas de señalización.*
  - *Separar la zona de circulación de camiones de la zona de operación de la pala cargadora, mediante barreras móviles, evitando que los camiones rueden por las orillas del acopio.*

+ BUENAS PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO

- *Limpieza periódica:* Recortar el acopio, limpiando los muelles y viales afectados por la mercancía dispersada por viento o por rodadura mientras permanezca el acopio en el muelle.
- *Limpieza final:* Tras finalizar la operativa, limpieza en profundidad de la superficie de trabajo y de las conducciones del sistema de drenaje que se hayan visto afectadas.
- *Mantener acopio delimitado*: Utilizar barreras o muros móviles para delimitar el acopio mientras permanece en muelle y prevenir la dispersión de la mercancía a viales, arquetas y muelle.
- *Verificar pulverización y atomización:* En caso de utilizar inyectores o turbinas para pulverizar agua, realizar el mantenimiento recomendado y verificar su funcionamiento con anterioridad a las operaciones.
- *Limpieza de pantallas*: En caso de utilizar pantallas corta-vientos o atrapa polvo-limpiar periódicamente para evitar la colmatación de los orificios o mallado de las mismas.

NIV_2	**+ MEDIDAS TÉCNICAS PREVENTIVAS** ■ *Muros móviles para delimitar acopio*: Delimitar el acopio mediante muros móviles permite optimizar el espacio ocupado; proteger el acopio de posibles escorrentías; prevenir la dispersión de mercancía a viales, arquetas y cantil; así como impedir la dispersión de mercancía por tránsito de camiones. ■ *Barreras para delimitar zona de carga:* El uso de barreras móviles, tipo "New Yersey," para separar el tránsito de camiones de la zona de operación de la pala, reduce la dispersión de mercancía por rodadura. ■ *Barreras para delimitar retornos*: Utilizar barreras móviles para identificar el punto de vertido de camiones que retornan por sobre peso. ■ *Prolongadores de hoja vertical:* En operaciones de remonte del acopio utilizar palas con prolongadores de hoja vertical para alcanzar mayores alturas de remonte y evitar la entrada de la pala en el acopio. ■ *Instalar pantallas porosas en la zona de operación*. Dependiendo de su configuración respecto del viento la pantalla actuara como: ◆ *Corta-vientos. Situada entre el viento incidente y la zona de operación reducen el efecto dispersivo del viento.* ◆ *Atrapa polvo. Situada tras el viento incidente y la zona de operación aceleran la deposición de las partículas arrastradas por el viento.*
NIV_3	**+ MEDIDAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS** ■ *Prevención de polvo por pulverización de agua*: Cuando la mercancía admita ser humedecida, pulverizar agua mediante turbinas en los siguientes puntos. ◆ *Sobre acopios estacionarios.* ◆ *Sobre el punto de ataque de la pala o remontadores.* ◆ *Sobre la zona de descarga o ataque de la cuchara.* Aplicar esta recomendación teniendo en cuenta que: ◆ *Velocidad del viento. Se aplicara esta medida sobre acopios estacionarios cuando la dirección e intensidad del viento lo requieran. Se aplicara sobre puntos de manipulación y operación en cualquier condición de viento.* ◆ *Pulverización versus aspersión. Sera preferible utilizad turbinas pulverizadoras frente a sistemas de aspersión pues reducen el nivel de agua incorporado a la mercancía y evitan escorrentías al mar.* ■ *Atenuación de polvo por atomización de agua*: Para todo tipo de mercancía, aplicar turbinas atomizadoras o inyectores de niebla en los siguientes puntos: ◆ *Punto de descarga de cuchara* ◆ *Punto de ataque de la pala* ◆ *Punto de carga o descarga de camiones* ◆ *En pantallas atrapa-polvo. En el entono de las mismas para aumentar la eficacia.* Aplicar esta recomendación teniendo en cuenta que: ◆ *Ubicación: La ubicación respecto de la maquinaria debe realizarse teniendo en cuanta la dirección e intensidad del viento, con el fin de garantizar que el viento no arrastra la bruma fuera de la zona de trabajo.* ◆ *Apantallamiento: Los atomizadores y nebulizadores serán más eficaces capturando el polvo si trabajan en zonas protegidas por pantallas corta-vientos.* ◆ *Sistemas duales: Existen inyectores y turbinas capaces de crear un amplio rango de tamaños de gotas, actuando como sistemas de pulverización y atomización a un mismo tiempo.*
NIV_4	**+ REGULACIÓN OPERATIVA POR VIENTO** ■ *Ritmo de las operaciones*: Regular el ritmo de las operaciones y rigor con el que se manipula la mercancía en función de la pulverulencia de la mercancía, y de la velocidad y dirección del viento. ■ *Parada operativa*: Establecer parada operativa en casos de rachas de viento prolongadas de intensidad y dirección desfavorable cuando las medidas operativas y técnicas aplicadas sean insuficientes para controlar las emisiones. ■ *Señalización luminosa*. Utilizar semáforos u otro sistema, para informar al operador del nivel de operación del muelle en función del viento.

FICHA BP_09: LEVANTE O REMONTE CON PALA CARGADORA.	
NIV_1	**> BUENAS PRÁCTICAS OPERATIVAS** ■ **En área de trabajo:** ◆ *Proteger las arquetas de recogida de pluviales utilizando planchas o globos durante las fases de formación, permanencia y levante del acopio.* ◆ *Señalizar retorno de sobrecarga: Señalizar y delimitar con barreras móviles la ruta y lugar de descarga para camiones que retornen al acopio por llevar sobrepeso.* ◆ *Reagrupar retorno de sobre carga: Agrupar y apilar, periódicamente, las posibles descargas por sobrepeso.* ◆ *Reducir distancia entre punto de carga y descarga, optimizar el ciclo.* ■ **En operativa con la pala** ◆ *Limitar altura de caída de producto sobre la caja del camión, procurando que la pala este lo más cerca posible de la caja.* ◆ *Limitar velocidad de desplazamiento a 6 km/h.* ◆ *Evitar aceleraciones bruscas con pala cargada.* ◆ *Atacar parva desde sotavento, utilizando la propia parva como pantalla.* ◆ *Evitar golpear la caja del camión.* ◆ *Recoger mercancía derramada periódicamente, manteniendo la superficie de tránsito de camiones y de la pala libre de derrames significativos.* ◆ *Recortar la parva periódicamente, reapilando la mercancía dispersada en la zona de trabajo.* ◆ *Remontar con hoja vertical y remontador: Apilar y remontar los acopios empujando la mercancía mediante empujadores de hoja vertical con sistema de prolongación. Los sistemas prolongadores reducen la necesidad de que la pala entre en el acopio.* ◆ *No apilar ni remontar alzando la pala: No utilizar el cazo de la pala para recoger, levantar y tirar la mercancía, ya que este proceso aumenta las emisiones. Si se utiliza la pala para remontar o acopiar hacerlo siempre empujando.* ■ **Levante del acopio con pala** ◆ *Marcar rutas de entrada y salida de camiones a la zona de operación de modo claro, haciendo uso de barreras móviles y sistemas de señalización.* ◆ *Separar la zona de circulación de camiones de la zona de operación de la pala cargadora, mediante barreras móviles, evitando que los camiones rueden por las orillas del acopio.* **+ BUENAS PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO** ■ *Mantenimiento*: Realizar el mantenimiento preventivo marcado por el fabricante con especial atención a: ◆ *Posibles pérdidas de fluido hidráulico o aceites.* ◆ *Fisuras o deterioro del cazo o de la cuchilla del mismo.* ◆ *Nivel de emisiones del motor.* ■ *Mantenimiento en zonas especificas*: Realizar el mantenimiento, limpieza y repostado de la pala en las zonas especialmente designadas para tal fin. ■ *Verificar ausencia de fugas* de fluido hidráulico y de aceite lubricante, antes de la operación. ■ *Limpieza periódica:* Recoger periódicamente la mercancía derramada en la zona de operación de la pala y de tránsito de camiones. ■ *Limpieza final:* Tras finalizar la operativa, limpieza en profundidad de la superficie de trabajo y de las conducciones del sistema de drenaje que se hayan visto afectadas. ■ *Verificar pulverización y atomización:* En caso de utilizar inyectores o turbinas para pulverizar agua, realizar el mantenimiento recomendado y verificar su funcionamiento con anterioridad a las operaciones. ■ *Limpieza de pantallas*: En caso de utilizar pantallas corta-vientos o atrapa polvo-limpiar periódicamente para evitar la colmatación de los orificios o mallado de las mismas.

NIV_2	**+ MEDIDAS TÉCNICAS PREVENTIVAS** ■ *Utilizar cazos de alto-volteo*. El uso de cazos de alto-volteo permite mejorar el rendimiento y reducir los derrames al desacoplar el movimiento de vertido de cazo del movimiento de avance de la pala. ■ *Adaptación a la mercancía*. Adecuar la forma, volumen del cazo de la pala a la densidad, cohesión del material. Cazos pequeños en materiales poco densos y poco cohesivos obligan a trabajar con paladas colmadas acentuando el riesgo de vertidos. ■ *Barreras para delimitar zona de carga:* El uso de barreras móviles, tipo "New Yersey," para separar el tránsito de camiones de la zona de operación de la pala, reduce la dispersión de mercancía por rodadura. ■ *Pesado a bordo:* Instalar sistemas de pesado a bordo en la pala que permitan conseguir un nivel de carga optimo en los camiones y evitar excesos o defectos de carga en la bascula oficial. ■ *Prolongadores de hoja vertical:* En operaciones de remonte del acopio utilizar palas con prolongadores de hoja vertical para alcanzar mayores alturas de remonte y evitar la entrada de la pala en el acopio. ■ *Instalar pantallas porosas en la zona de operación*. Dependiendo de su configuración respecto del viento la pantalla actuara como: ◆ *Corta-vientos. Situada entre el viento incidente y la zona de operación reducen el efecto dispersivo del viento.* ◆ *Atrapa polvo. Situada tras el viento incidente y la zona de operación aceleran la deposición de las partículas arrastradas por el viento.*
NIV_3	**+ MEDIDAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS** ■ *Prevención de polvo por pulverización de agua*: Cuando la mercancía admita ser humedecida, pulverizar agua mediante turbinas: ◆ *Sobre el punto de ataque de la pala o remontadores.* Aplicar esta recomendación teniendo en cuenta que: ◆ *Velocidad del viento. Se aplicara esta medida sobre acopios estacionarios cuando la dirección e intensidad del viento lo requieran. Se aplicara sobre puntos de manipulación y operación en cualquier condición de viento.* ◆ *Pulverización versus aspersión. Sera preferible utilizad turbinas pulverizadoras frente a sistemas de aspersión pues reducen el nivel de agua incorporado a la mercancía y evitan escorrentías al mar.* ■ *Atenuación de polvo por atomización de agua*: Para todo tipo de mercancía, aplicar turbinas atomizadoras o inyectores de niebla en los siguientes puntos: ◆ *Punto de ataque de la pala* ◆ *Punto de carga o descarga de camiones* ◆ *En pantallas atrapa-polvo. En el entono de las mismas para aumentar la eficacia.* Aplicar esta recomendación teniendo en cuenta que: ◆ *Ubicación: La ubicación respecto de la maquinaria debe realizarse teniendo en cuanta la dirección e intensidad del viento, con el fin de garantizar que el viento no arrastra la bruma fuera de la zona de trabajo,* ◆ *Apantallamiento: Los atomizadores y nebulizadores serán más eficaces capturando el polvo si trabajan en zonas protegidas por pantallas corta-vientos.* ◆ *Sistemas duales: Existen inyectores y turbinas capaces de crear un amplio rango de tamaños de gotas, actuando como sistemas de pulverización y atomización a un mismo tiempo lo cual los hace más robustos al viento.*
NIV_4	**+ REGULACIÓN OPERATIVA POR VIENTO** ■ *Ritmo de las operaciones*: Regular el ritmo de las operaciones y rigor con el que se manipula la mercancía en función de la pulverulencia de la mercancía, y de la velocidad y dirección del viento. ■ *Parada operativa*: Establecer parada operativa en casos de rachas de viento prolongadas de intensidad y dirección desfavorable cuando las medidas operativas y técnicas aplicadas sean insuficientes para controlar las emisiones. ■ *Señalización luminosa*. Utilizar semáforos u otro sistema, para informar al operador del nivel de operación del muelle en función del viento.

FICHA BP_10: TRANSPORTE CON CAMIÓN	
NIV_1	**> BUENAS PRÁCTICAS OPERATIVAS** ■ *Respetar límites de velocidad* ■ *Señalizar claramente los límites de velocidad* en viales, rutas de acceso y campas. ■ *Respetar delimitación de viales y zonas de circulación*. Seguir las rutas de circulación definidas por la Autoridad Portuaria no acortando trayectorias atravesando campas de almacenamiento ■ *Marcar rutas de entrada y salida* de camiones a la zona de operación de modo claro, haciendo uso de barreras móviles y sistemas de señalización. ■ *Separar la zona de circulación* de camiones de la zona de operación de la pala cargadora, mediante barreras móviles, evitando que los camiones rueden por las orillas del acopio. ■ *Limitar velocidad a 20 Km/h* cuando se circule por superficies no pavimentadas o con restos de mercancía en el pavimento. ■ *Estacionar solo en zona habilitadas* por la Autoridad Portuaria a tal fin. ■ *Verificar cierre y toldado*. No abandonar la zona de carga sin verificar la ausencia de derrames y el correcto toldado de la caja. ■ *No avanzar con caja basculada*. En tareas de descarga no comenzar la maniobra de retirada con la caja basculada. ■ *Toldar en trayectos internos*. Mantener toldado el camión en los trayectos dentro del puerto. En caso de que no fuera posible limitar velocidad a 20 Km/m ■ *No colmar la caja del camión*. Cargar los camiones sin realizar colmados que rebasen la altura de las paredes de la caja. ■ *Prevenir sobre cargas* mediante el uso de sistemas de pesado a bordo. ■ *Señalizar retorno de sobrecarga:* En caso de sobrecarga del camión, el retorno de la mercancía sobrante se realizara en la zona de carga en un punto señalizado mediante barreras móviles. En operativas de carga de camión con pala desde acopio los retornos por sobrepeso se recogerán periódicamente incorporándolos al resto del acopio. En operativas con tolva o cargador, los retornos por sobrepeso se recogerán directamente en el cazo de una pala. ■ *Contar con plan de contingencias actualizado*. Las empresas de transporte que muevan mercancías peligrosas dispondrán de un plan de contingencias que contemple actuaciones a llevar a cabo ante un accidente durante su estancia en puerto, dirigidas a minimizar el impacto ambiental del mismo. **+ BUENAS PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO** ■ *Mantenimiento en zonas especificas*: Realizar el mantenimiento, limpieza y repostado del camión en talleres y zonas habilitadas a tal fin. ■ *Seguir el mantenimiento periódico* marcando por el fabricante y mantener vigente los controles de la Inspección Técnica de Vehículos ■ *Verificación: Comprobar periódicamente:* ◆ *El estado de hermeticidad de la caja y de posibles sistemas de cierre de la misma.* ◆ *El estado del sistema de toldado.* ■ *Limpieza:* Mantener el orden y limpieza de la zona de operación y transito durante las operaciones y después de las mismas. En particular: ◆ *Recoger periódicamente con pala los derrames de la zona de operaciones y transito durante la operación.* ◆ *Mantener limpios mediante barredora cubierta los viales de acceso a la zona de carga/descarga durante la operación.*
NIV_2	**+ MEDIDAS TÉCNICAS PREVENTIVAS** ■ *Toldos automáticos.* Instalar toldos correderos de accionamiento automático o semiautomático. Preferiblemente accionables desde la cabina, para no introducir retardos en la operación. ■ *Control de sobre carga*. Evitar excesos o defectos de carga instalando alguna de las siguiente medidas ◆ *Carga dosificada. Cargaderos con dosificación de carga adaptada al vehículo.* ◆ *Básculas en el punto de carga. Utilizar basculas portátiles o fijas en el punto de carga o en sus proximidades.* ◆ *Pesado a bordo en camiones. Contratar camiones con sistemas de pesado a bordo.* ◆ *Pesado a bordo en palas. Cargar con palas con sistemas de pesado a bordo y control de carga.* ■ *Barreras móviles para delimitar*: ◆ *Viales y zonas de circulación. Especialmente en muelles y campas.* ◆ *Retornos de sobrecarga. Indicando donde deben descargarse los retornos.* ◆ *Zona de carga. Separando la zona de tránsito de camiones de la zona de operación de la pala.*

	■ **En carga con pala desde acopios** ◆ *Utilizar cazos de alto-volteo. El uso de cazos de alto-volteo permite mejorar el rendimiento y reducir los derrames al desacoplar el movimiento de vertido de cazo del movimiento de avance de la pala.* ◆ *Adaptación a la mercancía. Adecuar la forma, volumen del cazo de la pala a la densidad, cohesión del material.* ◆ *Instalar pantallas porosas en la zona de operación.* ◆ *Otras medidas preventivas propuestas para palas y almacenamiento en acopios temporales o en parque de graneles.* ■ **En basculado de camiones sobre acopios** ◆ *Medidas preventivas recomendadas para palas y formación de acopios temporales o en parque de graneles.* ■ **En carga desde tolva o cargador** ◆ *Pala para recoger retornos: Disponer de una pala para recoger directamente, sin vertido al suelo, la mercancía retornada al punto de carga por camiones con sobrecarga.* ◆ *Optimizar trasferencia entre tolva y camión mediante una de las siguientes opciones* ▪ *Mangas o tolvas telescópicas de descarga con control automático de altura y sensor de atascos (opción optima).* ▪ *Apantallamiento total de la zona de carga con cortinas en punto de entrada, y descenso mediante tobogán o cono concentrador.* ◆ *Otras medidas preventivas propuestas en descarga de tolva a camión o de cargador a camión.* ■ **En descarga a foso de descarga** ◆ *Apantallar: Carenar el foso de descarga y colocar cortinas de banda en la zona de acceso de la caja a la tolva de descarga* ◆ *Flex-Flap: Utilizar rejillas con laminas Flex-Flap en la tolva subterránea de descarga.* ◆ *Otras medidas preventivas propuestas en descarga de camión a foso descargador.*
NIV_3	**+ MEDIDAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS** ◆ *Lava-ruedas: Instalar sistemas lava-ruedas a la salida del recinto portuario o de parques de almacenamiento.* ■ **En carga con pala desde acopios, o en basculado de camión sobre acopios** ◆ *Atomización: Utilizar turbinas atomizadoras que proyecten un chorro de niebla sobre la caja del camión y sobre el punto de ataque de la pala.* Aplicar esta recomendación teniendo en cuenta que: ▪ *Ubicación: La ubicación respecto de la maquinaria debe realizarse teniendo en cuanta la dirección e intensidad del viento, con el fin de garantizar que el viento no arrastra la bruma fuera de la zona de trabajo ,* ▪ *Apantallamiento: Los atomizadores y nebulizadores serán más eficaces capturando el polvo si trabajan en zonas protegidas por pantallas corta-vientos.* ▪ *Sistemas duales: Existen inyectores y turbinas capaces de crear un amplio rango de tamaños de gotas, actuando como sistemas de pulverización y atomización a un mismo tiempo lo cual los hace más robustos al viento.* ◆ *Otras medidas complementarias propuestas para palas y almacenamiento en acopios temporales o en parque de graneles.* ■ **En carga desde tolva o cargador** (Aplicar una opción) ◆ *Aspiración: Tolva telescópica con aspiración concéntrica.* ◆ *Nebulización: Niebla seca aplicada en salida de tolva telescópica o directamente en caja de camión (Para un funcionamiento adecuado es aconsejable utilizar un sistema de control de descenso y apantallamiento).* ◆ *Cascada: Tolva telescópica de cascada.* ■ **En descarga a foso de descarga** (Aplicar una opción) ◆ *Aspiración: En recinto de descarga mediante filtro insertable para evitar la reconducción de mercancía resultante en la limpieza del filtro.* ◆ *Nebulización: Aplicar agua atomizada o nebulizada (según tolerancia al agua) en recinto apantallado sobre el foso de descarga con el fin de capturar y sedimentar el polvo generado.* ◆ *Otras medidas complementarias propuestas para descargaderos de camiones.*
NIV_4	**+ REGULACIÓN OPERATIVA POR VIENTO** ■ *Ritmo de las operaciones*: Regular el ritmo de las operaciones y rigor con el que se manipula la mercancía en función de la pulverulencia de la mercancía, y de la velocidad y dirección del viento. ■ *Parada operativa*: Establecer parada operativa en casos de rachas de viento prolongadas de intensidad y dirección desfavorable cuando las medidas operativas y técnicas aplicadas sean insuficientes para controlar las emisiones. ■ *Señalización luminosa*. Utilizar semáforos u otro sistema, para informar al operador del nivel de operación del muelle en función del viento.

FICHA BP_11: TRANSPORTE POR FERROCARRIL	
NIV_1	**> BUENAS PRÁCTICAS OPERATIVAS** ■ *Verificar capotado*. En aquellos vagones que dispongan de capota superior garantizar el cierre tras la carga. ■ *Garantizar el trimado de la mercancía*. Disponer de un procedimiento de carga que garantice un reparto uniforme de la carga en el vagón. ■ *Prevenir sobre cargas* mediante palas con pesado a bordo o mediante cargadores con dosificador de carga.. ■ *Contar con plan de contingencias actualizado*. Las empresas de transporte que muevan mercancías peligrosas dispondrán de un plan de contingencias que contemple actuaciones a llevar a cabo ante un accidente durante su estancia en puerto, dirigidas a minimizar el impacto ambiental del mismo. **+ BUENAS PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO** ■ *Verificación* periódica del estado de hermeticidad de los vagones. En aquellos vagones que dispongan de trampilla inferior de descarga verificar su estado. ■ *Limpieza:* Mantener el orden y limpieza de la zona de operación y transito durante las operaciones y después de las mismas.
NIV_2	**+ MEDIDAS TÉCNICAS PREVENTIVAS** ◆ *Toldos automáticos. Instalar toldos correderos de accionamiento automático o semiautomático. Preferiblemente accionables desde la cabina, para no introducir retardos en la operación.* ◆ *Control de sobre carga. Evitar excesos o defectos de carga instalando alguna de las siguiente medidas* ▪ *Carga dosificada. Cargaderos con dosificación de carga adaptada al vehículo.* ▪ *Pesado a bordo en palas. Cargar con palas con sistemas de pesado a bordo y control de carga.* ■ **En carga con pala desde acopios** ◆ *Utilizar cazos de alto-volteo. El uso de cazos de alto-volteo permite mejorar el rendimiento y reducir los derrames al desacoplar el movimiento de vertido de cazo del movimiento de avance de la pala.* ◆ *Adaptación a la mercancía. Adecuar la forma, volumen del cazo de la pala a la densidad, cohesión del material.* ◆ *Instalar pantallas porosas en la zona de operación.* ◆ *Otras medidas preventivas propuestas para palas y almacenamiento en acopios temporales o en parque de graneles.* ■ **En carga desde tolva o cargador** ◆ *Optimizar trasferencia entre tolva y camión mediante una de las siguientes opciones* ▪ *Mangas o tolvas telescópicas de descarga con control automático de altura y sensor de atascos (opción optima).* ▪ *Apantallamiento total de la zona de carga con cortinas en punto de entrada, y descenso mediante tobogán o cono concentrador.* ◆ *Otras medidas preventivas propuestas en tolvas y cargadores.* ■ **En descarga a foso de descarga** ◆ *Apantallar : Carenar el foso de descarga mediante una cubierta en galería.* ◆ *Flex-Flap: Utilizar rejillas con laminas Flex-Flap en la tolva subterránea de descarga.* ◆ *Otras medidas preventivas propuestas en descarga de vagones a foso descargador.*

NIV_3	**+ MEDIDAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS** ■ **En carga con pala desde acopios, o en basculado de camión sobre acopios** ◆ *Atomización: Utilizar turbinas atomizadoras que proyecten un chorro de niebla sobre la caja del vagón y sobre el punto de ataque de la pala.* Aplicar esta recomendación teniendo en cuenta que: ▪ *Ubicación: La ubicación respecto de la maquinaria debe realizarse teniendo en cuanta la dirección e intensidad del viento, con el fin de garantizar que el viento no arrastra la bruma fuera de la zona de trabajo ,* ▪ *Apantallamiento: Los atomizadores y nebulizadores serán más eficaces capturando el polvo si trabajan en zonas protegidas por pantallas corta-vientos.* ▪ *Sistemas duales: Existen inyectores y turbinas capaces de crear un amplio rango de tamaños de gotas, actuando como sistemas de pulverización y atomización a un mismo tiempo lo cual los hace más robustos al viento.* ◆ *Otras medidas complementarias propuestas para palas y almacenamiento en acopios temporales o en parque de graneles.*
	■ **En carga desde tolva o cargador** (Aplicar una opción) ◆ *Aspiración: Tolva telescópica con aspiración concéntrica.* ◆ *Nebulización: Niebla seca aplicada en salida de tolva telescópica o directamente en caja de vagón (Para un funcionamiento adecuado es aconsejable utilizar un sistema de control de descenso y apantallamiento).* ◆ *Cascada: Tolva telescópica de cascada.* ■ **En descarga a foso de descarga** (Aplicar una opción) ◆ *Aspiración: Aplicar aspiración en tolva subterránea de descarga o en recinto cubierto.* ◆ *Nebulización: Aplicar agua atomizada o nebulizada (según tolerancia al agua) en recinto apantallado sobre el foso de descarga con el fin de capturar y sedimentar el polvo generado.* ◆ *Otras medidas complementarias propuestas para descargaderos de camiones.*
NIV_4	**+ REGULACIÓN OPERATIVA POR VIENTO** ■ *Ritmo de las operaciones*: Regular el ritmo de las operaciones y rigor con el que se manipula la mercancía en función de la pulverulencia de la mercancía, y de la velocidad y dirección del viento. ■ *Parada operativa*: Establecer parada operativa en casos de rachas de viento prolongadas de intensidad y dirección desfavorable cuando las medidas operativas y técnicas aplicadas sean insuficientes para controlar las emisiones

FICHA BP_12: CINTA TRASPORTADORA.	
NIV_1	**> BUENAS PRÁCTICAS OPERATIVAS** ■ *Seguimiento de caudal de carga*: Comprobar periódicamente que el caudal de carga de la cinta no excede su capacidad. ■ *Seguimiento velocidad de cinta*. Seguimiento ■ *Seguimiento derrames y atascos.* Comprobación periódica de la ausencia de derrames en el cauce de la cinta, bien directamente, por cámaras o sensores. ■ Seguimiento de caída de presión: En caso de utilizar filtros de aire ■ Seguimientos de presión y caudal: En caos de utilizar nebulizadores. **+ BUENAS PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO** ■ *Mantenimiento preventivo*. Dentro del mantenimiento preventivo marcado por el fabricante, prestar especial atención a especial: ◆ *Correcto giro de los rodillos evitando fricciones que puedan generar aumentos de temperatura no apropiadas en los mismos.* ◆ *Nivel de desgaste de faldones y cortinas en encauzadores y reposición periódica de los mismos* ◆ *Correcto ajuste de faldones en encauzadores y ajuste periódico de los mismos.* ◆ *Centrado de la cinta con atención al centrado de rodillos y niveles de tensión de la cinta.* ◆ *Estado de rascadores y correcto ajuste a la cinta.* ◆ *Correcto cierre de carenado en transferencias* ◆ *Estado de filtros o nebulizadores. En caso haberse alguna de estas medidas atenuantes.* ■ *Limpieza:* Limpiar la cinta y los bajos de la cinta tras la operativa, prestando especial atención a los derrames que se hayan producido en los pasos por rodillos de la cinta. ■ Verificar: Antes de la operación, comprobar el funcionamiento de sistemas ligados a la prevención o atenuación de derrames y de emisiones, como son: ◆ *Centrado de cintas* ◆ *Ajuste de encauzadores* ◆ *Ajuste de rascadores* ◆ *Niveles de presión y correcto funcionamiento de sistemas de nebulización.* ◆ *Caídas de presión y estado de funcionamiento de filtros.*

NIV_2	**+ MEDIDAS TÉCNICAS PREVENTIVAS** ■ **En estructura y ubicación** ◆ *Cintas de muelle elevadas (*). En carga desde buque a cinta, instalar cintas paralelas al muelle ligeramente elevadas, que permitan el acceso y limpieza al cantil del muelle. Instalar la cinta próxima al cantil para reducir el recorrido del brazo de grúa, con lo que se gana en eficiencia y se reducen derrames a muelle.* ◆ *Anchura sobredimensionada (*). Una cinta de anchura holgada previene derrames.* ◆ *Cinta arqueada *): El uso de bandas arqueadas con rodillos laterales inclinados entre 20º y 45º ayuda a prevenir derrames.* ◆ *Apantallamiento y carenado: Proteger la cinta con capotas o pantallas en galería, carenar las trasferencias entre cintas.* *El capotado de la cinta puede ser innecesario si se aplican medidas de prevención de emisiones por pulverización de agua con tensoactivos. El carenado de trasferencias, no obstante, sigue siendo recomendable para evitar derrames.* ■ **En control de carga y centrado** ◆ *Medida de caudal: Sistemas de medida de caudas permiten identificar derrames y atascos con antelación.* ◆ *Sensores de centrado: Detectan y alerten de pérdidas de alineación de la cinta.* ◆ *Rodillos activos (*): Mantienen centrada la cinta modificando su ángulo de alineación ante desviaciones de la cinta.* ◆ *Estaciones de centrado (*): En cintas de gran longitud para mantener centrada la cinta.* ◆ *Tensado adaptable (*). Para absorber oscilaciones en los nivele de carga.* ■ **En trasferencias de carga** ◆ *Tolvas de alimentación carenadas. La trasferencia mediante tolvas carenadas reduce la entrada de aire y la formación de corrientes de arrastre.* ◆ *Toboganes de alimentación carenadas. Las trasferencias con toboganes permiten crear un flujo compacto de mercancía que evitan la mezcla de la mercancía con el aires.* ◆ *Reducir distancia entre rodillos: Incrementar el número de rodillos en el punto de impacto de la mercancía para evitar el abombamiento de la cinta y los desajustes con los faldones del encauzador.* ◆ *Encauzador: Realizar la carga de la cinta siempre mediante encauzador*
	■ **En encauzador de carga** ◆ *Longitud y altura apropiadas (*): Para frenar la corriente de aire generada y permitir el asentamiento del polvo generado.* ◆ *Dentro de la zona de arqueo (*) Procurar situar el encauzador fuera de la zona de transición entre tambor y zona de arqueo para mejorar ajuste a cinta.* ◆ *Deflectores o bandas de desgaste. Situado en la cara interior del encauzador para proteger los faldones.* ◆ *Encauzadores hermeticos. Dotados de faldón ajustable en altura, cortinas en punto de salida y caja selladora en parte trasera.* ■ **En punto de descarga** ◆ *Incluir rascador secundario. Par reducir la presión de trabajo del rascador principal y mejorar la limpieza de la cinta.* ◆ *Rascador resistente a la abrasión. Para garantizar un ajuste duradero entre rascador y cinta* ◆ *Cuñas de limpieza. Destinadas a limpiar la cara interior de la cinta y evitar el la acumulación de mercancía en la superficie de tambores y rodillos.* *(*) Medidas recomendadas solo para fase de diseño de nuevas instalaciones. No viables, en general ,en instalaciones ya existentes.*
NIV_3	**MEDIDAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS** ■ En puntos de trasferencia *(Aplicar una opción):* ◆ *Aspiración: Aspiración aplicada en encauzador de la cinta.* ◆ *Nebulización: Niebla seca aplicada en punto de descenso y en encauzador.* ◆ *Pulverización: Aplicar agua pulverizada con aditivos tensoactivos en el punto de vertido a cinta para prevenir emisiones (solo mercancías que admitan ser humedecidas). La aplicación de esta medida requiere las siguientes consideraciones.* *La correcta aplicación de pulverización de agua con aditivos tensoactivos previene la emisión de partículas por lo que puede ser innecesario carenar la cinta.* *El aumento de adherencia hace necesario introducir sistemas de autolimpieza de cinta eficaces para evitar derrames en retorno de cinta.*

FICHA BP_13: TRASPORTADOR DE CADENAS.	
NIV_1	**> BUENAS PRÁCTICAS OPERATIVAS** ■ *No transportar* materiales abrasivos. ■ *No superar* la capacidad de carga del trasportador. ■ *Seguimiento de la velocidad,* tensión de la cadena y alineación con el fin de prevenir atascos. ■ *Seguimiento del caudal de carga*, comprobando periódicamente que el caudal de carga no excede la capacidad de trasportador. ■ *Seguimiento de caída de presión*: En caso de utilizar filtros de aire ■ *Seguimientos de caudal y presión*: En caos de utilizar nebulizadores. **+ BUENAS PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO** ■ *Mantenimiento preventivo*. Dentro del mantenimiento preventivo marcado por el fabricante, prestar especial atención a especial: ◆ *Abrasión del fondo de la caja.* ◆ *Articulación y nivel de fricción entre eslabones* ◆ *Estado de la cuchilla limpiadora de la corona de enganche.* ◆ *Estado de las guías laterales.* ◆ *Hermeticidad en transferencias* ◆ *Estado de filtros o nebulizadores. (En caso haberse alguna de estas medidas atenuantes)* ■ *Verificar:* Antes de la operación, comprobar el funcionamiento de sistemas ligados a la atenuación de emisiones, como son: ◆ *Caídas de presión y estado de funcionamiento de filtros* ◆ *Niveles de presión y estado de boquillas nebulizadoras*
NIV_2	**+ MEDIDAS TÉCNICAS PREVENTIVAS** ■ **En caja y cadena:** ◆ *Refuerzos anti-abrasión: Proteger la base de la caja mediante la inserción de paneles plásticos o de teflón resistentes a la abrasión y reemplazables.* ◆ *Limpiadores: Incorporar segmentos con cazo limpiador del retorno de la cadena para evitar la acumulación de finos en la tapa superior.* ◆ *Sensores de temperatura en movimiento de mercancías combustibles.* ◆ *Sensores de velocidad, tensión de cadena, alineamiento y de caudal para prevenir atascos.* ■ **En trasferencias:** ◆ *Optimizar y carenar trasferencias: Optimizar trasferencias, para reducir la entrada de aire, evitar la salida de polvo y limitar la velocidad de impacto de la mercancía. Pueden utilizarse, entre otras, las siguientes medidas:* ▪ *Tolvas de alimentación carenadas. La trasferencia mediante tolvas carenadas reduce la entrada de aire y la formación de corrientes de arrastre.* ▪ *Toboganes de alimentación carenadas. Las trasferencias con toboganes permiten crear un flujo compacto de mercancía que evitan la mezcla de la mercancía con el aires.*
NIV_3	**+ MEDIDAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS** ■ **En caja** (para control total de partículas alergenicas y similares) ◆ *Aspiración: Aplicada en la caja para mantener ligera depresión en el interior y evitar emisiones por fallo de hermeticidad. Recomendable en mercancías con propiedades alergénicas.* ■ **En puntos de trasferencia** (A*plicar una opción*): ◆ *Aspiración: Aplicada en trasferencias de carga y descarga de la caja:* ◆ *Nebulización: Aplicar sistemas de niebla seca en tovas o toboganes de trasferencia. El aporte de agua deber ser mínimo para evitar adherencia y corrosión.*

FICHA BP_14: ELEVADOR DE CANGILONES.	
NIV_1	**> BUENAS PRÁCTICAS OPERATIVAS** ■ *No transportar* materiales abrasivos. ■ *No superar* la capacidad de carga del elevador. ■ *Seguimiento de la velocidad,* tensión de la cadena y alineación con el fin de prevenir atascos. ■ *Seguimiento del caudal de carga*, comprobando periódicamente que el caudal de carga no excede la capacidad de trasportador. ■ *Seguimiento de caída de presión*: En caso de utilizar filtros de aire ■ *Seguimientos de caudal y presión*: En caos de utilizar nebulizadores. **+ BUENAS PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO** ■ *Mantenimiento preventivo*: Realizar el mantenimiento preventivo marcado por el fabricante, con especial atención a: ◆ *Estado de abrasión del cabezal de descarga. En sistemas de descarga centrifuga el cabezal está sometido a mayores niveles de abrasión.* ◆ *Hermeticidad en transferencias.* ■ *Verificar*: Antes de la operativa comprobar funcionamiento de sistemas ligados a la prevención o atenuación de emisiones, como son: ◆ *Caídas de presión y estado de filtros.* ◆ *Niveles de presión y estado de boquillas nebulizadora.*
NIV_2	**+ MEDIDAS TÉCNICAS PREVENTIVAS** ■ **En caja:** ◆ *Sensores de temperatura en movimiento de mercancías combustibles.* ◆ *Sensores de velocidad, tensión de cadena, alineamiento y de caudal para prevenir atascos.* ■ **En trasferencias:** ◆ *Optimizar y carenar trasferencias: Optimizar trasferencias, para reducir la entrada de aire, evitar la salida de polvo y limitar la velocidad de impacto de la mercancía. Pueden utilizarse, entre otras, las siguientes medidas:* ▪ *Tolvas de alimentación carenadas. La trasferencia mediante tolvas carenadas reduce la entrada de aire y la formación de corrientes de arrastre.* ▪ *Toboganes de alimentación carenadas. Las trasferencias con toboganes permiten crear un flujo compacto de mercancía que evitan la mezcla de la mercancía con el aires.*
NIV_3	**+ MEDIDAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS** ■ **En caja** (para control total de partículas alergenicas y similares) ◆ *Aspiración: Aplicada en la caja para mantener ligera depresión en el interior y evitar emisiones por fallo de hermeticidad. Recomendable en mercancías con propiedades alergénicas.* ■ **En puntos de trasferencia** (A*plicar una opción*): ◆ *Aspiración: Aplicada en trasferencias de carga y descarga de la caja:* ◆ *Nebulización: Aplicar sistemas de niebla seca en tovas o toboganes de trasferencia. El aporte de agua deber ser mínimo para evitar adherencia y corrosión.*

FICHA BP_15: TRASPORTADOR DE TORNILLO SIN FIN.	
NIV_1	**> BUENAS PRÁCTICAS OPERATIVAS** ■ *No transportar* materiales abrasivos. ■ *No superar* la capacidad de carga del trasportador. ■ *Seguimiento de la velocidad, de tornillo* con el fin de prevenir atascos. ■ *Seguimiento del caudal de carga*, comprobando periódicamente que el caudal de carga no excede la capacidad de trasportador. ■ *Seguimiento de caída de presión*: En caso de utilizar filtros de aire ■ *Seguimientos de caudal y presión*: En caos de utilizar nebulizadores.
	+ BUENAS PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO ■ *Mantenimiento preventivo*: Realizar el mantenimiento preventivo marcado por el fabricante, con especial atención a: ◆ *Estado de abrasión de canaleta y hélice* ◆ *Hermeticidad en transferencias.* ■ *Verificar*: Antes de la operativa comprobar funcionamiento de sistemas ligados a la prevención o atenuación de emisiones, como son: ◆ *Caídas de presión y estado de filtros.* ◆ *Niveles de presión y estado de boquillas nebulizadora.*
NIV_2	**+ MEDIDAS TÉCNICAS PREVENTIVAS** ■ **En caja:** ◆ *Sensores de temperatura en movimiento de mercancías combustibles.* ◆ *Sensores de velocidad de giro y caudal para prevenir atascos.* ■ **En trasferencias:** ◆ *Optimizar y carenar trasferencias: Optimizar trasferencias, para reducir la entrada de aire, evitar la salida de polvo y limitar la velocidad de impacto de la mercancía. Pueden utilizarse, entre otras, las siguientes medidas:* ▪ *Tolvas de alimentación carenadas. La trasferencia mediante tolvas carenadas reduce la entrada de aire y la formación de corrientes de arrastre.* ▪ *Toboganes de alimentación carenadas. Las trasferencias con toboganes permiten crear un flujo compacto de mercancía que evitan la mezcla de la mercancía con el aires.*
NIV_3	**+ MEDIDAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS** ■ **En caja** (para control total de partículas alergenicas y similares) ◆ *Aspiración: Aplicada en la caja para mantener ligera depresión en el interior y evitar emisiones por fallo de hermeticidad. Recomendable en mercancías con propiedades alergénicas.* ■ **En puntos de trasferencia** (*Aplicar una opción*): ◆ *Aspiración: Aplicada en trasferencias de carga y descarga de la caja:* ◆ *Nebulización: Aplicar sistemas de niebla seca en tovas o toboganes de trasferencia. El aporte de agua deber ser mínimo para evitar adherencia y corrosión.*

FICHA BP_16: TRASPORTADOR NEUMÁTICO.	
NIV_1	**> BUENAS PRÁCTICAS OPERATIVAS** ■ *Trabajo en fase diluida*, evitar transporte en tapón (riesgo de obturación). ■ *No sobrealimentar:* Alimentar el sistema acorde con su capacidad de transporte. ■ *Monitorizar caudal*, y caídas de presión, con el fin de prevenir atascos. ■ Monitorizar caídas de presión: En caso de utilizar filtros de mangas, monitorizar la caída de presión en el filtro con el fin de identificar colmataciones o roturas de filtros. **+ BUENAS PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO** ■ *Mantenimiento preventivo*. Realizar el mantenimiento preventivo marcado por el fabricante, con especial atención a: ◆ *Abrasión de codos y válvulas.* ◆ *Estado de filtros.* ◆ *Hermeticidad en transferencias.* ■ *Verificar*: Antes de la operativa comprobar funcionamiento de sistemas ligados a la prevención o atenuación de emisiones, como son: ◆ *Caídas de presión y estado de filtros de aire:*
NIV_2	**+ MEDIDAS TÉCNICAS PREVENTIVAS** ■ **En conducto:** ◆ *Baja curvatura y transiciones suaves: No instalar codos con elevada curvatura, ni realizar cambios bruscos de dirección para evitar la abrasión acelerada del conducto trasportador.* ◆ *Sensores de temperatura en movimiento de mercancías combustibles.* ◆ *Sensores de caudal para prevenir atascos.* ■ **En trasferencias:** ◆ *Optimizar trasferencia. Limitar la velocidad de impacto y la mezcla de la mercancía con el aire instalando tolvines de alimentación o toboganes de carga.* ◆ *Carenar las transferencias para limitar la entrada de aire y evitar la mezcla de aire con la mercancía.*
NIV_3	**MEDIDAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS** ■ **En sistema neumático** ◆ *Filtrado: Filtrado adicional de la corriente de aire inducida para mover la mercancía. En aquellos casos en los que la mezcla de aire y mercancía sea separada mediante un filtro tipo ciclón, es conveniente filtrar el volumen de aire movido mediante un filtro de mangas que limite el tamaño de las partículas emitidas.* ■ **En puntos de trasferencia** (A*plicar una opción*): ◆ *Aspiración: Aplicada en trasferencias de carga y descarga del trasportador:*

FICHA BP_17: TRASPORTADOR DE LECHO FLUIDO AÉREO.	
NIV_1	**> BUENAS PRÁCTICAS OPERATIVAS** ■ *No sobrealimentar:* Alimentar el sistema acorde con su capacidad de transporte. ■ *Monitorizar caudal*, y caídas de presión, con el fin de prevenir atascos. ■ *Monitorizar caídas de presión*: En caso de utilizar filtros de mangas, monitorizar la caída de presión en el filtro con el fin de identificar colmataciones o roturas de filtros.
	+ BUENAS PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO ■ *Mantenimiento preventivo*. Realizar el mantenimiento preventivo marcado por el fabricante, con especial atención a: ◆ *Estado de la base porosa de trasportador.* ◆ *Estado de filtros.* ◆ *Hermeticidad en conducto y transferencias.* ■ *Verificar*: Antes de la operativa comprobar funcionamiento de sistemas ligados a la prevención o atenuación de emisiones, como son: ◆ *Caídas de presión y estado de filtros de aire:*
NIV_2	**+ MEDIDAS TÉCNICAS PREVENTIVAS** ■ **En conducto:** ◆ *Sensores de caudal para prevenir atascos.* ■ **En trasferencias:** ◆ *Limitar la velocidad de impacto de la mercancía instalando tolvines de alimentación, toboganes de carga o tolvas telescópicas.* ◆ *Carenar las transferencias para limitar la entrada de aire y evitar la mezcla de aire con la mercancía.*
NIV_3	**+ MEDIDAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS** ■ **En sistema neumático** ◆ *Filtrado: Filtrado adicional de la corriente de aire inducida para mover la mercancía. En aquellos casos en los que la mezcla de aire y mercancía sea separada mediante un filtro tipo ciclón, es conveniente filtrar el volumen de aire movido mediante un filtro de mangas que limite el tamaño de las partículas emitidas.* ■ **En puntos de trasferencia** (*Aplicar una opción*): ◆ *Aspiración: Aplicada en trasferencias de carga y descarga del trasportador:*

FICHA BP_18: ALMACENAMIENTO EN ALMACÉN HORIZONTAL.

