

CONAMA 2024

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

Mejora de las instalaciones
de vertido con las
cantidades recaudadas en
concepto de costes de
emisión



CONAMA 2024

MEJORA DE VERTEDEROS CON LAS CANTIDADES RECAUDADAS EN CONCEPTO DE COSTES DE EMISIÓN

Autor Principal: Amaya Lobo García de Cortázar (Universidad de Cantabria)

Otros autores: Mónica Delgado Salgado, Ana López Martínez, Ana Lorena Esteban García (Universidad de Cantabria)

CONAMA 2024

MEJORA DE VERTEDEROS CON LAS CANTIDADES RECAUDADAS EN CONCEPTO DE COSTES DE EMISIÓN

ÍNDICE

1. Resumen.....	2
2. Introducción	3
3. Instalación tipo.....	3
4. Posibles medidas a instaurar.....	4
5. Criterios de selección	8
6. Calificación de las medidas con los criterios de selección	9
7. Consideraciones finales.....	10

MEJORA DE LAS INSTALACIONES DE VERTIDO CON LAS CANTIDADES RECAUDADAS EN CONCEPTO DE COSTES DE EMISIÓN

RESUMEN

De acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 646/2020, hoy en día el precio a pagar por la eliminación de residuos biodegradables en vertedero debe incluir los costes ligados a la emisión de gases de efecto invernadero derivada de los mismos. La Orden TED/789/2023 establece el método de cálculo de estos costes, que depende del tipo de pretratamiento a que hayan sido sometidos los residuos y las condiciones de explotación del vertedero.

Estos costes pueden variar aproximadamente entre 6,0 y 12,8 € por tonelada de residuo, lo que para un vertedero que recibe los residuos municipales generados por una población de 500000 habitantes, puede suponer unos ingresos anuales superiores a los 500000 €. El RD 646/2020 establece también que estas cantidades deben ser destinadas a la implantación de programas de refuerzo y mejora de los sistemas de captación y tratamiento de gases, así como a la intensificación de las redes de vigilancia y control de las emisiones, lo que supone una gran oportunidad para mejorar las condiciones ambientales de las instalaciones de vertido.

Basada en las características de un vertedero tipo en nuestro país, en esta comunicación se revisan distintas medidas que podrían adoptarse aprovechando las cantidades recaudadas en concepto de costes de emisión. Para cada una se incluye una descripción general y calificaciones siguiendo varios criterios seleccionados. El objetivo es facilitar un primer listado que sirva de referencia para establecer las mejores soluciones en cada instalación.

PALABRAS CLAVE

Vertederos, residuos biodegradables, costes de emisión de gases de efecto invernadero, medidas de mejora

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 646/2020 (RD) por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero, hoy en día el precio a pagar por la eliminación de residuos biodegradables en vertedero debe incluir los costes ligados a la emisión de gases de efecto invernadero derivada de los mismos. Además, señala que las cantidades recaudadas en concepto de estos costes de emisión serán destinadas, con carácter exclusivo a:

1. La implantación de programas de refuerzo y mejora de los sistemas de captación y tratamiento de gases (que se describen en el Anexo I apartado 4 del RD).
2. La intensificación de las redes de vigilancia y control, frecuencias y parámetros de control que se describen en el Anexo III apartados 3 (control de aguas, lixiviado y gases) y 4 (protección de las aguas subterráneas) del mencionado RD.

Estas categorías no incluyen, en principio, la inversión en otras acciones que también repercutirían, indirectamente, en reducir las emisiones de gas en el vertedero, como la recogida selectiva de biorresiduos, o el pretratamiento de los residuos biodegradables.

El método de cálculo de estos costes se refleja en la Orden TED/789/2023, de 7 de julio, en función del tipo de pretratamiento a que hayan sido sometidos los residuos y las condiciones de explotación del vertedero. Las cantidades pueden variar aproximadamente entre 6,0 y 12,8 € por tonelada de residuo, lo que para un vertedero que recibe los residuos municipales generados por una población de 500000 habitantes, puede suponer unos ingresos anuales superiores a los 500000 €.

Estas obligaciones suponen una gran oportunidad para mejorar la operación y las condiciones ambientales de las instalaciones de vertido y por ello es importante analizar en cada caso las posibles alternativas a implementar y seleccionar las adecuadas teniendo en cuenta las necesidades y prioridades locales. Tomando como referencia las características de un vertedero “tipo” en nuestro país, en esta comunicación se describe una serie de medidas que podrían adoptarse aprovechando las cantidades recaudadas en concepto de costes de emisión. Esta propuesta puede servir de referencia para identificar alternativas y definir soluciones apropiadas para otras instalaciones.