NIV_1

> BUENAS PRÁCTICAS OPERATIVAS

- **En descarga cenital**
  - *Evitar efecto chimenea. No abrir al mismo tiempo, durante el llenado del almacén, puertas y ventilaciones superiores.*
- **En operaciones con pala y camión**
  - *Vertido progresivo: Realizar la descarga del camión de modo progresivo.*
  - *Evitar acceso de aves: En operativa de entrada/salida de productos agroalimentarios mantener las puertas cerradas una vez haya entrado o salido el camión para evitar el paso de aves.*
  - *Reagrupar mercancía periódicamente, recogiendo la mercancía dispersada en puertas de acceso y en zona de trabajo.*
  - *Remontar con hoja vertical y remontador: Apilar y remontar los acopios empujando la mercancía mediante empujadores de hoja vertical con sistema de prolongación. Los sistemas prolongadores reducen la necesidad de que la pala entre en el acopio.*
  - *No apilar ni remontar utilizando el cazo de la pala para recoger, levantar y tirar la mercancía, ya que este proceso aumenta las emisiones. Si se utiliza la pala para remontar o acopiar hacerlo siempre empujando.*
  - *Separar la zona de circulación de camiones de la zona de operación de la pala cargadora, mediante barreras móviles, evitando que los camiones transiten por las orillas del acopio y por la zona de operación de la pala.*
  - *Definir un corredor de paso. Cuando resulte posible, definir un corredor para camiones que conecte la puerta de entrada con la puerta de salida, de modo que la zona de tránsito este separada completamente de la zona de operación de la pala. Realizar dicho corredor con barreras móviles.*
  - *Señalizar retorno por sobrecarga: Señalizar y delimitar con barreras móviles el lugar de descarga para camiones que retornen al acopio por llevar sobrepeso.*
  - *Reagrupar retorno de sobre carga: Agrupar y apilar, periódicamente, las posibles descargas por sobrepeso.*
- **En productos autocombustibles**
  - *Compactar mercancía. Prensar con bull-dozer los acopios para reducir la porosidad y limitar la entrada de aire.*
  - *Control de temperatura: Realizar un seguimiento de la temperatura del acopio mediante cámaras termográficas y sondas termométricas insertables en la mercancía.*
  - *Limitar tiempos de almacenamiento. Ante las dificultades de gestión de procesos de autocombustión en espacios cerrados limitar no superar periodos de tiempo que puedan suponer riesgo*

+ BUENAS PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO

- *Limpieza periódica:* Recoger periódicamente la mercancía dispersada en la zona de operación de la pala y en las entradas del almacén.
- *Mantenimiento de cortinas:* En caso de utilizar cortinas de láminas, en puertas o en acceso de cintas, reponer periódicamente aquellas que se encuentren en mal estado.
- *Puertas plegables:* En caso de utilizar puertas plegables automáticas garantizar su funcionamiento y cierre.
- *Acceso de aves:* Verificar periódicamente el estado de claraboyas, ventilaciones y acceso de cintas, comprobando que no existen holguras que permitan el paso de aves.
- *Estado de filtros:* En caso de utilizar filtros para limpiar el aire de venteo o de trasferencias, comprobar periódicamente el estado de los filtros de mangas.
- *Mantenimiento preventivo*. Realizar el mantenimiento específico de los sistemas de llenado y vaciado del almacén como: cintas, triplers, trasportadores de cadenas, tolvas subterráneas, apiladores y recogedores.
- *Goteras:* Identificar posibles entradas de agua. La entrada de agua además de comprometer la calidad de ciertos productos, puede catalizar procesos de auto combustión en algunas mercancías como es el caso de algunos tipos de carbón.

NIV_2

+ MEDIDAS TÉCNICAS PREVENTIVAS

- **En estructura:**
  - *Evitar instalar ventanas o respiraderos en la parte superior de la nave. Se pueden generar efectos chimeneas que supongan emisiones en el movimiento de material pulverulento, o en la carga de almacén.*
- **En operaciones con pala y camión.**
  - *Utilizar cazos de alto-volteo. El uso de cazos de alto-volteo permite mejorar el rendimiento y reducir los derrames al desacoplar el movimiento de vertido de cazo del movimiento de avance de la pala.*
  - *Barreras para delimitar zona de carga: El uso de barreras móviles, tipo "New Yersey," para separar el tránsito de camiones de la zona de operación de la pala, reduce la dispersión de mercancía por rodadura.*
  - *Prolongadores de hoja vertical: En operaciones de remonte del acopio utilizar palas con prolongadores de hoja vertical para alcanzar mayores alturas de remonte y evitar la entrada de la pala en el acopio.*

	■ **Llenado cenital con cintas o cadenas** ◆ *Sistemas de control de descenso: En descarga cenital, utilizar alguna de las siguientes opciones para reducir la formación de polvo en la caída directa de mercancía desde trasportadores continuos:* ▪ *Tolva telescópica con manga y sistema de elevación automático.* ▪ *Tolvin concentrador.* ◆ *Estos sistemas limitan la mezcla de aire y mercancía en el chorro de caída, permitiendo además las tolvas telescópicas limitar la velocidad de impacto.* ◆ *El uso de uno u otro de estos sistemas está condicionado por la capacidad del trasportador cenital para soportar el peso propio del sistema de descenso y el peso inducido por el arrastre de la mercancía.* ■ **Llenado con apilador** ◆ *Control de altura: En descarga mediante descargadores utilizar brazos con control automático de altura para reducir la distancia de caída de la mercancía. Si no es posible utilizar brazos de altura regulable utilizar una de las siguientes opciones:* ▪ *Tolva telescópica con manga y sistema de elevación automático.* ▪ *Tolvin concentrador.* ■ **Levante con recogedor** ◆ *Apantallamiento: En levante mediante recogedor de cadenas o cangilones proteger el brazo recogedor con faldones enrasados al nivel de la mercancía.* ■ **En transferencias** ◆ *Optimizar trasferencia. Limitar la velocidad de impacto y la mezcla de la mercancía con el aire instalando tolvines de alimentación o toboganes de carga.* ◆ *Carenar las transferencias para limitar la entrada de aire y evitar la salida de polvo.* ■ **En productos agroalimentarios** ◆ *Estructura optimizada: Diseño de la estructura de la nave minimizando posaderos e impidiendo posibles puntos de entrada.* ◆ *Redes: Colocar redes en el techo que impidan el acceso a posibles posaderos en la estructura de la nave.* ◆ *Cierre de los accesos a la fauna, incluidos conductos de ventilación y pequeños huecos.* ◆ *Cierre hermético de punto de entrada o salida de sistemas continuos como cintas, transportadores de cadena, etc. En el caso de cintas instalar cortinas o trampillas articuladas que cierren el canal de la cinta cuando no pase mercancía.* ◆ *Puertas plegables de apertura y cierre automático. El sistema debe ser rápido y activarse a gran distancia para impedir el impacto de camiones.* ■ **En Mercancías con riesgo de autocombustión** ◆ *Cámaras termométricas: Instalar cámaras termométricas que permitan identificar posibles focos de combustión.* ◆ *Sondas termométricas: Utilizar sondas o lanzas termométricas insertables para sondear la temperatura en capas profundas:* ◆ *Gases inflamables: Disponer de sensores de monóxido de carbono y metano.*
NIV_3	**MEDIDAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS** ■ **En venteo:** ◆ *Aspiración. Aspirar y filtrar la corriente de aire que sale del almacén al llenarlo mediante sistemas de trasporte continuo.* ■ **En operaciones con pala y camión:** ◆ *Nebulización: Mediante turbinas atomizadoras, proyectar brumas de agua sobre los puntos de ataque de la pala, o sobre los puntos de carga/descarga de camiones* ■ **En llenado cenital con cintas o cadena** *(Aplicar una opción):* ◆ *Aspiración: Mediante tolva telescópica de aspiración concéntrica.* ◆ *Nebulización: Aplicar niebla seca en la salida de tolvas telescópicas.* ◆ *Cascada: Tolva telescópica de cascada (condicionada por el peso del sistema)* ■ **En llenado mediante apilador** *(Aplicar una opción):* ◆ *Aspiración: Mediante tolva telescópica de aspiración concéntrica.* ◆ *Nebulización: Aplicar niebla seca en punto de vertido de apilador. Para mayor control utilizas tolva telescópica con inyector de niebla en la salida.* ■ **En trasferencias** *(Aplicar una opción):* ◆ *Aspiración: Aplicar, especialmente, en trasferencia entre cinta, actuando sobre el encauzador.* ◆ *Nebulización: Aplicar niebla seca, especialmente, en trasferencia entre cintas, actuando en punto de vertido y en ecauzador.*

FICHA BP_19: ALMACENAMIENTO EN SILO VERTICAL.	
NIV_1	**> BUENAS PRÁCTICAS OPERATIVAS** ■ *No utilizar el punto de carga del silo como venteo*. El aire saliente va puede arrastrar la mercancía y generar emisiones de polvo **+ BUENAS PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO** ■ *Mantenimiento de las salidas de venteo*, garantizando que no están obstruidas y no resultan accesibles a aves. ■ *Mantenimiento de los sistemas inductores de flujo de descarga* como puedan ser sistemas de barrido u agitadores mecánicos, para evitar atascos ■ *Verificar*. Comprobar antes de la operación el funcionamiento de sistemas ligados a la prevención o atenuación de emisiones, como son los sistemas de: ◆ *Caídas de presión y estado de funcionamiento de filtros de venteo.* ◆ *Hermeticidad de los puntos de descarga de sistemas de acarreo continuo al silo*
NIV_2	**+ MEDIDAS TÉCNICAS PREVENTIVAS** ■ **En punto de carga** ◆ *Carenar: Carenar la trasferencia de carga para prevenir la entrada de aire, y la salida de polvo.* ◆ *Desacoplar venteo. Utilizar una salida de venteo lo más alejada posible del punto de carga.*
NIV_3	**+ MEDIDAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS** ■ **En venteo** ◆ *Aspiración. Aspirar y filtrar la corriente de aire y polvo que sale del almacén al llenarlo mediante sistemas de trasporte continuo.*

FICHA BP_20: ALMACENAMIENTO EN DOMO.	
NIV_1	**> BUENAS PRÁCTICAS OPERATIVAS** ■ **En descarga cenital** ◆ *Evitar efecto chimenea. No abrir al mismo tiempo, durante el llenado del almacén, puertas y ventilaciones superiores.* ■ **En productos autocombustibles** ◆ *Compactar mercancía. Prensar con bull-dozer los acopios para reducir la porosidad y limitar la entrada de aire.* ◆ *Control de temperatura: Realizar un seguimiento de la temperatura del acopio mediante cámaras termográficas y sondas termométricas insertables en la mercancía.* ◆ *Limitar tiempos de almacenamiento. Ante las dificultades de gestión de procesos de autocombustión en espacios cerrados limitar no superar periodos de tiempo que puedan suponer riesgo* **+ BUENAS PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO** ■ *Estado de filtros:* En caso de utilizar filtros para limpiar el aire de venteo o de trasferencias, comprobar periódicamente el estado de los filtros de mangas. ■ *Mantenimiento preventivo*. Realizar el mantenimiento específico de los sistemas de llenado y vaciado del almacén como: cintas, triplers, trasportadores de cadenas, tolvas subterráneas, apiladores y recogedores. ■ *Goteras:* Identificar posibles entradas de agua. La entrada de agua además de comprometer la calidad de ciertos productos, puede catalizar procesos de auto combustión en algunas mercancías como es el caso de algunos tipos de carbón.
NIV_2	**+ MEDIDAS TÉCNICAS PREVENTIVAS** ■ **En estructura:** ◆ *Evitar instalar ventanas o respiraderos en la parte superior de la nave. Se pueden generar efectos chimeneas que supongan emisiones en el movimiento de material pulverulento, o en la carga de almacén.* ■ **Llenado con apilador** ◆ *Control de altura: En descarga mediante descargadores utilizar brazos con control automático de altura para reducir la distancia de caída de la mercancía. Si no es posible utilizar brazos de altura regulable utilizar una de las siguientes opciones:* ▪ *Tolva telescópica con manga y sistema de elevación automático.* ▪ *Tolvin concentrador.* ■ **Levante con recogedor** ◆ *Apantallamiento: En levante mediante recogedor de cadenas o cangilones proteger el brazo recogedor con faldones enrasados al nivel de la mercancía.* ■ **En transferencias** ◆ *Optimizar trasferencia. Limitar la velocidad de impacto y la mezcla de la mercancía con el aire instalando tolvines de alimentación o toboganes de carga.* ◆ *Carenar las transferencias para limitar la entrada de aire y evitar la salida de polvo.* ■ **En Mercancías con riesgo de autocombustión** ◆ *Cámaras termométricas: Instalar cámaras termométricas que permitan identificar posibles focos de combustión.* ◆ *Sondas termométricas: Utilizar sondas o lanzas termométricas insertables para sondear la temperatura en capas profundas.* ◆ *Gases inflamables: Disponer de sensores de monóxido de carbono y metano.*
NIV_3	**+ MEDIDAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS** ■ **En venteo:** ◆ *Aspiración. Aspirar y filtrar la corriente de aire que sale del almacén al llenarlo mediante sistemas de trasporte continuo.* ■ **En llenado mediante apilador** (A*plicar una opción*): ◆ *Aspiración: Mediante tolva telescópica de aspiración concéntrica.* ◆ *Nebulización: Aplicar niebla seca en punto de vertido de apilador. Para mayor control utilizas tolva telescópica con inyector de niebla en la salida.* ■ **En trasferencias** (A*plicar una opción*): ◆ *Aspiración: Aplicar, especialmente, en trasferencia entre cinta, actuando sobre el encauzador.* ◆ *Nebulización: Aplicar niebla seca, especialmente, en trasferencia entre cintas, actuando en punto de vertido y en ecauzador.*

FICHA BP_21: ALMACENAMIENTO EN PARQUE DE GRANELES.

NIV_1

> BUENAS PRÁCTICAS OPERATIVAS

- **En área de trabajo:**
  - *Proteger las arquetas de recogida de pluviales utilizando planchas o globos durante las fases de formación, permanencia y levante del acopio.*
  - *Señalizar retorno de sobrecarga: Señalizar y delimitar con barreras móviles la ruta y lugar de descarga para camiones que retornen al acopio por llevar sobrepeso.*
  - *Reagrupar retorno de sobre carga: Agrupar y apilar, periódicamente, las posibles descargas por sobrepeso.*
- **En manipulación del acopio con pala**
  - *Carga a sotavento de camiones con pala, o en áreas protegidas entre acopios cuando se den condiciones de viento adverso.*
  - *Descarga a sotavento de camiones, o en áreas protegidas entre acopios cuando se den condiciones de viento adverso.*
  - *Marcar rutas de entrada y salida de camiones a la zona de operación de modo claro, haciendo uso de barreras móviles y sistemas de señalización.*
  - *Separar la zona de circulación de camiones de la zona de operación de la pala cargadora, mediante barreras móviles, evitando que los camiones rueden por las orillas del acopio.*
  - *Recortar la parva periódicamente, reapilando la mercancía dispersada en la zona de trabajo.*
  - *Remontar con hoja vertical y remontador: Apilar y remontar los acopios empujando la mercancía mediante empujadores de hoja vertical con sistema de prolongación. Los sistemas prolongadores reducen la necesidad de que la pala entre en el acopio.*
- **En formación del acopio**
  - *Distancia mínima de seguridad de más de 3 metros entre el acopio y viales, vías de ferrocarril, cantil o alineación de sumideros.*
  - *Delimitar el acopio con muros de contención móviles para evitar dispersión de mercancía sobre viales, vías de ferrocarril, o canaletas.*
  - *Colocar finos de mercancías, presentes en el remate y limpieza de la bodega, a sotavento del acopio.*
  - *Ubicar la mercancía con mayor rotación prevista cerca del punto de salida.*
  - *Formar acopios corridos con cotas planas en forma de meseta y sin dientes de sierra.*
  - *Reducir la exposición al viento mediante acopios que presenten la menor superficie posible a los vientos reinantes.*
  - *Limitar la altura de la parva en función del entorno.*
  - *No apilar ni remontar utilizando el cazo de la pala para recoger, levantar y tirar la mercancía, ya que este proceso aumenta las emisiones. Si se utiliza la pala para remontar o acopiar hacerlo siempre empujando.*
- **En productos autocombustibles**
  - *Compactar mercancía. Prensar con bull-dozer los acopios para reducir la porosidad y limitar la entrada de aire.*
  - *Control de temperatura: Realizar un seguimiento de la temperatura del acopio mediante cámaras termográficas y sondas termométricas insertables en la mercancía.*

+ BUENAS PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO

- *Recortar acopios:* Recortar el acopio, limpiando los viales afectados por la mercancía dispersada por viento o por rodadura. Realizar esta tarea periódicamente aunque no haya operación.
- Barrido operativo: Barrer los viales durante la operativa mediante barredoras de cepillo con recogedores carenados y sistemas de control de polvo por atomización de agua.
- *Barrido de mantenimiento. Barrer la* explanadas y viales periódicamente aunque no haya operación.
- *Corregir baches* o deformaciones en viales.
- *Drenajes:* Mantenimiento preventivo de la red de drenaje. Limpiar canaletas y conducciones comprobando periódicamente su funcionamiento.
- *Mantener acopio delimitado*: Utilizar barreras o muros móviles para delimitar el acopio y prevenir la dispersión de la mercancía a viales y arquetas.
- *Verificar pulverización y atomización:* En caso de utilizar inyectores o turbinas para pulverizar agua, realizar el mantenimiento recomendado y verificar su funcionamiento con anterioridad a las operaciones.
- *Limpieza de pantallas*: En caso de utilizar pantallas corta-vientos o atrapa polvo-limpiar periódicamente para evitar la colmatación de los orificios o mallado de las mismas.

NIV_2

+ MEDIDAS TÉCNICAS PREVENTIVAS

- **En infraestructura y ordenación de la instalación.**
  - *Iluminación suficiente para realizar las operaciones en condiciones de seguridad.*
  - *Red de drenaje siguiendo las siguientes recomendaciones generales:*
    - *Recogida de agua mediante canales superficiales, que sean fáciles de limpiar. Evitar conducciones enterradas.*
    - *Distribución perimetral de la red de drenaje en torno al acopio, o en forma de espina de pescado en la zona interior de acopio.*
    - *Superficie con caída dirigida hacia la red de recogida de pluviales*
    - *Vertido de la red a balsa de decantación con rampa para acceso de pala.*
    - *Sistema de reutilización de agua. La instalación de una red de drenaje dotada de balsa de decantación y reciclado de agua será especialmente importante cuando se utilicen sistemas de aspersión, pues algunas mercancías se escurre más del 70% del agua aplicada.*
  - *En superficie de trabajo. Almacenar la mercancía sobre superficies estables, preferiblemente precargadas y pavimentadas, con el fin de hacer viable la limpieza de las mismas y la aplicación de sistemas de control de emisiones por via humeda.*
  - *Barreras y muros móviles, en las siguientes aplicaciones.*
    - *Delimitar acopios mediante muros móviles. permite optimizar el espacio ocupado; proteger el acopio de posibles escorrentías; prevenir la dispersión de mercancía a viales y arquetas; así como impedir la dispersión de mercancía por tránsito de camiones*
    - *Delimitar zona de carga mediante barreras. El uso de barreras móviles, tipo "New Yersey," para separar el tránsito de camiones de la zona de operación de la pala, reduce la dispersión de mercancía por rodadura.*
    - *Delimitar zona de retornos: Utilizar barreras móviles para identificar el punto de vertido de camiones que retornan por sobre peso.*
    - *Delimitar viales y rutas de transito. Permite organizar la circulación evitando el paso de camiones por los bordes de los acopios o el uso de "atajos" entre los mismo.*
- **En operaciones con pala:**
  - *Aplicar medidas técnicas preventivas para palas.*
- **En operaciones con camión:**
  - *Aplicar medidas técnicas preventivas para camiones.*
- **En cintas de distribución en la campa:**
  - *Aplicar medidas técnicas complementarias para cintas.*
- **En operaciones con apilador, recogedor o rotopala**
  - *Control de altura: En descarga mediante apilador utilizar brazos con control automático de altura para reducir la distancia de caída de la mercancía. Si no es posible utilizar brazos de altura regulable utilizar una de las siguientes opciones:*
    - *Tolva telescópica con manga y sistema de elevación automático.*
    - *Tolvin concentrador.*
  - *Apantallamiento:*
    - *En levante mediante recogedor de cadenas o cangilones proteger el brazo recogedor con faldones enrasados al nivel de la mercancía.*
    - *En levante mediante rotopala apantallar la trasferencia entre la rotopala y la cinta aplicando medidas de optimización de trasferencias.*
- **En transferencias entre sistemas continuos**
  - *Optimizar trasferencia. Limitar la velocidad de impacto y la mezcla de la mercancía con el aire instalando tolvines de alimentación, toboganes de carga y encauzadores.*
  - *Carenar las transferencias para limitar la entrada de aire y evitar la salida de polvo.*
- **En mantenimiento y estabilización de acopios** (A*plicar una opción*)
  - *Pantallas: Instalar pantallas artificiales porosas, corta-vientos y atrapa polvo protegiendo las direcciones que planten mayores problemas de dispersión a zonas sensibles.*

    Pantallas vegetales en en el perímetro de toda la instalación como complemento a las pantallas artificiales.
  - *Aspersión y sellado Aspersión o pulverización de agua con regularidad sobre acopios que sean manipulados frecuentemente. Realizar el proceso con cañones fijos, cañones móviles o turbinas pulverizadoras.*

    Sellado con agua y aditivos selladores sobre aquellos acopios que no vallan a ser manipulados durante más de un mes. Realizar el proceso, preferiblemente con cisternas.

    En general, es recomendable sellar las parvas en lugar de mantener sistemas de riego constantes, pues se evitan escorrentías y adherencia de mercancía en equipos, al tiempo que no se altera el peso especifico de la mercancía o su poder calorífico.

    Reutilización de agua. El uso frecuente de la aspersión de agua aconseja la instalación de sistemas de recogida, decantación y reutilización de agua.

    Se supone que las mercancías que no admiten agua no son aptas para su almacenamiento en campas a la intemperie.

	■ **En viales y campas vacías** (A*plicar una opción*) ◆ *Aspersión: Mantener húmeda la superficie de viales, y de campas no pavimentadas cuando estas últimas estén vacías.* ◆ *Selladores: Aplicar agua pulverizada con aditivos selladores sobre superficies no pavimentadas. En especial sobre viales y sobre campas no pavimentadas que van a estar vacías un largo periodo de tiempo.*
NIV_3	**+ MEDIDAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS** ■ **En pantallas y acopios apantallados** ◆ *Atomizadores: Turbinas o inyectores de agua atomizada actuando en el entorno de pantallas atrapa-polvo para aumentar la eficacia de las pantallas.* ◆ *Pulverizadores: Turbinas de agua pulverizada actuando sobre la superficie de los acopios (solo en caso de vientos muy intensos y desfavorables cuando la protección de la pantalla sea insuficiente)* ■ **En operaciones con pala, camión o vagón** ◆ *Atomización: Utilizar turbinas atomizadoras que proyecten un chorro de niebla sobre:* ▪ *Puntos de vertido de camiones.* ▪ *Zonas de remonte o ataque de palas.* ▪ *En zonas de carga de camión o vagón con pala.* Aplicar esta recomendación teniendo en cuenta que: ▪ *Ubicación: La ubicación respecto de la maquinaria debe realizarse teniendo en cuanta la dirección e intensidad del viento, con el fin de garantizar que el viento no arrastra la bruma fuera de la zona de trabajo.* ▪ *Apantallamiento: Los atomizadores y nebulizadores serán más eficaces capturando el polvo si trabajan en zonas protegidas por pantallas corta-vientos.* ▪ *Sistemas duales: Existen turbinas capaces de crear un amplio rango de tamaños de gotas, actuando como sistemas de pulverización y atomización a un mismo tiempo lo cual los hace más robustos al viento.* ■ **En cintas, apiladores y rotopalas.** ◆ *Pulverización: Prevenir las emisiones de polvo aplicando agua pulverizada con aditivos tensoactivos antes de las trasferencias y en puntos de trasferencia de mercancía.* *Se suponen adoptadas todas las medidas destinadas a apantallar transferencias, limitar velocidad de caída y, reducir la mezcla entre mercancía y aire.* ■ **En recogedores de cangilones o cadenas.** ◆ *Nebulización: Atenuar las posibles emisiones con inyectores de agua nebulizada, protegiendo la zona de aplicación mediante faldones.*
NIV_4	**+ REGULACIÓN OPERATIVA POR VIENTO** ■ *Ritmo de las operaciones*: Regular el ritmo de las operaciones y rigor con el que se manipula la mercancía en función de la pulverulencia de la mercancía, y de la velocidad y dirección del viento. ■ *Parada operativa*: Establecer parada operativa en casos de rachas de viento prolongadas de intensidad y dirección desfavorable cuando las medidas operativas y técnicas aplicadas sean insuficientes para controlar las emisiones

FICHA BP_22: RECEPCION EN DESCARGADERO DE CAMIONES O VAGONES.	
NIV_1	**> BUENAS PRÁCTICAS OPERATIVAS** ■ *No sobrellenar el alimentador*, evitando reboses. ■ *Nivel de llenado*: Mantener el alimentador a nivel medio de llenado cuando el tipo de mercancía lo permita. ■ *Descarga progresiva* del camión o vagón. ■ *Recoger derrames:* Durante la operación, de modo periódico, recoger con pala o barredora los posibles derrames en torno a la tolva de alimentación. ■ *Seguimiento* constante del flujo de carga y de la velocidad del trasportador, con el fin de anticipar reboses o atascos. **+ BUENAS PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO** ■ *Mantenimiento preventivo:* Realizar el mantenimiento preventivo marcado por el fabricante, con especial atención a: ◆ *Estado de la transferencia entre tolva y cinta* ◆ *En fosos cubiertos. Hermeticidad de techos y paredes* ◆ *Estado de filtros. Correcta reposición del mangas o cartuchos* ◆ *Estado des sistemas de nebulización. Sistemas de presión y boquillas* ■ *Limpieza periódica:* Recoger periódicamente la mercancía derramada en la zona de descarga y tránsito de camiones. ■ *Limpieza final:* Tras finalizar la operativa, limpieza en profundidad de la superficie de trabajo y de las conducciones del sistema de drenaje que se hayan visto afectadas. ■ *Verificar:* Comprobar antes de la operación el funcionamiento de sistemas ligados a la prevención o atenuación de emisiones, como son ◆ *Caídas de presión y estado de funcionamiento de filtros de aire* ◆ *Presión y estado de boquillas nebulizadoras.*
NIV_2	**+ MEDIDAS TÉCNICAS PREVENTIVAS** ■ **En alimentador:** ◆ *Apantallar tolva: Instalar pantallas cortavientos sobre la boca de la tolva. Preferiblemente pantallas porosas.* ◆ *Flex-Flpas: En boca de alimentador. Esta medida está condicionada al tipo de mercancía y tamaño del alimentador. Se puede optar por sistemas desmontables.* ◆ *Señalización luminosa. Utilizar semáforos u otro sistema, para Informar al operador del nivel de carga o de posibles atascos.* ■ **En trasferencia a cinta:** ◆ *Optimizar trasferencia mediante el uso de tolvas de alimentación, toboganes y encauzadores herméticos.*
NIV_3	**+ MEDIDAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS** ■ **En alimentador** (implantar una opción): ◆ *Aspiración: Mediante filtro insertable en zona apantallada, o mediante aspiración en tolva de alimentación (esto requiere el uso de tovas de tamaño adecuado y un control total del nivel de carga)* ◆ *Nebulización: Niebla seca aplicada en el recinto apantallado sobre alimentador para capturar el polvo generado.* ■ **En trasferencia a cinta** (implantar una opción): ◆ *Aspiración: Aspiración aplicada en encauzador de la cinta.* ◆ *Nebulización: Niebla seca aplicada en punto de descenso y en encauzador.* ◆ *Pulverización: Aplicar agua pulverizada con aditivos tensoactivos en el punto de vertido a cinta para prevenir emisiones.*
NIV_4	**+ REGULACIÓN OPERATIVA POR VIENTO** ■ *Ritmo de las operaciones*: Regular el ritmo de las operaciones y rigor con el que se manipula la mercancía en función de la pulverulencia de la mercancía, y de la velocidad y dirección del viento. ■ *Parada operativa*: Establecer parada operativa en casos de rachas de viento prolongadas de intensidad y dirección desfavorable cuando las medidas operativas y técnicas aplicadas sean insuficientes para controlar las emisiones

FICHA BP_23: ENTREGA EN CARGADERO DE CAMIONES/ VAGONES	
NIV_1	**> BUENAS PRÁCTICAS OPERATIVAS** ■ *Recoger derrames:* Durante la operación, de modo periódico, recoger con pala o barredora los posibles derrames en torno a la tolva de alimentación. ■ *No sobrellenar*: No superar el nivel de la caja ni el peso admisible ■ *No realizar carga directa:* No cargar directamente desde cinta o transportador continuo sin utilizar cono concentrador o tolva telescópica. ■ Toldar: En camiones, toldar inmediatamente tras cargar.
	+ BUENAS PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO ■ *Mantenimiento preventivo:* Realizar el mantenimiento preventivo marcado por el fabricante, con especial atención a: ◆ *Sistemas de pesado de carga* ◆ *Controles de mangas de descarga* ◆ *Estado de filtros. Correcta reposición del mangas o cartuchos* ◆ *Estado des sistemas de nebulización. Sistemas de presión y boquillas* ■ *Limpieza periódica:* Recoger periódicamente la mercancía derramada en la zona de descarga y tránsito de camiones. ■ *Limpieza final:* Tras finalizar la operativa, limpieza en profundidad de la superficie de trabajo. ■ *Verificar:* Comprobar antes de la operación el funcionamiento de sistemas ligados a la prevención o atenuación de emisiones, como son ◆ *Controles de elevación de mangas de descarga.* ◆ *Caídas de presión y estado de funcionamiento de filtros de aire.* ◆ *Presión y estado de boquillas nebulizadoras.*
NIV_2	**+ MEDIDAS TÉCNICAS PREVENTIVAS** ■ *Varias puntos de carga* : El uso de cargadores con varios puntos de carga por camión permite una carga uniforme evitando el avance secuencial del camión bajo la tolva y los posibles derrames ligados a este proceso. ■ *Control de sobre carga*. Disponer de sistemas de control del nivel de carga in-situ, como pueden ser: ◆ *Carga dosificada. Sistemas de carga con dosificador capaces de pesar la mercancía antes verterla en el camión o vagón.* ◆ *Básculas en el punto de carga.* ◆ *Pesado a bordo en camiones. Contratar camiones con sistemas de pesado a bordo.* ■ *Optimizar trasferencia* entre cargador y camión o vagón mediante una de las siguientes opciones ◆ *Mangas o tolvas telescópicas de descarga con control automático de altura y sensor de atascos (opción optima).* ◆ *Apantallamiento total de la zona de carga con cortinas en punto de entrada, y descenso mediante tobogán o cono concentrador.*
NIV_3	**+ MEDIDAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS** ■ **En trasferencia a camión o vagón** (implantar una opción): ◆ *Aspiración: Tolva telescópica con aspiración concéntrica aplicada en la boca de la tolva. La boca de la tolva constara de un faldón cilíndrico que confine el volumen aspirado.* ◆ *Nebulización: Niebla seca aplicada en salida de tolva telescópica o directamente en caja de camión (Para un funcionamiento adecuado es aconsejable utilizar un sistema de control de descenso o apantallamiento).* ◆ *Cascada: Tolva telescópica de cascada.*
NIV_4	**+ REGULACIÓN OPERATIVA POR VIENTO** ■ *Ritmo de las operaciones*: Regular el ritmo de las operaciones y rigor con el que se manipula la mercancía en función de la pulverulencia de la mercancía, y de la velocidad y dirección del viento. ■ *Parada operativa*: Establecer parada operativa en casos de rachas de viento prolongadas de intensidad y dirección desfavorable cuando las medidas operativas y técnicas aplicadas sean insuficientes para controlar las emisiones

5.3. BUENAS PRÁCTICAS EN TRANSPORTE TERRESTRE

"Esta sección propone buenas prácticas en las operaciones que conectan el puerto con el exterior mediante camión y ferrocarril."

Como ya se ha indicado previamente en este documento, la mercancía solida a granel entra y sale del puerto principalmente mediante camión, tren y cintas. Por tanto las buenas prácticas recomendables en el transporte terrestre coincidirán con las que ya se han expuesto para dichos sistemas dentro de la sección anterior.

No obstante, a la hora de determinar las medidas necesarias para controlar los aspectos ambientales del transporte terrestre, es necesario tener en cuenta que *esta actividad se desarrolla tanto dentro como fuera del puerto, por lo que puede verse incrementado el número de actividades afectadas*. Este hecho debe tenerse en cuanta a la hora de valorar la vulnerabilidad de esta actividad.

Así mismo es necesario tener en cuenta el efecto aditivo que se da en el transporte terrestre ya que, en general, serán varios los operadores que utilicen el transporte por ferrocarril o carretera lo que hace necesario valorar la intensidad de dicha actividad de forma global para el conjunto del puerto.

Por ello, cuando el tránsito de camiones, trenes o cintas, *tenga lugar en entornos urbanos, o próximos a los mismos*, será recomendable, de modo general, *recurrir al máximo nivel de aplicación de medidas técnicas preventivas y complementarias previstas para dichos esquemas de transporte.*

5.4. BUENAS PRÁCTICAS EN MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTALACIONES

"Esta sección propone buenas prácticas en la gestión, en el desarrollo operativo y en la dotación de medios técnicos ligados a actividades de mantenimiento y limpieza tanto de instalaciones como de maquinaria, incluidas el drenaje de superficies y el repostaje de maquinaria"

Como ya se ha indicado las tareas de mantenimiento y limpieza de equipos e instalaciones admiten un doble enfoque:

- *Presión ambiental:* Un incorrecto desarrollo de las tareas de limpieza o mantenimiento puede actuar como una presión ambiental negativa, pudiendo llegar a ser en una actividad generadora de emisiones, derrames y vertidos.

- Medida preventiva: Una correcta limpieza y mantenimiento actúa como medida preventiva al eliminar restos de mercancía que pueden ser emitidos por la maquinaria rodante, y al garantizar el correcto funcionamiento de los equipos, previniendo así derrames de mercancía.

Por ello, *las recomendaciones propuestas tienen como alcance todo tipo de actividades con independencia del nivel de actividad y del tipo de entorno en el que se opera.*

En cuanto a la responsabilidad de aplicación, su implantación corresponde a las empresas prestadoras de servicio de manipulación de mercancías y a las empresas concesionarias. Dicha responsabilidad implica el estricto seguimiento de dichas tareas, cuando estas sean contratadas a terceros.

Las recomendaciones propuestas abarcan las siguientes actividades

- *Limpieza y mantenimiento de viales y explanadas.*
- *Mantenimiento y limpieza de equipos.*
- *Drenaje de explanadas y parques de almacenamiento.*
- Suministro de combustible.

Para cada una de dichas actividades se proponen, con carácter general, medidas ligadas a la gestión de la actividad, a la manipulación de los residuos generados, a la contratación del servicio, a la operativa y a los medios técnicos utilizados.