INSTALACIÓN TIPO

La instalación de referencia para este trabajo es un vertedero que cuenta con más de 20 años de operación recibiendo residuos no peligrosos generados por una población aproximada de 500000 habitantes equivalentes. La instalación cuenta con las medidas de protección ambiental y el sistema de operación establecidos por la normativa vigente (RD 646/2020) y la autorización ambiental correspondiente. Para ello en su momento se realizaron las obras necesarias para la adaptación de la instalación a los requisitos del Real Decreto 1481/2001, y los procedimientos de admisión de residuos, explotación y seguimiento ambiental se han ido modificando para cumplir los requisitos oportunos.

Hoy en día el vertedero recibe 150000 T/año, de las cuales una gran parte es rechazo de una planta de pretratamiento mecánico-biológico cercana. El área de depósito de residuos se complementa con una planta para depuración de los lixiviados y un sistema de recolección y tratamiento del biogás generado. Este sistema cuenta con más de 60 pozos verticales de extracción conectados a una red de colectores servidos por un sistema central de soplantes, e incluye su conversión en energía eléctrica a través de varios motores de combustión interna con una antigüedad media de 25 años.

Tanto las instalaciones como los equipos se encuentran en condiciones adecuadas para la explotación, y en consecuencia la aplicación de la recaudación por costes de emisión puede centrarse en contribuir a mejorar la eficiencia de los procesos e incrementar su control y la calidad de la instalación más allá de los mínimos establecidos por la legislación general y las autorizaciones específicas. Las medidas que se describen en los próximos apartados surgen de una revisión general de opciones considerando las limitaciones marcadas por el RD 646/2020 y un análisis conjunto entre distintos actores implicados en la operación del vertedero.

POSIBLES MEDIDAS A INSTAURAR

Medidas para refuerzo y mejora de los sistemas de captación y tratamiento de gases

Las medidas destinadas a implantar programas de refuerzo y mejora de los sistemas de captación y tratamiento de gases pueden agruparse en tres secciones complementarias: optimización del sistema de captación, reducción de las emisiones difusas de gas a través de la superficie y mejora del sistema de aprovechamiento del gas.

1. Optimización del sistema de captación

INCLUSIÓN DE NUEVOS POZOS DE CAPTACIÓN

Cuando la red de captación no es suficientemente densa y la distancia entre pozos es grande, pueden quedar zonas del vertedero que no son afectadas por la depresión de la captación por no existir superposición en las áreas de influencia de los pozos. En estas zonas se producirán mayores flujos de emisión superficial de gas. Para evitarlo y aumentar la eficiencia del sistema se pueden incluir nuevos pozos de captación en estas zonas.

RENOVACIÓN DE LA RED DE COLECTORES DE GAS

Renovar una red antigua de captación de gas de vertedero puede ayudar a reducir pérdidas en el sistema y mejorar su seguimiento, lo que repercutirá en un mayor aprovechamiento del gas como recurso y una reducción de las emisiones incontroladas. La renovación puede contemplar alguno o todos los elementos del sistema de captación, según su estado de conservación y necesidad de actualización: tramos de pozos, válvulas de control, purgas o tomamuestras en cada cabeza de pozo y colectores.

RENOVACIÓN DE SOPLANTES

Los soplantes son elementos principales del sistema de desgasificación que pueden quedar anticuados. Renovarlos implica no sólo asegurar un funcionamiento continuo y reducir las necesidades de mantenimiento y reparación, sino también mejorar la eficacia y la eficiencia energética y ambiental del sistema.

ACTUALIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COLECTORES

Otro elemento que puede beneficiarse de los avances tecnológicos de los últimos años es el sistema de control de la captación, actualizando tanto el equipamiento (PLC, controlador lógico programable) como el software y los sistemas automáticos de regulación de la presión en los colectores (SCADA, sistema de control, supervisión y adquisición de datos), así como los sensores de seguimiento en cada colector.