BUENAS PRÁCTICAS EN LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE VIALES Y EXPLANADA

BUENAS PRÁCTICAS EN LA *GESTIÓN* DE LA LIMPIEZA

El operador dispondrá de un *plan de limpieza del muelle y de las superficies* de trabajo utilizadas para el desarrollo del conjunto de su actividad -tal y como figure en su licencia, autorización, o condición concesional- que recoja, al menos, los siguientes aspectos:

- *Alcance*: Instalaciones sobre las que se actúa y objetivos de limpieza para cada una de las zonas. Los objetivos se establecerán en función del tipo de mercancía, del entorno y del uso posterior de muelles o campas.
- *Medios:* Medios técnicos disponibles propios y ajenos, instrucciones de operación, plan de mantenimiento de los mismos y evidencias del correcto estado de mantenimiento.
- *Responsabilidades:* Quien será responsable del plan de limpieza, quienes ejecutaran las tareas, y cuáles son las relaciones entre las partes o personas implicadas.
- *Operativa:* Definir el protocolo de limpieza a seguir en función de los lugares en los que se desarrolla la limpieza y del tipo de restos a recoger, estableciendo:
  - *Tipos de situaciones a tratar. Características de los restos a recoger.*
  - *Secuencia de acciones de limpieza.*
  - *Medios necesarios para cada una de las acciones de limpieza.*
  - *EPI´s y precauciones de seguridad.*
  - *Actuaciones necesarias para controlar los aspectos ambientales ligados al proceso de limpieza: Emisiones de polvo, generación de vertidos y generación de residuos.*
  - *Destino de los residuos generados en función de sus características.*
- *Programa:* Estableciendo la periodicidad de las acciones programadas y definiendo situaciones que puedan requerir de limpieza no programadas como son derrames, llegadas de buques, etc.
- *Formación:* Los responsables de la ejecución y supervisión de plan de limpieza contaran con formación que les permita:
  - *Valorar la importancia de una correcta limpieza en el aseguramiento de la calidad ambiental y de servicio.*
  - *Reconocer las diferentes partes de equipos e instalaciones*
  - *Identificar la operativa a seguir en función del tipo de mercancía o restos a recoger*
  - *Manejar los diferentes medios de limpieza*
  - *Conocer las prudencias de seguridad, prevención y control medioambiental*
  - *Dar adecuado tratamiento a los residuos*
- *Registros*: Disponer de listas de verificación que informe del tipo de mercancía movido, del seguimiento de los protocolos establecidos, de la consecución de objetivos de limpieza y de la adecuada gestión dada a los residuos.

BUENAS PRÁCTICAS EN LA MANIPULACIÓN DE RESIDUOS DE LIMPIEZA.

- *Autorización de productor de residuos*. El operador contará con la autorización de productor de residuos, o habrá realizado la notificación reglamentaria en función del volumen y tipo de residuo producido; encargándose de recoger, almacenar y entregar a un gestor autorizado los residuos generados. El tratamiento dado a cada residuo se ajustara a las propiedades y características del mismo según lo establecido por la legislación que sea de aplicación a cada tipo de residuo.
- *Adecuación del almacenamiento de residuos*. Los residuos que deban ser almacenados antes de su traslado a vertedero o tratamiento por parte de un gestor autorizado, serán segregados y acopiados en contenedores o en zonas de aportación que cumplan los requisitos adecuados atendiendo a su naturaleza.
- *Protocolo de manipulación de residuos*: El almacenamiento de los residuos seguirá un protocolo elaborado por el operador que establecerá la gestión, la ubicación, las cautelas y el tiempo máximo de cada residuo.
- *Trazabilidad de residuos*. El operador mantendrá un registro de las actividades de limpieza efectuadas, la cantidad, en peso y naturaleza, de los residuos recogidos y retirados y el tratamiento dado a los mismos. Cuando la limpieza se realice tras una escala se consignará información sobre la naturaleza y volumen de la mercancía movida.

BUENAS PRÁCTICAS EN LA CONTRATACIÓN DEL SERVICIO DE LIMPIEZA.

- *Verificar actuaciones*. Cuando la limpieza de muelles, viales o campas sea desarrollada por una empresa externa especializada, el operador de estiba realizará un seguimiento de la limpieza destinado a garantizar el correcto desarrollo del plan de limpieza acordado, de la calidad del servicio prestado y de la adecuada gestión de los residuos generados.
- *Formación*. El operador contara con un esquema de formación e información que garantice que la empresa de limpieza conoce en todo momento los protocolos de limpieza, precauciones de seguridad, de prevención de riesgos, de control medioambiental y de gestión de residuos, que deban seguirse atendiendo a la naturaleza de la mercancía movida.
- *Comunicación y control*. La empresa de limpieza no retirara residuos a vertedero o gestor autorizado sin comunicarlo antes a la empresa estibadora y seguir el control de residuos que esta determine (pesado, control visual, toma de muestras, etc.).

BUENAS PRÁCTICAS OPERATIVAS.

El tipo de limpieza aplicada está condicionada por las características de la mercancía manipulada, así como por la mercancía que se vaya a mover posteriormente; de modo que si existe riesgo de contaminación cruzada la limpieza deberá ser más exigente.

No obstante, a pesar de los condicionantes propios de cada mercancía, es posible plantear las siguientes buenas prácticas genéricas:

- *Recortar acopios.* Recoger y apilar periódicamente, con una pala, la mercancía dispersa en torno a los acopios.
- *En levante* de parva con pala y camión, o tolva y camión, seguir el siguiente protocolo:
  - *Agrupar derrames y descargas por sobrepeso, de modo periódico.*
  - *Primera limpieza con la cuchilla de una pala acopiando residuos en zona adecuada para posterior gestión.*
  - *Barrido posterior con barredora por vía húmeda, o barredora con aspiración.*
  - *Baldeo final mediante cuba.*
- *No baldear sin realizar antes una adecuada limpieza* por medios mecánicos. Procurando limitar el uso del baldeo a casos en los que pueda darse contaminación cruzada.
- *Realizar la limpieza por vía seca* en los casos donde queden restos de fertilizantes u otras mercancías que puedan fraguar o reaccionar con el agua.
- *Bajos de cintas:* En operaciones con cintas, prestar especial atención a la limpieza de los bajos de la cinta y a las inmediaciones de puntos de transferencia. En particular en cintas que transcurren a lo largo del cantil, evitar la acumulación de restos entre la instalación y el borde.
- *Minimizar vertidos y emisiones.* Disponer de medios técnicos y protocolos operativos que eviten los vertidos al mar y minimicen las emisiones a la atmósfera durante la limpieza. Los protocolos y los medios serán específicos para cada tipo de mercancía, y considerarán los requerimientos de limpieza de la mercancía que se tenga previsto mover posteriormente.

MEDIDAS TÉCNICAS PREVENTIVAS

- Medidas en las superficies de trabajo:
  - *Reparar baches o badenes en los que pueda quedar acumulada la mercancía dificultando el proceso de limpieza. Los restos persistentes de mercancías orgánicas pueden fermentar dando lugar a problemas de olores.*
  - *Utilizar superficies pavimentadas. Es conveniente utilizar superficies de trabajo pavimentadas de baja rugosidad que faciliten las tareas de limpieza.*
  - *Estabilizar superficies no pavimentadas. En campas y viales no pavimentados, y en aéreas de trabajo deterioradas estabilizar la superficie mediante una de las siguientes soluciones:*
    - *Riego periódico. Aconsejable en viales y campas que permanezcan bacías por periodos inferiores a un mes*
    - *Estabilización con aditivos. Aconsejable en campas que no se vayan a utilizar por periodos superiores a un mes.*

  Es aconsejable aplicar cualquiera de estas medidas mediante camiones cisterna destinados a riego con el fin de conseguir una distribución homogénea y optima de agua o de producto sellador
- Medios de limpieza:

  La maquinaria de barrido debe adaptarse tanto al nivel de pulverulencia como a la intensidad del trabajo, buscando un equilibrio entre eficiencia en el control de emisiones y capacidad de hacer frente a entornos muy exigentes. De modo general, se recomienda:
  - *Carenar: Realizar siempre el barrido con equipos en los que el rodillo de limpieza y el colector de residuos estén carenados y protegidos por faldones.*
  - *Nebulización: Utilizar equipos con inyectores nebulizadores de agua que permitan controlar las emisiones generadas en el proceso.*
  - *Baldeo a presión: Cuando sea necesario baldear, utilizar camiones con sistema de riego a presión para rematar limpieza de muelles, que permitan minimizar el consumo de agua.*

  En la mayoría de los casos será posible recurrir a sistemas de limpieza de rodillo y colector carenado que pueden ser acoplados a palas o tractores. Estos equipos permiten, así mismo el uso de inyectores nebulizadores.

BUENAS PRÁCTICAS EN MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA DE EQUIPOS

BUENAS PRÁCTICAS DE GESTIÓN.

- Disponer de planes de mantenimiento que recojan:
  - *Alcance: Equipos sobre los que se actúa.*
  - *Medios: Medios técnicos disponibles.*
  - *Responsabilidades: Quienes realizan las tareas.*
  - *Lugar: Lugares habilitados para el desarrollo del mantenimiento.*
  - *Operativa: Rutina de trabajo y medios a utilizar.*
  - *Gestión de Residuos: Protocolos de clasificación y almacenamiento por tipos.*
  - *Prevención: Cautelas a seguir para prevenir contaminación o accidentes.*
  - *Programa: Periodicidad de las acciones de mantenimiento preventivo.*
  - *Formación: Necesidades de formación del equipo de trabajo.*
  - *Registros: Evidencias documentadas de las tareas realizadas.*
- Verificar: Realizar comprobaciones de los equipos antes y después de las operaciones mediante listas de verificación cumplimentadas por los operarios de los equipos. Esto permite una comunicación sistemática entre operarios y equipo de mantenimiento.
- Informatizar: Informatizar los planes de mantenimiento haciendo un seguimiento de horas de trabajo y consumos. Esto permite ajustar de modo óptimo las tareas de mantenimiento a los niveles de uso de los equipos.
- Plan de manipulación de residuos. Disponer de un plan de gestión de los residuos generados en las tareas de mantenimiento que establecerá la manipulación, ubicación, cautelas y tiempos máximos de almacenamiento de cada tipo de residuo.
- Gestionar aguas de limpieza. Disponer de un plan de gestión de las aguas de limpieza y de los posibles residuos de decantación.
- Adecuado mantenimiento de medios. Incluir las instalaciones de limpieza y mantenimiento dentro del plan de mantenimiento.
- Gestión del orden y limpieza: Aplicar el principio de "un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar". Mediante paneles con información grafica indicar el emplazamiento de las herramientas y desechos generados, así como los procedimientos a seguir.
- No olvidar el equipamiento de control de contaminación: Los sistemas que ayudan a prevenir y controlar accidentes o impactos ambientales han de estar incluidos dentro del plan de mantenimiento y de verificación. Este es el caso de sistemas de aspiración, sistemas de nebulización o aspersión, sistemas de medida de caudal, carenados, faldones, etc.

BUENAS PRÁCTICAS EN LA MANIPULACIÓN DE RESIDUOS DE MANTENIMIENTO.

- Autorización de productor de residuos. El operador contará con la autorización de productor de residuos, o habrá realizado la notificación reglamentaria en función del volumen y tipo de residuo producido; encargándose de recoger, almacenar y entregar a un gestor autorizado los residuos generados. El tratamiento dado a cada residuo se ajustara a las propiedades y características del mismo según lo establecido por la legislación que sea de aplicación a cada tipo de residuo.
- Adecuación del almacenamiento de residuos. Los residuos que deban ser almacenados antes de su traslado a vertedero o tratamiento por parte de un gestor autorizado, serán segregados y almacenado a cubierto en recipientes que cumplan los requisitos adecuados atendiendo a su naturaleza.
- Evitar contacto con el suelo. Almacenar los recipientes con residuos en estanterías o baterías de pallets que permitan identificar posibles fugas o derrames. El suelo de la zona de almacenamiento estará pavimentado con material impermeable.
- Protocolo de manipulación de residuos El almacenamiento de los residuos seguirá un protocolo elaborado por el operador que establecerá la gestión, la ubicación, las cautelas y el tiempo máximo de cada residuo.
- Trazabilidad de residuos. El operador mantendrá un registro de las actividades de mantenimiento efectuadas, la cantidad, en peso y naturaleza, de los residuos generados y el tratamiento dado a los mismos.

BUENAS PRÁCTICAS EN LA CONTRATACIÓN DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO.

- Verificación de actuaciones. Cuando el mantenimiento sea desarrollada por una empresa externa especializada, el operador realizará un seguimiento del cumplimiento del plan mantenimiento, y de la adecuada gestión de los residuos generados.
- Formación. El operador contara con un esquema de formación e información que garantice que la empresa de mantenimiento conoce y aplica de control medioambiental y de gestión de residuos, que deban seguirse atendiendo a la naturaleza de los residuos generados.
- Trazabilidad de residuos. La empresa informara periódicamente del volumen de residuos generados y del destino dado a los mismos.

BUENAS PRÁCTICAS OPERATIVAS.

- Zonas habilitadas:
- Realizar mantenimientos y reparaciones mecánicas de camiones o maquinaria móvil en talleres o zonas especialmente habilitadas para tal fin con solera impermeabilizada.
- Realizar el lavado de vehículos y maquinaria en zonas especialmente habilitadas para tal fin, dotadas de recogida y tratamiento de aguas de lavado.
- Tratar aguas de lavado. Someter las aguas de lavado a un proceso de decantación y separación de hidrocarburos antes de su reciclado o vertido autorizado. Tratar adecuadamente como residuos los materiales decantados. Cuando no sea posible tratar las aguas de lavado garantizar su traslado periódico mediante cisterna a un gestor autorizado.
- No escurrir en suelo. Escurrir los filtros de aceites y piezas impregnadas sobre bandejas y nunca en el suelo o en arquetas de sumideros.
- Utilizar absorbentes. Disponer de material absorbente en cantidad suficiente en la zona de trabajo, recogiendo inmediatamente posibles derrames y tratando el material absorbente como residuo.
- No baldear. No limpiar restos o vertidos de mantenimiento mediante el baldeo de agua.
- Utilizar bandejas móviles. Utilizar bandejas móviles para evitar vertidos de aceites al suelo durante las labores de mantenimiento y cambio de fluidos.
- Succión de aceite. Utilizar sistemas de extracción de aceite por succión directa o por succión a través de bandejas intermedias.
- Prolongar vida de aceites. Analizar periódicamente el estado químico de los aceites de la maquinaria y realizar los cambios de aceite cuando se incumplan los estándares de calidad recomendados para dichos aceites. Un uso no agresivo de la maquinaria y un seguimiento periódico de los aceites permiten alargar los tiempos de cambio de aceite, reduciendo costes operativos y costes de gestión de residuos peligrosos.
- Usar agua a presión. Realizar la limpieza de maquinaria mediante agua a presión, lo cual permite reducir sustancialmente el consumo de agua.
- Almacenar residuos sin tocar el suelo. Almacenar los aceites usados en bidones o contenedores etiquetados, bajo cubierta y sobre cubetas de recogida de posibles derrames. Mantener siempre los contenedores elevados sobre el suelo para facilitar la detección de posibles fugas.
- Mantenimiento in-situ. Disponibilidad de medios suficientes para realizar mantenimientos in-situ en condiciones de protección al medio. Como pueden ser:
  - *Sistemas de extracción y recarga por aspiración y bombeo de fluidos hidráulicos.*
  - *Bandejas de retención.*
  - *Materiales absorbentes.*

MEDIDAS TÉCNICAS RECOMENDADAS

- Es recomendable realizar las tareas de mantenimiento y limpieza de maquinaria en áreas o instalaciones dotadas de los siguientes equipamientos:
- Impermeabilización. Disponer de solera impermeabilizada para evitar filtraciones al suelo.
- Recogida de aguas. Disponer de sistema de recogida de aguas independiente de la red; con tratamiento previo de eliminación de hidrocarburos si va a colector, o con sistema de almacenamiento de aguas sucias para su retirada por gestor autorizado.
- Almacenamiento de residuos. Contar con una zona específica para el almacenamiento temporal a cubierto de los residuos generados en las tareas de mantenimiento. Disponer de recipientes adecuados para el almacenamiento de los mismos, así como de sistemas de almacenamiento elevado que impidan el contacto directo de los recipientes con el suelo, y permitan la identificación de posibles vertidos.
- Extracción de aceites por succión. Realizar el cambio de aceites y fluidos hidraulicos con dispositivos de extracción por succión directa o mediante bandejas dotadas de sistemas de succión.
- Recogida de vertidos. Contar con equipos de recogida de líquidos en caso de vertido y materiales absorbentes como sepiolita y similares para afrontar contingencias.

BUENAS PRÁCTICAS EN EL DRENAJE DE EXPLANADAS Y PARQUES DE ALMACENAMIENTO

BUENAS PRÁCTICAS OPERATIVAS.

- *Proteger arquetas:* Tapar las arquetas durante la operación con planchas metálicas o globos.
- *Distancia de seguridad*: Mantener los acopios a mas de 3 metros de arquetas y canaletas.
- *Proteger con muros*: Cuando por necesidades de espacio los acopios queden próximos a las arquetas, proteger el límite de dichos acopios mediante muros móviles.

BUENAS PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO.

- *Limpieza de conducciones*: Limpieza tras cada operación de canaletas y conducciones.
- *Limpieza de balsas:* Vaciado y limpieza periódica de la balsa de decantación.
- *Verificación:* Comprobación periódica de los sistemas de bombeo y filtrado que puedan existir.

MEDIDAS TÉCNICAS PREVENTIVAS.

- En drenaje de parques de almacenamiento a la intemperie es aconsejable:
  - *Recogida superficial: Utilizar sistemas de recogida con canaletas en V o en U sin colectores enterrados y con una anchura amplia para facilitar limpieza.*
  - *Red perimetral: Disponer el sistema de drenaje de modo perimetral con pendientes en la campa que converjan hacia dichos drenajes.*
  - *Accesibilidad: Plantear el conjunto de canaletas y rejillas de modo que pueda limpiarse por medios mecánicos como palas o barredoras, sin que haya partes del sistema que no resulten fácilmente accesibles.*
  - *Evitar sistemas mecánicos: Hacer converger el agua por gravedad, sin medios mecánicos, hacia una balsa de decantación abierta con rampa para permitir la limpieza de lodos mediante pala.*
  - *Decantar: Conexión de la balsa de decantación primaria con una balsa de decantación secundaria donde se realizara una decantación forzada mediante el uso de floculantes. Realizar el trasvase sin utilizar sistemas de bombeo limpiando los flotantes del agua trasvasada mediante medios mecánicos sencillos (rodillos de palas, etc.).*
  - *Reutilizar con sistemas robustos: En caso de reutilizar el agua para sistemas de riego, bombear a sistemas de tratamiento mediante sistemas robustos de fácil mantenimiento. Evitar sistemas de filtrado que puedan colmatarse con facilidad.*
  - *Aliviadero: Conectar el sistema a un aliviadero para hacer frente a lluvias intensas.*

BUENAS PRÁCTICAS EN EL SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE

BUENAS PRÁCTICAS OPERATIVAS.

- *Corte automático:* Evitar reboses de combustible mediante el uso de sistemas de corte automático y mediante verificaciones visuales.
- *Mangueras anti goteo*: Utilizar mangueras con sistemas antigoteo o bandejas de retención en el punto de repostado.
- *Vaciar mangueras*: Tras la tarea de repostado comprobar que tanto mangueras como conexiones están vacías.
- *Mangueras en vertical*: Mantener la boca de las mangueras de surtidores en posición vertical cuando no se estén utilizando.
- *Suministro móvil.* Los equipos que no pueden desplazarse a zonas de suministro de combustible repostaran mediante camiones cisterna dotados de sistemas de bombeo adecuados, evitar el uso de depósitos de plástico y bombas móviles.
- *Plan de contingencias*: Disponer de un plan de emergencias para hacer frente a contingencias que puedan poner en riesgo la seguridad o la cálida ambiental del entorno.
- *Limpieza de derrames:* Dotarse de cantidad suficiente de materiales absorbentes para recoger posibles vertidos, limpiando rápidamente los vertidos y tratando los restos como residuos peligrosos.
- *Limpieza de vertidos:* Disponer de los dispositivos necesarios para evitar la contaminación en caso de derrames accidentales: materiales absorbentes, barreras anticontaminación, etc.

BUENAS PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO.

- *Mantenimiento preventivos:* Disponer de un plan de mantenimiento que prevenga y corrija fugas en el conjunto de la instalación.
- *Control de perdidas*. Se medirá periódicamente el nivel de los tanques, calculando el volumen suministrado y comprobando la ausencia de pérdidas.

MEDIDAS TÉCNICAS PREVENTIVAS.

- *Impermeabilizar pavimentos:* Se impermeabilizarán adecuadamente las superficies de las áreas de suministro donde se puedan producir goteos.
- *Tanques elevados*: Utilizar tanques de combustible en superficie, que no estén en contacto directo con el suelo y dispuestos sobre superficies no absorbentes.
- *Drenaje independiente*: Evitar que las aguas de escorrentía de la zona de repostado viertan directamente a pluviales. Realizar un tratamiento preliminar para reducir la presencia de hidrocarburos.

IMPLANTACIÓN DE MEDIDAS

6.1 TABLAS DE APLICACIÓN DE MEDIDAS
Esta sección relaciona las principales medidas técnicas propuestas con los sistemas o fases de operación en los que se puede aplicar cada medidas 232

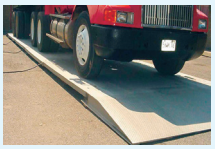
6.2 RECOMENDACIONES DE IMPLANTACIÓN DE MEDIDAS
Esta sección desarrolla con detalle las principales medidas recomendadas dentro del apartado de buenas prácticas, estableciendo criterios técnicos para la correcta implantación de cada una de ellas 236

- MED_01 Parada operativa por viento..... 237
- MED_02 Barreras y muros móviles..... 241
- MED_03 Toldado de camiones. 244
- MED_04 Control de sobrecarga en camiones..... 247
- MED_05 Optimización de cucharas..... 250
- MED_06 Rampas atrapa derrames. 257
- MED_07 Cazos de alto volteo..... 259
- MED_08 Pantallas cortavientos y atrapa polvo..... 262
- MED_09 Carenado y apantallamiento..... 269
- MED_10 Optimización de cintas. 276
- MED_11 Cono concentrador. 285
- MED_12 Mangas y tolvas telescópicas..... 287
- MED_13 Tolvas telescópicas de cascada..... 293
- MED_14 Prevención de polvo por aspersión, pulverización y sellado. 297
- MED_15 Lavarruedas. 308
- MED_16 Captación de polvo por aspiración 312
- MED_17 Supresión de polvo por atomización o nebulización..... 236

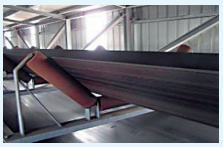
6

6.1. TABLAS DE APLICACIÓN DE MEDIDAS

**PRINCIPALES MEDIDAS TECNICAS
ASPECTOS AMBIENTALES CONTROLADOS Y PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO**

MEDIDA		ASPECTO SOBRE EL QUE ACTUA	PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO
MED_01	REGULACIÓN OPERATIVA POR VIENTO	■ EMISIÓN DE PARTICULAS POR ARRASRE DEL VIENTO	■ SUSPENDER LA ACTIVIDA EN SITUACIONES DE VIENTO DESFABORABLE
MED_02	BARRERAS Y MUROS MOVILES	■ EMISIONES DE PARTICULAS POR TRAFICO RODADO ■ ARRASTRE DE MERCANCIA POR ESCORRENTIAS	■ EVITAR EL PASO DE CAMIONES POR ZONAS CON MERCANCIA O RESTO DE MERCANCIA ■ CONTENCIÓN DE LA MERCANCIA, PROTECCIÓN DE ARQUETAS
MED_03	TOLDADO DE CAMIONES	■ EMISIONES DE PARTICULAS Y DERRAMES EN CAMIONES	■ APANTALLAMIENTO DE LA MERCANCIA MEDIANTE TOLDOS
MED_04	CONTROL DE SOBRECARGA 	■ DERRAMES NO CONTROLADOS ■ EMISIONES DE PARTICULAS POR TRAFICO RODADO	■ DOTAR A LOS EQUIPOS DE CARGA DE SISTEMAS DE MEDIDA DE LA CARGA.
MED_05	OPTIMIZACIÓN DE DE CUCHARAS	■ EMISIONES DE PARTICULAS Y DERRAMES EN OPERACIONES CON GRUA MOVIL	■ MEJORAR LA HERMETICIDAD Y APANTALLAMIENTO CUCHARA
MED_06	RAMPAS ANTI DERRAMES	■ VERTIDOS A LA DARSENA EN OPERACIONES CON GRUA PORTICO Y GRUA MOVIL	■ RAMPA METALICA ENTRE COSTADO DE BUQUE Y CANTIL DEL MUELLE QUE RECOJA POSIBLES DERRAMES

PRINCIPALES MEDIDAS TECNICAS
ASPECTOS AMBIENTALES CONTROLADOS Y PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

MEDIDA		ASPECTO SOBRE EL QUE ACTUA	PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO
MED_07	**CAZOS DE ALTO VOLTEO** 	■ DERRAMES EN CARGA DE CAMION CON PALA	■ DESLIGAR EL VOLCADO DEL CAZO DE LA PALA DEL AVANCE DE LA MISMA
MED_08	**PATALLAS CORTA VIENTOS** 	■ EMISIONES DE PARTICULAS POR ARRASTRE DEL VIENTO EN ACOPIOS	■ REDUCIR LA VELOCIDAD DEL VIENTO Y ATENUAR SU TURBULENCIA
MED_09	**CARENADO Y AMPANTALLAMIENTO DE EQUIPOS** 	■ EMISIONES DE PARTICULAS POR ARRASTRE DEL VIENTO Y DERRAMES EN EQUIPOS DE MANIPULACIÓN	■ AISLAR LA MERCANCIA DEL EXTERIOR
MED_10	**OPTIMIZACIÓN DE CINTAS** 	■ EMISIONES DE PARTICULAS Y DERRAMES EN TRANSFERENCIAS A CINTA ■ DERRAMES POR DESCENTRADO Y POR RETORNO	■ CONTROLAR EL CENTRADO, ■ LIMPIAR EL RETORNO, ■ MANTENER HERMETICO EL ENCAUZADOR Y LIMITAR LA VELOCIDAD DE CAIDA EN PUNTO DE CARGA
MED_11	**CONO CONCENTRADOR** 	■ EMISIONES DE PARTICULAS POR MEZLA DE AIRE Y MERCANCIA EN CAIDA LIBRE	■ CONCENTRACIÓN DE LA MERCANCIA Y ELIMINACIÓN DEL AIRE POR AGITACIÓN.
MED_12	**MANGAS Y TOLVAS TELESCOPICAS** 	■ EMISIONES DE PARTICULAS EN DESDENSOS DE MERCANCIA	■ REDUCIR LA ACCIÓN DEL VIENTO Y LA MEZCLA ENTRE MERCANCIA Y AIRE CANALIZANDO EL PENACHO DE MERCANCIA

PRINCIPALES MEDIDAS TECNICAS ASPECTOS AMBIENTALES CONTROLADOS Y PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO			
MEDIDA		**ASPECTO SOBRE EL QUE ACTUA**	**PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO**
MED_13	**TOLVAS TELESCOPICAS DE CASCADA** 	■ EMISIONES DE PARTICULAS EN DESCENSOS DE MERCANCIA	■ CANALIZAR EL PENACHO DE MERCANCIA FRENANDO SU CAIDA
MED_14	**ASPERSIÓN Y PULVERIZACIÓN DE AGUA** 	■ EMISIONES DE PARTICULAS POR MANIPULACIÓN DE LA MERCANCIA O POR EFECTO DEL VIENTO SOBRE ACOPIOS Y SUELOS	■ AUMENTAR LA COHESIÓN DE PARTICULAS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE AGUA PARA EVITAR SU SUSPENSIÓN
	ASPERSIÓN DE AGUA CON ADITIVOS SELLADORES	■ EMISIONES DE PARTICULAS POR EFECTO DEL VIENTO SOBRE ACOPIOS Y SUPERFICIES	■ AGLOMERACIÓN DE PARTICUALS MEDIANE ADITIVOS PARA EVITAR SU SUSPENSIÓN UNA VEZ EVAPORADA EL AGUA
MED_15	**LAVARRUEDAS** 	■ EMISION DE PARTICULAS Y DISPERSIÓN DE DERRAMES POR TRANSITO DE CAMIONES	■ LIMPIEZA DE RUEDAS Y BAJOS DE CAMIONES A LA SALIDA DE TERMINALES
MED_16	**ASPIRACIÓN** 	■ EMISIONES DE PARTICULAS EN TRASFERENCIAS Y PUNTOS DE DESCARGA	■ CAPTURA DE LA MASA DE AIRE CARGADA DE POLVO MEDIANTE UNA CORRIENTE DE AIRE QUE ES FILTRADA
MED_17	**ATOMIZACIÓN Y NEBULIZACION DE AGUA** 	■ EMISIONES DE PARTICULAS EN PUNTOS DE DESCENSO DE MECANCIA EN CAIDA LIBRE Y EN PUNTOS DE MANIPULACIÓN	■ GENERACIÓN DE UNA DENSA BRUMA DE PEQUEÑAS GOTAS DE AGUA QUE CAPTURAN LAS PARTICULAS EN SUSPENSIÓN, LAS AGLOMERAN Y LAS HACEN PRECIPITAR

MEDIDAS TECNICAS Y SISTEMAS DONDE PUEDEN SER APLICADAS

SISTEMAS	MEDIDAS																
	PARADA OPERATIVA	BARRERAS MÓVILES	TOLDADO DE CAMIONES	CONTROL DE SOBREECARGA	OPTIMIZACIÓN DE CUCHARAS	RAMPA ATRAPA DERRAMES	CAZOS DE ALTO VOLTEO	PANTALLAS CORTAVIENTOS	CARENADO Y APANTALLAMIENTO	OPTIMIZACIÓN DE CINTAS	CONO CONCENTRADOR	MANGAS Y TOLVAS TELESCOPICAS	TOLVAS DE CASCADA	ASPERSIÓN Y PULVERIZACIÓN	SELLADO CON ADITIVOS	LAVARRUEDAS	ASPIRACIÓN	ATOMIZACIÓN Y NEBULIZACIÓN
CODIGO DE LA MEDIDA	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14		15	16	17
PÓRTICO CARGADOR CONTINUO										J								
CARGADOR DE CINTA MOVIL									A									
PORTICO DESCARGADOR									B	J								
DESCARGADOR CONTINUO NEUMATICO											H	H	H					
DESCARGADOR CONTINUO MECANICO									E		H	H	H					
CARGA/DESCARGA CON GRÚA-CUCHARA														P				T
DESCARGA CON TOLVA									C		K	K	K					
CARGA/DESCARGA CON ACOPIO TEMPORAL														P				T
LEVANTE O ENTREGA CON PALA CARGADORA														P				T
TRANSPORTE CON CAMION																	Z	V
TRANSPORTE POR FERROCARRIL																	Z	V
TRANSPORTADOR DE CINTA									D					O				
TRANSPORTADOR DE CADENAS									E									
ELEVADOR DE CANGILONES									E									
TRANSPORTADOR DE TORNILLO SIN FIN									E									
TRANSPORTADOR NEUMATICO																		
TRANSPORTADOR DE LECHO FLUIDO																		
ALMACENAMIENTO EN NAVE HORIZONTA		L		L							M	M	M					
ALMACENAMIENTO EN SILO																		
ALMACENAMIENTO EN DOMO											M	M						
ALMACENAMIENTO EN PARQUE DE GRANELES		L		L							M	M			S			
RECEPCIÓN EN FOSO DE DESCARGAR																		
ENTREGA EN CARGADERO																		

Medidas Preventivas

A-> En alimentador
C -> En boca de tolva, y en trasferencia a camion o cinta
E -> En trasferencias
J -> En sistemas con cintas auxiliares
L -> En levantes con camión
P -> Pulverización con turbinas
S -> En almacenamiento a la intemperie prolongado
V->En caja de camión o vagon

Medidas Atenuantes

B -> En tolva y transferencia a cinta
D -> En recorrido de la cinta y en trasferencias
H -> En descargas directas a camiones o trenes
K -> En descarga de tolva a camión
M ->En descensos desde tripler o apiladores
0 -> Pulverización con inyectores.
T -> Con turbina atomizadora
Z-> En sistemas magas y tolvas telescopicas

6.2. RECOMENDACIONES DE IMPLANTACIÓN DE MEDIDAS

En esta sección se desarrollan con detalle las condiciones de implantación de las principales medidas técnicas preventivas y complementarias propuestas en el capítulo de buenas prácticas.

Para cada una de las medidas propuestas se proporciona la siguiente información:

- ***Aspectos ambientales sobre los que actúa:*** *Lista de aspectos ambientales y focos controlados.*
- ***Principio de funcionamiento:*** Técnica utilizada para con*trolar los aspectos ambientales.*
- ***Descripción general:*** *Breve descripción de la medida.*
- ***Aplicabilidad:*** *Cuando aplicarla y en que fases de la operación.*
- ***Condiciones técnicas:*** *Detalles técnicos de su implantación.*
- ***Ventajas e inconveniente:*** *Valoración general de pros y contras.*
- ***Eficacia y condicionante:*** *Valoración general de la medida, aspectos que condicionan su eficacia y medidas con las que es recomendable acompañarla.*
- ***Buenas prácticas y mejores técnicas:*** *Se analizan buenas prácticas de uso, requerimientos de mantenimiento, y otras medidas técnicas con las que es frecuente acompañar la implantación de la solución analizada.*

Las medidas analizadas son:

MED_01 *Parada operativa por viento.*
MED_02 *Barreras y muros móviles.*
MED_03 *Toldado de camiones.*
MED_04 *Control de sobrecarga en camiones.*
MED_05 *Optimización de cucharas.*
MED_06 *Rampas atrapa derrames.*
MED_07 *Cazos de alto volteo.*
MED_08 *Pantallas cortavientos.*
MED_09 *Carenado y apantallamiento.*
MED_10 *Optimización de cintas.*
MED_11 *Cono concentrador.*
MED_12 *Mangas y tolvas telescópicas.*
MED_13 *Tolvas telescópicas de cascada.*
MED_14 *Prevención de polvo por aspersión, pulverización y sellado.*
MED_15 *Lavarruedas.*
MED_16 *Captación de polvo por aspiración.*
MED_17 *Supresión de polvo por atomización o nebulización.*

MED_01: REGULACIÓN OPERATIVA POR VIENTO

ASPECTO AMBIENTAL SOBRE EL QUE ACTÚA

Emisión de partículas por arrastre del viento

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Regular las condiciones de operación, llegando a pararla preventivamente, en función de la intensidad y dirección del viento.

DESCRIPCIÓN GENERAL

Esta medida consiste en condicionar la operativa a la intensidad y dirección del viento, *llegando a suspender temporalmente los trabajos cuando el viento sople de modo intenso y persistente en la dirección de zonas vulnerables.*

El control de la operación se realiza extremando el rigor ambiental con el que se desarrolla la operativa, a medida que crece la intensidad del viento. Para ello, se establecen distintos umbrales de velocidad del viento, de modo que se reduce la velocidad de la operativa, y se incrementa la prudencia con la que se desarrolla la misma, a medida que se superan los distintos umbrales de velocidad.

El control ambiental de las operaciones en función del nivel del viento, no sólo implica un mayor rigor en la manipulación, sino que también puede implicar la entrada en funcionamiento de sistemas de prevención y control de emisiones, como son equipos de riego, nebulización o aspiración.

APLICABILIDAD

Es recomendable regular la operativa en función del viento, llegando a paralizar la misma para vientos desfavorables, en todas aquellas operaciones en las que, durante su manipulación*, la mercancía quede expuesta a la acción dispersiva del viento*, y las medidas adoptadas para prevenir y atenuar las emisiones no permitan alcanzar el nivel de eficiencia ambiental exigido por el entorno en el se desarrolla la operación.

La aplicación de esta medida está condicionada por el tipo y estado de la mercancía, por la eficiencia ambiental de los medios utilizados y por el entorno. No obstante, con carácter general será recomendable su adopción, entre otras, en las siguientes operaciones:

- Descarga cuchara-tolva-camión
- Descarga cuchara-acopio-pala-camión
- Carga camión-acopio-cuchara-bodega
- Carga con cinta sin manga telescópica ni cargador protegido
- Carga con cargadores continuos sin sistemas de control de descenso
- Recepción de vagón o camión sin cargadero protegido

CONDICIONES TÉCNICAS:

Definición de niveles de operación.

Generalmente, es conveniente definir tres niveles de operación ligados a dos umbrales de velocidad. Por debajo del primer umbral, se estará en condiciones normales de operación, entre el primer y segundo umbral, se estará en condiciones de alerta, y, finalmente, sobre el segundo umbral se establecerá la parada de la operativa hasta que se restablezcan de modo estable las condiciones de operación apropiadas.

El estado de alerta implicará un máximo rigor en el control ambiental de las operaciones, así como la entrada de equipos de prevención adicionales a los ya empleados, como pueden ser sistemas de riego o nebulización.

Selección de umbrales.

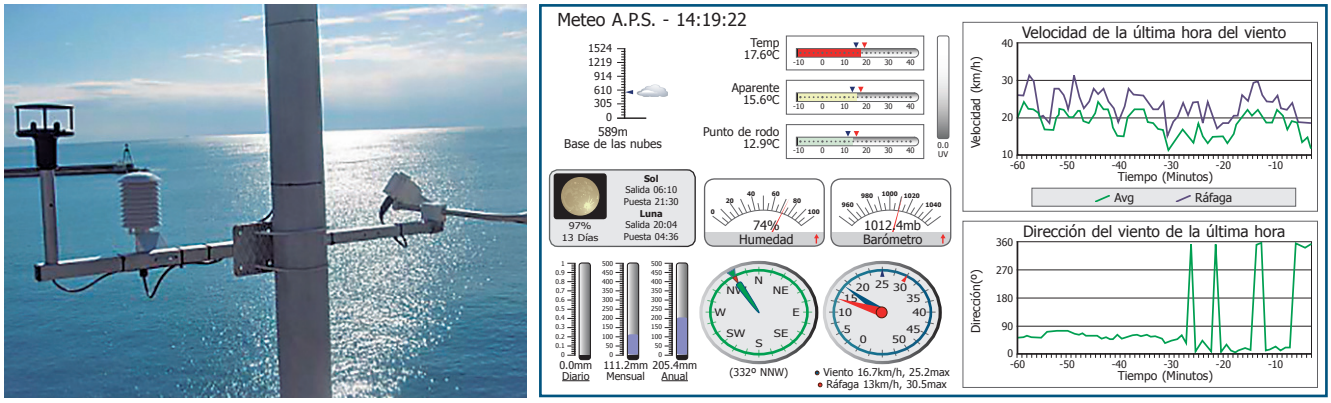
El paso de un nivel de operación a otro, y por tanto la selección de umbrales, debe realizarse teniendo en cuenta la intensidad del viento, su dirección y su persistencia. La intensidad determina el efecto dispersivo y la capacidad de arrastre, la dirección establece la probabilidad de afectar a zonas vulnerables, y la persistencia condiciona el volumen total de partículas movidas por el viento.

Para tener en cuenta el efecto de la persistencia, el cambio entre un nivel de operación y otro, se producirá cuando la velocidad media cada diez minutos supere un cierto valor durante un cierto periodo de tiempo, o cuando la velocidad media horaria supere un cierto umbral.

Por otro lado los umbrales de velocidad del viento deben elegirse en función de los siguientes factores:

- Distancia de las zonas potencialmente vulnerables.
- Pulverulencia y peso especifico de la mercancía.
- Nivel de emisión del tipo de operativa seguido y eficiencia relativa de las medidas preventivas y atenuantes adoptadas.

Por ello, con carácter general, *dentro de un mismo puerto será conveniente establecer diferentes condiciones de parada operativa, en función de la mercancía y del tipo de operación.*



Estación meteorológica y panel informativo donde es posible consultar las condiciones de viento y su evolución.

La definición de umbral de *intensidad, dirección y persistencia* del viento, a partir del cual se va a definir la parada operativa, debe de definirse a partir de una caracterización, lo más objetiva posible, del efecto de la operativa sobre el entorno natural, social y económico.

Este proceso puede basarse, de modo general, utilizando una o varias de las siguientes técnicas:

- *Análisis de episodios:* Este método se basa en el estudio estadístico de las condiciones de viento y operación que han dado lugar a quejas o no conformidades. Para que las conclusiones sean representativas en necesario disponer de un amplio registro de datos.

- *Captadores de partículas*: Se basa en la instalación de captadores de partículas que midan en tiempo real en aquellos puntos sensibles a la operativa. El estudio estadístico de series de datos de viento, niveles de partículas y operaciones desarrolladas, permite establecer correlaciones entre las velocidades de viento y posibles situaciones adversas en zonas vulnerables.

- *Modelos numéricos*: Se basa en el uso de modelos numéricos de difusión de partículas para determinar el impacto de las operaciones sobre el entorno. Para que esta técnica se eficaz es necesario disponer de una buena caracterización de las emisiones producidas en la operativa. Para este último es conveniente realizar campañas de caracterización instalando captadores de partículas en los puntos de operación.

Sistemas de medida e información.

Es conveniente establecer los niveles de operación referidos a una estación meteorológica ubicada en el puerto, que sea representativa de las condiciones del viento en la zona de trabajo, cuyos datos sean accesibles por las empresas que operan en el puerto.

Así mismo, es conveniente que existan en las distintas zonas de operación paneles informativos (andon), o señales luminosas que informen a los jefes de operaciones del nivel de operación en el que se encuentra el puerto en relación a la actividad desarrollada.

Indicadores luminosos en zona de operaciones en el Puerto de Alicante.

Panel informativo (andon) situado en zona de operaciones del Puerto de A Coruña.