2. Medidas para reducción de las emisiones difusas

SEGUIMIENTO DE LA EXPLOTACIÓN DEL VERTEDERO

La realización de auditorías periódicas sobre el vertedero permite sistematizar la vigilancia de su estado y los procesos de operación, detectar incidencias y proponer alternativas de mejora en cada ámbito. Para el control de las emisiones difusas en particular, es importante contar con un inventario actualizado de las instalaciones de desgasificación, convenientemente localizadas en cartografía reciente, e incluir en las auditorías información geolocalizada sobre el estado de la superficie, detallando la posible aparición de grietas, zonas con cobertura debilitada por arrastre de material o emanación de lixiviados, etc.

OPTIMIZACIÓN DE LA COBERTURA INTERMEDIA

La cobertura superficial de los residuos es clave, entre otros objetivos, para la contención del gas que se genera en el interior del vertedero. Para mejorar esta contención y reducir las emisiones de gas a través de las capas de cobertura provisional en un vertedero en operación, podría reforzarse el aislamiento superficial diario o semanal con extensión de láminas plásticas sobre la cobertura mineral, o mejorar la calidad de esta última aumentando su espesor y/o con el uso de áridos de menor permeabilidad. Otra opción es contemplar soluciones de sellado provisional, empleando cobertura de mayor espesor y capacidad de aislamiento únicamente en zonas de vertido que vayan a quedar expuestas durante largos períodos antes de volver a recibir residuo.

INSTALACIÓN DE COBERTURAS DE OXIDACIÓN DEL METANO

En los últimos años se ha extendido a nivel mundial el uso de coberturas con materiales que favorecen el crecimiento de microorganismos oxidadores de metano, para minimizar el efecto invernadero de las emisiones de gas a través de la superficie del vertedero. En instalaciones con sistemas activos de desgasificación estas soluciones no son, en general, adecuadas, pues para que la succión en el interior sea efectiva y no provoque la peligrosa entrada de aire a la masa de residuos es necesario disponer de coberturas superficiales con cierta capacidad aislante. Sin embargo, en grandes instalaciones puede haber zonas donde la extracción activa de gas ha sido abandonada, y en ellas cobra sentido la opción de emplear coberturas que favorezcan la oxidación del metano.

OTRAS MEDIDAS DE EXPLOTACIÓN

Para minimizar las emisiones de diversa índole y evitar dificultades de operación como el vuelo de residuos ligeros, es conveniente mantener un frente de vertido mínimo, compatible con las operaciones de vertido y extensión del residuo. Además, un estudio detallado de las condiciones de operación en cada instalación permite identificar el orden y la disposición de vertido más favorable para minimizar las emisiones.

3. Mejora del sistema de aprovechamiento del gas

INSTALACIÓN DE GASÓMETRO

Para evitar la quema en antorcha de parte del biogás captado por el sistema de desgasificación del vertedero se puede instalar un gasómetro con capacidad suficiente para almacenar el gas captado en los períodos en los que por motivos operacionales no pueda ser aprovechado.

ACTUALIZACIÓN DE LOS MOTORES DE GAS

Más allá de los trabajos de mantenimiento imprescindibles para el correcto funcionamiento de los motores de gas, hoy en día existen mejoras tecnológicas que pueden mejorar su rendimiento y reducir las emisiones a la atmósfera a partir del cambio de algunos elementos o la instalación de ciertos complementos.

INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE ENRIQUECIMIENTO DEL GAS

En vertederos donde se prevé una elevada generación de gas en los próximos años, puede plantearse la instalación de nuevos sistemas de tratamiento y purificación del mismo para la obtención de biometano. Estos sistemas requieren un gran esfuerzo de inversión, que sólo tiene sentido para grandes volúmenes de biogás. Las limitaciones al depósito de residuos biodegradables en vertedero establecidas desde hace años en Europa (hoy reflejadas en nuestro país en la Ley 7/2022 de residuos y suelos contaminados) reducen la viabilidad de esta alternativa.

Intensificación de las redes de vigilancia y control

1. Intensificación de la vigilancia y control de gases

EVALUACIÓN DE LA INTEGRIDAD DEL FONDO DEL VASO

El paquete de aislamiento del fondo del vaso es uno de los elementos principales para la protección del entorno frente a las emisiones potenciales generadas a consecuencia de la degradación de los residuos, tanto líquidas como gaseosas, y de prevención de infiltraciones de agua subsuperficial hacia la masa de residuos. A lo largo de los años y como consecuencia de las operaciones de explotación y/o la evolución del vertedero con generación de líquidos agresivos, altas temperaturas, etc., los materiales de aislamiento pueden haber sufrido daños que reducen el nivel de protección. Hoy en día existen

herramientas de evaluación no intrusiva que permiten analizar el estado de integridad de estas capas, y actuar en caso necesario.