Aplicación en almacenamientos a la intemperie.

La regulación de la operativa en función de la velocidad del viento puede aplicarse también a los almacenamientos a la intemperie que no hayan sido estabilizados con aditivos. En este caso se establecerán umbrales de intensidad, dirección y duración del viento, a partir de los cuales se activarán medidas de aspersión, pulverización, o nebulización, bien mediante equipos fijos o mediante equipos móviles.

Costes potenciales de la medida.

La regulación de la operativa en función del la velocidad del viento, y la posible parada de dicha operativa en situaciones de viento adverso, tiene un escaso coste de implantación, pero puede llegar a tener un alto coste operativo, ya que cada parada acarrea costes por demora de buque en puerto, por uso de muelle y por jornadas de estiba.

Por ello, la aplicación de esta medida requiere de un estudio detallado de la frecuencia con la que se pueden dar situaciones de no operatividad y de los costes potenciales de dichas situaciones, con el fin de que los operadores configuren su esquema de operaciones y de negocio acorde con dichos costes. De lo contrario, la aplicación de la medida puede devenir en fuertes presiones gerenciales durante las paradas operativas que dificulten su correcta aplicación.

Por esta razón, debe existir una definición clara y documentada, de los niveles de operación, de los umbrales de corte, de la fuente de referencia de las velocidades utilizadas, de las mercancías a las que se aplica, de las operaciones afectadas y de los protocolos a seguir dentro de cada nivel de operación. Dicha documentación debe ser aceptada por los operadores a quien afecte, quienes la deben integrar como propia dentro de sus procesos operativos.

VENTAJAS E INCONVENIENTES

REGULACIÓN OPERATIVA POR VIENTO	
Ventajas	■ *Bajo coste si la frecuencia de condiciones adversas no es frecuente.* ■ *Permite la operación con medios discontinuos multipropósito.*
Inconvenientes	■ Posibles costes de demora por prolongación del tiempo de estancia del buque en puerto y de operación. ■ Desincentiva la adopción de medidas técnicas mas exigentes. ■ Tensiones gerenciales en la aplicación de la medida en periodos prolongados.

EFICACIA Y CONDICIONANTES

La eficacia ambiental de la medida está condicionada a una adecuada selección de los umbrales de operación y al seguimiento estricto de unas buenas prácticas operativas.

Así mismo, para que esta medida resulte eficaz es necesario que en los niveles de operación normal y de alerta, la operativa este apoyada por medidas preventivas y atenuantes apropiadas recomendadas para cada una de las operaciones implicadas.

BUENAS PRÁCTICAS Y MEJORES TÉCNICAS ASOCIADAS

Buenas prácticas operativas.

- 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.

Buenas prácticas de mantenimiento.

- Calibrar periódicamente los equipos de medición de la velocidad del viento.
- Extremar la limpieza de las zonas de trabajo en situación de operaciones en condición de alerta.

Medidas técnicas básicas recomendadas.

- Disponer de equipos de medición de la velocidad del viento en el puerto.
- Aplicar las medidas preventivas recomendadas para cada uno de los sistemas operativos implicados.

PUERTO	UMBRALES DE VELOCIDAD (km/h)	
	PASO DE CONDICIÓN NORMAL A ALERTA	PASO DE CONDICIÓN DE ALERTA A PARADA
SANTANDER	15	20 (Clinker, sulfato sódico) 30 (Fertilizantes, cereales) 50 (Hulla, minerales)
A CORUÑA	12	50
ALICANTE	21	29

Umbrales de alerta y parada ambiental por viento en diferentes puertos.

MED_02: BARRERAS Y MUROS MÓVILES

ASPECTO AMBIENTAL SOBRE EL QUE ACTÚA

Dispersión de mercancía y emisiones por tránsito de vehículos

Vertidos difusos por escorrentías

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Uso de muros y barreras móviles, tipo "New Jersey", que permiten delimitar viales, parvas y zonas de operación, ayudando a limitar la dispersión de mercancía

DESCRIPCIÓN GENERAL

Esta medida se basa en:

- ***Delimitar acopios:*** Cerrar acopios mediante muros o barreras móviles, para conseguir:
  - Un aprovechamiento óptimo de los espacios de almacenamiento
  - Evitar la dispersión de mercancía por tránsito de camiones
  - Contener posibles vertidos en caso de lluvias intensas
  - Proteger viales, vías férreas y sistemas de drenaje

- ***Separar zona de operación de zona de transito:*** Delimitar la zona de operaciones de carga de camión con cuchara, mediante barreras móviles, separando la zona de operación de la pala de la zona de tránsito de camiones, evitando el paso de camiones por la zona de ataque de la parva.

- ***Organizar circulación:*** Definir viales y zonas de tránsito mediante barreras móviles, con el fin de organizar el flujo de camiones y evitar "atajos" por zonas de almacenamiento u operación.

- ***Protección de arquetas:*** Proteger arquetas instalando barreras móviles para evitar la entrada de material en el sistema de drenaje.

- ***Delimitar retorno por sobre peso***: Señalizar y delimitar las zonas para retorno de mercancías para camiones con sobre carga

Delimitación de acopios mediante muros móviles.

Muro móvil separando zona de operación con tolva de zona de almacenamiento.

Separación de zona de operación de pala y zona de tránsito de camiones

Delimitación de zona de tránsito en zona de almacenamiento de graneles.

APLICABILIDAD

Es aconsejable el uso de barreras móviles para delimitar las zonas de tránsito y zonas de operación, siempre que se realice movimiento de mercancías a granel con camión. Así mismo, resulta aconsejable el uso de muros o barreras móviles para delimitar parvas de material almacenado a la intemperie, incluidos acopios temporales en primera línea de muelle.

Es conveniente aplicar esta medida para todo tipo de mercancías y todo tipo de entornos, ya que redunda en un mayor orden y limpieza de la instalación en general, ayudando a conseguir una reducción significativa de la mercancía dispersada por el tránsito de vehículos.

CONDICIONES TÉCNICAS

En el diseño e instalación de este tipo de sistemas en conveniente tener en cuenta, entre otros, los siguientes aspectos:

***Construcción**:* Los muros y barreras móviles deben de ser de hormigón armado disponiendo de orificios, asas o ranuras que faciliten su trasporte y colocación. Las barreras móviles utilizadas para delimitar viales fuera de la zona de almacenamiento u operación podrán ser de fibra o material plástico con el fin de facilitar su movilidad.

***Escorrentías**:* La colocación de muros móviles para proteger acopios debe realizarse teniendo en cuenta la inclinación del firme. La disposición de los muros debe prevenir tanto la entrada y embalsado de agua en la zona del acopio, como el posible arrastre de mercancía hacia el cantil o arquetas.

VENTAJAS E INCONVENIENTES

BARRERAS Y MUROS MÓVILES	
Ventajas	■ *Optimización de espacio.* ■ *Reducción de pérdida de mercancía por dispersión.* ■ *Limitación de emisiones por arrastre de vehículos.*
Inconvenientes	■ *Consumo de tiempo y medios necesarios para posibles reorganizaciones de muros y barreras.*

EFICACIA Y CONDICIONANTES

El uso de muros y barreras móviles es una medida muy eficaz a la hora de organizar los espacios de operaciones y almacenamiento, permitiendo evitar la circulación de camiones por "atajos" entre zonas de almacenamiento o por los contornos de los acopios.

No obstante, para prevenir la dispersión de mercancía por tránsito de vehículos y evitar las consiguientes emisiones a la atmósfera, esta medida deber ir acompañada de:

- Toldado de camiones
- Limpieza periódica de la zona de trabajo durante la operativa
- Buenas prácticas en la operativas y de mantenimiento en cucharas, palas, camiones y gestión de acopios.
- Medidas para evitar los retornos de camiones por exceso o defecto de peso.

Separación de acopio y de zona de tránsito mediante muro móvil.

Delimitación de viales en zonas de acopio.

BUENAS PRÁCTICAS Y MEJORES TÉCNICAS ASOCIADAS

Buenas prácticas operativas.

- Procurar la instalación contigua de los diferentes módulos con el fin de minimizar la dispersión de mercancía entre juntas.
- En la protección de arquetas o rejillas, colocar fieltros entre las juntas con el fin de evitar arrastres de mercancía.

Buenas prácticas de mantenimiento.

- Procurar desplazar los muros y barreras móviles, levantándolos. El desplazamiento por arrastre puede acelerar el deterioro de los mismos.

MED_03: TOLDADO DE CAMIONES

ASPECTO AMBIENTAL SOBRE EL QUE ACTÚA

Emisiones de polvo y derrames causados por la circulación de camiones sin toldo

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

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.

DESCRIPCIÓN GENERAL

Antes de abandonar el punto de carga, la caja del camión es cubierta mediante uno de los siguientes métodos.

- Toldo corredero incorporado desplegable a lo largo de guías mediante medios manuales o automáticos.

- Lona de instalación manual desplegable con la ayuda de una plataforma elevada que permita la instalación del toldo en condiciones de seguridad para el operario.

Plataforma con guía elevada para enganchar arnés de seguridad

Caja con toldo corredero accionable mediante manivela desde el suelo

APLICABILIDAD

Para camiones ligados a la entrega final de mercancía y transporte terrestre, los vehículos deben ser toldados con independencia del tipo de mercancía movida y del entorno. En este caso, para que el toldado sea operativamente viable es necesario optimizar la carga del camión de modo que éste salga del punto de carga sin exceso o defecto de peso, pues de lo contrario deberá retornar al punto de carga, quitar el toldo y volver a toldar.

Para camiones ligados al tráfico interior dentro del puerto, se recomienda toldar los camiones en su trayecto interno siempre que se muevan mercancías de pulverulencia alta o media. Para que esta medida sea operativamente viable, es necesario que los camiones que operen dentro del puerto dispongan de toldos correderos con accionamiento, bien automático desde cabina, o manual desde el suelo.

En cualquier caso, de cara a compatibilizar el control ambiental y rendimiento operativo, es aconsejable que, tanto los camiones que trabajan dentro del puerto, como los camiones implicados en el transporte terrestre, estén dotados de toldos correderos con accionamiento automático desde cabina que eviten la permanencia del camión en el punto de operación.

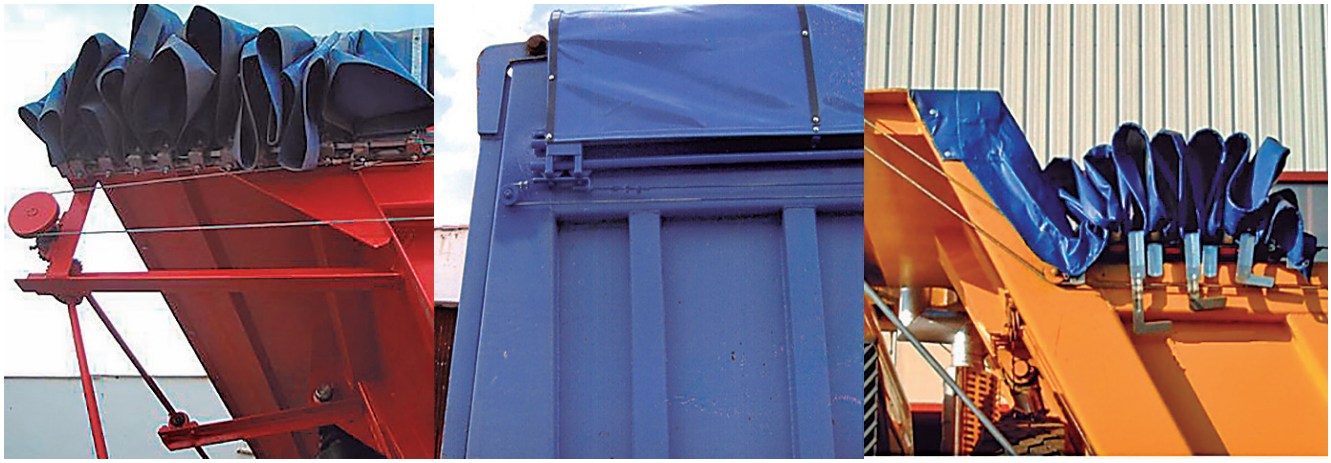
El uso de toldos automáticos o semiautomáticos favorece la prevención de accidentes al evitar que el conductor trabaje en altura.

CONDICIONES TÉCNICAS.

En la implantación de esta medida es necesario tener en cuanta, entro otros, los siguientes aspectos.

Sobrecarga: Como se ha indicado, el uso del toldado dentro del puerto, para camiones que transportan mercancías fuera del puerto, requiere de un adecuado control del peso en el punto de carga.

Riesgos laborales. La instalación manual de un toldo convencional puede dar lugar a accidentes, pues al riesgo inherente de moverse encaramado o encima de la caja del camión, hay que sumarle el posible efecto de tirón del viento sobre el toldo. Por ello, hasta que todos los camiones que operen o entren en el puerto cuenten con toldo corredero, es necesario que el operador disponga de una plataforma con guías elevadas para el enganche de un arnés, que permitan la instalación del toldo en condiciones de seguridad.



Detalles de sistemas para el plegado de toldos correderos y su correcta sujeción lateral. Raíles (izquierda), varilla (centro), cable con anclajes (derecha)

VENTAJAS E INCONVENIENTES

TOLDADO DE CAMIONES	
Ventajas	■ *Reducción significativa de emisiones de polvo y derrames.*
Inconvenientes	■ *Retardo en la operativa cuando los camiones no cuentan con toldos correderos de accionamiento automático o semiautomático.*

EFICACIA Y CONDICIONANTES

El toldado de camiones es una medida muy eficaz en el control de emisiones y derrames, siendo una medida esencial a la hora de mejorar la eficiencia ambiental del transporte de mercancía por camión.

No obstante, para prevenir la dispersión de mercancía por tránsito de vehículos y evitar las consiguientes emisiones a la atmósfera, esta medida deber ir acompañada de:

- Barreras y muros móviles en acopios, zonas de manipulación y zonas de tránsito.
- Limpieza periódica de la zona de trabajo durante la operativa.
- Buenas prácticas en la operativas y de mantenimiento en cucharas, palas, camiones y gestión de acopios.
- Medidas para evitar los retornos de camiones por exceso o defecto de peso.

Operativa incorrecta. El camión abandona el punto de carga sin toldar.

Operativa correcta. El camión es toldado en el punto de carga

BUENAS PRÁCTICAS Y MEJORES TÉCNICAS ASOCIADAS.

Buenas prácticas operativas.

- Toldar el camión en el punto de carga.

Buenas prácticas de mantenimiento.

- Sellar posibles roturas de la lona, limpiando y engrasando periódicamente, guías, raíles y elementos móviles.

Medidas técnicas básicas recomendadas.

- Cuando no sea posible dotar a todos los camiones de toldos plegables, instalación de una plataforma con guía elevada y arnés, que permitan la instalación del toldo de modo manual en condiciones de seguridad.

- Sistemas para la prevención de excesos o defectos de carga en el punto de operación, como pueden ser: uso de camiones con báscula incorporada, uso de palas autopesantes, uso de tolvas con control de peso, cargadores con báscula o cargadores con sistema de dosificación.

MED_04: CONTROL DE SOBRECARGA

ASPECTO AMBIENTAL SOBRE EL QUE ACTÚA

Derrames de mercancía debidos a retorno de camiones con sobre carga.

Emisiones de polvo debidos al tránsito adicional de vehículos

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Utilizar, en el punto de carga, sistemas de pesado que eviten el retorno de camiones con exceso o defecto de carga.

DESCRIPCIÓN GENERAL

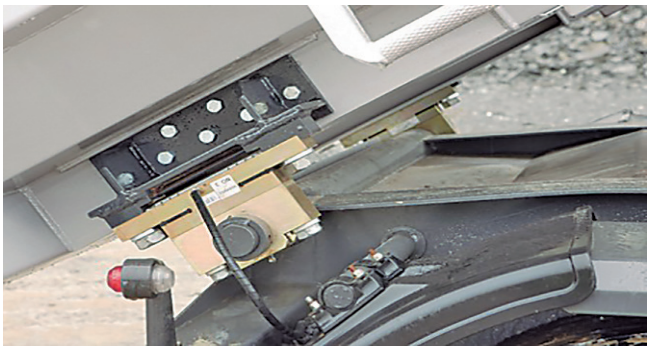
Tras abandonar el punto de carga, los camiones deben pasar previamente por una báscula oficial que determina el peso transportado Cuando se determina un exceso o defecto de peso, el camión retorna al punto de carga con el fin de desalojar o cargar mercancía.

Este hecho genera un tráfico adicional de camiones que acentúa la emisión de partículas por rodadura, y que en el caso de los retornos por exceso de peso da lugar, tanto a emisiones en la descarga, como a montones de mercancía que es necesario reapilar o gestionar con pala.

Para prevenir esta situación es necesario contar con equipos que permitan valorar el nivel de carga del camión en el punto de entrega de la mercancía. Lo cual puede conseguirse mediante los siguientes sistemas:

- Camiones con sensores de pesaje a bordo:
- Palas con sistemas de pesaje del nivel de carga
- Tolvas con sistema de pesaje incorporado
- Básculas portátiles próximas al punto de carga
- Cargaderos con "dosificadores" de carga
- Cargaderos con báscula.

Báscula portátil para camiones de gran tonelaje



Camión con pesaje a bordo. Sensor de presión instalado en la caja basculante

Pala cargadora con pesaje de cazo a bordo y control de la carga total vertida

Célula de carga instalable en los soportes de tolvas convencionales.

APLICABILIDAD

Los sistemas de control del nivel de carga deben aplicarse en todos los puntos de entrega de mercancía, a camiones con destino fuera del puerto, siendo aconsejable su implantación para cualquier tipo de mercancía en toda clase de entornos.

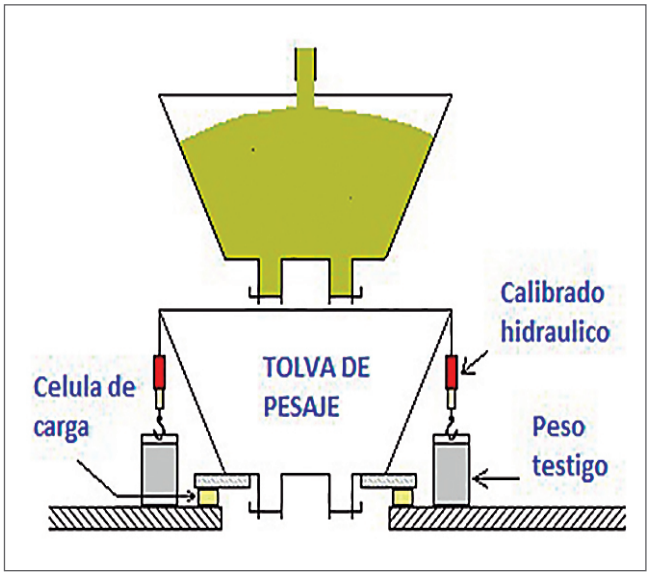
CONDICIONES TÉCNICAS

En el diseño e instalación de este tipo de sistemas en conveniente tener en cuenta, entre otros, los siguientes aspectos:

Tolvas convencionales: Es posible instalar sensores de presión en las columnas de tolvas convencionales, con lo cual es posible determinar el nivel de carga del camión a través de la diferencia del peso de la mercancía almacenada por la tolva antes y después de la carga del camión. Este sistema requiere que no se vierta mercancía en la tolva mientras se carga el camión. No es un método optimo siendo recomendable la implantación de los otros sistemas.

Camiones: Los sistemas de pesado a bordo pueden instalarse en todo tipo de camiones. En los camiones con suspensión neumática, el pesaje se realiza midiendo los cambios de presión en el sistema neumático; por otro lado, en camiones con suspensión mecánica, el pesaje se realiza a través de células de carga.

Cargadero con varias mangas evita la necesidad de mover el camión durante la carga



Esquema de cargador con dosificador de carga

Palas: Los sistemas de pesado a bordo pueden instalarse en cualquier pala, permitiendo controlar la carga total vertida sobre el camión. De este modo, es posible ajustar la carga de la última palada con el fin de ajustar el nivel de carga del camión.

Cargaderos: En los cargaderos resultara óptimo disponer de varias mangas de descarga con el fin de garantizar una carga homogénea sin necesidad de mover el vehículo.

VENTAJAS E INCONVENIENTES

CONTROL DE SOBRECARGA	
Ventajas	■ *Reducción de tiempos de carga* ■ *Optimización de la operativa en general* ■ *Limitación de derrames*
Inconvenientes	■ *Necesidad de adaptar sistemas ya existentes.* ■ *Posibles retenciones en el paso de camiones por básculas portátiles*

EFICACIA Y CONDICIONANTES

Los sistemas de pesaje en el punto de carga mejoran sustancialmente la operativa, al acelerar el proceso de carga y salida evitando retornos. Por otro lado, este mayor control operativo reduce tránsitos y manipulaciones innecesarias con lo que se reducen las emisiones y derrames ligados al movimiento de camiones y palas.

No obstante, para prevenir la dispersión de mercancía por tránsito de vehículos y evitar las consiguientes emisiones a la atmósfera, esta medida deber ir acompañada de:

- Toldado de camiones
- Limpieza periódica de la zona de trabajo durante la operativa
- Delimitación de acopios, viales y zonas de trabajo mediante barreras móviles.
- Buenas prácticas en la operativas y de mantenimiento en cucharas, palas, camiones y gestión de acopios.

BUENAS PRÁCTICAS Y MEJORES TÉCNICAS ASOCIADAS.

Buenas prácticas operativas.

- En carga de camión con pala, determinar el número de paladas, su peso medio y su colocación en la caja del camión, en función del tipo de mercancía.
- En carga de camión desde tolva, determinar el número de avances del camión, la distancia de cada avance y la cantidad de carga.

Buenas prácticas de mantenimiento.

- Calibrado periódico de los sistemas de pesaje.

MED_05: OPTIMIZAR CUCHARAS

ASPECTO AMBIENTAL SOBRE EL QUE ACTÚA

Emisiones de polvo y derrames ligados a la manipulación de mercancía sólida a granel con grúas y cucharas.

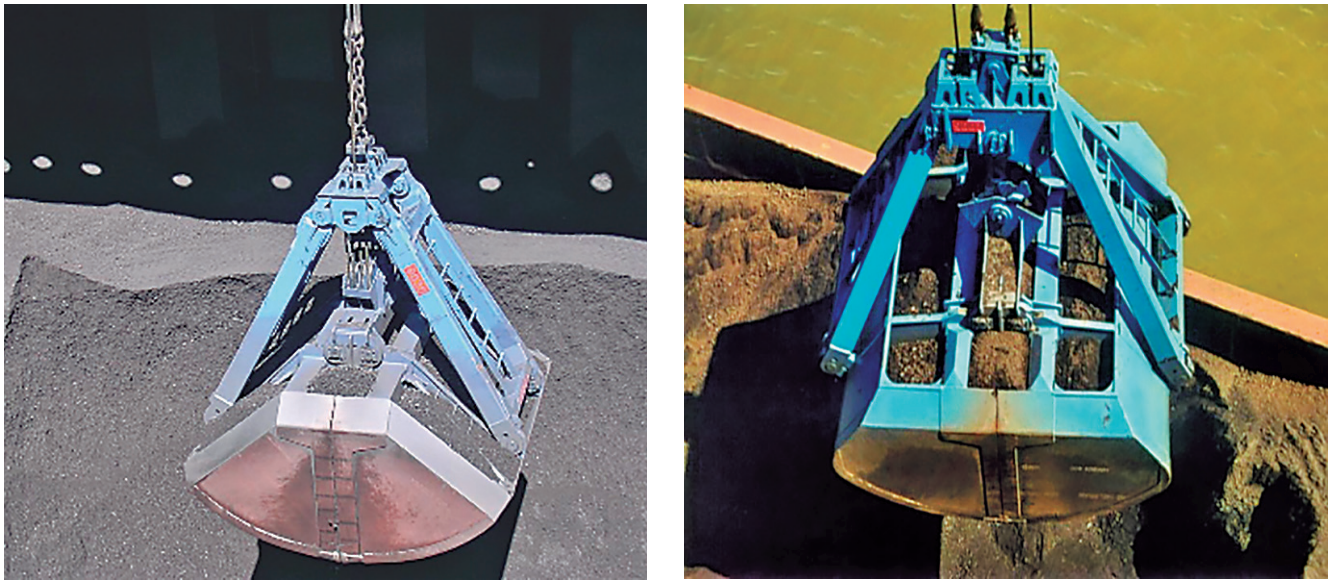
PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

- Cucharas específicas para compatibilizar rendimientos operativos y eficiencia ambiental
- Mejora de ajustes y cierre para evitar derrames por ranuras
- Apantallado con tapas para limitar la acción erosiva del viento y reboses.

DESCRIPCIÓN GENERAL

Esta medida se basa en:

- ***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 machihembradas 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.



Descarga de carbón con cuchara sin tapa (izquierda) y descarga con cuchara con tapa lateral (derecha). El uso de cucharas con tapa limita la exposición de la mercancía a la acción del viento y reduce los derrames en el movimiento de la misma.

APLICABILIDAD

Las medidas propuestas son aplicables en todas las operaciones que impliquen el uso de cucharas, como es el caso de la carga y descarga con grúas móviles, o la descarga con pórticos descargadores.

Es recomendable utilizar cucharas con tapa, provistas de cierre con solape, siempre que la geometría de la cuchara, el volumen movido y las propiedades de la mercancía lo permitan; por ejemplo, en mercancías muy cohesivas el uso de tapas puede dificultar el cierre de la cuchara.

Cucharas de tijera para mover mercancías muy cohesivas o densas, que requieran gran fuerza de penetración, como es el caso del concentrado de cobre.

CONDICIONES TÉCNICAS

En la selección de la cuchara, en su mantenimiento y en su operativa es necesario tener en cuenta, entre otros, los siguientes factores.

Densidad de la mercancía. La capacidad total de la cuchara debe adaptarse a la densidad y capacidad de tiro de la grúa. Cucharas pequeñas en mercancías poco densas llevan a sobrecargar y colmar la cuchara. Por otro lado, cucharas grandes en mercancías densas obligan a aliviar la cuchara dejándola parcialmente abierta mientras se tira de ella, generando un penacho de mercancía en el alzado.

Cohesividad de la mercancía. La forma y capacidad de penetración ha de tener en cuenta la cohesividad. Cuanto más cohesiva sea la mercancía, más capacidad de cizalla deberá tener la cuchara con el fin de penetrar en el acopio.

Abrasividad de la mercancía. En mercancías muy abrasivas como clinker, bauxita, feldespatos, o mineral de hierro, será conveniente utilizar cucharas con labios o cuchillas reforzados que puedan ser reemplazados periódicamente, con el fin de garantizar la ausencia de ranuras que permitan la salida de mercancía.

Fluencia de la mercancía. En mercancías fluyentes es conveniente utilizar cuchillas con solape o machihembradas para limitar el vertido de mercancía en el movimiento de la misma. Así mismo es recomendable utilizar cucharas con tapas. En la operativa, con mercancía fluyente, es conveniente abrir la cuchara de modo progresivo generando un flujo estable de salida de mercancía.

Adherencia de la mercancía. En mercancías adherentes, como concentrado de cobre, mineral de niquel o bentonita, es conveniente que la cavidad interior sea de acero inoxidable. Así mismo, con la cuchara abierta, las paredes interiores deben presentar la mayor pendiente posible. Por otro lado, en la operativa, será conveniente sacudir la cuchara con una apertura rápida hasta el tope con el fin de hacer caer la mercancía adherida.

Descuadres de la cuchara. Con el fin de garantizar el correcto cierre de la cuchara, es conveniente colocar lengüetas metálicas en los laterales de las valvas de la cuchara con el fin de guiar el cierre. Así mismo, en la operativa, será esencial evitar golpes contra las cuadernas del buque o con la boca de tolvas.

Cuchara con tapas para cereales movida por grúa móvil.

Cuchara con tapas para carbón movida en pórtico cargador

VENTAJAS E INCONVENIENTES

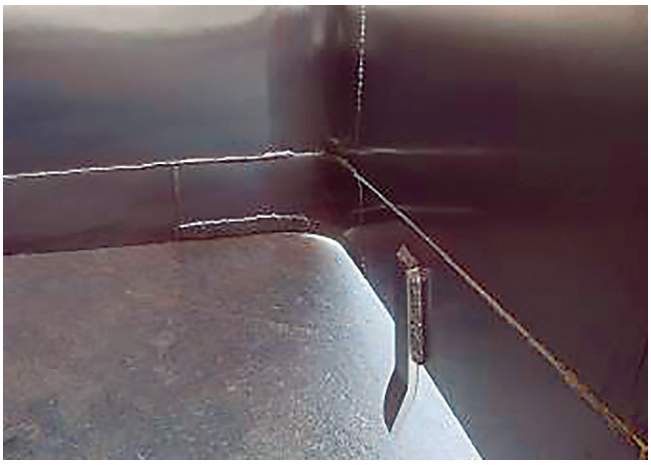
OPTIMIZAR CUCHARAS	
Ventajas	■ *Reducción de derrames de mercancía y emisiones por rebose o mal cierre.*
Inconvenientes	■ *Necesidad de contar con varios tipos de cucharas en terminales multiproducto.*

EFICACIA Y CONDICIONANTES

El uso de cucharas adaptadas a las propiedades de la mercancía, provistas de tapas superiores y labios o cuchillas apropiados, puede reducir entre un 60 % y un 80 % las emisiones originadas por la acción erosiva del viento sobre la mercancía depositada en la cuchara.

No obstante, la eficiencia ambiental global de la operativa con cuchara está fuertemente condicionada a la destreza del operador de la grúa, al seguimiento de unas buenas prácticas operativas y al adecuado mantenimiento de la cuchara.

Cuchara provista de cierre con solape inferior que ayuda a reducir derrames.



Las lengüetas en los laterales de las valvas facilitan el encuadre al cerrar las cuchara

BUENAS PRÁCTICAS Y MEJORES TÉCNICAS.

Buenas prácticas operativas

- 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.

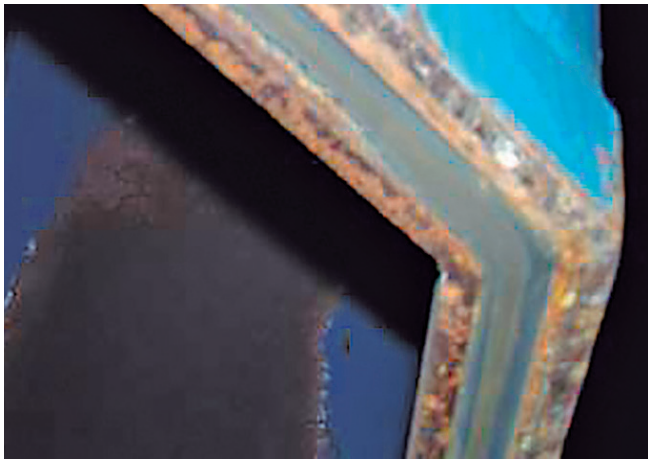
Alzado y traslación inapropiados de cuchara mientras aun rebosa mercancía.

Alzado correcto de cuchara esperando que finalice el rebose en la bodega del barco.

En descarga sobre tolva

- 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.
- *En descarga sobre muelle.*
- Posar siempre la cuchara sobre la parva para mercancía de pulverulencia media y alta.
- Posar la cuchara sobre la parva con cualquier mercancía si hay viento desfavorable.
- Con viento desfavorable, abrir la cuchara a sotavento de la parva.

Reposición de cuchillas deterioradas en la base de la cuchara.



Detalle de cuchara con cierre machihembrado

Buenas prácticas de mantenimiento

- Mantenimiento preventivo marcado por fabricante, con especial atención a:
  - Holguras o desajustes en el cierre de labios o cuchillas de las cucharas.
  - Reponer cuchillas o rellenar con soldadura las zonas de desajuste.
  - Descuadres de la cuchara que dificulten el correcto cierre.
- Verificar antes y después de la operación el correcto cierre de la cuchara

Medidas técnicas básicas recomendadas.

- Utilizar cucharas específicas para cada tipo de mercancía; adecuando la forma, volumen y material de fabricación a las densidad, pulverulencia, cohesión y nivel de adherencia de la mercancía.
- Utilizar cucharas reforzadas.
- Utilizar cucharas con medidas (tapas superiores, de cierre parcial o total, en función del tipo de mercancía).
- Optimizar el tipo de cuchillas de la cuchara en función del material. Utilizar labios reforzados en materiales abrasivos y densos, y cuchillas machihembradas, con cierres de caucho, teflón, o similares en materiales fluyentes y poco densos.

Medidas complementarias para control de emisiones

- *En descarga sobre tolva*
  - Utilizar tolvas con pantallas cortavientos.
  - Utilizar tolvas con sistemas de control de polvo como sistemas de aspiración o nebulización en la boca de carga.
- *En descarga sobre muelle.*
  - Instalar pantallas cortavientos móviles.
  - En trabajo con acopios en primera línea, atacar los puntos de descarga con cañones nebulizadores.

Control de emisiones mediante cañón nebulizador en descarga de cuchara sobre acopios.

Una tolva con una boca capaz de alojar la cuchara abierta permite apantallar la acción del viento.

MED_06: RAMPAS ATRAPA DERRAMES

ASPECTO AMBIENTAL SOBRE EL QUE ACTÚA

Derrames a la dársena en operaciones con grúa pórtico, o grúa automóvil.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Recogida de posibles derrames mediante un rampa metálica, entre costado del buque y cantil del muelle, bajo la zona de operación de la cuchara.

DESCRIPCIÓN GENERAL

Esta medida está recomendada en las operaciones que se desarrollen con grúa pórtico o con grúa automóvil, y tiene como finalidad evitar vertidos directos de mercancía a la dársena.

Contribuye a evitar la pérdida de calados por deposito de mercancía y la consiguiente contaminación de los sedimentos marinos acumulados en el entorno de los muelles.

La medida consiste en colocar una plancha metálica entre el costado del buque y el cantil del muelle que permita recoger los derrames de mercancía que se produzcan en el movimiento de la cuchara.

APLICABILIDAD

En general se considera una medida recomendable en todas las operaciones en las que intervengan cucharas. En particular, será recomendable aplicar esta medida en aquellos casos, en los que, por las características de la mercancía, no sea posible evitar los derrames mediante una adecuada selección de la cuchara y un correcto mantenimiento de la misma.

Detalles constructivos de rampas atrapa derrames

CONDICIONES TÉCNICAS

- ***Grúas móviles.*** En las operaciones con grúas móviles las planchas deberán ser estructuras móviles que puedan colocarse donde se desarrolle la operativa, por tanto deberán estar provistas de ruedas, disponer de ranuras o asideros que permitan su manipulación mediante medios mecánicos y tener una proyección en planta que garantice la estabilidad de la estructura.

- ***Grúas pórtico.*** En este caso las planchas podrán estar incorporadas a la estructura del pórtico en forma de rampas abatibles que protejan la superficie de agua y tierra sobre la cual trabaja la grúa.

Bandejas atrapa derrames en grúa pórtico

VENTAJAS E INCONVENIENTES

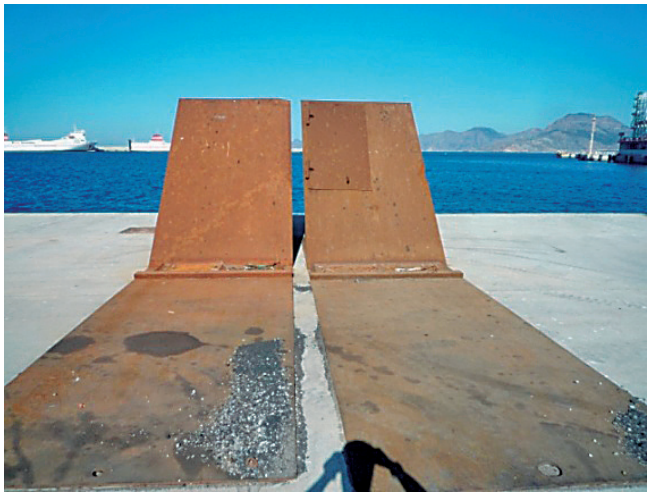
Ventajas	■ *Permite evitar vertidos a la dársena y reducir el impacto de la operativa sobre la calidad del agua y de los sedimentos*
Inconvenientes	■ *Necesidad de manipulación de las planchas, y necesidad de adaptar la operativa a la presencia de las mismas.*

EFICIENCIA Y CONDICIONANTES

El uso de rampas atrapa derrames resulta eficaz a la hora de evitar la caída de mercancía a la dársena como resultado de los derrames que se producen en la manipulación de granel solido mediante grúas.

No obstante, la eficacia se reduce cuando se trabaje con mercancías pulverulentas que sean fácilmente arrastradas por el viento, ya que en este caso el "penacho" de mercancía derramada se dispersa resultando más difícil recogerlo.

En todo caso, el uso de este tipo de rampas no reduce emisiones de polvo, ni evita derrames al muelle, por lo que esta medida debe acompañarse de las medidas de optimización de cucharas, así como de una adecuada limpieza de la zona de trabajo durante la operación.



Detalles constructivos de rampas atrapa derrames

BUENAS PRÁCTICAS Y MEJORES TÉCNICAS ASOCIADAS

Buenas prácticas operativas

- Aplicar las buenas practicas operativas recomendadas en la medida "optimización de cucharas"

Medidas técnicas básicas recomendadas

- Aplicar las medidas técnicas básicas recomendadas en la medida "optimización de cucharas"

MED_07: CAZOS DE ALTO VOLTEO

ASPECTO AMBIENTAL SOBRE EL QUE ACTÚA

Derrames causados en la carga de camiones con pala

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El mecanismo de alto volteo permite situar el cazo en la vertical del camión y verter la mercancía sin necesidad de que la pala avance mientras vuelca el cazo.

DESCRIPCIÓN GENERAL

El sistema de alto volteo se basa en 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.

Operativa de carga de carbón y de viruta de madera con cazos de alto volteo.
Este tipo de sistemas permiten un mejor "encaje" de la pala en la caja limitando derrames

APLICABILIDAD

Es recomendable el uso de palas con cazo de alto volteo en todas las operaciones de carga de camión con pala, ya que, con una adecuada operativa, ayuda a limitar los derrames en el área de trabajo.

CONDICIONES TÉCNICAS.

En la implantación de esta medida es necesario tener en cuanta, entro otros, los siguientes aspectos.

Palas convencionales: Es posible acoplar cazos de alto volteo a palas convencionales. Estos cazos cuentan con cilindros propios que se accionan independientemente del resto de cilindros de brazo de la pala, a través de un circuito hidráulico auxiliar.

Cazo de alto volteo con hidráulicos auxiliares
adaptado a pala convencional

Pala con prolongación superior para evitar derrames
en mercancías poco densas

Densidad de la mercancía. La capacidad total del cazo debe adaptarse a la densidad de la mercancía. Cazos pequeños en mercancías poco densas llevan a sobrecargar y colmar el cazo, facilitando derrames. Por otro lado, cazos grandes en mercancías densas requieren tantear el nivel de carga antes de iniciar el movimiento, restando eficiencia a la operativa.

Operación: La operativa con cazo de alto volteo presenta diferencias respecto a la operativa con cazo tradicional. Es aconsejable avanzar con el cazo lo más bajo posible hasta llegar al punto de carga. En ese momento, el cazo debe elevarse hasta situarlo en la vertical del camión alojando parcialmente el labio inferior del cazo antes de iniciar el volteo. El volteo deber ser siempre progresivo.

VENTAJAS E INCONVENIENTES

CAZOS DE ALTO VOLTEO	
Ventajas	■ *Reducción de derrames.*
Inconvenientes	■ *Necesidad de adaptación de equipos convencionales .*

EFICACIA Y CONDICIONANTES

Esta medida puede reducir en más de un 50% los derrames de mercancía durante la operación de carga de camiones. No obstante, su efectividad global está condicionada, en gran medida, por la destreza del operador de la pala, el seguimiento de unas buenas prácticas operativas y el adecuado mantenimiento del equipo.

BUENAS PRÁCTICAS Y MEJORES TÉCNICAS ASOCIADAS.

Buenas prácticas operativas.

- 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.

Buenas prácticas de mantenimiento.

- Mantenimiento preventivo marcado por el fabricante con especial atención a:
  - Posibles pérdidas de fluido hidráulico o aceites.
  - Fisuras o deterioro del cazo o de la cuchilla del mismo.
  - Nivel de emisión del motor.

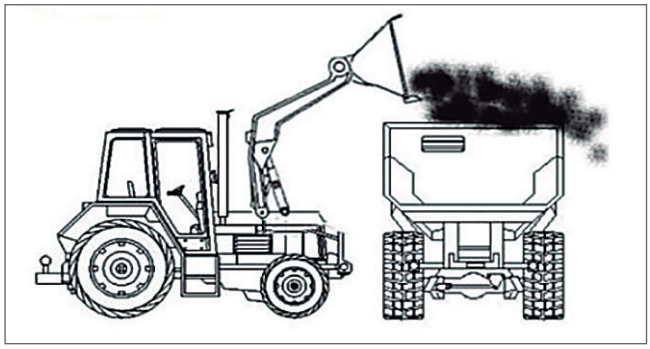
- Verificar, antes de la operación, la ausencia de fugas de fluido hidráulico y de aceite lubricante.

Medidas técnicas básicas recomendadas.

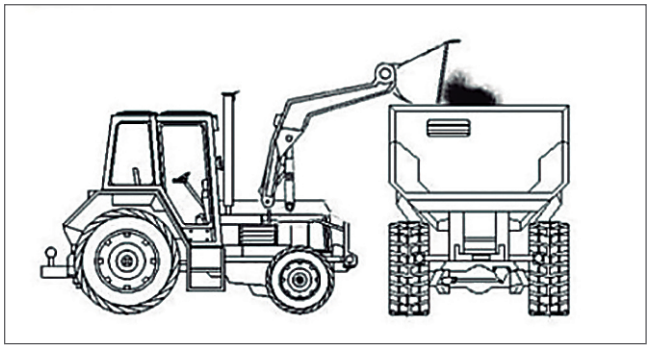
- Adecuar la capacidad del cazo a la densidad del material. Cazos pequeños en materiales densos obligan a trabajar con paladas colmadas acentuando el riesgo de vertidos.
- Instalar sistemas medida del peso del cazo.
- En carga de camión, separar la zona de tránsito de camiones de la zona de operación de la pala mediante muretes móviles.

Medidas técnicas complementarias

- En operaciones de levante de parvas en muelle, proteger la zona de trabajo con pantallas móviles
- En mercancías que admitan ser humedecidas, aplicar agua nebulizada sobre el área de operación de la pala. (ver buenas prácticas en levante con pala cargadora)



Operativa no apropiada. Cazo muy elevado, no alojado parcialmente en la caja y con vertido no progresivo



Operativa optima. Altura de cazo adecuada, parcialmente alojado en la caja, con vertido progresivo.

MED_08: PANTALLAS CORTAVIENTO Y ATRAPA POLVO

ASPECTO AMBIENTAL SOBRE EL QUE ACTÚA

Emisión de partículas por arrastre del viento sobre acopios o sobre puntos de manipulación de mercancía.

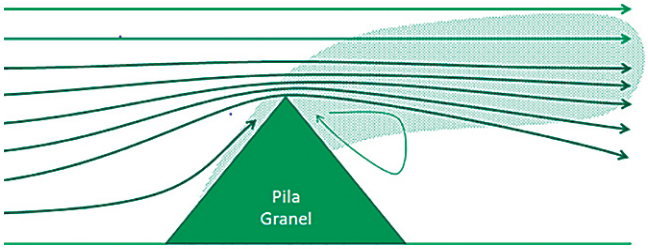
PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Interponer pantallas porosas en el flujo de viento, que reduzcan su intensidad, y atenúen la turbulencia, con el fin de:

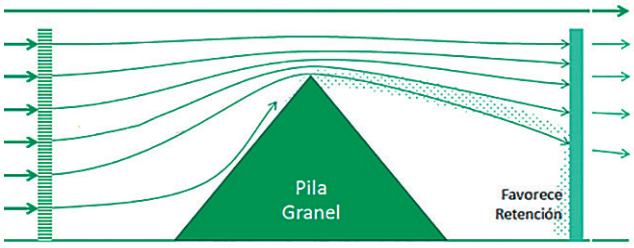
- Reducir la erosión del viento sobre la mercancía. *Pantallas corta-vientos*.
- Hacer precipitar el polvo en suspensión. *Pantallas atrapa-polvo*.

DESCRIPCIÓN GENERAL

La acción del viento sobre acopios pone en suspensión las partículas de menor peso arrastrándolas en su avance. Este proceso, no solo se produce en la cara expuesta al viento de la parva (barlovento), sino también en la cara protegida (sotavento), debido a remolinos inducidos por la presencia de dicho obstáculo.



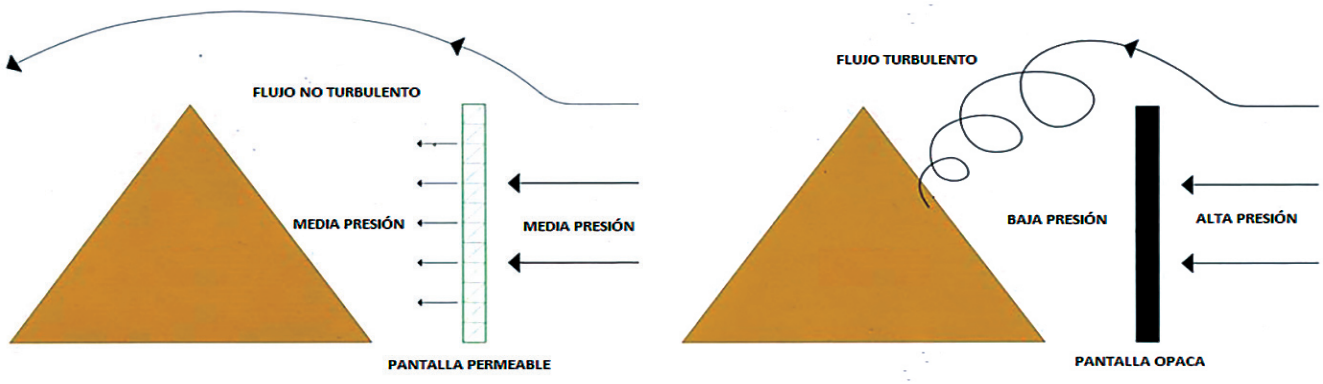
Efecto de erosión del viento sobre una parva sin manipulación.



Las pantallas porosas a barlovento y sotavento evitan la salida de polvo.

La instalación de pantallas corta-vientos, a barlovento del acopio, tienen por objetivo evitar la acción directa del viento sobre el acopio, con el fin de evitar el efecto erosivo del mismo sobre la mercancía. Por otro lado, la instalación de pantallas atrapa-polvo, a sotavento de la parva, buscan reducir la velocidad del viento con el fin de favorecer la deposición de las partículas en suspensión.

Tanto las pantallas corta-vientos, como las pantallas atrapa-polvo, han de ser porosas. La instalación de pantallas opacas, o con un grado de permeabilidad insuficiente, inducen torbellinos que pueden tener un efecto contrario al deseado.



Las pantallas opacas generan torbellinos a sotavento, con efectos contrarios al deseado

El apantallamiento puede lograrse de modo artificial, mediante pantallas construidas con placas perforadas, o bien de modo natural mediante árboles y arbustos plantados en torno a las zonas de acopio.

APLICABILIDAD

Esta medida es de aplicación sobre cualquier material almacenado o manipulado a la intemperie, que pueda generar emisiones significativas de partículas por efecto de arrastre del viento.

Esta medida se aplica en las siguientes condiciones:

- Protección de campas de almacenamiento prolongado a la intemperie.
- Protección de zonas de manipulación de mercancía en acopios temporales.

El aislamiento de campas de almacenamiento prologado puede realizarse mediante barreras vegetales, las cuales, no sólo contribuye a limitar el efecto dispersivo del viento, sino que además tiene un efecto estético positivo sobre posibles zonas urbanas

CONDICIONES TÉCNICAS

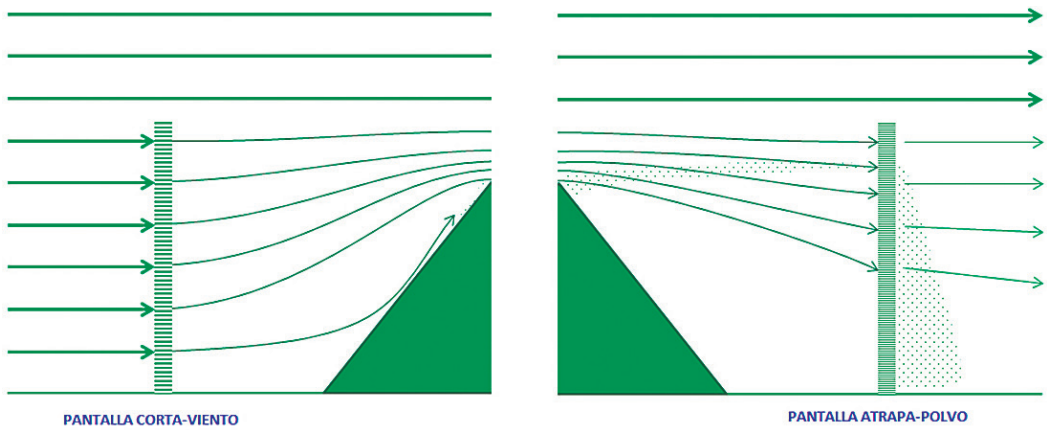
Pantallas artificiales:

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 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.



Configuración corta-viento y atrapa-polvo

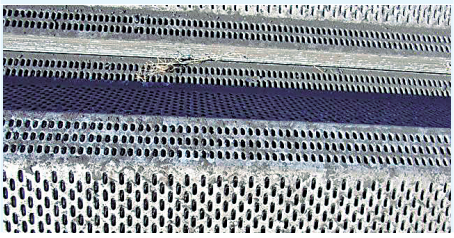
En cualquier caso, es conveniente que el ángulo de incidencia del viento sobre la barrera esté entre 65 y 115 grados. Entendiendo como dirección del viento la dirección más frecuente.

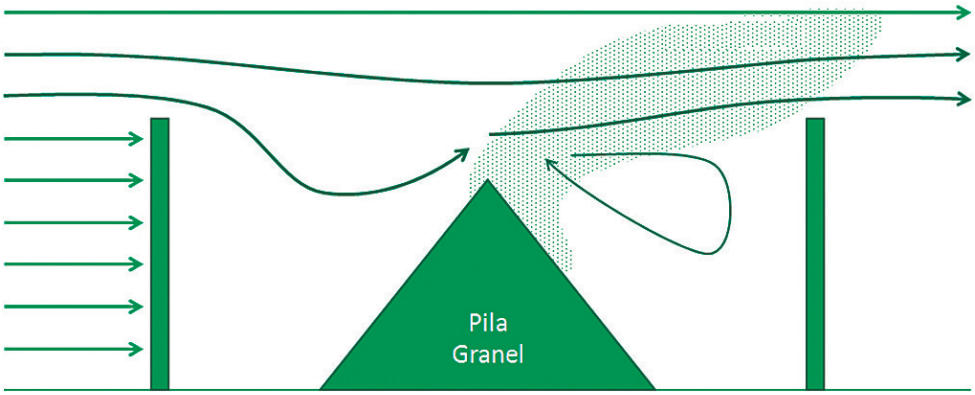
En aquellos casos con varias direcciones predominantes, será conveniente que la barrera envuelva al máximo la zona de operación o de acopio, buscando una configuración compatible con la operativa.

- ***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.

  Un 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 pude proporcionar la siguiente referencia.

	PANTALLA CORTA-VIENTO	***PANTALLA ATRAPA-POLVO***
Objetivo	*Reducir la velocidad del viento sobre los acopios.*	*Hacer precipitar las partículas presentes en el aire*
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*
		



Los torbellinos creados por pantallas no porosas o de porosidad insuficiente generan polvo y lo arrastran fuera de la zona apantallada.

- MED_08: Pantallas cortaviento y atrapa polvo 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.

- *Materiales y estructura*: Las pantallas pueden ser de placas perforadas o de malla metálica. En cualquier caso debe tenerse en cuenta su resistencia a la deposición de salitre y corrosión. Por otro lado, la estructura y su sistema de soporte (cimentado o con zapatas) deben resistir el empuje del viento y evitar el vuelco de la misma.

- *Diseño*: La eficacia, y diseño optimo, 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).

Pantalla artificial en muelles con descargadores de alto rendimiento.

Pantallas vegetales en torno a campas de almacenamiento.

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 descalces de raíz.

- *Especies probadas:* Algunas especies utilizadas para este propósito son: *Alnus cordata, Alnus glutinosa, Casuarina cunnighamiana, Cupressus macrocarpa, Eucalyptus camaldulensis, Eucalyptus globulus, Eucalyptus gomphocepala, 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 substrato adecuado a las plantas, en aquellos terrenos con substrato 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.

Pantalla cortavientos porosa sobre estructura tubular (izquierda) y detalle de las planchas perforadas utilizadas (derecha)

VENTAJAS E INCONVENIENTES

PANTALLAS CORTAVIENTOS	
Ventajas	■ *Permite mejorar la eficiencia ambiental en la operación de medios discontinuos multipropósito*
Inconvenientes	■ *En pantallas en muelle, pueden reducir la flexibilidad en los usos del mismo.*

EFICIENCIA 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.

Zona de acopio temporal en muelle protegida por pantallas y cañones nebulizadores.

Por otro lado, la eficiencia global de la operativa no sólo depende de la acción de las pantallas sino también del rigor con el que se apliquen buenas prácticas en la operación de equipos y en la circulación de camiones en torno a la zona de operaciones.

La eficiencia de las pantallas se incrementa sustancialmente cuando su acción se acompaña con sistemas de pulverización o atomización de agua. La combinación de ambas medidas constituye una eficaz para el control de la emisiones generadas en grandes acopios a la intemperie o en zonas de manipulación de medios convencionales de operación.

BUENAS PRÁCTICAS Y MEJORES TÉCNICAS ASOCIADAS

Buenas prácticas operativas

- Aplicar las buenas prácticas operativas recomendadas para cada uno de los sistemas operativos implicados.
- Ordenar la superficie de trabajo para desacoplar el tránsito de camiones de la zona de operaciones
- Regular la operativa en función de la velocidad del viento, introduciendo paradas operativas cuando la acción de las pantallas deje de ser eficaz.

Buenas prácticas de mantenimiento

- *Barreras artificiales*. Limpieza periódica para evitar la obstrucción de la estructura porosa
- *Barreras naturales*. Riego, abonado, control de propiedades del suelo, control fitosanitario y podado.

Medidas técnicas básicas recomendadas

- Uso de barreras móviles para organizar el tráfico de camiones en zonas de operaciones y en zonas de acopio.

Medidas complementarias para control de emisiones

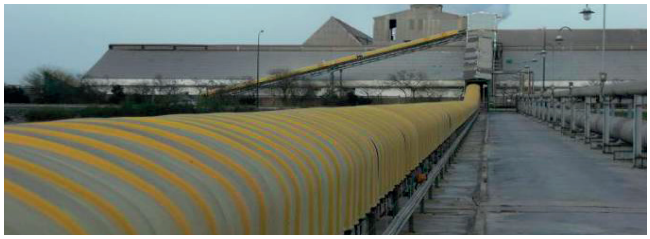
- Aplicación de sistemas de nebulización para arrastrar y estabilizar las posibles nubes de polvo generadas en las operaciones, en la zona delimitada por las pantallas.

Pantallas corta-vientos en zona de acopio.

Pantallas corta-vientos en muelle.

MED_09: CARENADO Y APANTALLAMIENTO DE EQUIPOS

ASPECTO AMBIENTAL SOBRE EL QUE ACTÚA



Emisiones de partículas a la atmósfera por la acción directa del viento sobre el material transportado.

Crecimiento de poblaciones de aves.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

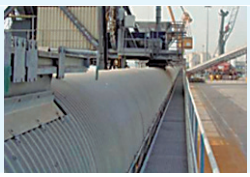
Evitar la acción dispersiva del viento sobre la mercancía mediante pantallas, capotas o cortinas.

Limita el acceso de aves a mercancías agroalimentarias.

DESCRIPCIÓN GENERAL

Esta medida se basa en proteger la mercancía de la acción del viento mediante alguno de los métodos citados en la siguiente tabla.

Soluciones de apantallamiento utilizadas en equipos de operación portuaria

Capotas	*Pantallas*	*Carenados*	*Cerramientos*	*Faldones y cortinas*
				

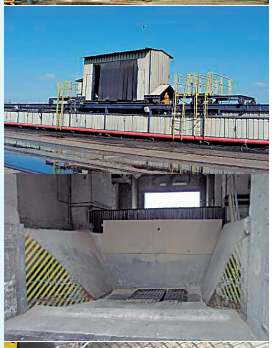
APLICACIÓN

El apantallamiento o cerramiento de cintas, tolvas, transferencias, recuperadores o puntos de descarga de camiones es una medida preventiva básica recomendable para todo tipo de mercancías, en todo tipo de entornos, ya que reduce las necesidades de mantenimiento de la instalación y evita problemas de contaminación cruzada.

Cinta con capotado superior con elementos abatibles.

Cinta paralela al muelle protegida por una galería con ventanas para conectar cargador continuo de barcos

Carenado y apantallamiento de equipos
Sistemas y operaciones en los que se aplica.

Cintas:	***Mediante:*** ■ *Capotado en cara superior, o bien,* ■ *Carenado en galería, o bien,* ■ *Cober belt (cubierta con cinta).*	
Tolvas:	***Mediante:*** ■ *Pantallas cortavientos en la boca superior.* ■ *Pantallas y cortinas en acceso de camiones.* ■ *Carenado en transferencia a cintas.*	
Trasferencias:	*Carenado total de puntos de transferencia con accesos protegidos por cortinas en casos de transferencias móviles*	
Descargadores:	*Recepción de mercancía de camión o vagón en descargadores protegidos por estructuras cerradas.*	
Recuperadores y rotopalas:	*Instalación de capotas y faldones en recuperadores de cadenas o cangilones, e instalación de pantallas en rotopalas*	
Cintas cargadoras móviles:	*Cerramiento con cortinas en el alimentador de cintas móviles para carga de barco desde camión.*	

Cober Belt. La cinta está protegida por una cubierta elástica que es elevada para realizar la carga.

Cinta paralela a muelle con registros para acoplar el brazo de descarga carenado de una tolva.

CONDICIONES TÉCNICAS.

Cintas: Dentro de los sistemas de apantallamiento de cintas es posible diferenciar cuatro esquemas principales

- *Pantallas laterales*: Consiste en la colocación de pantallas porosas en los laterales con el fin de laminar el viento y evitar turbulencias que levanten la mercancía.

- *Capotas*: 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.

- *Galerías*: Consisten en estructuras con base rígida que envuelven la totalidad de la cinta y proporcionan espacio para tareas de mantenimiento.

- *Cober Belt*: Se basa en proteger la cinta mediante una banda de goma flexible, la cual puede ser elevada por una mesa de alimentación, que se desplaza a lo largo de la cinta. Este sistema se utiliza en cintas paralelas al muelle y permiten realizar la carga en cualquier punto de la misma.

Transferencias*:* El cerramiento de la transferencia evita la acción dispersiva del viento, pero no evita los derrames y emisiones; por tanto, con el fin de minimizar dichos aspectos ambientales y reducir las necesidades de mantenimiento y limpieza, es recomendable que la transferencia cuente con las siguientes medidas adicionales:

- *Tolvas de carga, toboganes y encauzadores* para limitar la generación de polvo en la caída e impacto de la mercancía en trasferencias.

- *Aspiración o nebulización* para controlar emisiones en mercancías de pulverulencia alta o de pulverulencia media, en entornos vulnerables.

Cintas y transferencia entre cintas totalmente carenada.

Trasferencia entre cintas mediante tolva y encauzador en recinto carenado.

Accesibilidad y mantenimientos: Con carácter general, es conveniente tener en cuenta los siguientes aspectos generales en relación a la accesibilidad de este tipo de sistemas.

- *Distancia al suelo*: En sistemas de cintas carenadas o en galería, es conveniente que el sistema esté elevado y no pegado al suelo, con el fin de facilitar tareas de limpieza y mantenimiento.

- *Amplitud para operar*: Los cerramientos en galerías de cintas y transferencias deben contar con la amplitud suficiente para realizar las tareas de mantenimiento de modo eficaz y seguro.

- *Accesibilidad:* Los sistemas capotados deben estar constituidos por segmentos abatibles o desmontables que permitan el acceso a la cinta y el posible desbloqueo en casos de atasco.

- *Limpieza:* En cerramientos en galería es conveniente prever el posible uso de sistemas de aspiración, como apoyo a tareas de limpieza.

Atascos y derrames: En cintas o transferencias cubiertas, resulta esencial disponer de un seguimiento en tiempo real del nivel de flujo de la mercancía en diferentes puntos del recorrido de la mercancía, con el fin de parar los sistemas de acarreo tan pronto como se detecte un atasco o derrame significativo.

Tolvas: En las tolvas, la mercancía queda expuesta a la acción del viento, tanto en la boca de la tolva como en el punto de descarga a cinta o camión. Las soluciones más frecuentemente implantadas son:

- *Pantallas superiores*: La boca de la tolva es bordeada por una pantalla que permite alojar completamente la cuchara abierta.
  Es conveniente, que *las pantallas instaladas en la boca de la tolva sean porosas en lugar de opacas.* Con ello se evita la formación de remolinos en los bordes superiores de las pantallas, los cuales tienden a levantar y dispersar el polvo, produciendo un efecto opuesto al deseado. Esta recomendación será especialmente relevante cuando, por motivos operativos, no sea posible apantallar toda la boca de la tolva y se deje un lateral abierto para facilitar la entrada de la cuchara. (ver pantallas corta vientos y atrapa polvo).

- *Pantallas inferiores*: Se emplea en la carga de camiones y consiste proteger el corredor inferior de la tolva mediante pantallas laterales dejando una puerta protegida por bandas flexibles para permitir la entrada de los camiones.

- *Conexión a cinta apantallada*: Consiste en cubrir o apantallar tanto la cinta de la tolva como la transferencia a la cinta de muelle.

La boca de la tolva es lo bastante amplia para alojar la cuchara y apantallar la acción del viento.

Pantallas en tolva de pórtico descargador protegiendo del viento la apertura de la cuchara.

Descargas de camiones: Las zonas de descarga se realizan en recintos cubiertos y apantallados que permitan alojar parcialmente la caja del camión, protegiendo por completo el penacho de mercancía de la descarga. Para garantizar un adecuado apantallamiento, la entrada del recinto cuenta con cortinas que limitan la salida de polvo y la dispersión del viento.

Recuperadores: En recuperadores lineales, la zona de acción de cadenas o cangilones se protege con faldones cuyo extremo inferior reposa sobre la mercancía, de modo que el propio material removido selle parcialmente la zona de contacto entre faldón y material.

En recuperadores de rotopalas, el punto de descarga de la rotopala a la cinta se protege con pantallas que eviten la acción directa del viento sobre el penacho de mercancía generado.

Tolva con pantallas y cortinas en el punto de carga de camiones.

Estructura carenada y con cortinas para apantallar transferencia de tolva a cinta

Cargadores móviles: La descarga de mercancía desde la caja del camión al sistema de carga de buques se realiza mediante un alimentador completamente carenado capaz de alojar parcialmente la caja del camión. Para garantizar un adecuado apantallamiento la entrada del alimentador cuenta con cortinas que limitan la dispersión del viento.

Control de aves: Cuando se mueven productos agroalimentarios, el carenado de cintas y transferencias ayuda a evitar el acceso de aves a la mercancía, pero para que este control sea eficaz el sistema de apantallamiento debe contar con rejillas en todos los posibles puntos de acceso a aves.

Zona de descarga de camiones apantallada.

Recogedor lineal de cadenas con faldones.

VENTAJAS E INCONVENIENTES

CARENADO Y APANTALLAMIENTO DE EQUIPOS	
Ventajas	■ *Reducción significativa de emisiones* ■ *En agroalimentarios, aseguramiento de la calidad de la mercancía.* ■ *Reducción de costes de limpieza de explanadas y viales.*
Inconvenientes	■ *En cintas y transferencias, posibles dificultades de mantenimiento o resolución de atascos si el sistema no está bien dimensionado.*

EFICACIA Y CONDICIONANTES

La eficiencia del apantallamiento depende de las características del mismo y del nivel de hermeticidad. El carenado superior e inferior de cintas puede reducir al 100% las emisiones de partículas y derrames. Los carenados superiores de cintas consiguen un control total de las emisiones generadas por arrastre del viento, pero no de los derrames.

Por otro lado, los carenados parciales en tolvas, cargaderos y descargaderos pueden alcanzar pueden reducir entre un 50 y 70% las emisiones. No obstante, la eficiencia global dependerá de la pulverulencia y del régimen de vientos.

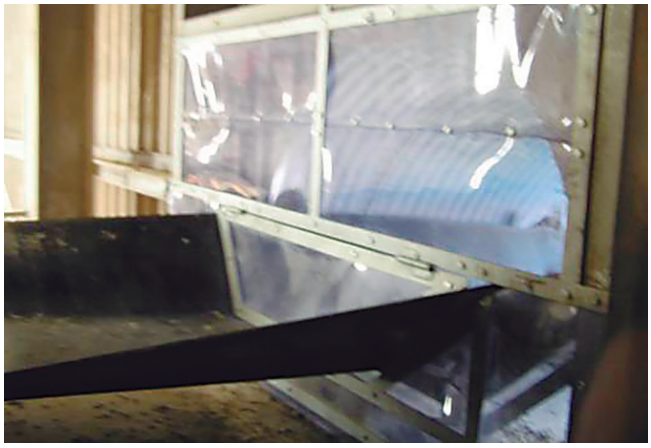
Cuando se muevan mercancías de pulverulencia media o alta en entornos vulnerables, será recomendable complementar esta medida *con la aplicación de aspiración o nebulización en tolvas, transferencias, recuperadores y puntos de descarga de camiones o vagones*

BUENAS PRÁCTICAS Y MEJORES TÉCNICAS ASOCIADAS.

Buenas prácticas operativas.

- *Evitar golpear las pantallas*
- *En cintas y transferencias, realizar un seguimiento continuo del nivel de flujo para detectar de inmediato derrames y atascos.*

Cinta móvil con alimentador carenado.



Salida de cinta carenada con trampilla articulada para evitar el acceso de aves

Buenas prácticas de mantenimiento.

- Incluir los sistemas de apantallamiento dentro del plan de mantenimiento de la instalación.
- En transferencias y cintas en galería, revisar la cinta tras cada operación, garantizando un adecuado centrado y retirando posibles derrames.
- Comprobar el estado del cerramiento o carenado tras cada operación.

Medidas técnicas básicas recomendadas.

- En sistemas de cintas, instalar sistemas de monitorización del nivel de carga y centrado para prevenir derrames y atascos
- En transferencias, utilizar sistemas de descenso que limiten la presión del impacto y la generación de polvo o derrames, como son tolvas de carga, toboganes y encauzadores.

Medidas complementarias para el control de emisiones.

- Aspiración en tolvas, transferencias y puntos de descarga de camiones
- Nebulización en tolvas, transferencias, puntos de descarga de camiones y recuperadores de rotopalas. Aplicable solo en caso de mercancías que puedan ser humedecidas.

Vista interior y exterior de una cinta en galería, utilizada para el movimiento horizontal de cereales entre muelle y almacén.

MED_10: OPTIMIZACIÓN DE CINTAS

ASPECTO AMBIENTAL SOBRE EL QUE ACTÚA

Derrames y emisiones de partículas en cintas.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

La optimización de cintas comprende un conjunto de medidas técnicas basadas en los siguientes principios.

- Adecuación de la capacidad de la cinta
- Control del centrado y nivel de carga de la cinta
- Limpieza de mercancía adherida a la cinta
- Sellado de punto de carga de la cinta
- Control de velocidad de caída de mercancía
- Control del flujo de aire inducido en la caída de mercancía

DESCRIPCIÓN GENERAL

La aplicación de esta media supone adoptar el siguiente conjunto de actuaciones que afectan a la estructura, a los sistemas de centrado, a los métodos de limpieza, al encauzador y a los sistemas de alimentación.

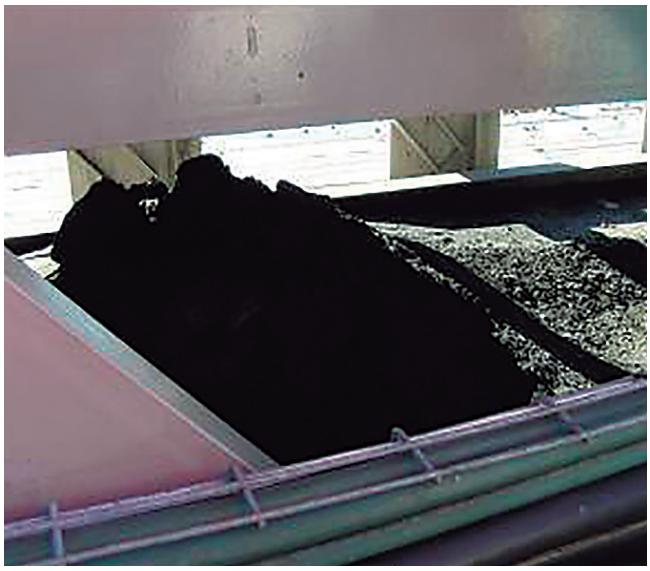
Estructura

- *Capacidad sobredimensionada*. Utilizar una cinta más ancha de lo estrictamente necesario en combinación con el uso de cintas arqueadas para reducir posibles derrames laterales.

- *Cinta arqueada*. El uso de cintas arqueadas permite limitar los derrames laterales y optimizar la capacidad para una anchura dada.

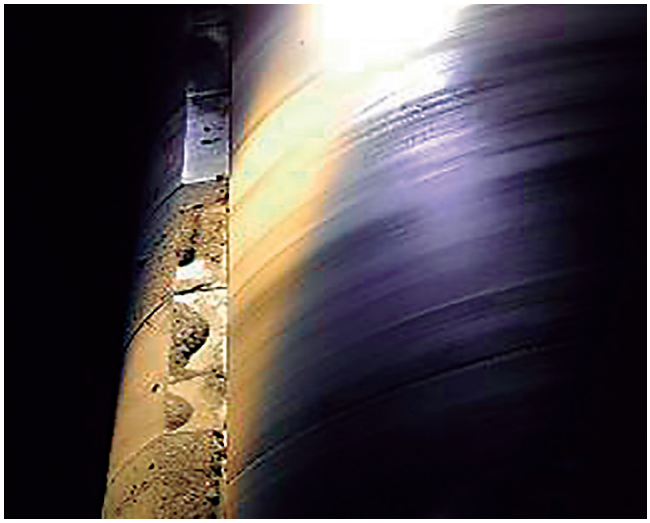
- *Sistemas de tensado adaptables*. Utilizar sistemas de tensado que se ajusten al nivel de carga y permitan evitar oscilaciones de la cinta sin someterla a sobreesfuerzos.

- *Control de caudal*. La instalación de sistemas de medida del nivel de carga permite identificar posibles derrames y atascos con antelación.



La mercancía depositada en la cara interior de la cinta puede adherirse a los rodillos, y dar problemas de centrado.

Acumulación de mercancía adherida a la cinta debajo de los rodillos.



Un rascador adecuado y bien mantenido reduce la cantidad de mercancía adherida al retorno de la cinta

Sensor de centrado. Permite parar la instalación cuando se dan perdidas peligrosas de alineación.

Centrado de la cinta

- *Sensores de centrado*. Instalación de sensores de centrado que paren el avance de la cinta cuando ésta supere ciertos límites, a partir de los cuales se pueden producir derrames significativos.

- *Rodillos activos*. Instalación de rodillos que cambian su ángulo de alineación cuando se detectan desviaciones en la alineación de la cinta.

Limpieza de cinta

- *Rascadores*. Instalación de rascadores en tambor de cabeza para limpiar la cinta evitando que la mercancía adherida se derrame en el retorno. La mercancía derramada en los retornos tiende a acumularse en los rodillos atascándolos.

- *Cuñas de limpieza*. Instalación de bandas en forma de cuña en el dado interno de la cinta para prevenir la acumulación de mercancía en los tambores y rodillos interiores.

Encauzador

- *Encauzador hermético*. El adecuado ajuste de los faldones del encauzador evita derrames debidos a la sobrepresión generada por el impacto de la mercancía.

- *Bandas de desgaste.* El uso de bandas de desgaste en el interior del encauzador reduce la presión sobre los faldones evitando que la mercancía quede atrapada entre el faldón y la cinta.

- *Longitud y altura apropiadas*. Un encauzador largo y ancho permite frenar la corriente de aire inducida por la caída de la mercancía y decantar el polvo generado, reduciendo así las emisiones.

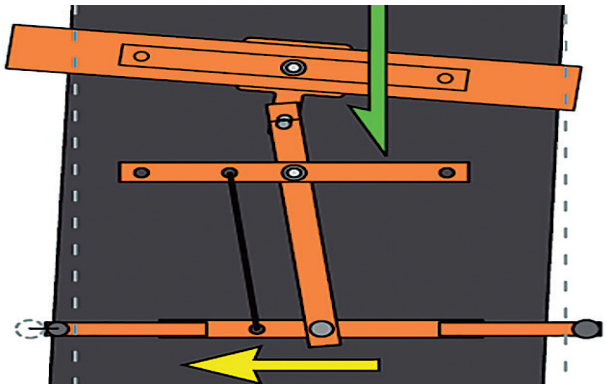
Transferencia

- *Tolvas de alimentación cerradas:* El uso de tolvas de alimentación entre cintas cerradas reduce la entrada de aire, con lo que se limita el volumen de aire arrastrado por la mercancía en su caída y la consiguiente dispersión en el punto de impacto.

- *Tolvas con boca que recoja la zona de transición:* Al acercarse a la boca de la tolva, la cinta pierde progresivamente su arqueo con lo cual parte de la mercancía puede derramarse a los lado.

- *Sistemas de frenado de la mercancía.* En tolvas con caída vertical, el uso de peldaños o deflectores permite controlar la velocidad de caída, reduciendo la presión en el punto de impacto y la velocidad de la corriente de aire inducida.

- *Tolvas con tobogán*. Las tolvas de alimentación en rampa permiten crear un flujo compacto de mercancía evitando la mezcla de la misma con el aire, al tiempo que acoplan el penacho de mercancía a la dirección y ritmo de avance de la cinta.



Rodillos activo: El movimiento lateral de la cinta actúa sobre las guías las cuales, a su vez, modifican el ángulo de alineación del rodillo para centrar la cinta.

APLICABILIDAD

La acumulación de polvo y derrames de mercancía en sistemas de cintas acelera el deterioro de los equipos, aumentando el coste de mantenimiento y la probabilidad de fallo durante la operación. Por tanto, resulta aconsejable aplicar el conjunto de medidas propuestas para todo tipo de mercancía, en todo tipo de entornos.

CONDICIONES TÉCNICAS.

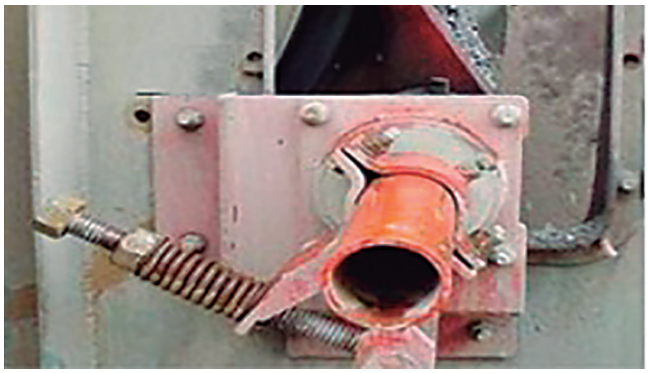
En la implantación de esta medida es necesario tener en cuanta, entro otros, los siguientes aspectos.

Rascadores: El tipo de rascador, su posición y anchura están condicionados por el tipo de materiales movidos y las características de la banda transportadora. No obstante, en general, es conveniente tener en cuenta las siguientes observaciones:

- *Angulo estable al desgaste*. Utilizar rascadores dotados de sistemas que permitan garantizar una superficie de contacto y nivel de presión constante sobre la cinta a medida que se desgasta la hoja. Ángulos de ataque no apropiados y desgastes no uniformes pueden aguzar el filo del rascador y dañar la cinta.

- *Ubicación:* Situar el rascador tras el punto en el que el material abandona la cinta, fuera del penacho de mercancía, de modo que su función sea limpiar la cinta, no interponiéndose con el flujo de material. Se consigue con ello reducir su desgaste.

El rascador debe estar bajo el punto en que la mercancía abandona la cinta.



Rascador articulado capaz de ceder ante resaltes de la cinta.

- *Adaptabilidad*. Instalar rascadores que puedan retirarse o rebotar ante posibles resaltes de la cinta, utilizar para soportes dotados de resortes o bien rascadores realizados con elastómeros resistentes. Se previenen posibles daños a la cinta.

- *Rascadores secundarios:* Utilizar rascadores secundarios apoyados en el tambor de cabeza. Esto permite reducir el nivel de presión del rascador principal, reduciendo el desgaste de la cinta y el riesgo de rotura de la misma

- *Anchura del rascador:* Adaptar la anchura del rascador a la anchura del torrente de mercancía y no a la anchura de la cinta, de lo contrario, se puede generar un desgaste desigual en el rascador que lo lleve a ejercer presiones excesivas en los extremos.

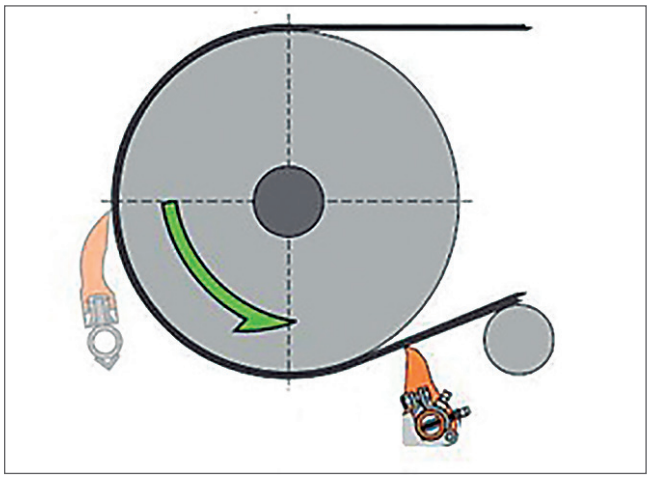
- *Revisión:* Revisar periódicamente el nivel de presión y área de contacto de los rascadores.

Cuña de limpieza: En la instalación y mantenimiento de este sistema es conveniente tener en cuenta las siguientes recomendaciones generales.

- *Ubicación:* Es conveniente instalar la cuña lo más cerca posible del tambor de cola para prevenir que la acumulación de mercancía en el mismo descentre el avance de la cinta.

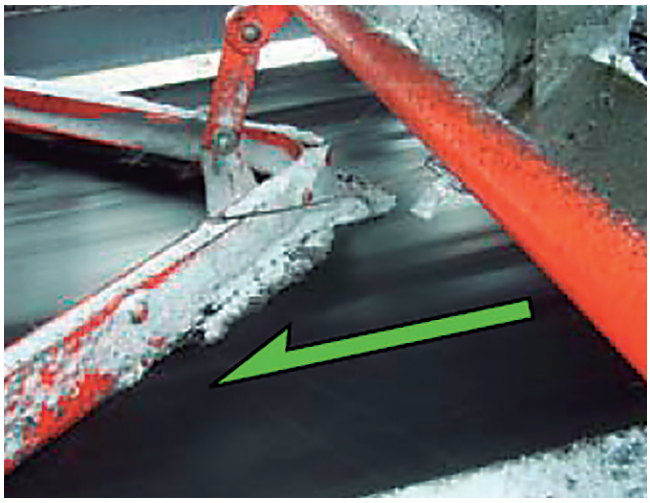
- *Restos retirados:* Los restos de mercancía retirados por la cuña de limpieza han de verterse a un contenedor que deberá limpiarse tras cada operación.

Desgaste desigual del rascador debido a una anchura excesiva.

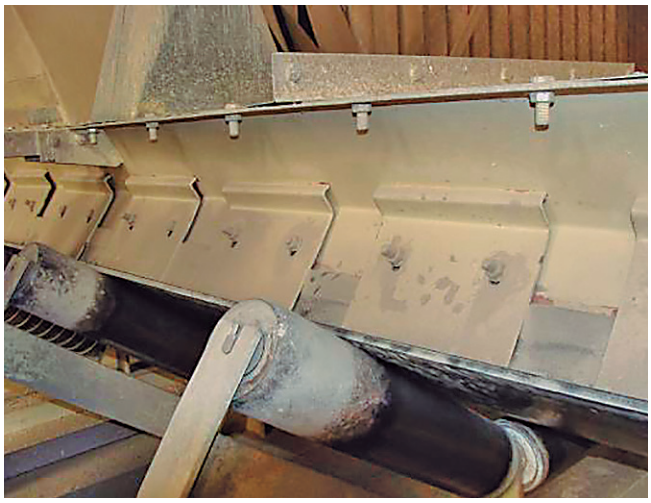


Un rascador secundario evita la aplicación de presiones altas en el primario.