CAMPAÑAS DE CARACTERIZACIÓN DE LAS EMISIONES DIFUSAS EN SUPERFICIE

Se estima que las emisiones difusas a través de la superficie de vertederos en explotación que cuentan con sistemas de desgasificación activa operados adecuadamente pueden superar el 30% del gas generado. Conocer la distribución espacial de estas emisiones permite diseñar medidas para reducir su flujo y, en consecuencia, maximizar las cantidades captadas en el sistema de desgasificación. Para ello deben realizarse campañas frecuentes de medida en campo, pues las emisiones superficiales sufren una gran variación a lo largo del tiempo, motivada por factores diversos como el estado de humedad y degradación de los residuos, su cobertura, la meteorología del momento, etc. Al no existir métodos estandarizados de caracterización de los flujos de emisión difusa, es conveniente combinar técnicas terrestres, como la de la cámara de flujo estática, con campañas de medida aérea, basadas en el uso de sensores sobre dron.

INTENSIFICACIÓN DEL SEGUIMIENTO DE LAS EMISIONES POTENCIALES

El seguimiento ambiental de las instalaciones incluye el análisis periódico de las emisiones potenciales de gas, a través de muestras tomadas en el interior del vertedero en las que se analiza la concentración de compuestos como CH₄, CO₂, NO₂, O₂, CO y H₂S. Esta composición está sometida a variaciones espaciales y temporales que podrían evaluarse incrementando el número de muestras analizado en cada momento de seguimiento y la frecuencia del mismo. Por otro lado, también podría aumentarse la frecuencia y los parámetros de caracterización de las emisiones producidas en las instalaciones de aprovechamiento y tratamiento del gas de vertedero.

SEGUIMIENTO DE LA EFICACIA DEL SISTEMA DE DESGASIFICACIÓN

Complementando otras medidas de seguimiento del sistema de desgasificación, puede estimarse la eficacia del sistema de desgasificación comparando los volúmenes y composición del gas extraído a lo largo del tiempo con la generación estimada aplicando sencillos modelos matemáticos. Para ello se pueden emplear fórmulas como las propuestas en los métodos de cálculo recogidos en la Orden TED/789/2023 o, preferiblemente, modelos más detallados que tengan en cuenta las particularidades de cada instalación.

FORMACIÓN DEL PERSONAL DEL VERTEDERO

Reforzar la formación profesional y técnica del personal en relación a los requisitos de la normativa y la autorización ambiental de la instalación, así como a las mejores prácticas y últimos avances técnicos y tecnológicos, redundará en una mejor explotación o cuidados postclausura del vertedero. Dicha formación debe considerar los distintos puestos de trabajo en el vertedero, y distintos ámbitos de la explotación, mantenimiento, vigilancia y control.

2. Intensificación de la vigilancia y control de aguas y lixiviados

SOFTWARE DE SEGUIMIENTO DE AGUAS Y LIXIVIADOS

Como apoyo al sistema de seguimiento ambiental y para sistematizar el registro y tratamiento de la información de seguimiento, se pueden diseñar sencillas aplicaciones que reciben y almacenan los datos registrados sobre analíticas de aguas y lixiviados, con capacidad al menos para detectar y notificar la introducción de valores anómalos y contrastar la información con valores de control. Este tipo de aplicaciones pueden extenderse a todo el sistema de seguimiento del vertedero incluyendo distintos tipos de información y variables con diversos niveles de aviso, e incorporar varios perfiles de usuario con acceso diferenciado a la información y utilidades de la herramienta.

INTENSIFICACIÓN DEL SEGUIMIENTO DE LIXIVIADOS

Un plan básico de seguimiento ambiental del vertedero suele incluir datos globales en cuanto a generación y características del lixiviado generado. Sin embargo, muchas instalaciones disponen de sistemas diferenciados para la recolección de los lixiviados generados en celdas distintas, o en sucesivos niveles de explotación. Incorporar caudalímetros y campañas de muestreo y análisis que permitan caracterizar el lixiviado de orígenes distintos darán lugar a información muy útil para optimizar la explotación (detectar las zonas de mayor producción de lixiviado, posibles áreas con dilución por aguas de escorrentía, etc.).

INTENSIFICACIÓN DEL SEGUIMIENTO DE AGUAS PLUVIALES

Como en el caso de los lixiviados, un mayor nivel de detalle en el seguimiento de las aguas pluviales, tanto en cantidad como en calidad, permite conocer mejor la instalación y detectar áreas potenciales de mejora.