Rodillos activos. Este tipo de sistemas están constituidos por un rodillo con ángulo de alineación variable controlado por guías laterales sobre los cuales actúa la cinta cuando ésta cambia su dirección de alineamiento. Para que el sistema sea funcional es conveniente instalar sistemas multi-pivotantes capaces de transformar pequeñas presiones en las guías laterales en variaciones de orientación del rodillo; ya que, si el sistema requiere de presiones elevadas para actuar, se pueden inducir oscilaciones laterales en la cinta que no hagan eficaz el sistema de alineación.



Cuña de limpieza. Elimina los restos de mercancía depositados en la cara interior.



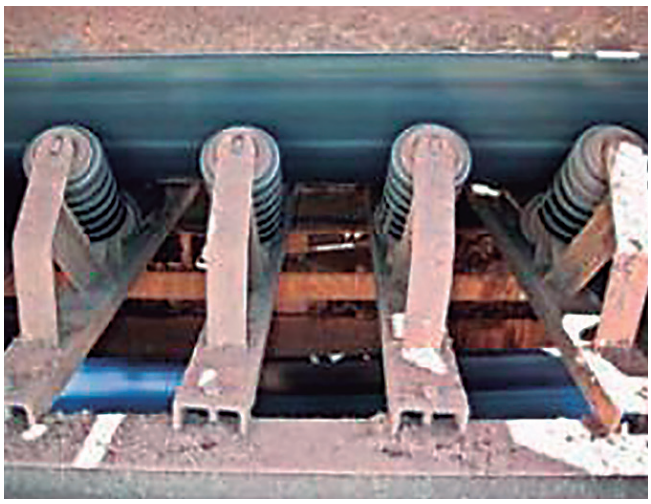
Un encauzador largo permite el asentamiento del polvo en su interior.

***Encauzadores herméticos**:* El encauzador recibe la mercancía de la tolva o tobogán de carga, teniendo como función contener y centrar el torrente de mercancía en el punto de carga. La presión ejercida en el punto de impacto tiende a generar derrames y emisiones que pueden controlarse aplicando las siguiente medidas y recomendaciones generales:

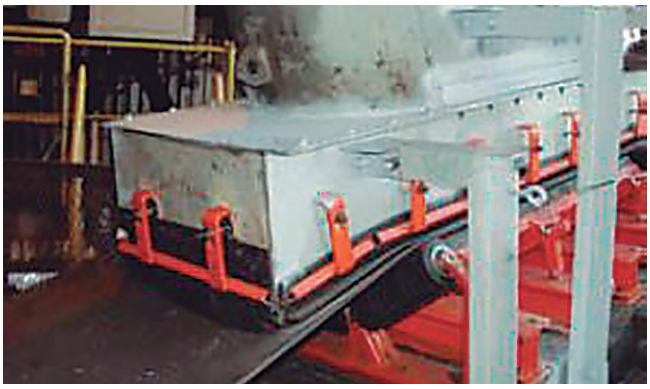
- *Ajuste uniforme de faldones*: Es importante conseguir una presión uniforme entre la cinta y el faldón a lo largo de todo la región de contacto, con el fin de lograr un desgaste uniforme del faldón, de lo contrario se producirán desajustes que no podrán compensarse bajando el faldón.

- *Proteger faldones con bandas de desgaste*: Es conveniente proteger los faldones mediantes placas metálicas situadas en la cara interior del encauzador, las cuales reducen la presión a que son sometidos los faldones evitando posibles desajustes de los mismos. El uso de bandas de desgaste ayuda a prevenir que el material quede atrapado entre el faldón y la cinta, con lo cual se evita un desgaste prematuro de la misma.

Rodillos muy separados en zona de carga y formación de sacos en la cinta.



Una mayor densidad de rodillos evita desajustes de encauzador y cinta.



Caja selladora que evita la salida de mercancía por la parte trasera.

Un ajuste demasiado rígido acelera el deterioro de la cinta.

- *Sistemas sencillos de anclaje de faldones. El ajuste periódico del faldón y la cinta se ve favorecido por sistemas de anclaje fáciles de manipular.*

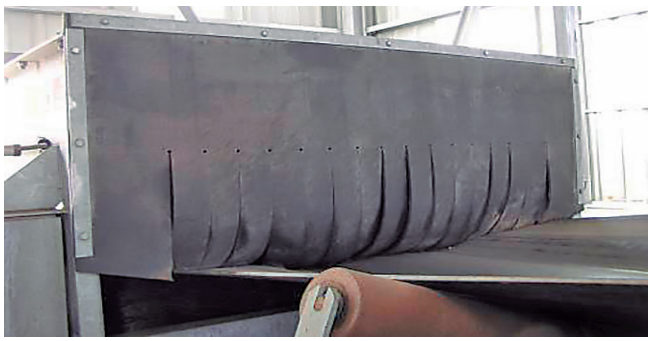
- *Evitar instalar el encauzador en la zona de transición.*: Es conveniente evitar colocar el encauzador en la región a lo largo de la cual la cinta se arquea, pues ello da lugar a un ajuste desigual entre la cinta y el faldón que facilita la salida de mercancía.

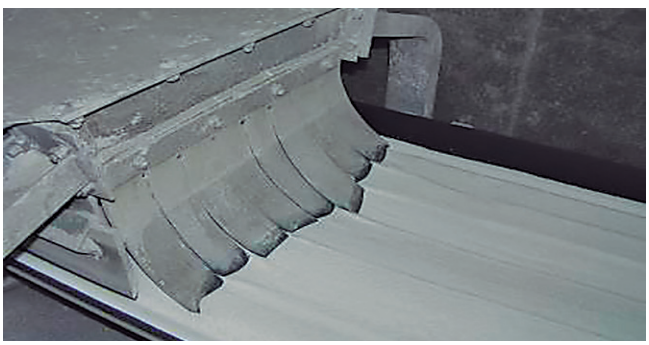
- *Reducir la distancia entre rodillos en la zona de carga:* Se evita con ello que el impacto de la mercancía produzca sacos en la cinta que dificulten el ajuste con el faldón del encauzador.

- *Instalar cortinas en salida*. La instalación de una o varias cortinas de goma con flecos en el encauzador dificulta la salida del material que es proyectado en el impacto.

- *Instalación de cajas selladoras*. En cintas en pendiente o con gran velocidad de impacto, la mercancía tiende a salir por la cara trasera del encauzador. Para evitar esto, es conveniente instalar cajas de sellado con faldones adicionales que recojan la fuga de mercancía. Esta solución es preferible a la instalación de pantallas rígidas que tienden a deteriorar la cinta.

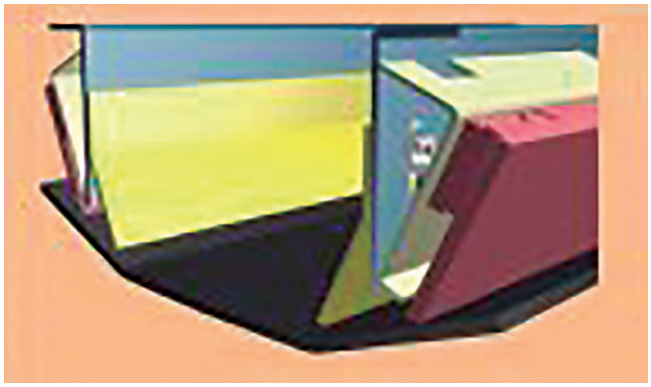
Sistemas de frenado de mercancía. En tolvas con caída vertical, el uso de peldaños o deflectores permite controlar la velocidad de caída, limitando de este modo la presión del impacto y la velocidad de la corriente de aire inducida. No obstante, estos sistemas deben instalarse teniendo en cuenta el aterronamiento de la mercancía, su cohesividad y tendencia a fraguar, con el fin de evitar atascos en el descenso.





Los faldones previenen la salida de polvo y permiten un mejor funcionamiento de sistemas de aspiración o nebulización.

Encauzador con faldones de doble labio y banda de desgaste en el interior.



La instalación de bandas de desgaste evita el deterioro del encauzador.

VENTAJAS E INCONVENIENTES

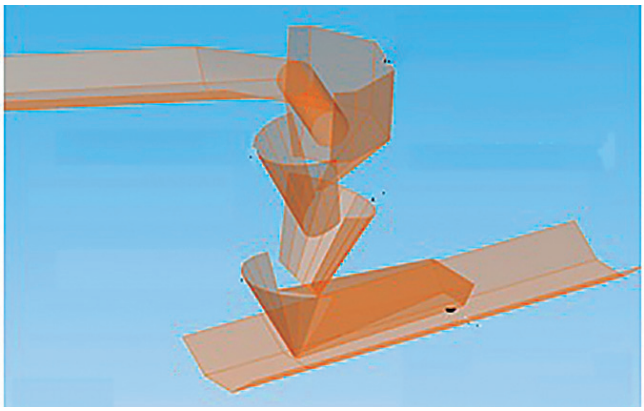
OPTIMIZACIÓN DE CINTAS	
Ventajas	■ *Reducción de emisiones y derrames* ■ *Reducción de mermas de mercancía y mantenimiento del valor* ■ *Reducción de costes de mantenimiento* ■ *Reducción de probabilidad de fallo durante la operación*
Inconvenientes	■ *Mayor inversión inicial*

EFICACIA Y CONDICIONANTES

La eficacia de esta medida está condicionada a un buen mantenimiento de la instalación y a una adecuada operativa. Bajo estas premisas, se consigue un control adecuado de los derrames para todo tipo de mercancías.

Para conseguir un adecuado control de emisiones, en el movimiento de mercancías de pulverulencia media y alta, es recomendable complementar esta medida con técnicas de apantallamiento. De modo adicional, en el movimiento de mercancía de pulverulencia media y alta, es recomendable instalar sistemas de aspiración o nebulización en puntos de transferencia.

Tolva de transferencia en escalera



Tolva de transferencia de toboganes alternantes

BUENAS PRÁCTICAS Y MEJORES TÉCNICAS ASOCIADAS.

Buenas prácticas operativas.

- Seguimiento en tiempo real del nivel de carga a lo largo de varios puntos de la cinta.
- Seguimiento en tiempo real del nivel de centrado.
- Parada preventiva e inspección ante indicios de descentrado o de derrames significativos

Buenas prácticas de mantenimiento.

Tras cada operación es recomendable verificar o comprobar

- El nivel de alineación de los tambores de cabeza y cola
- Adecuado nivel de tensión de la cinta.
- El grado de desgaste de los rascadores, la adecuación del nivel de presión ejercida sobre la cinta y el estado de los resortes que permiten al rascador levantarse ante posibles resaltes en la cinta.
- El correcto ajuste de los faldones del encauzador con la cinta.
- Nivel de desgaste de los faldones y cortinas del encauzador
- El correcto giro de los rodillos, evitando fricciones que puedan generar aumentos de temperatura no apropiados.

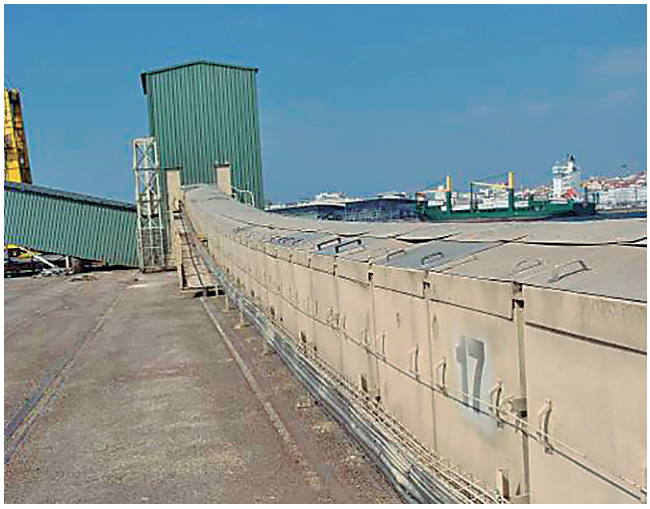
Medidas técnicas básicas recomendadas.

- Apantallamiento de la cinta

Medidas complementarias para controlar emisiones

- Aspiración. Para todo tipo de mercancía
  Aplicada en encauzadores
- Nebulización. Para mercancías que pueden ser humedecidas.
  Aplicada en tolvas de alimentación y encauzadores.

Lo toboganes evitan la formación de penachos abiertos de material reduciendo la mezcla de la mercancía con el aire y las emisiones en el impacto.



Los sistemas de cinta paralelos al cantil que trascurren a baja cota (Izquierda) pueden dificultar las tareas de mantenimiento de la cinta y de limpieza del cantil. Sistemas a media altura (Derecha) facilitan el mantenimiento y limpieza, permitiendo un uso flexible del muelle.

MED_11: CONO CONCENTRADOR

ASPECTO AMBIENTAL SOBRE EL QUE ACTUA

Emisiones de particulas a la atmosfera por mezcla de aire y material en descensos por caida libre de la mercancía.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Cuando la mercancia cae libremente desde una cinta, tiende a formar un penacho que arrastra aire a su paso. El aire mezclado con la mercancía es expulsado en el impacto, arrastrando las particulas mas ligeras.

Este sistema concentra la mercancía y elimina el aire mezclado con la misma, generando un chorro cerrado y compacto de producto que evita, ademas, la mezcla de aire y material durante el descenso.

DESCRIPCIÓN GENERAL

El sistema consiste en una pequña tolva que recoge la mercancía procedente de una cinta, u otro sistema continuo. El cono puede agitarse libremente bajo el impacto de la mercancía, de modo que dichas vibraciones eliminan el aire mezclado con el producto. Gracias a ello, se produce un chorro compacto de mercancía que tiende a mantene su cohesión durante el descenso evitando la mezcla de aire y producto.

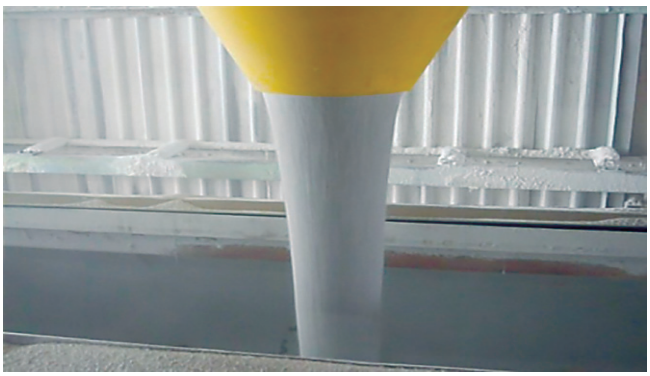
Cono concentrador. Sistemas y operaciones en las que se emplea.			
Cintas		*Cargadores de camiones o trenes*	
Carga de almacenes		*En apiladores*	

APLICABILIDAD

El sistema esta indicado para mercancías fluyentes como cereales o fertilizantes, pudiendo instalarse en cualquier fase de las operaciones en la que se produzca un descenso de mercancía por caida libre como los recogidos en la siguiente tabla.

CONDICIONES TÉCNICAS

***Peso del sistema**:* En la instalación del equipo es necesario tener en cuenta el peso de la tolva cargada y el efecto de vibración de la misma. Esto será importante en aplicaciones sobre cintas cenitales en almacenes en los que el sistema debe acompañar al tripper de descarga de la cinta.



***Flujo de mercancía**:* El proceso de concentración de la mercancía puede hacer necesario reducir el flujo de mercancía en el sistema de transporte continuo.

***Apantallamiento**:* El sistema reduce la generación de polvo debida a la mezcla de aire y mercancía , no obstante no proporciona protección frente a la acción del viento, por lo que su funcionamiento será más eficaz cuando se trabaje en zonas apantalladas.

Carga de bodegas con cinta móvil

Cargadero de camiones.

VENTAJAS E INCONVENIENTES

CONO CONCENTRADOR	
Ventajas	■ *Sencillez de implantación y mantenimiento* ■ *Reducción significativa de emisiones*
Inconvenientes	■ *No evita las emisiones debidas a la acción del viento.* ■ *Puede ser necesario reducir el flujo de mercancía.*

EFICACIA Y CONDICIONANTES.

El sistema resulta eficaz en el movimiento de productos fluyentes, como es el caso de cereales; si bien su eficacia se reduce con la altura de caída y con la presencia de viento. No obstante, en cualquier caso, siempre se consigue reducir las emisiones si la mercancía desciende en un chorro concentrado, en lugar de hacerlo en un penacho abierto.

MED_12: MANGAS Y TOLVAS TELESCÓPICAS

ASPECTO AMBIENTAL SOBRE EL QUE ACTÚA

Emisiones de partículas a la atmósfera por descenso de mercancía en caída libre.

Derrames en carga de cintas, camiones y vagones.

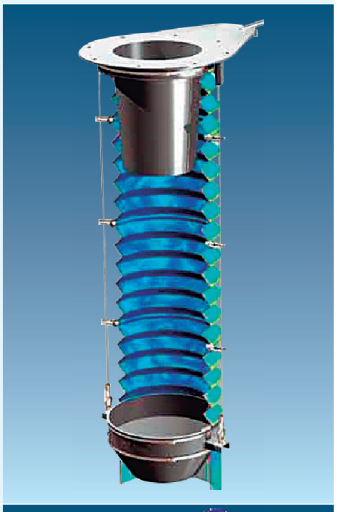
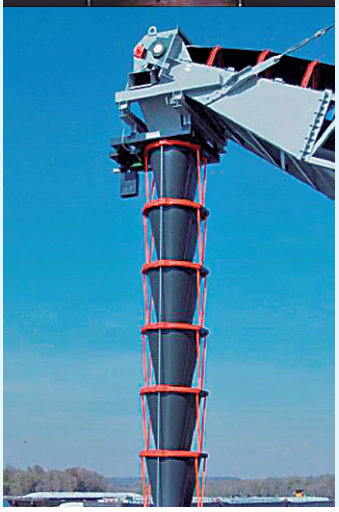
PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Se previenen las emisiones de polvo mediante los siguientes mecanismos

- Apantallando la acción dispersiva del viento sobre el penacho de mercancía
- Controlando el flujo de aire inducido por la mercancía en su caída y limitando el proceso dispersivo que genera dicho flujo.
- Limitando la mezcla de aire y mercancía producida en la caída

DESCRIPCIÓN GENERAL

Estos sistemas consisten en conductos cerrados, o semicerrados, de longitud variable por los que desciende la mercancía, evitando una interacción directa del flujo de mercancía y el aire circundante. La siguiente tabla representa las principales tipologías de estos sistemas.

Mangas y tolvas telescopicas. Sistemas y operaciones en las que se emplea.			
Tubo telescópico: Está constituido por una serie de tubos concéntricos plegables		***Manga telescópica:*** Consiste en una manga de material flexible de longitud variable	
Tolva telescópica: Está formada por una secuencia de conos concéntricos apilables. unidos mediante cintas o cadenas.		***Tolva telescópica cubierta:*** Es una tolva telescópica cubierta por material flexible que aísla completamente el penacho de mercancía del exterior.	

APLICABILIDAD

La siguiente tabla da una relación de los sistemas de operación en los que resulta frecuente el uso de esta medida.

Mangas y tolvas telescópicas. Sistemas y operaciones en las que se emplea.		
Carga de barcos	*En pórticos cargadores y en cintas cargadoras móviles.*	
Cargadores de camiones o trenes	*Instalados en tolvas y descargadores*	

En trasferencias	*Conectando tolvas a sistemas de cintas*	
Formación de acopios	*En apiladores que no están dotados de brazos con altura variable.*	

De manera genérica, es recomendable el uso de estos sistemas en las siguientes circunstancias

Pulverulencia	***Entorno poco vulnerable***	***Entorno vulnerable***
Baja	*En carga de camiones, vagones y transferencias con el fin de evitar derrames*	*En todas las operaciones anteriores incluidas carga de barcos y formación de acopios*
Media	*En todas las operaciones*	*En todas las operaciones, acompañados de sistemas de captura de polvo por nebulización o aspiración*
Alta	*En todas las operaciones, acompañados de sistemas de captura de polvo por nebulización o aspiración.*	

Carga de barco con pórtico cargador y tolva telescópica cerrada.

Carga de barco con cinta transportadora portátil y tolva telescópica.

CONDICIONES TÉCNICAS.

En la selección y diseño de equipos de descenso es necesario considerar, entre otros, los siguientes factores:

Abrasión: La elección del tipo de sistema de descenso debe realizarse teniendo en cuenta el deterioro por abrasión el cual está condicionado por la altura, el volumen de mercancía y la abrasividad del producto.

Las mangas telescópicas son muy sensibles a la abrasión, por lo que sólo es recomendable su uso con mercancías poco abrasivas en descensos cortos y operativas no intensivas. Cuando los productos sean abrasivos, los desni-

veles grandes o los volúmenes movidos sean elevados, resultarán más eficientes, en cuanto a durabilidad, las tolvas telescópicas y tubos telescópicos

Venteo: En el uso de tolvas telescópica, para la carga de camiones o barcos cisternas es necesario tener en cuenta el venteo del recinto. Si el recinto no cuenta con venteo, es aconsejable realizar la carga con tolvas telescópicas cubiertas con canal concéntrico para la salida del aire.

Atascos: El rendimiento y la seguridad de la instalación pueden verse perjudicadas por posibles atascos. En este sentido es conveniente contar con

- *Control automático de altura*, que permita elevar automáticamente la boca de la tolva según crece el cono de descarga.
- *Sensor de proximidad* para la descarga si la boca de la tolva queda enterrada.
- *Sensor de caudal*, que permita controlar que el sistema es alimentado sin rebasar su flujo máximo admisible.
- *Estructura resistente*. La capacidad portante de la estructura a la cual se acople la tolva debe tener en cuenta la presión dinámica inducida por la caída de mercancía y el posible sobrepeso en caso de atasco.

Mangas telescópicas con aspiración en carga de camiones desde tolva.

Transferencia entre tolva y cinta carenada mediante manga telescópica.

Flujo de aire: En los sistemas completamente cerrados, la caída de la mercancía da lugar a la succión de aire en la entrada de la tolva. Dicho aire es expulsado en el momento del impacto, arrastrando partículas de polvo. Por tanto, es conveniente que la transferencia entre cintas y tolvas telescópicas sea lo más hermética posible, con el fin de limitar la entrada de aire en el sistema.

Filtrado: Cuando se requiera aplicar aspiración en el punto de salida, el sistema de descenso deberá estar provisto con una corona de descarga que confine el recinto sobre el cual se aplica la aspiración, así como de un conducto que conecte la corona de descarga con el sistema de aspiración. Normalmente, dicho conducto es un canal concéntrico a la manga de descarga.

VENTAJAS E INCONVENIENTES

MANGAS Y TOLVAS TELESCÓPICAS	
Ventajas	■ *Sistema efectivo en la eliminación de polvo inducida por el viento sobre el penacho de mercancía.* ■ *Mejora el control de derrames al canalizar la mercancía*
Inconvenientes	■ *No frena la mercancía, ni evita totalmente la mezcla entre aire y mercancía, produciéndose polvo en el punto de impacto* ■ *Peso adicional sobre sistemas de descarga.* ■ *Riesgo de atascos.*

EFICACIA Y CONDICIONANTES

Estos sistemas consiguen evitar las emisiones procedentes del arrastre del viento sobre el penacho de mercancía; no obstante, no evitan las emisiones generadas en el impacto de la mercancía. La eficiencia en este último aspecto depende de la altura, de la pulverulencia y del control que se haga de la entrada de aire en el conducto.

Cuanto menor sea la mezcla de aire y mercancía, menor será la emisión en el impacto. Por ello, los sistemas de conos concéntricos, en los que se mantiene concentrada la mercancía en su caída, consiguen una mayor eficiencia a la hora de controlar las emisiones en el punto de impacto.

BUENAS PRÁCTICAS Y MEJORES TÉCNICAS ASOCIADAS.

Buenas prácticas operativas.

- Control del flujo de mercancía durante la operativa.
- Mantener el cabezal de descarga próximo a la pila de mercancía durante todo el proceso de descarga, realizando un ajuste constante de la altura de caída.
- Seguimiento visual de la operación, en todo momento.

Buenas prácticas de mantenimiento.

- Seguimiento del plan de mantenimiento establecido por el instalador, con especial atención a
  - Sistemas de elevación y control de altura.
  - Hermeticidad de la manga y de la transferencia del cargador con la manga.
  - Sistemas de control y medida del flujo de carga.
  - Sistemas de control de polvo, como sistemas de aspiración o nebulización.
- Verificar antes de la operativa el correcto funcionamiento de los sistemas de elevación y control de altura.
- Limpieza de la tolva telescópica tras la operativa sobre "big bag" para evitar derrames.

Formación de acopio mediante tolva telescópica cubierta.

Formación de acopio mediante tubo telescópico

Medidas técnicas básicas recomendadas.

- Elevación automática de la tolva según crece el cono de descarga
- Sistema de detección de atascos
- 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, que limite la entrada de aire en el torrente de mercancía

Medidas complementarias para control de emisiones

- *Aspiración*. Para todo tipo de mercancías.
  Aplicada mediante tolva telescópica con canal concéntrico para la circulación del aire, y corona de descarga que confine la zona aspirada.
- *Nebulización*. Para mercancías que puedan ser humedecidas.

Aplicada en el extremo de salida de la tolva

Tolva telescópica con corona y canal concéntrico de aspiración.

Limpieza de tolva telescópica sobre big-bag para evitar derrames.

MED_13: TOLVA TELESCÓPICA DE CASCADA

ASPECTO AMBIENTAL SOBRE EL QUE ACTÚA

Emisiones de partículas a la atmósfera por descenso de mercancía en caída libre.

Derrames en carga de cintas, camiones y vagones.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Se previenen las emisiones de polvo, mediante los siguientes mecanismos

- Controlando la velocidad de caída de la mercancía y creando un flujo compacto de material, que permite:
  - Limitar la corriente de aire inducida por la caída de la mercancía
  - Evitar la mezcla entre aire y mercancía, reduciendo el efecto dispersivo en el impacto
  - Reducir la presión generada en el impacto
- Apantallando la acción dispersiva del viento sobre el penacho de mercancía
- Centrando el torrente de mercancía y evitando derrames

DESCRIPCIÓN GENERAL

Este sistema consiste en una secuencia de tolvas inclinadas que inducen un movimiento de zigzag en el flujo de mercancía, con lo cual se controla la velocidad de caída de la mercancía y se crea un flujo compacto de material que evita la mezcla entre aire y producto.

El sistema está cubierto por un tubo plegable a modo de fuelle que evita la entrada de aire y la incidencia directa del viento. Dicho conducto suele finalizar en una corona de láminas flexibles que cierran el punto de impacto, limitando la dispersión de material en dicho proceso.

APLICABILIDAD

Las tolvas telescópicas de cascada son aptas para mercancías de fluencia media y alta, que no presentes tendencia a aterronarse.

El sistema proporciona un control adecuado de las emisiones de polvo sin necesidad de recurrir a sistemas de filtrado de aire o nebulización; por ello su aplicación es recomendable en el movimiento de mercancías de pulverulencia alta en todo tipo de entornos y de mercancías de pulverulencia media en entornos vulnerables.

La siguiente tabla describe los sistemas en los que es frecuente encontrar aplicaciones de esta medida.

Tolvas telescópicas de cascada. Sistemas y operaciones en las que se emplea.		
Carga de barcos	*En pórticos cargadores*	
	En cintas móviles	
Cargadores de camiones o trenes		
Carga de almacenes.	*Desde trippers en cintas cenitales*	

CONDICIONES TÉCNICAS.

En el diseño e instalación de este tipo de sistemas en conveniente tener en cuenta, entre otros, los siguientes aspectos:

***Peso del equipo**:* El dimensionamiento de la estructura portante debe tener en cuenta, no sólo el peso del equipo sino también el peso inducido por el efecto de frenado de la mercancía, así como el peso total generado en posibles atascos.

Atascos: El rendimiento y la seguridad de la instalación pueden verse perjudicadas por posibles atascos. En este sentido es conveniente contar con

- Control automático de altura: Permite elevar automáticamente la boca de la tolva según crece el cono de descarga.
- Sensor de proximidad: Detiene la descarga si la boca de la tolva queda enterrada.
- Sensor de caudal: Permite controlar que el sistema es alimentado sin rebasar su flujo máximo admisible.

Adecuado control de emisiones en la carga de azufre con tolva telescópica de cascada.

Atmósfera libre de polvo en descarga de trigo en almacén mediante cinta cenital, tripler y tolva telescópica de cascada.

Inclinación de conos: La inclinación de los conos que conforman la tolva telescópica debe tener en cuenta la densidad y fluidez de la mercancía, con el fin de combinar un adecuado rendimiento con un correcto control de la velocidad de caída.

Existen sistemas donde la inclinación de los conos es variable, lo cual permite que el sistema pueda trabajar de modo óptimo con mercancías de distinta fluidez.

Abrasión: El control en la velocidad de caída limita el desgaste por abrasión. No obstante, tanto el material de los conos, como la velocidad de descenso, deben seleccionarse acorde con este factor.

Flujo de aire: En los sistemas completamente cerrados, la caída de la mercancía da lugar a la succión de aire en la entrada de la tolva. Dicho aire es expulsado en el momento del impacto arrastrando partículas de polvo. Por tanto, es conveniente que la transferencia entre cintas y tolvas telescópicas sea lo más hermética posible, con el fin de limitar la entrada de aire en el sistema.

VENTAJAS E INCONVENIENTES

TOLVAS TELESCÓPICAS DE CASCADA	
Ventajas	■ *Limita la mezcla de aire y mercancía en el proceso de descenso.* ■ *Reduce la velocidad de impacto y las emisiones asociadas* ■ *Evita la acción del viento sobre el torrente de mercancía.* ■ *Consigue un adecuado control de emisiones de polvo sin necesidad de incorporar sistemas de aspiración o nebulización adicionales.* ■ *Mejora el control de derrames al canalizar la mercancía* ■ *Reduce en un 50% la fragmentación de la mercancía.*
Inconvenientes	■ *Peso adicional sobre sistemas de descarga.* ■ *Riesgo de atascos.*

EFICACIA Y CONDICIONANTES

Este sistema consigue un control adecuado de emisiones y derrames en operaciones de descenso para cualquier tipo de mercancía, no siendo necesario recurrir a sistemas de filtrado o nebulización.

No obstante, para conseguir un buen control de emisiones y prevenir atascos, resulta esencial realizar un adecuado mantenimiento de los sensores de proximidad y del control automático de elevación.

BUENAS PRÁCTICAS Y MEJORES TÉCNICAS ASOCIADAS

Buenas prácticas operativas.

- Control del flujo de mercancía durante la operativa.
- Mantener el cabezal de descarga próximo a la pila de mercancía durante todo el proceso de descarga, realizando un ajuste constante de la altura de caída.
- Seguimiento visual de la operación, en todo momento.

Buenas prácticas de mantenimiento.

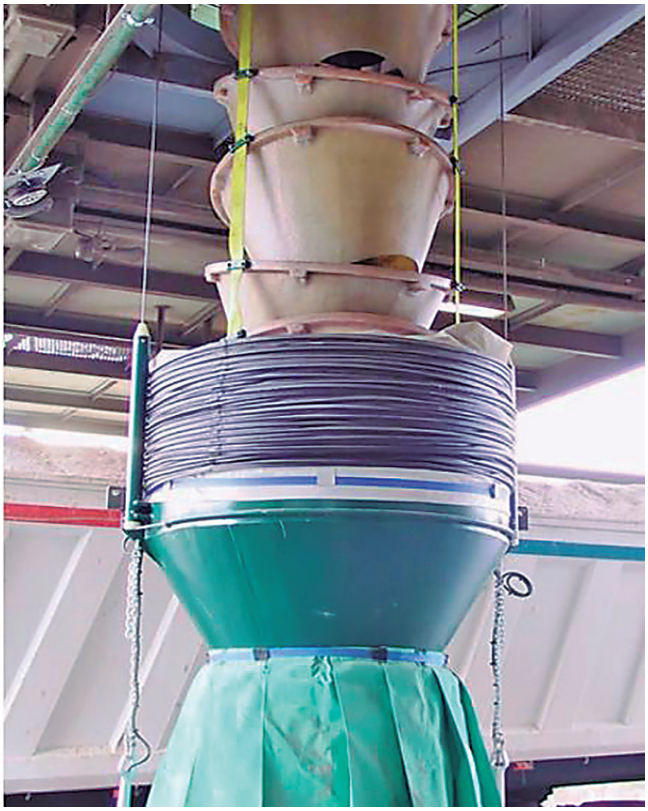
- Seguimiento del plan de mantenimiento establecido por el instalador, con especial atención a
  - Sistemas de elevación y control de altura
  - Hermeticidad de la manga y de la transferencia del cargador con la manga
  - Sistemas de control y medida del flujo de carga
- Verificar, antes de la operativa, el correcto funcionamiento de los sistemas de elevación y control de altura
- Limpieza de la tolva telescópica tras la operativa sobre "big bag" para evitar derrames.

Medidas técnicas básicas recomendadas.

- Elevación automática de la tolva según crece el cono de descarga
- Sistema de detección de atascos
- 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 que limite la entrada de aire en el torrente de mercancía

Medidas complementarias para control de emisiones

- Siguiendo una buena operativa, no se requieren sistemas de aspiración o nebulización.



Tolvas telescópicas de cascada en cargador de camión y en cargador de barco.
La corona de descarga permite limitar la dispersión de material en el punto de impacto.

MED_14: PREVENCIÓN DE POLVO POR ASPERSIÓN, PULVERIZACIÓN O SELLADO

ASPECTO AMBIENAL SOBRE EL QUE ACTUA

Emisiones de partículas a la atmosfera por:

- descenso de mercancíaen caída libre.
- Arrastre del viento sobre acopios y mercancía derramada.
- Resuspensión por rodadura de vehículos

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Los sistemas de aspersión y pulverización previenen la formación de polvo aplicando agua, sola o con aditivos químicos, a la mercancía, para incrementar la cohesión de las partículas de material y evitar la emisión de polvo.

DESCRIPCIÓN GENERAL

Atendiendo al volumen de agua aplicada y al tamaño de las gotas de agua, es posible distinguir los siguientes modos de aplicación:

- *Aspersión:* Apliación de altos volumenes de agua (entre 10 y 50 l/Tm) mediante cañones riego fijos, o cisternas de riego móviles.

  El agua de aspersión puede incorporar aditivos selladores destinados a aglomerar la mercancía formando costras o películas selladoras que estabilizan el material una vez evaporada el agua.

- *Pulverización:* Aplicación de volumenes medios de agua (entre 1 y 10 l/Tm) mediante inyectores fijos, o mediante turbinas pulverizadoras.

  El agua puede incorporar aditivos tensoactivos destinados a reducir la tensión superficial de las gotas de agua y mejorar, por tanto, el efecto aglutinador del agua sobre las partículas mas pequeñas de la mercancía.

Aspersión con cañones de agua fijos.

Aspersión con camión cisterna

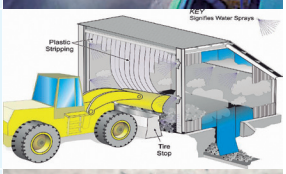
Pulverización de agua con turbina

Pulverización de agua con inyectores

APLICABILIDAD

Los sistemas de prevención por vía humeda solo puede aplicarse a mercancías que admitan ser humedecidas; resultando recomendable su uso en el control de emisiones de productos de pulverulencia media, como carbones o minerales, en entornos sensibles.

Las siguientes tablas dan una relación de los sistemas y fases de operación en los que frecuentemente se aplica esta medida.

Aspersión, pulverización y sellado. Sistemas y operaciones en las que se emplea.		
Almacenamiento a la intemperie y viales.	*Aspersión con cañones o cisternas*	
	Selladores para estabilizar acopios y viales o campas no pavimentados.	
	Pulverización con turbinas	
Manipulación a la intemperie con cuchara, pala y camión.:	*Pulverización con turbinas*	
Tolvas:	*Pulverización con inyectores en tolvas apantalladas*	
Cintas y trasferencias	*Pulverización con inyectores*	
Descargaderos, de camiones.	*Pulverización con inyectores en descargaderos apantallados*	
Apiladores, recogedores y rotopalas	*Pulverización con inyectores en puntos de vertido*	

CONDICIONES TÉCNICAS

Cañones de riego

Los cañones de riego permiten la aspersión de agua sobre grandes superficies en un periodo de tiempo pequeño ya que es posible descargar entre 15 y 70 m3/min cubriendo radios comprendidos entre 30 y 70 metros.

Estos sistemas están especialmente indicados para evitar emisiones procedentes de acopios o de viales, no siendo adecuado su uso para prevenir emisiones procedentes de puntos de ataque de la parva mediante palas u otros medios ya que las capas no superficiales pueden permanecer secas y el volumen de agua descargado interfiere con la operativa.

Red de drenaje perimetral superficial en torno a acopio estabilizado por de red de aspersión.

Cañones rodeando el acopio permite buena cobertura en todas las condiciones de viento.

En su instalación es conveniente tener en cuenta aspectos como:

- *Nivel de cobertura*: Es necesario conseguir un adecuado nivel de solapamiento entre los distintos cañones para evitar que las zonas más altas de la parva queden sin agua.

- *Ordenación de actividades*. Los cañones deben colocarse teniendo en cuenta los usos de la superficie con el fin de evitar entorpecer el movimiento de maquinaria, y garantizar que su acción será efectiva en zonas de manipulación y transito frecuente.

- *Intensidad y dirección del viento*. Los penachos de agua son desviados y deformados por el viento, reduciendo su alcance y eficacia. Por tanto, la instalación de estos equipos requiere caracterizar el régimen de vientos con el fin de determinar la potencia y ubicación optima de los cañones para que el sistema trabaje en condiciones adversas. Equipos de gran alcance situados en una única alineación pueden resultar inútiles cuando operan con viento en contra. Por lo que puede ser conveniente reducir los alcances e incrementar el número de puntos de aplicación alrededor de toda la superficie a tratar.

- *Sistema de activación.* Es conveniente disponer de un sistema de activación automática del riego que opere en función de la dirección e intensidad del viento, y del nivel de humedad relativa del aire.

- *Escorrentías y reutilización del agua*. Muchas de las mercancías movidas son hidrófobas, por lo que una buena parte del agua aplicada es escurrida dando lugar a escorrentías que pueden deteriorar la calidad del agua de las dársenas.

  Por ello, es conveniente disponer de redes de recogida de aguas en forma de canales superficiales que conecten con fosos de decantación. Tanto las redes de recogida como pozos de decantación deben estar abiertos con el fin de facilitar su mantenimiento y limpieza. Por otro lado, el agua recogida, puede ser tratada y filtrada para ser reutilizada por el sistema de riego.

Cisternas móviles

Las cisternas móviles dotadas de cañones de agua supone una alternativa a los sistemas de aspersión fija; teniendo como ventaja un menor coste de implantación y mantenimiento, así como una mayor flexibilidad de operación.

Resultan adecuadas para tratar acopios temporales, y acopios que no requieren aplicaciones frecuentes. También son sistemas adecuados para mantener húmedas superficies con el fin de evitar emisiones de polvo por efecto del viento o de rodaduras de vehículos.

No resultan, sin embargo, sistemas óptimos en grandes parques de carbones o minerales que requieren de una aplicación frecuente de agua.

Inconvenientes generales de los sistemas de aspersión.

Los sistemas de aspersión de agua, ya se trate de cañones fijos o cisternas presentan los siguientes problemas generales.

- *Elevado consumo de agua.* Entre 10 y 50 litros por tonelada

- *Generación de escorrentías.* En mercancías hidrófobas como el carbón, el agua escurrida puede suponer el 70% del agua aplicada.

- *Exceso de adherencia.* El material se adhiere a los sistemas de manipulación, acelerando el deterioro de la maquinaria y produciendo derrames cuando la mercancía seca.

- *Sobre peso sin valor a la mercancía.* El agua aporta un peso adicional que reduce la efectividad del transporte ya que en algunos casos entre el 1% y 5% de la carga en peso es agua.

- *Reducción del poder calorífico.* En los carbones la aportación de agua supone una reducción de poder calorífico que puede estar entre 27000 y 140000 KJulios por tonelada.

Pulverización en cinta antes de trasferencia

Corona de agua pulverizada en apilador

Inyectores Pulverizadores

Los inyectores pulverizadores se utilizan para prevenir la formación de polvo en puntos en los que la mercancíadesciende por gravedad o es manipulada, como por ejemplo transferencias entre cintas, apiladores, rotopalas o tolvas.

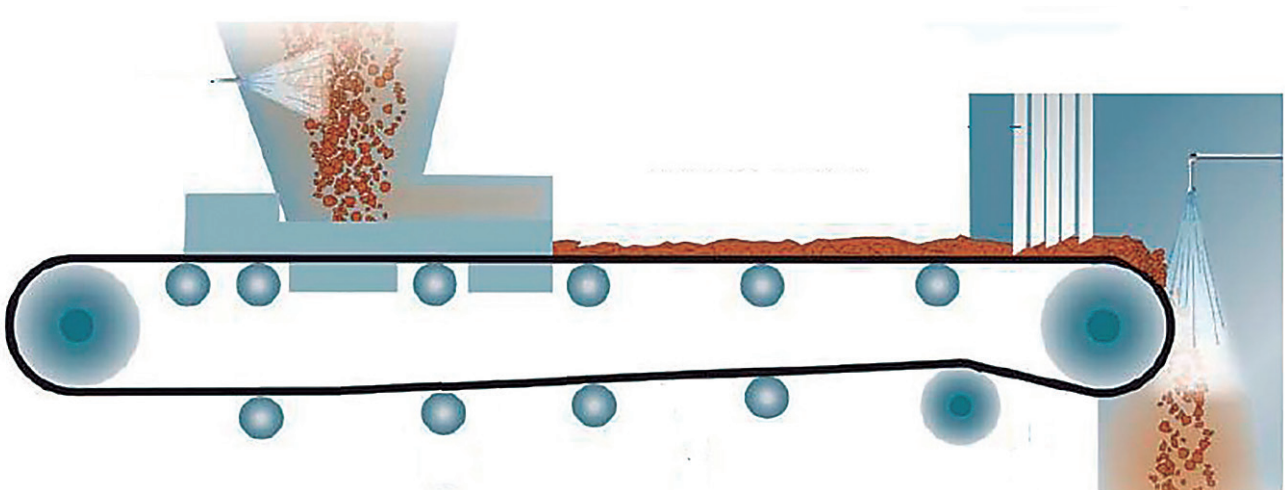
En la intalación de estos equipos es conveniente tener encuenta, entre otros, los siguienes aspectos:

- *Tamaño de la gotas:* Los pulverizadores trabajan a presiones en torno 8 bares y generan una lluvia de gotas que varia entre 0,2 y 1 mm, dependiendo de la presión y del tipo de inyector. Cuanto mas pequeñas son las gotas, mayor es la superficie de contacto eficaz entre las gotas de agua y la mercancía, consiguiendose por tanto mayor eficacia, pero menor es su estabilidad frente al viento o corrientes de aire.

- *Aditivos:* Estos sistemas trabajan frecuentemente con aditivos tensoactivos o humectantes que reducen la tensión superficial de las gotas, mejorando la capacidad del agua para aglutinar las partículas de polvo de la mercancía sin incrementar sustancialmente la humedad del material.

- *Ubicación:* En general, se consigue una distribución mas homogenea de la humedad en la mercancía si se aplica el agua pulverizada en los penachos de material formados en los puntos de transferencia, ya que de este modo las gotas penetran en el flujo de producto de un modo uniforme.

  Estos puntos de aplicación deben diseñarse de modo que los inyectores se encuentren protegidos de posibles impactos.



La aplicación de agua pulverizada en las transferencias ayuda a una penetración uniforme del agua en la mercancía.

- *Cantidad de agua:* Los sistemas de pulverización con aditivos tensoactivos, pueden reducir en un 80% la emisión de polvo con aplicaciones de menos de 7 litros de agua por tonelada de mercancía.

  En general será fundamental encontrar un nivel de aplicación que aglutine las partículas de polvo sin "empapar" la mercancía. El exceso de agua puede incrementar demasiado la adherencia, dificultando la limpieza de cintas transportadoras y acelerando el deterioro de la maquinaria.

Turbinas

Cuando es necesario prevenir la formación de polvo a la intemperie, ya sea en acopios o en los puntos de operación de sistemas de manipulación discontinuos, no siempre resulta posible instalar sistemas de inyectores fijos.

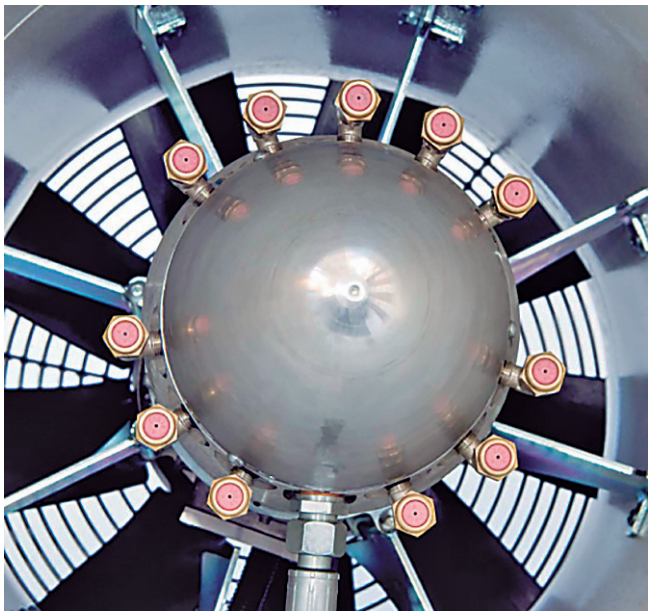
En estas situaciones es posible recurrir a turbinas móviles dotadas de inyectores que permiten crear una corriente de aire y de agua pulverizada que puede ser dirigida a la zona de trabajo; ya que la relativa movillidad y portabilidad de estos equipos permite ubicarlos de modo que se adapten a las condiciones de viento y a la ordenación de la operativa de cada momento.

En relación a los sistemas de aspersión, estos equipos tienen la ventaja de tener un consumo mucho mas reducido de agua, creando chorros de bruma que, en general, no interfieren con la operación y no generan escorrentias.

Turbina en zona de operación de palas

Turbinas pulverizando agua sobre acopios.

Por otro lado, algunos de estos sistemas, trabajan con una batería de inyectores capaces de cubrir un alto rango de tamaño de gotas, que van desde desde las 300 micras hasta tan solo 10 micras, lo cual permite crear chorros de gotas capaces de conseguir una alta direccionalidad, una relativa estabilidad frente a corrientes de aires, y un gran poder de arrastre de las partículas en suspensión en el aire. Es decir, se consigue combinar el efecto preventivo producido por la humectación de la mercancía, con el efecto de captura o supresión del polvo presente en el aire.



El agua pulverizada generada por los inyectores es arrastrada por una turbina de aire.

La combinación de gotas grandes y pequeñas permite mejorar la direccionalidad

Aditivos tensoactivos y humectantes.

El agua no siempre se combina de modo eficaz con al mercancía, ya que la tensión superficial de las gotas dificulta la penetración y mezcla de dichas gotas con la mercancía. Esta situación se agrava en mercancías hidrófobas, como el carbón, en las que una buena parte del agua es "escurrida" sin mojar realmente el producto.

Para evitar este problema es posible añadir al agua aditivos tensoactivos y humectantes que reducen la tensión superficial del agua, haciendo que esta penetre y humedezca de modo uniforme en la mercancía.

Los sistemas de pulverización de agua con aditivos requieren solo un 20% o 30% del agua que necesitaría un sistema sin aditivos para conseguir un efecto similar. De modo genérico, es posible reducir las emisiones en un 80% con aportes de agua inferiores a los 7 litros por tonelada.

Por tanto, la pulverización de agua con aditivos previene los efectos adversos que el exceso de agua puede tener sobre la mercancía y sobre los sistemas de manipulación, haciendo que esta medida sea apta para reducir las emisiones de polvo en mercancías con tolerancia media a la humedad.

Aditivos selladores

Los aditivos selladores tienen como objetivo mantener la cohesión o aglomeración de las partículas de mercancía una vez que el agua se ha secado. Para ello se añade al agua de aspersión sustancias selladoras

que, al secar el agua, crean una costra o película cohesiva sobre la superficie que dificulta el arrastre por el viento o por el paso de vehículos.

El tratamiento de acopios, campas no utilizadas, o viales es una alternativa al uso frecuente de sistemas de aspersión, por lo que puede resultar una medida económicamente viable para prevenir la formación de polvo en acopios y en campas no pavimentadas que van a permanecer sin actividad durante periodos prolongados de tiempo.

	Pros	**Contras**
Agua sola	■ *Bajo coste de implantación.* ■ *Diseño y operación sencillo.* ■ *En materiales no hidrófobos buenos resultados.*	■ *No adecuado en materiales con poca tolerancia al agua.* ■ *Ineficiente con materiales hidrófobos.* ■ *Alto consumo de agua.* ■ *Evaporación y escorrentía.*
Agua + Tensoactivos	■ *Más eficaz que agua sola.* ■ *Se necesita menos agua para reducir de modo eficaz la emisión.* ■ *Puede utilizarse en materiales con tolerancia media al agua.*	■ *No todos los materiales admiten tensoactivos.* ■ *Mayor coste de implantación y mantenimiento que sistemas de agua sola.*
Agua + Selladores	■ *Elimina la necesidad de reaplicación.*	■ *Mayor necesidad de mantenimiento de sistemas de aplicación.* ■ *Mayor coste de implantación .*

Pulverización de agua con aditivos selladores sobre campa no pavimentada.

Inyectores de agua pulverizada en tolva protegida por pantallas en un descargador.

VENTAJAS E INCONVENIENTES

	ASPERSIÓN
Ventajas	■ *Reducción significativa de emisiones procedentes de grandes acopios de carbón y minerales a la intemperie.* ■ *Bajo coste de implantación.* ■ *Equipos de manipulación y mantenimiento sencillo.*
Inconvenientes	■ *Solo apto para mercancías que admiten altos niveles de humedad.* ■ *Elevado consumo de agua.* ■ *Generación de escorrentías.* ■ *Exceso de adherencia.* ■ *Sobrepeso sin valor a la mercancía.* ■ *Reducción del poder calorífico en carbones.* ■ *No adecuado para prevenir polvo en zona de operaciones.*

PULVERIZACIÓN	
Ventajas	■ *Reducción efectiva de emisiones en transferencias (inyectores fijos) y puntos de manipulación a la intemperie (turbinas).* ■ *Apto para mercancías que admiten niveles medios de humedad.*
Inconvenientes	■ *No apto para mercancías que no admiten ser humedecidas en absoluto* ■ *Una aplicación no adecuada puede crear problemas de adherencias en maquinaria acelerando el deterioro de la misma.*

EFICACIA Y CONDICIONANTES

La eficacia de los sistemas de prevención basados en humedecer la mercancía van a depender en gran medida de la capacidad de los sistemas de aplicación para llegar de modo uniforme al producto y humedecerlo de modo homogéneo en la cantidad precisa.

Una distribución no uniforme puede hacer que parte de la mercancía sigua emitiendo polvo, mientras que otra presente niveles de adherencia que dificulten su manipulación.

Implantación de un sistema de pulverización de agua con aditivos tensoactivos en transferencias de cintas. Antes y después.

En los acopios, la aspersión de agua es un modo eficaz de prevenir la generación de polvo por viento siempre que el sistema de aspersión cubra la totalidad de la superficie. En este sentido es importante que tanto la colocación de los aspersores como su potencia se proyecten de modo que la cortina de agua generada llegue a toda la superficie incluso en condiciones de viento adversas.

Por otro lado, los sistemas de pulverización con aditivos tensoactivos pueden lograr reducciones de emisión de hasta un 80%; donde, una vez más, la eficacia del sistema va a depender de lograr una aplicación uniforme en la mercancía y un nivel adecuado de penetración o mezcla del agua con el producto.

Implantación de un sistema de pulverización de agua con aditivos tensoactivos en sistema de cintas con apilador. Antes y después.

BUENAS PRÁCTICAS Y MEJORES TÉCNICAS ASOCIADAS

Buenas prácticas operativas recomendadas

- En aspersión.
  - Ajuste de los cañones a la dirección y velocidad del viento durante la operativa.
  - Disponer de un plan de riego que determine cuando aplicar esta medida en función de la dirección y velocidad del viento, de la humedad relativa y de presencia de partículas en el aire.

- En pulverización. Seguimiento de los niveles de presión del sistema durante la operativa.

Buenas prácticas de mantenimiento recomendadas

- En sistemas de pulverización verificar antes de las operaciones que los inyectores no presentan atascos y producen chorros uniformes de gotas pequeñas.

Medidas técnicas básicas recomendadas.

- Apantallamiento: En sistemas de pulverización que operen a la intemperie será conveniente apantallar los puntos de aplicación con el fin de evitar el posible arrastre del viento sobre las nubes de agua pulverizada.

- Automatización. En sistemas de aspersión automatizar el funcionamiento de los equipos para que la activación y la cantidad de agua aplicada tenga en cuanta parámetros que influyan en la intensidad de las emisiones, como son la velocidad e intensidad del viento, el nivel de actividad, o la humedad ambiente.

- Red de drenaje. En aquellas instalaciones donde operen con frecuencia sistemas de aspersión será conveniente contar con una red de recogida de escorrentías, un sistema de decantación y un sistema de reutilización del agua.

MED_15: LAVARUEDAS

ASPECTO AMBIENAL SOBRE EL QUE ACTUA

Emisiones de polvo y dispersión de mercancía producida por el material adherido a los bajos y ruedas de camiones.

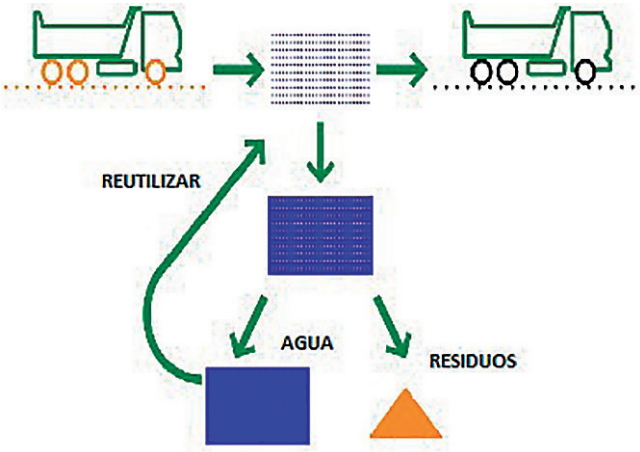
PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Eliminación de los restos de mercancía en bajos y ruedas de camiones mediante sistemas de limpieza basados en agua a presión.

DESCRIPCIÓN GENERAL

Son instalaciones en las que mediante inyectores de agua a presión 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.

Sistema lavaruedas en funcionamiento



Esquema de funcionamiento

Atendiendo al *tipo de limpieza* aplicada los sistemas se clasifican en :

- *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.

El nivel de *obra civil requerido* por estos sistemas dependerá del esquema elegido para *separar los restos de mercancía del agua*. En este sentido es posible diferenciar dos enfoques generales distintos.

- *Balsa de decantación*: Los residuos se separan por sedimentación en una balsa de decantación. Esta opción tiene mayores requerimientos de obra civil debido a la profundidad de la balsa.

- *Balsa floculante*: Los residuos se separan en una balsa bajo la acción de un floculante que acelera la precipitación de las particulas. Esta opción requiere balsas de menor tamaño.

APLICABILIDAD

Es recomendable aplicar esta medida siempre que se opere en entornos de sensibilidad alta o media, en particular si los camiones circulan en las proximidades de entornos urbano.

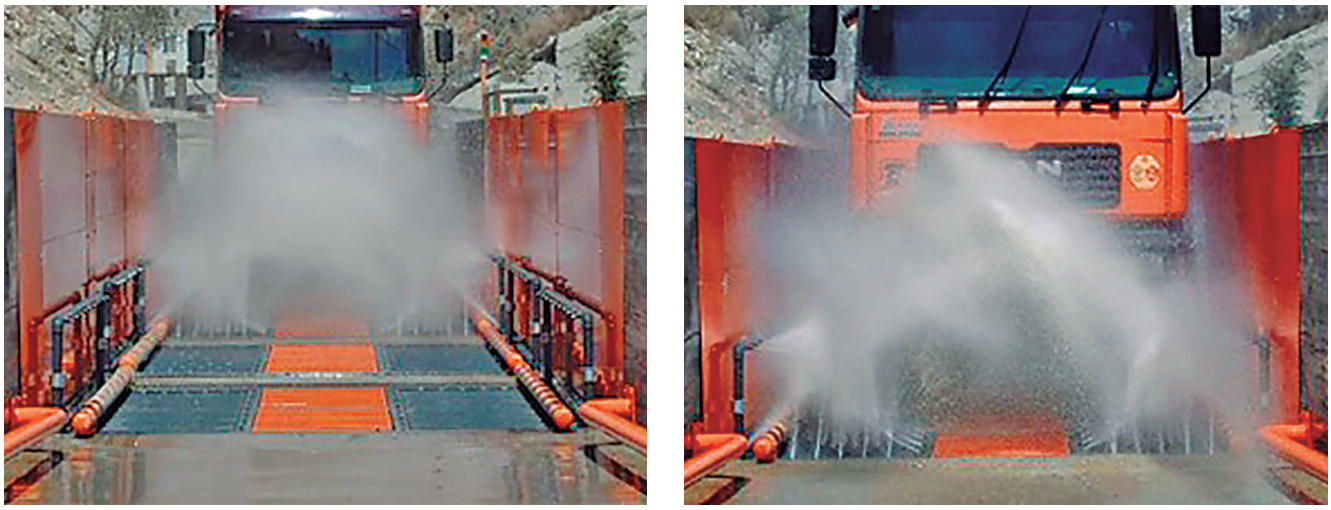
La medida esta especialmente recomendada cuando los camiones transiten por campas o viales en los que estan trabajando sistemas de aspersión o pulverización de agua, ya que la presencia de agua acentúa la adherencia de la mercancía.

CONDICIONES TÉCNICAS

Sistemas de paso continuo y sistema de paso secuencial:

A la hora de elegir entre un sistema y otro es conveniente tener en cuenta, almenos, las siguientes características generales de cada uno de los sistemas enumerados en la siguiente tabla.

PASO CONTINUO	***PASO SECUENCIAL***
■ *Soporta trafico elevado.*	■ *Solo apto para trafico medio o bajo.*
■ *Grado de suciedad medio y bajo.*	■ *Eficaz lavando ruedas con mucha suciedad.*
■ *Lava ruedas y bajos.*	■ *Actua sobre las ruedas, no sobre los bajos.*
■ *La eficacia depende del caudal de agua.*	■ *La eficacia depende del tiempo empleado.*
■ *Tiempo de lavado bajo.*	■ *El tiempo depende de número de ejes*
■ *Consumo de 20 a 30 litros por camion.*	■ *Consumo de 10 a 15 litros por camion.*
■ *No necesita colaboración del chofer, solo una velocidad de paso baja.*	■ *Necesita la colaboración del chofer.*



Secuencia de lavado en lavaruedas de paso continuo.

Sistemas de decantación y reciclado

Para que un sistema lavaruedas resulte viable es necesario reciclar el agua escurrida por el camión y recoger los restos eliminados. La limpieza de 100 camiones con sistemas de paso continuo produce un volumen de agua escurrida comprendido entre 50 y 100 m3, que tanto por motivos ambientales como económicos no puede desecharse directamente.

Como ya se ha mencionado, para recoger y reutilizar el agua se puede recurrir de modo general, a una balsa de decantación o bien a una balsa floculante. En el primer caso el agua de lavado es conducida a una balsa profunda en la que las partículas precipitan de modo natural; en el segundo caso, el agua de lavado llega a una balsa somera, a la cual se añaden sustancias floculantes que aceleran la aglomeración y decantación de las partículas, que forman un lodo que es recogido de modo continuo y automático por medios mecánicos.

Para facilitar la limpieza de las balsas de decantación, puede ser conveniente que dispongan de una rampa que facilite la entrada de palas u otros medios mecánicos de limpieza.

TIPOS DE SISTEMAS DE DECANTACIÓN Y RECOGIDA DE LODOS

	PROS	CONTRAS
Balsa de decantación	■ *No requiere aditivos* ■ *No requiere suministro electico*	■ *Alto volumen ocupado* ■ *Mayor necesidad de obra civil* ■ *No trasladable* ■ *Limpieza más laboriosa*
Balas floculante	■ *Menor requisito de espacio* ■ *Menor necesidad de obra civil* ■ *Se puede trasportar* ■ *Fácil proceso de limpieza*	■ *Consumo de energía eléctrica* ■ *Consumo de floculantes* ■ *Posible fallo de sistemas mecánicos*

Lavaruedas con balsa de decantación y rampa de acceso a la misma

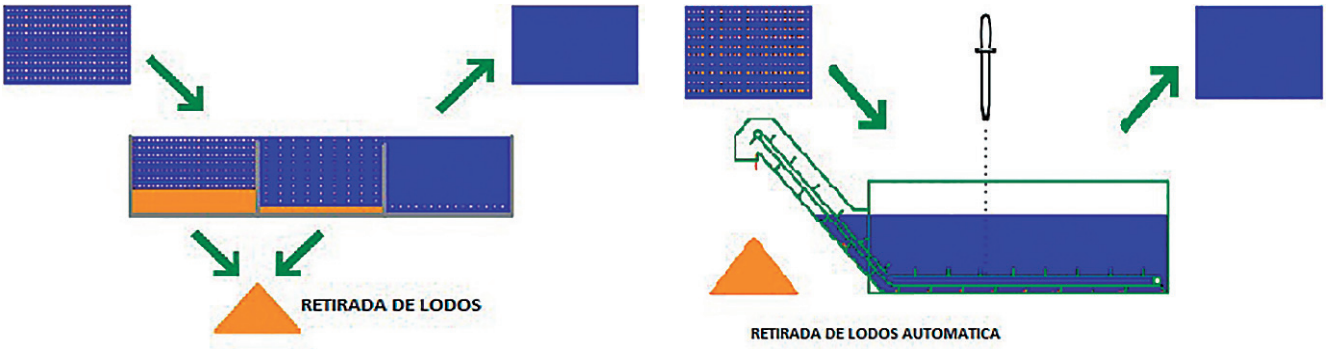
VENTAJAS E INCONVENIENTES

Lavaruedas	
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 Y CONDICIONANTES

El sistema puede eliminar en gran medida la dispersión de mercancía y las emisiones por rodadura fuera de la terminal.

Su eficacia no obstante está condicionada principalmente por el adecuado mantenimiento del sistema de limpieza y por la correcta ubicación del equipo, ya que para que la limpieza sea eficaz, el tránsito de los camiones a la salida debe discurrir por viales limpios.



Esquema de trabajo de una balsa de decantación y de una balsa floculante

BUENAS PRÁCTICAS Y MEJORES TÉCNICAS ASOCIADAS

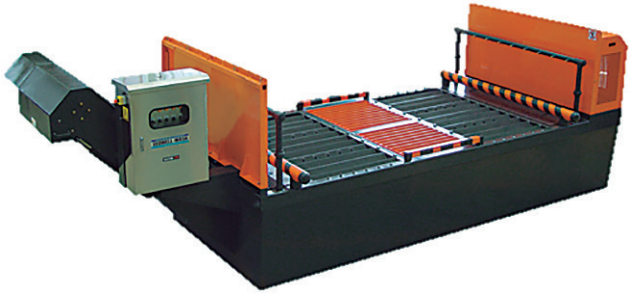
Buenas prácticas operativas recomendadas

- 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)

Buenas prácticas de mantenimiento recomendadas

- En el mantenimiento del equipo prestar especial atención a:
  - Estado de los inyectores difusores de agua
  - Niveles de presión del agua

- Estado de filtros de agua
- Sistema de dosificación de floculantes, para sistemas con fosa de decantación.



Lavaruedas con balsa de decantación somera y sistema de recogida de lodos

MED_16: CAPTACIÓN DE POLVO POR ASPIRACIÓN

ASPECTO AMBIENTAL SOBRE EL QUE ACTÚA

Emisión de partículas a la atmósfera en transferencias.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

La aspiración es una medida atenuante basada en capturar la masa de aire cargada de polvo, generada en puntos de manipulación, filtrando las partículas y liberando aire limpio.

DESCRIPCIÓN GENERAL

Los sistemas de aspiración funcionan capturando la corriente de aire y polvo inducida en transferencias, o generando una corriente de aire que arrastra el polvo generado en zonas de manipulación. Dicha corriente de aire se limpia mediante un sistema de filtrado, de modo que el material en suspensión es retenido y reincorporado a la mercancía, o tratado como residuo.

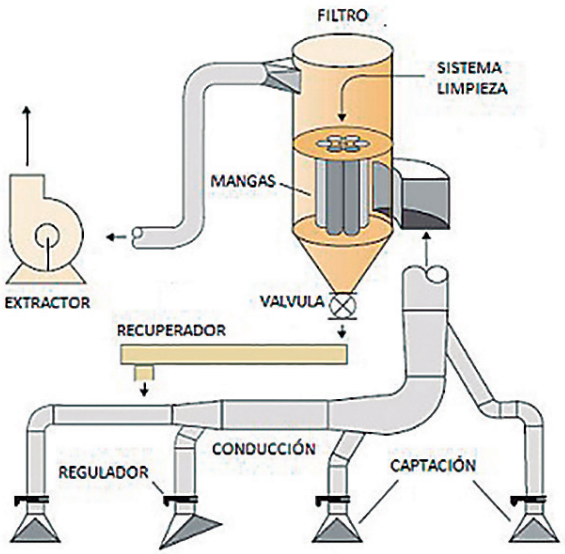
Los componentes de un sistema de captación de polvo pueden variar en función del tipo, pero con carácter general son:

- *Captación*: Consiste en una campana o corona de extracción situada próxima al punto de emisión y encargada de capturar la masa de aire.
- *Conducción*: Conjunto de tuberías para llevar el aire aspirado hasta el filtro.

- *Filtro:* Cuyo papel es separar las partículas de la masa de aire, recuperando el material filtrado de modo que pueda ser reutilizado.

- *Extractor:* Consistente en ventiladores o turbinas que proporcionan la fuerza de succión necesaria para capturar, mover y filtrar el volumen de aire próximo al foco emisor

- *Recuperador:* Formado por tolvas, válvulas rotatorias, conductos y almacenamientos, destinados a recoger la mercancía filtrada y extraerla del sistema neumático, para su reincorporación a la mercancía o para su tratamiento como residuo.



Esquema general de un filtro centralizado

Detalle de la unidad de filtrado
y extracción de un filtro centralizado

Aplicabilidad

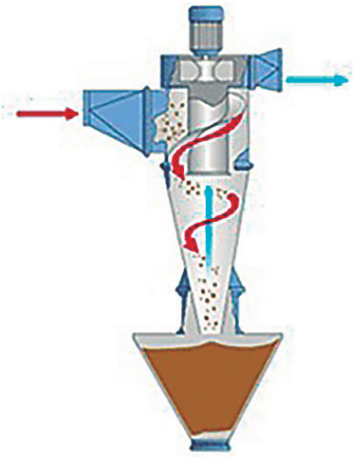
Los sistemas de aspiración pueden trabajar en los siguientes sistemas o fases de operación

Aspiración y filtrado. Sistemas y operaciones en las que se emplea.		
Carga de barcos.	*Mediante tolvas telescópicas tolvas telescópicas dotadas de aspiración concéntrica y coronas apantalladas.*	
Transferencias:	*Actuando en focos potenciales de polvo en trasferencias entre sistemas continuos.* *En transferencias entre cintas actuando sobre encauzadores y en cabeza de cinta.*	

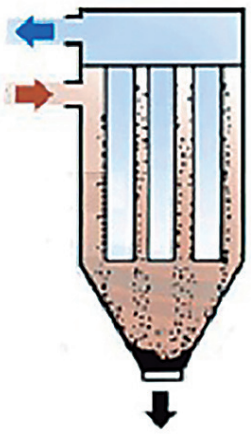
Tolvas:	*Aplicado tanto en la corona de la tolva como en la transferencia a camiones, vagones o cintas.*	
Cargaderos:	*Mediante tolvas telescópicas dotadas de aspiración concéntrica y coronas apantalladas en el extremo de las tolvas telescópicas.*	
Descargaderos:	*Aplicados bien en la boca de tolvas subterráneas, o en recintos cerrados sobre dichas tolvas.*	
Cargador móviles de buques:	*Actuando en recintos apantallado de alimentación del cargador y en tolvas telescópicas de carga del buque .*	
Silos y almacenes	*Para filtrar el aire venteado en la carga de silos y almacenes.*	

Es recomendable su uso en el control de emisiones de partículas generadas en la manipulación de mercancías de pulverulencia alta, así como en la manipulación de mercancía de pulverulencia media en entornos sensibles.

Es el único sistema admisible cuando sea necesaria una total eliminación de las partículas en suspensión, como puede ser el control de emisiones generadas en el movimiento de mercancías con propiedades alergénicas.



Filtro ciclón



Filtro de mangas

Filtro de cartuchos

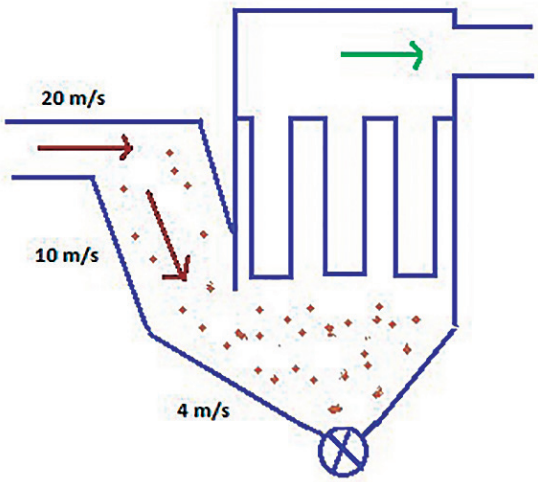
CONDICIONES TÉCNICAS

Tipos de filtros:

- *Ciclones:* El aire entra en un recinto circular donde se mueve en forma de torbellino. La fuerza centrífuga generada proyecta las partículas hacia la pared del filtro, donde se aglomeran y precipitan fuera de la corriente de aire hacia el colector, del cual son extraídas mediante una válvula rotatatoria.

  Los ciclones se utilizan cuando es necesario filtrar aire con una gran concentración de material y no es necesario alcanzar altas eficiencias de filtrado. Por ello, en algunos casos, en corrientes de aire con una gran carga de polvo, son utilizados para realizar una limpieza previa, antes de aplicar sistemas de filtrado más eficaces.

Prefiltrado mediante ciclón.



Prefiltrado mediante cámara de decantación.

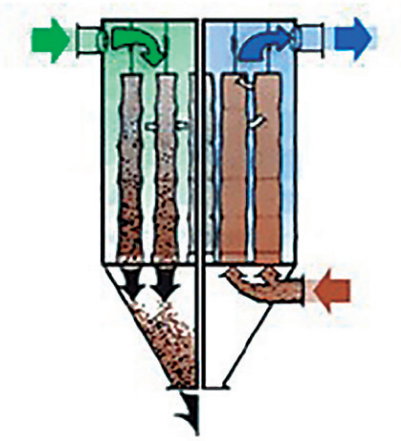
  Filtros de mangas: El aire es filtrado haciéndolo pasar por mangas fabricadas con materiales porosos que retienen las partículas sólidas y dejan pasar el aire limpio. Las mangas están elaboradas con fibras tejidas o prensadas en forma de fieltro, y están fabricadas con fibras adaptadas a las propiedades de las partículas filtradas. El propio polvo atrapado en el textil forma una trama que incrementa la eficacia del proceso de filtrado.

  Resultan muy versátiles y pueden adaptarse a diferentes materiales, cargas de polvo y exigencias de filtrado; presentando, por otro lado, una excelente relación entre eficiencia de filtrado y coste de implantación.

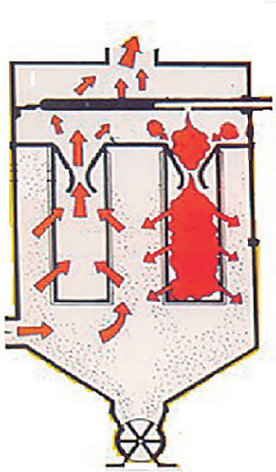
- *Cartuchos:* Se filtra el aire haciéndolo pasar a través de cartuchos de metal perforados, rodeados por un fieltro plegado de celulosa. Son sistemas muy compactos que pueden ocupar un 30% menos de volumen que un filtro de mangas con una eficacia similar, no obstante, su mantenimiento resulta más costoso y resultan menos versátiles, no siendo frecuente utilizarlos para filtrar masas de aire con una carga de polvo superior a 5 gramos por metro cúbico. No obstante, estos sistemas son objeto de una constante evolución y su campo de acción se amplía continuamente.

Sistemas de prefiltrado:

En filtros de mangas que trabajan con ratios de filtrado elevados o con altas concentraciones de polvo es conveniente realizar un filtrado previo de la corriente de aire, antes de que ésta incida sobre los filtros textiles. Se consigue con ello prolongar la vida del filtro y limitar la frecuencia de los ciclos de filtrado.



Limpieza mediante corriente de aire inversa



Limpieza mediante chorro de aire a presión

Panel de rotura y deflector en filtro

Este proceso de prefiltrado se suele realizar con ciclones instalados antes de llegar al filtro de mangas, o con filtros inerciales instalados en el propio filtro de mangas, entre los cuales los más usuales son:

- *Cámara de decantación:* Consiste en un ensanchamiento en las conducciones de aire que genera una reducción de velocidad y una disminución de la capacidad portante de la corriente de aire, con la consiguiente decantación de las partículas más pesadas.

- *Placa desviadora o difusor:* Este tipo de filtros utiliza una placa interpuesta en el flujo de aire, la cual induce un cambio brusco de dirección. Por su mayor inercia, las partículas de más tamaño no pueden seguir el flujo de aire y se proyectan hacia un colector.

Sistemas de limpieza en filtro de mangas:

Según se acumula el polvo sobre el filtro, se va incrementando la resistencia al paso del aire, aumentando la carga para el sistema extractor y reduciéndose la eficiencia del mismo. Para evitar este efecto, el filtro se limpia periódicamente, normalmente, mediante una corriente de aire en sentido inverso, o mediante un intenso pulso de aire inverso.

- *Corriente de aire inverso*: Las mangas se encuentran agrupadas en compartimentos. De modo periódico y secuencial, cada uno de estos compartimentos es sometido a una corriente de aire en sentido inverso, la cual causa un colapso parcial de la manga haciendo caer el material acumulado.

- *Pulso de aire inverso:* Las mangas son sometidas a breves pulsos de aire comprimido en contracorriente que sacuden las mangas, desincrustando la torta de polvo adherida. Estos sistemas de limpieza tienen la

ventaja de ser muy compactos y no requieren compartimentar los filtros, pudiendo trabajar con altos ratios de filtrado y con ciclos de limpieza cortos; con lo que se consiguen caídas de presión y niveles de eficiencia muy estables.

Filtro insertable en transferencia de cinta a elevador de cangilones.

Descargador telescópico y filtro portátil para la carga de buques cisterna.

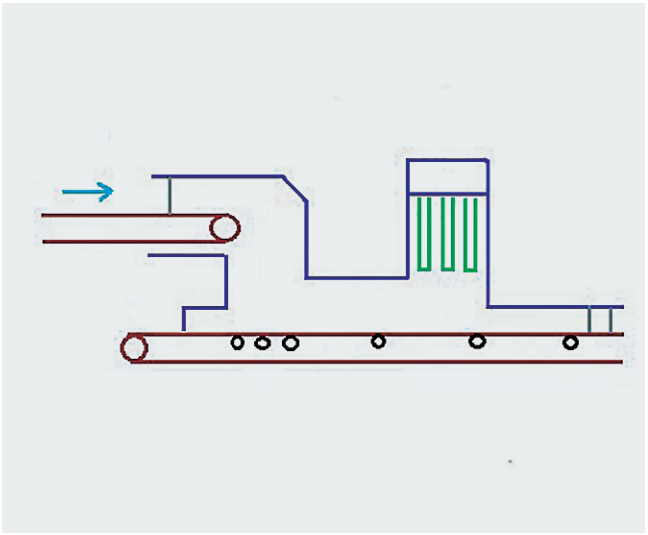
Filtros centralizados e insertables.

Atendiendo a su ubicación y esquema de trabajo los sistemas de filtrado pueden ser *centralizados* o *descentralizados*. Los sistemas centralizados están provistos de una unidad de extracción y filtrado de alta capacidad conectada a los puntos de captación mediante una red de tuberías. Por el contrario, los filtros descentralizados consisten en unidades independientes de extracción y filtrado, que operan junto a cada uno de los puntos de generación de polvo.

Un caso especial de filtros descentralizados lo constituyen los filtros insertables, los cuales integran en una misma unidad la captación, el filtrado, la extracción y la recuperación. Estos filtros se encuentran insertados junto al foco emisor evitando complejos conductos para extraer el aire o para retornar la mercancía.

	CENTRALIZADO	INSERTABLE
Ventajas	■ Menor coste de implantación ■ Reduce el número de elementos a los que prestar atención en mantenimiento ■ Menor necesidad de espacio, dentro de los sistemas de flujo de mercancía ■ Menor consumo de energía ■ Reposición de filtros ■ Alejamiento en caso de explosión	■ Se reducen costes de gestión del polvo filtrado que se incorpora a la mercancía in situ. ■ Se evita el mantenimiento de sistema de conducción de aire ■ Se evitan problemas de caída de carga en la red de tuberías ■ En caso de fallo no se queda todo el sistema sin aspiración sólo el punto afectado
Inconvenientes	■ Necesidad de reconducir el polvo filtrado ■ Desgastes de tuberías y necesidad de mantenerlas ■ Dificultades para diseñar y mantener niveles de aspiración eficientes en varios puntos. ■ En caso de fallo se queda toda la instalación sin aspiración	■ Tiene un mayor coste de implantación ■ Puede ser inviable por requerimientos de espacio. Esto se puede evitar utilizando cartuchos, pero el uso de cartuchos está limitado a ciertas mercancías. ■ Requiere prestar atención a un mayor número de elementos

Filtro en transferencia de cinta a elevador de cangilones



Esquema de filtro insertado en encauzador de una transferencia entre cintas.

Atmósferas potencialmente explosivas.

Elevadas concentraciones de polvo de materiales combustibles, como el carbón, azufre, harinas o cereales, pueden generar atmósferas potencialmente explosivas. Para prevenir este riesgo, los sistemas de filtrado se diseñan para que, en condiciones normales, no se superen concentraciones de polvo peligrosas.

No obstante, durante el funcionamiento de sistemas de limpieza por chorro de aire a presión, o en condiciones de funcionamiento anómalas, es posible que se alcancen concentraciones potencialmente peligrosas. Por ello, para prevenir detonaciones, o para mitigar sus posibles efectos, es conveniente que los filtros dispongan, entre otras, de las siguientes medidas.

- *Mangas antiestáticas*. El tejido de la manga está recorrido por hilos metálicos u otros componentes conductores, que derivan la carga estática a varillas metálicas conectadas a tierra.
- *Panel de rotura*. Parte de la superficie de la pared del filtro (ventana) es de un material más delgado y débil para que, en caso de explosión, la sobrepresión escape por ese punto y no reviente toda la carcasa.
- *Auto extinción*. El filtro cuenta con sistemas de extinción incorporados que actúan de modo automático ante un posible incendio o explosión, evitando que el fuego se extienda a la instalación.

Tolva "ecológica" con sistema de aspiración en la corona y en la transferencia a cinta.

Ventanas laterales de aspiración en el interior de la boca de una tolva "ecológica".

Aspiración en transferencias a cintas.

En el uso de sistemas de aspiración en trasferencias a cintas, es conveniente tener en cuenta, entre otras, las siguientes consideraciones:

- *Medidas preventivas:* Limitar la carga de trabajo del sistema de aspiración adoptando medidas para limitar la velocidad de impacto de la mercancía en la transferencia y garantizando un buen nivel de hermeticidad en el encauzador (ver optimización de cintas)

- *Ratio de aspiración:* El sistema de aspiración tendrá que capturar, al menos, el volumen de aire movido por la mercancía en su caída.

- *Posición de la aspiración:* En general, el punto de aspiración estará a una distancia del punto de impacto de, aproximadamente, dos veces la anchura de la cinta. Se consigue con ello establecer un espacio que permite el asentamiento de las partículas más gruesas

- *Número de puntos:* Para caídas en vertical de menos de 1,5 m suele ser suficiente la aspiración en el encauzador. Si la caída es mayor puede ser necesario un segundo filtro en la alimentación superior de la transferencia para aspirar el aire ventado al exterior.

- *Encauzador:* Para conseguir una mejor aspiración de la masa de aire con polvo, y no aspirar en su lugar aire limpio del exterior es conveniente que:

  - Entre el punto de impacto y el punto de aspiración el encauzador tenga una altura de aproximadamente 0,5 m.

  - Después de filtro, el encauzador tenga menor altura y se prolongue lo más posible finalizando un doble faldón de goma.

Aspiración en punto de transferencia de tolva a cinta

Tolva con zona de carga de camiones carenada y aspiración en el recinto

- *Velocidad de la cinta:* Cuanto más rápido avance la cinta, mayor será la cantidad de polvo generado y mayor la corriente de aire inducida en la transferencia. Velocidades superiores a 1,5 m/s pueden plantear dificultades a un rendimiento óptimo del sistema de filtrado.

- *Tipo de filtro:* En general, es recomendable utilizar filtros insertables que depositan el material filtrado sobre el propio flujo de material de la cinta

Tolva con aspiración (tolva ecológica)

Las tolvas con aspiración, también conocidas como tolvas ecológicas, utilizan está técnica como manera de atenuar las emisiones producidas tanto en la carga de la tolva, como en la descarga de la tolva a sistemas de acarreo discontinuos o continuos.

En el diseño y operación de estos equipos en conveniente tener en cuenta, entre otras, las siguientes consideraciones.

- *Relación cuchara-tolva:* Dimensionar la tolva de modo que la cuchara pueda abrir en el interior. Se consigue confinar mejor el volumen de aire sobre el cual trabaja la aspiración.

- *Flex-Flaps*: Instalar sistemas de láminas abatibles en la boca de la tolva para compartimentar el volumen de aire y mejorar la eficacia del sistema.

- *Carga de camiones:* Realizar la descarga a camiones o vagones mediante mangas telescópicas con aspiración. Este sistema es preferible al uso de sistemas de aspiración abiertos en la zona de carga.

- *Aspiración independiente:* Realizar la aspiración en la transferencia a cinta o camión con un sistema independiente al utilizado para la aspiración en la corona de la tolva.

- *Nivel óptimo de carga:* Es conveniente que, durante la operativa, la tolva se mantenga a un nivel de carga comprendido entre el 60% y el 80% de su capacidad de carga. Niveles más bajos de carga inducen corrientes de venteo intensas que pueden superar la capacidad de arrastre el sistema de aspiración.

Tolvas telescópicas con aspiración:

Las tolvas telescópicas con aspiración disponen de un canal concéntrico al conducto de descarga, a través del cual se mueve la masa de aires aspirada. Con carácter general en su aplicación es conveniente tener en cuenta, entre otras, las siguientes consideraciones.

- *Compartimentar volumen de descarga:* Es conveniente que el extremo inferior de la tolva disponga de un faldón con flecos, en forma de corona, que compartimente la masa de aire y polvo sobre la cual actúa la aspiración.

- *Limitar entrada de aire:* Es aconsejable que la carga de la tolva telescópica se realice mediante un sistema hermético que limite la entrada de aire al conducto de bajada.

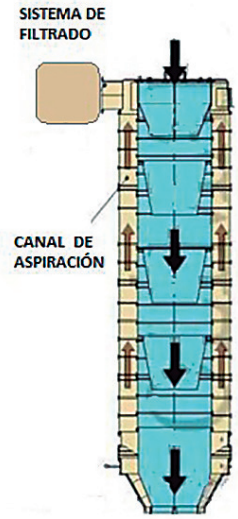
- *Aspirar corriente de aire inducida:* Es recomendable que el sistema sea capaz de aspirar un volumen de aire, por unidad de tiempo, mayor que el arrastrado por la mercancía en el proceso de caída.

- *Carreras de marea:* En tolvas telescópicas de carga de buques, que operan en zonas con fuertes carreras de marea, el sistema de aspiración debe poder evacuar la corriente de aire inducida en la situación de máxima elongación de la tolva.

- *Tolvas telescópicas frente a pantallas:* En la carga de camiones y vagones, las mangas telescópicas con aspiración resultan más eficientes que los sistemas de aspiración que operan sobre recintos en los que se cubre parcialmente el camión o el vagón, ya que ese último método obliga a filtrar un mayor volumen de aire.

- *Carga de cisternas:* En la carga de vagones o camiones cisterna con manga telescópica, puede no ser necesaria la aspiración. Mediante mangas de descarga con conducto perimetral, el aire desplazado en la carga es conducido hasta el almacén del cual procedo el producto, quedando el polvo confinado en todo momento.

Tolva telescópica con aspiración para carga de barcos



El aire es aspirado por un canal concéntrico hasta el filtro.

Manga con aspiración para carga de camiones

Sistema de aspiración y filtrado del venteo de un conjunto de silos

Aspiración y filtrado actuando en un almacén horizontal.

Venteo de almacenes, silos y buques cisternas

La carga mediante sistemas continuos de espacios de almacenamiento cerrados como almacenes horizontales, silos y buques cisterna, genera la salida de un flujo continuo de aire que trasporta partículas en suspensión.

Con el fin de lograr un adecuado control de dichas emisiones es conveniente canalizar dicho venteo a través de sistemas de aspiración capaces de mover el caudal de aire desalojado.

En el caso de buques *cisterna que no estén dotados de venteo con filtrado de aire, se practica un orificio* en la cubierta en el cual se inserta un filtro móvil.

Descargadero de camiones y trenes

Es posible aplicar sistemas de aspiración en la descarga de camiones y trenes mediante dos esquemas diferentes:

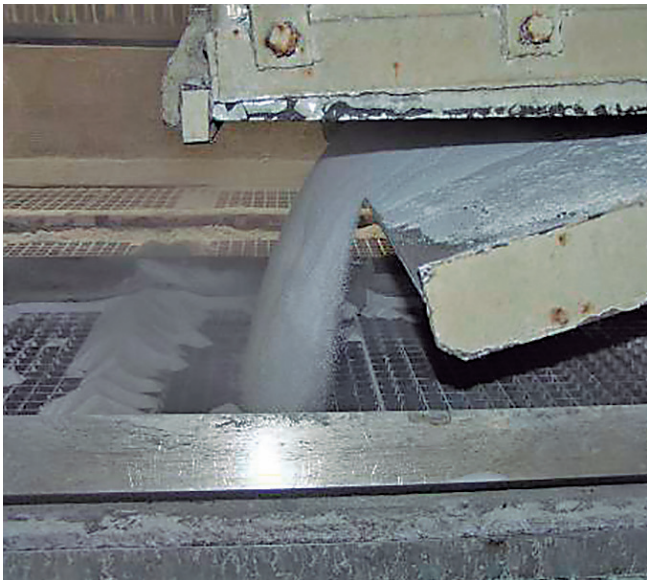
- *Aspiración en tolvas de descarga.* En este sistema se genera un efecto de succión en torno a la boca de la tolva.
- *Aspiración en recinto de descarga*. En este esquema se aspira el volumen de aire contenido en un recinto casi hermético que cubre el punto de descarga

La aspiración sobre recintos de descarga requiere que los accesos de camiones dispongan de faldones de goma que compartimenten al máximo el volumen. Así mismo, la actuación del sistema de aspiración debe crear una corriente de arrastre a lo largo del interior; se debe evitar aspirar directamente el aire exterior.

Condicionantes básicos

El diseño de un sistema de filtrado es un proceso complejo en el que intervienen numerosos factores, entre los cuales están condicionantes básicos como los siguientes.

Descargadero de vagones dotado de aspiración en tolva de descarga



La aspiración permite controlar las emisiones de polvo en la descarga.

- *Concentración de polvo*. En operaciones de manipulación de graneles sólidos, las concentraciones típicas van desde 230 a 30000 miligramos por metro cúbico, donde los tamaños de partícula se mueven entre 0,2 y 100 micras (milésima de milímetro).

- *Características de la masa de aire*. En especial serán especialmente relevantes la temperatura y la humedad relativa. La proximidad al punto de condensación condiciona la eficacia del sistema.

- *Características del polvo*. Mercancías adherentes, higroscópicas, abrasivas o combustibles requieren de un cuidado especial a la hora de definir el esquema de filtrado y el ratio de aspiración del mismo

- *Distancia entre captación y filtrado*. En grandes distancias entre captación y filtrado, es necesario prevenir la posible decantación de mercancía en los conductos. Velocidades de aire bajas pueden acentuar dicha decantación y velocidades muy altas acelerar el deterioro de conductos.

- *Volumen desplazado.* El filtro debe ser capaz de recoger, al menos, el volumen de aire desplazado por la mercancía en transferencia, y en recintos de carga.

- *Método de recogida*. El polvo filtrado ha de ser recogido y tratado, dependiendo de su naturaleza podrá reincorporarse a la mercancía, o ser tratado como residuo.

Recomendaciones generales:

Como se ha comentado, la elección del esquema de filtrado óptimo y el diseño del mismo es un proceso complejo gobernado por múltiples factores, por lo que no existe una solución general válida para todos los entornos. No obstante, en general, es conveniente valorar las siguientes recomendaciones:

- *Medidas preventivas:* Acompañar la implantación de sistemas de filtrado con medidas que prevengan la formación de polvo, con el fin de limitar el nivel de carga del sistema y aumentar su eficacia.

- *Utilizar prefiltrado con ratios de filtrado elevados*: Se consigue evitar el desgaste y rotura prematura de las mangas cuando se trabaja con ratios de filtrado elevado y altas cargas de polvo.

- *Compartimentar volumen de aire:* Siempre que sea posible, se delimitará y apantallará el volumen de aire en torno al foco emisor. Una correcta delimitación reduce el volumen de aire aspirado y, por tanto, los consumos.

- *Utilizar filtros insertables:* En general, si las condiciones de espacio y seguridad lo permiten, los filtros insertables reducen las necesidades de mantenimiento de los conductos de aspiración y evacuación. Este factor será especialmente relevante en la manipulación de productos abrasivos.

- *Limpiar mediante pulsos de aire reverso:* Resultan más compactos y permiten mantener eficiencias de filtrado muy estables.

- *Hermeticidad:* En especial en filtros instalados a la intemperie, es esencial garantizar la estanqueidad del filtro, ya que la entrada de agua puede hacer que éste quede inservible. Esto será especialmente grave en el trabajo con sustancias que puedan fraguar.

VENTAJAS E INCONVENIENTES

Captación de polvo por aspiración.	
Ventajas	■ *Hace posible manejar materiales muy pulverulentos en entornos sensibles.* ■ *Sistema de atenuación del polvo versátil adaptable a todo tipo de materiales y equipos.* ■ *Elevado control de emisiones.*
Inconvenientes	■ *Inversión en equipos y materiales elevada.* ■ *Consumo energético y de fungibles* ■ *Especificidad del tipo de filtro y otros elementos en función del material tratado (la misma instalación puede no valer para distintas mercancías).*

Cinta móvil para la carga de barcos con aspiración en el alimentador

EFICACIA Y CONDICIONANTES.

En general, los filtros de mangas consiguen reducciones de más del 90% de las emisiones, pudiendo alcanzar un control total de las mismas.

No obstante, para que estos sistemas resulten eficaces, es necesario apantallar o carenar el volumen de aire sobre el cual trabaja el filtro, así como contar con un buen mantenimiento de los equipos de manipulación y de los equipos de filtrado.

BUENAS PRÁCTICAS Y MEJORES TÉCNICAS ASOCIADAS

Buenas prácticas operativas recomendadas

- Seguimiento de la caída de presión en el filtro.
  - Caídas de presión anormalmente altas pueden implicar colmatación de los filtros o fallos en los sistemas de limpieza.
  - Caídas de presión anormalmente bajas indican posibles perforaciones

- Control de la presión de aires comprimido en sistemas de limpieza basados en pulso de aire reverso.
- Seguimiento del consumo del ventilador para comprobar su adecuado funcionamiento y nivel de carga.
- Verificar que los restos filtrados son evacuados correctamente del filtro y no se producen atascos en válvulas de salida o conductos de evacuación.
- Inspección visual periódica de posibles nubes de polvo, entorno a focos emisores. En general, el polvo comienza a ser visible cuando se superan los 50 miligramos por metro cúbico.

Buenas prácticas de mantenimiento recomendadas

- Comprobación del nivel de sellado y hermeticidad de filtros instalados a la intemperie. La entrada de agua o la formación de condensaciones impiden el correcto funcionamiento de los filtros.
- Seguimiento de la pérdida de carga de las mangas con manómetro. Las mangas tardan pocas semanas en tener una precapa y desde entonces mantienen una diferencia de presión de unos 50-60 mm.c.a (mm. de columna de agua), durante 2-3 años. A partir de entonces, la pérdida de carga se acentúa y puede llegar a más de 150mm.c.a. Las mangas con gradientes de presión de más de 150 mm.c.a. no resultan eficaces.
- Inspección visual periódica de las mangas.
- Seguir los cambios de mangas preventivos recomendados por el instalador.
- Cambiar todas las mangas a la vez y no secuencialmente según se van rompiendo. Se reducen, con ello, los tiempos en los que el sistema queda fuera de servicio.

Cargadero de camiones con tolvas telescópicas dotadas de aspiración y filtrado

MED_17: CAPTURA DE POLVO POR ATOMIZACIÓN O NEBULIZACIÓN

ASPECTO AMBIENTAL SOBRE EL QUE ACTUA

Emisiones de particulas a la atmosfera por:

- Descenso de mercancía en caida libre.
- Manipulación de mercancía.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Eliminar las particulas de polvo presentes en el aire mediante la generación de una densa bruma de pequeñas gotas de agua que capturan las particulas en suspensión, las aglomeran y las hacen precipitar sobre el propio material.

DESCRIPCIÓN GENERAL

A diferencia de los sistemas de prevención de polvo basados en la pulverización de agua sobre la mercancía, los atomizadores y nebulizadores no buscan humedecer de modo directo el producto, sino, mas bien, suprimir el polvo generado capturando las partículas en suspensión.

La aportación de agua al producto, es por tanto muy baja, encontrandose entre 0,5 l/Tm y 0,1 l/Tm dependiendo del sistema utilizado y del nivel de interacción del flujo de mercancia con la niebla

Atendiendo al sistema utilizado para generar la bruma de gotas de agua, los sistemas de captura de gotas se clasifican en:

- *Atomizadores:* Crean un chorro de gotas comprendidas entre las 20 y las 200 micras, haciendo pasar agua a presiones comprendidas entre los 10 y 90 bares a través de inyectores especiales.

  Este tipo de inyectores pueden trabajar en *turbinas* cuando sea necesario hacer precipitar el polvo generado en puntos de manipulación de graneles a la intemperie.

- *Nebulizadores:* Generan una bruma de gotas comprendidas entre las 5 y las 150 micras, haciendo pasar, a traves de inyectores especiales, aire a presiones comprendidas entre 3 y 5 bares, junto con agua a presiones coprendidas entre 1 y 3 bares.

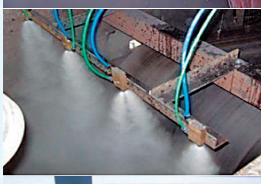
  Los sistemas que generan gotas de tamaño inferior a 10 micras son denominados frecuentemente *sistemas de niebla seca*.

APLICABILIDAD

Los sistemas de captura de polvo por atomización o nebulización son recomendables en el control de emisiones generadas en la manipulación de graneles de pulverulencia alta en todo tipo de entornos, y en el control de mercancías de pulverulencia media en entornos sensibles.

Las aportaciones de humedad introducidas por estos sistemas van desde el 0,7% al 0,5%, dependiendo del tipo de sistema de aplicación y de los puntos de manipulación o transferencia en los que actua. Por ello, es posible considerar su uso para controlar el polvo generedo por mercancías con poca tolerancia al agua, ya que en muchos casos introducen menos humedad que posibles condensaciones causadas al descender la temperatura por debajo del punto de rocio. Con todo, resulta esencial valorar la tolerancia a la humedad del producto y la experiencia existente en aplicaciones de esta medida para el producto tratado.

Esta medida de control de polvo pueden aplicarse en los siguientes sistemas y fases de operación.

Carga/descarga de barcos:	Llenando la bodega mediante inyectores de niebla seca o apoyando la operativa mediante turbinas atomizadoras. En caso de carga continua será recomendable utilizar mangas de descarga, tolvas telescópicas o toboganes, para concentrar y frenar la mercancía.	
Transferencias:	Actuando en los encauzadores entre cintas.	
Tolvas:	Aplicada tanto en la boca de la tolva como en la transferencia a camiones, vagones o cintas. Los volúmenes en los que se aplique la nebulización deberán estar apantallados.	
Cargaderos:	Aplicado mediante inyectores apantallados en puntos de carga de camiones o vagones. Sera recomendable utilizar mangas de descarga, tolvas telescópicas o toboganes, para concentrar y frenar la mercancía.	
Descargaderos:	Aplicada en la boca de las tolvas que reciben la mercancía procedente en camiones o vagones. El espacio de descarga deberá estar apantallado.	
Cargador móviles de buques:	Actuando en los alimentadores del cargador móvil, en los cuales se vierte la mercancía que llega en camión. Los alimentadores deberán estar apantallados	
Operaciones y acopios a la intemperie	Aplicada mediante turbinas atomizadoras sobre los puntos de operación de cucharas, palas, tolvas y camiones. El sistema será más eficaz si la zona de aplicación está protegida por pantallas cortavientos o atrapapolvo.	

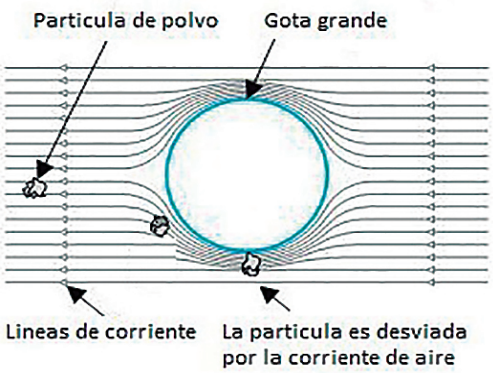
Recogedores	Protegiendo las zonas de aplicación mediante faldones.	
Apiladores	Disponer de sistema de tolvas telescópicas o de sistemas de control de altura del brazo descargador.	

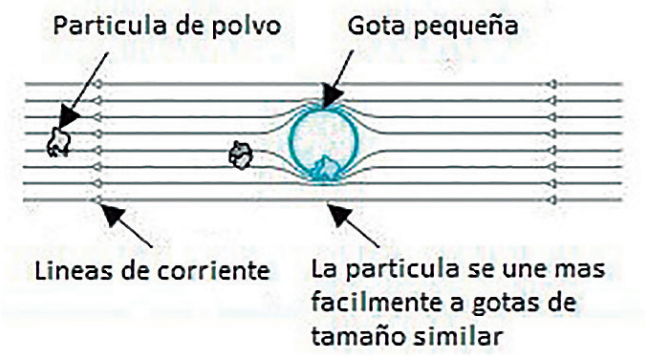
CONDICIONES TÉCNICAS

Tamaño de las gotas y eficacia de los sistemas de captura.

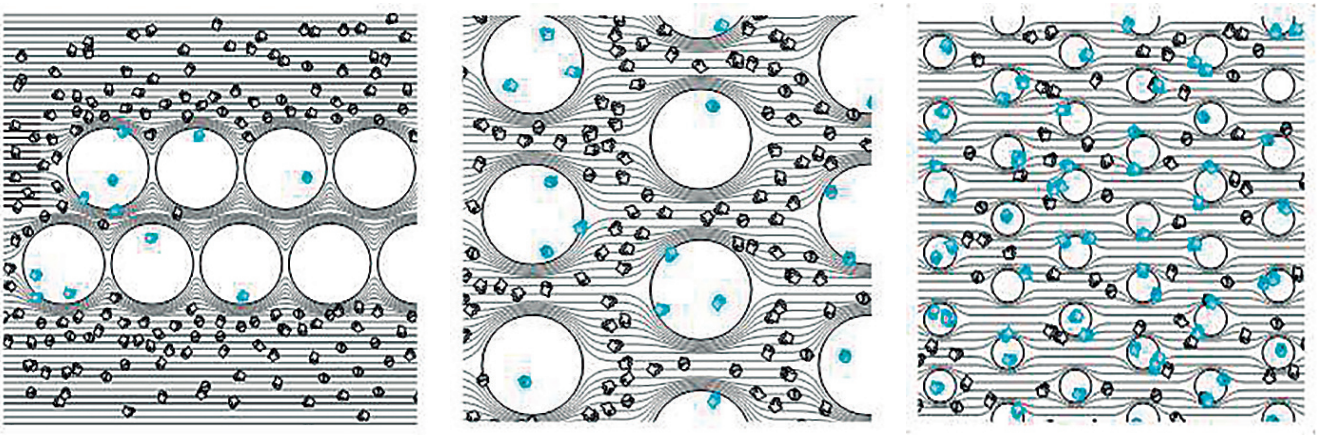
La eficacia de los sistemas de captura de polvo es mayor cuando el tamaño de las gotas es similar al tamaño de las partículas de polvo. En general son varias las ventajas derivadas de generar nieblas formadas por gotas de pequeño tamaño, entre las cuales cabe citar:

- *Mayor capacidad de captura*: Cuando las gotas son más grandes que las partículas de polvo, la corriente de aire en torno a la gota dificulta la captura del polvo. Este problema se evita al reducir el tamaño de la gota.





- *Mayor superficie de captura*: La superficie eficaz se incrementa al reducir el tamaño de las gotas, de modo que se hace más probable que la bruma generada capture las partículas de polvo.



- *Menor tensión superficial*. En tamaños de gotas muy pequeños, la reducción del radio de la gota conlleva una reducción de la tensión superficial, que incrementa la eficacia de las gotas para capturar y aglomerar las partículas de polvo.

- *Menor velocidad de caída*. Esto incrementa el tiempo de permanencia de las gotas en el aire facilitando la generación de una bruma densa que captura las partículas y que sin embargo moja débilmente la mercancía.

Diámetro en micras	***Superficie en m² de un litro de agua atomizada***	***Tiempo en caer un metro en segundos***
1000	6	0,07
100	60	5,80
10	600	492

Zonas de descarga de vagones y camiones apantalladas, con atomizadores.

Ubicación de los inyectores

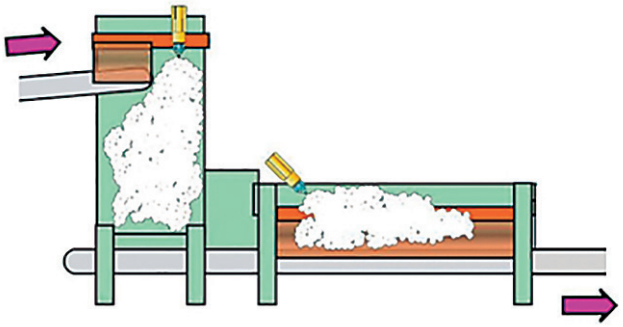
Como se ha indicado los sistemas de captura de polvo por atomización o nebulización de agua tienen como objetivo capturar, aglomerar y hacer precipitar el polvo en suspensión, no siendo su objetivo mojar la mercancía. Por tanto, la instalación de los inyectores de niebla debe hacerse teniendo en cuenta, entre otros, los siguientes aspectos :

- *No mojar directamente*: Los chorros de niebla no deben incidir directamente sobre la superficie del material, pues se busca que las gotas capturen las partículas en suspensión.

- *Apantallamiento:* Es conveniente que la zona de aplicación este apantallada con el fin de evitar el arrastre de las gotas por corrientes de aire, y con el objeto de concentrar la acción de la bruma generada.

  En el uso de sistemas nebulizadores en tolva es conveniente es conveniente instalar en la boca de la tolva una pantalla porosa, en lugar de una pantalla opaca. Con ello se evita la formación de torbellinos y caídas

de presión en el interior de la zona apantallada, ya que estos efectos tienden a hacer salir el polvo y la bruma de agua, reduciendo la eficacia del sistema.



- *Capa espesa y cerrada*: El espacio de transito de la mercancía este lleno de una capa de niebla del mayor espesor posible que cubra por completo la transferencia, con el fin de que el polvo emitido se vea obligado a atravesar la manta de niebla generada.

- *Inyectores protegidos*: Los inyectores deben estar protegidos contra impactos de material, ubicados fuera del flujo directo de mercancía.

Nebulizadores en punto de vertido y en el encauzador de una trasferencia entre cintas

- *Transferencias:* Es conveniente instalar inyectores sobre el punto de vertido de la cinta y después de la zona de impacto de la mercancía. En el encauzador, es recomendable, que los inyectores se coloquen en una zona en la que el material y el polvo más grueso se hayan asentado, de modo que la nube de gotas no incida directamente sobre la mercancía y llene por completo el recinto.

Sistemas de aire a presión o sistemas de agua a presión.

Como se ha indicado los sistemas de captura de polvo pueden basarse en atomizadores de agua a muy alta presión o mediante nebulizadores que trabajan con aire a presión y agua.

Los atomizadores requieren de instalaciones más sencillas, pudiendo trabajar como sistemas de captura de polvo o como sistemas de prevención destinados a humedecer de modo directo la mercancía. Por el contrario, necesitan agua de un alto nivel de pureza y, por tanto, sistemas de filtrado más exigentes con el fin de evitar atascos; si bien los bajos consumos de agua (menos de 0,5 l/Tm) hacen viable este requisito.

Los nebulizadores permiten obtener gotas más pequeñas, pudiendo producir nieblas secas con gotas de menos de 5 micras, lo cual los hace óptimos para trabajar con mercancías con muy poca tolerancia al agua y con mercancías que emiten partículas muy pequeñas.

Sistema de niebla seca actuando en la bodega de un buque descargado con tornillo sin fin.

Además de la anterior ventaja, los nebulizadores utilizan inyectores de paso más ancho que los atomizadores lo cual reduce las exigencias de filtrado y los hace más robustos ante posibles atascos. Si bien, por el contrario, requieren de instalaciones más complejas en las que es necesario distribuir tanto aire a presión como agua.

En cualquier caso, tanto en un sistema como en el otro la calidad y dureza del agua son factores que condicionan la eficacia del sistema y la durabilidad de los inyectores.

VENTAJAS E INCONVENIENTES DE SISTEMAS DE AIRE A PRESIÓN Y DE AGUA A ALTA PRESIÓN

	Pros	Contras
Nebulizadores por aire a presión	■ *Posibilidad de generar gotas de menos de 10 micras.* ■ *Posibilidad de alcanzar aportaciones de agua menores a 0,1 litro por tonelada* ■ *Mayor anchura de flujo y menor riesgo de atasco*	■ *Instalación más compleja.* ■ *Inyección de aire en el área de trabajo que puede estimular el movimiento de polvo*
Atomizadores de agua a alta presión	■ *Instalación y operación más simple que en sistemas neumáticos* ■ *Posibilidad de operar eficazmente como sistemas de prevención*	■ *Necesidad de operar a alta presión incrementa el gasto eléctrico y el deterioro de la bomba.* ■ *La calidad del agua resulta fundamental para evitar atascos.*

Turbinas

En las operaciones con graneles a la intemperie en las que intervienen gruas, palas y camiones, no resulta sencillo instalar sistemas fijos de nebulización que permitan atenuar el polvo generado en las operaciones.

En estas situaciones es posible recurrir a turbinas móviles dotadas de inyectores que permiten crear una corriente de aire y agua finamente atomizada que puede ser dirigida a la zona de trabajo, ayudando a arrastrar y precipitar el polvo generado en la operación sin mojar sustancialmente la mercancía manipulada.

Turbina de agua atomizada en zona de carga de camión con cuchara.

Turbina de agua atomizada mejorando la acción de una pantalla atrapa polvo.

Por otro lado, la flexibilidad de ubicación y la relativa movilidad de estos equipos permite colocarlos de modo que se adapten a las condiciones de viento y a la ordenación de la operativa en cada momento. No obstante, la bruma generada puede ser arrastrada por el viento con facilidad, por lo cual, en muchos casos, sera necesario colocar mas de una turbina con el fin de dar una adecuada cobertura a la zona de trabajo.

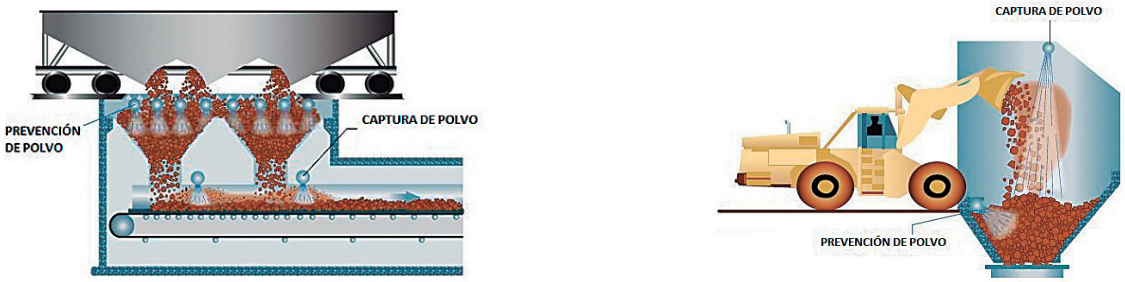
Para solventar el problema del arrastre del viento, existen turbinas capaces de generar gotas de distinto tamaño, barriendo el rango que va desde 10 micras a 200 micras, con lo cual se consigue combinar la mejor capacidad de captura de las gotas pequeñas con la mayor inercia, y estabilidad ante el viento de las gotas de mayor tamaño.

Instalaciones de prevención y captura de polvo.

Con frecuencia, los sistemas de prevención de emisiones de polvo por humectación y los sistemas de captura de polvo trabajan de forma combinada, de modo que en muchos casos los inyectores de agua utilizados para prevención y para captura seran similares, estando las diferencias en la colocación de los inyectores, en los patrones de gotas generados y en el nivel de aportación de agua a la mercancia.

- *Prevención:* Los inyectores proyectan el agua directamente sobre el material buscando cubrir la mayor superficie del mismo y el mayor nivel de penetración posible en el flujo de material.

- *Captura:* Los inyectores no proyectan el agua directamente sobre el material, ya que el objetivo es llenar con una nube de gotas el volumen de aire con el fin de capturar el polvo generado.



Diferencias en la ubicación y en los patrones de chorros entre inyectores que trabajan como sistemas de prevención e inyectores que actúan como sistemas de captura de polvo.

La ubicación de los inyectores, la dirección y patron del chorro de gotas generado, así como la velocidad de las mismas han de estar adaptadas al tipo de función perseguida. *Un diseño no adecuado puede hacer que las corrientes de aire generadas por los inyectores actuen como fuentes generadoras de polvo, o bien estimulen la salida del mismo de los recintos de operación.*

Características técnicas generales de los sistemas de Prevención y Captura de polvo

Sistema	Principio de actuación	Equipo de aplicación	Aditivos	Presiones de trabajo	Tamaño de gotas (micras)	Aportación de agua	Aportación humedad
Aspersión	Prevención	◆ *Cañones* ◆ *Aspersores*	Pueden utilizarse *aglomerantes* para estabilización prolongada	◆ *Punta del cañón: 3-6 Bares* ◆ *Línea de distribución:7-8 Bares*	2000 - 10000	10 - 50 l/Tm	> 1% No homogéneo solo trata capa superficial
Pulverización	Prevención	◆ *Inyectores de agua* ◆ *Turbinas con inyectores*	Pueden utilizarse *tensoacitvos* para mejorar humectación	◆ *8-10 Bares*	200 -1000	3- 20 l/Tm	< 1%
Atomización	Captura	◆ *Inyectores de agua* ◆ *Turbinas con inyectores*	Pueden utilizarse para mejorar la humectación	◆ *10-90 Bares*	20 - 200	0,2 -0,5 l/Tm	<0,7%
Nebulización	Captura	◆ *Inyectores de agua y aire*	No resulta necesario su uso	◆ *Agua: 1-3 Bares* ◆ *Aire: 3-5 Bares*	5 - 150	0,1 -0,5 l/Tm	< 0,5%

VENTAJAS E INCONVENIENTES

Captura de polvo por atomización y nebulización	
Ventajas	■ *Posibilidad de aplicar a mercancías con baja tolerancia al agua.* ■ *El polvo es capturado, aglomerado y devuelto directamente al flujo de mercancía sin necesidad de introducir circuitos de recuperación.* ■ *Posibilidad de controlar emisiones en zonas de operación a la intemperie mediante turbinas.*
Inconvenientes	■ *Costes de implantación y de mantenimiento.*

EFICACIA Y CONDICIONANTES.

La eficacia de los sistemas de captura de polvo esta condicionada, entre otros, por los siguientes factores:

- Pulverulencia de la mercancía.
- Velocidad de caída de materia.
- Nivel de mezcla entre el penacho de mercancía y el aire.
- Intensidad del viento.

En operativas convencionales a la intemperie, el cumplimiento de buenas practicas operativas básicas con palas, acopios, tolvas, cucharas y camiones es esencial para que los sistemas de captura de polvo basados

en turbinas resulten eficaces. En este tipo de operativas el uso combinado de pantallas cortavientos o atrapa polvo con turbinas nebulizadoras incrementa la eficiencia de ambos esquemas de control.

Tolva con pantallas y atomizadores.
El tejado superior protege los inyectores.

Tolva con pantalla porosa que evitar la formación
de torbellinos en el interior.

En operaciones con flujo continuo de material, el control de la velocidad de caída en transferencias, y el apantallamiento de dichos puntos de transferencia resulta esencial para que los sistemas de captura de polvo sean eficaces. Por ello, en estas operaciones sera recomendable utilizar toboganes, o tolvas telescopicas que ayuden a concentrar la mercancía y a controlar la velocidad de caida.

Teniendo en cuenta los factores mencionados, una adecuada instalación de sistemas de atomización o nebulización pueden llegar a reducir en mas de un 85% las emisiones de polvo, con aportaciones de agua comprendidas entre 0,5 y 0,1 litros por tonelada, dependiendo del tipo de instalación.

Es posible, por tanto, definir esquemas de control en los que la aportación de humedad a la mercancia sea despreciable frente a otras aportaciones que se produce en el puerto por causas naturales (lluvia, rocio y humedad ambiente)

BUENAS PRÁCTICAS Y MEJORES TÉCNICAS ASOCIADAS

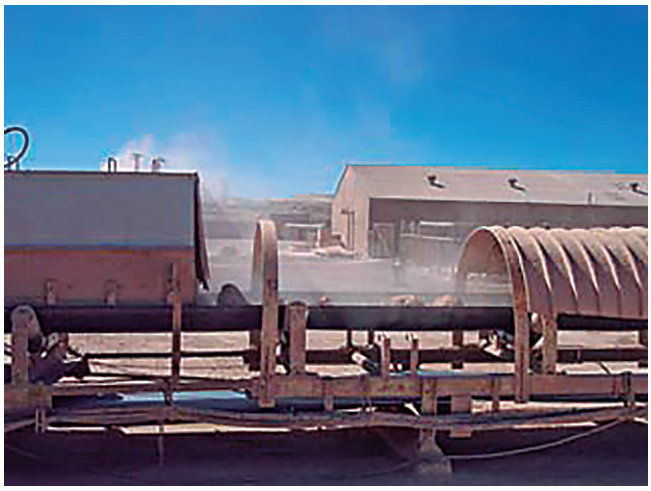
Buenas prácticas operativas recomendadas

- Control durante la operación del nivel de presión del agua y del aire.
- Buenas prácticas operativas en la manipulación de todos los sistemas implicados, en especial en tolvas, acopios temporales, cucharas, palas y camiones.

Buenas prácticas de mantenimiento recomendadas

- Verificar antes de las operaciones que los inyectores no presentan atascos y producen chorros uniformes de bruma.

Carga de camión con tolva telescópica con anillo nebulizador apantallado con cortina.



Efecto de la instalación de un sistema nebulizador en el encauzador de una transferencia entre cintas. Antes y después.

Medidas técnicas básicas recomendadas.

- Apantallamiento: En general será conveniente apantallar la zona o volumen en la que operen los sistemas de captura de polvo para limitar el efecto de arrastre del viento, y para concentrar la acción de la bruma generada. Por tanto es recomendable instalar:

- *Pantallas cortavientos* y atrapa-polvo. En zonas de operativa convencional tipo cuchara-acopio-pala-camión.
- *Pantallas*. En boca de tolvas, puntos de descarga de tolvas, cargaderos, descargaderos, y en rotopalas.
- *Faldones*. En recogedores y apiladores.
- *Carenados.* En transferencias entre sistemas continuos.

- *Tolvas telescópicas y toboganes*. La actuación de los sistemas de captura de polvo es más eficaz si en los procesos de descenso de mercancía por caída libre se evita la formación de penachos de mercancía abiertos y la aceleración de la mercancía. Por tanto, en la carga de vagones, camiones, barcos o cintas, será recomendables instalar tolvas telescópicas o toboganes.

Tolva con atomizador en zona de carga de camiones

Las turbinas atomizadoras pueden apoyar la carga/descarga de barcos

BIBLIOGRAFÍA (Orden cronológico)

- ***MOPU** (1985). Recomendaciones sobre instalaciones de manipulación de graneles limpios.* Junta del Puerto de Tarragona. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

- ***OSHA*** (1987) *Dust control handbook for minerals processing* Occupational Safety & Health Administration.

- **Fraser Pollution Abatement Office** (1996). *Technical pollution prevention guide for dry bulk terminals in the lower Fraser basin*. Environmet Canada.

- **Junta de Andalucía** (2000). Estudio Medioambiental de los puertos de la Comunidad Autónoma Andaluza. Manual de Gestión Ambiental.

- ***Puerto de Santander** (2003). Normas ambientales del Puerto de Santander.*

- ***ESPO*** (2004). *Environmental Code of Practice.*

- **Zevenhoven R. & Kilpinen P.** (2005). *Control of pollutants in flue gases and fuel gases*. Helsinki University Of Technology

- **Puertos del Estado** (2005) *Barreras cortavientos y otras medidas atenuadoras de las emisiones d polvo en los puertos.* Organismo Publico Puertos del Estado.

- ***Puerto de Valencia** (2005). Guía de buenas prácticas ambientales en puertos. Manipulación y almacenamiento de graneles sólidos.*

- ***Puertos de Vigo** (2005). Normas de buenas prácticas.*

- ***Puerto de Castellón** (2005). Guía de buenas prácticas ambientales.*

- **HADA** (2006) *Caracterización de graneles sólidos*. Proyecto Hada. Organismo Publico Puertos del Estado.

- **HADA** (2006) *Guía de buenas prácticas y medidas atenuantes de las emisiones a la atmósfera provocadas por actividades portuarias*. Proyecto Hada. Organismo Publico Puertos del Estado.

- ***Puerto de Málaga** (2006). Normas de operación con graneles sólidos en los muelles 4,6 y 7 del Puerto de Málaga.*

- **European Commission** (2006). Integrated Pollution Prevention and Control. Reference Document on Best Available Techniques on Emissions from Storage.

- **Thompson R.J and Visser A.T.** (2007). *Selection, performance and economic evaluation of dust palliatives on surface mine haul roads*. Journal of the Southern African of Mining.

- ***Puerto de Alicante** (2007). Manual de buenas prácticas ambientales en el Puerto de Alicante.*

- **Spraying System Co**. (2008) A Guide to Spay Technology for Dust Control

- **McGlinchey D** (2008). *Bulk Solids Handing*. Blakwell Publising.
- ***Puerto de Avilés*** *(2008). Buenas prácticas ambientales en el entorno portuario.*
- ***Puerto de A Coruña*** *(2009). Código de conducta ambiental.*
- **Martin Engineering** (2009). The Practical resource for cleaner, safer, More Productive dust & Material control. ISBN 978-0-9717121-1-9. 2011.
- **ANSI / CEMA** (2009) *Classification and Definitions of Bulk Materials*. ANSI / CEMA standard 550.
- **GeelongPort** (2009) Handling of dry bulk cargoes at facilities in the port of Geelong.
- **OMI** (2009) *Código IMSBC. Código marítimo internacional de cargas solidas a granel*. Organización Marítima Internacional.
- **Sealpump Engineering Ltd** (2010). A Practical Guide to Dust Suppression.
- **NIOSH** (2010). Best Practices for Dust Control in Metal/Nonmetal Mining.. National Institute for Occupational Safe and Health. Publication No 2010-132.
- ***Puerto de Motril*** *(2011). Guía de buenas prácticas para la manipulación y almacenamiento de graneles sólidos (2011).*
- **BHP Billiton Illawarra Coal** (2012) *Appin mine and West Cliff Colliery Particulate Matter Control Best Practice Pollution Reduction Program*. Pae Holmes
- **NIOSH** (2012) *Dust Control Handbook for Industrial Minerals, Mining and Processing.* National Institute for Occupational Safe and Health. Publication No 2012-112
- **Ulan Coal** (2012) Coal Mine Particulate Matter Control Best Management Practice Determination. ULN SD PRO 0082
- ***ESPO*** (2012). *Green Guide. Towards excellence in port environmental management.*
- ***Puerto de Tarragona*** *(2014). Guía de buenas prácticas en la manipulación y almacenamiento de graneles sólidos.*

ORGANISMO PÚBLICO PUERTOS DEL ESTADO
Avda. del Partenón, 10 · Campo de las Naciones
28042 Madrid (ESPAÑA)
www.puertos.es