INTENSIFICACIÓN DEL SEGUIMIENTO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Todo vertedero cuenta con una red de vigilancia de la calidad del agua subterránea en su entorno para asegurar que no se producen afecciones. En vertederos antiguos o en celdas específicas previas al RD 1481/2001, puede ser útil un seguimiento más intenso a través de piezómetros de control en el contorno, tanto para comprobar que no existen exfiltraciones como para prevenir entradas de aguas externas al vaso de vertido.

CRITERIOS DE SELECCIÓN

La selección de las medidas a ejecutar o la priorización de un listado de medidas puede realizarse atendiendo a criterios diversos, como los que se describen a continuación.

IMPACTO EN LA REDUCCIÓN DE COSTES

Algunas de las medidas propuestas pueden repercutir de manera directa sobre los costes de emisión del vertedero por modificar algún factor en el método de cálculo establecido en la Orden TED/789/2023. Otras, pueden impactar de manera indirecta sobre los costes

a medio o largo plazo, al promover beneficios o una reducción de las emisiones en la instalación.

GRADO DE REDUCCIÓN DE EMISIONES

Grado de magnitud en que la medida contribuye a la reducción de las emisiones en la instalación, que puede clasificarse en bajo, medio y alto.

INTERFERENCIA CON LA EXPLOTACIÓN

La ejecución de algunas medidas puede suponer alteración de ciertas operaciones de explotación. La interferencia se considera baja si no compromete otros ámbitos de operación del vertedero, media si afecta a algún elemento o ámbito de la operación, y alta si altera significativamente las labores de explotación de las instalaciones.

NECESIDAD DE ESTUDIOS PREVIOS

Por su complejidad, algunas medidas requieren estudios previos de cierta magnitud para confirmar su idoneidad y, en su caso, definir en detalle sus elementos o la forma de ejecución.

REPETICIÓN DE LA MEDIDA

En unos casos las medidas son de ejecución puntual (adquisición o instalación de equipos), otras son periódicas, como la toma y análisis de muestras de seguimiento, y otras continuas, como las que se incorporan a los procedimientos de operación habitual.

PLAZO DE EJECUCIÓN

Se han considerado tres escalas de plazo de ejecución: inmediato, cuando la implantación de la medida puede realizarse en unas pocas semanas, medio, cuando requiere varios meses, y largo para medidas que requieren más de medio año para su ejecución.

ESPECIALIZACIÓN

Para desarrollo de la medida puede ser necesaria la contratación de una empresa externa especializada de ámbito regional, nacional o internacional según su complejidad y especificidad.

COSTES

Las consideraciones económicas en el análisis de alternativas siempre deben distinguir al menos entre costes de inversión, necesarios puntualmente, y costes de operación, en los que se incurrirá de manera sostenida en el tiempo.

CALIFICACION DE LAS MEDIDAS CON LOS CRITERIOS DE SELECCIÓN

A cada una de las medidas propuestas se le han aplicado los criterios de selección adoptados. Los Cuadros 1 y 2 sintetizan la información generada.

CONSIDERACIONES FINALES

Las obligaciones de cobro y aplicación de los costes de emisión en vertederos, como otras medidas económicas adoptadas por la normativa sobre residuos y suelos contaminados en Europa para combatir el cambio climático y avanzar hacia la economía circular, constituyen además una excelente oportunidad para mejorar la eficiencia de los procedimientos, sistemas de gestión y las instalaciones de tratamiento. Para ello se deben aplicar con cautela, basándose en estudios previos que caractericen adecuadamente la situación y necesidades locales, y con suficiente perspectiva para considerar la gran variedad de soluciones disponibles.

Sin embargo, a veces los plazos de aplicación establecidos en la propia normativa resultan cortos e impiden la realización de diagnósticos detallados del contexto para definir las alternativas más adecuadas en cada caso. En estas circunstancias es muy útil conocer qué soluciones se están adoptando en instalaciones similares y/o disponer de guías de buenas prácticas o listados de referencia como el que se recoge en este trabajo.

Cuadro 1. Calificación de las medidas propuestas para mejora de captación y tratamiento de gases según los criterios seleccionados

Medida	Reducción de costes	Reducción emisiones	Interferencia	Estudios previos	Repetición	Plazo	Especialización	Coste de inversión	Coste de operación
Inclusión de nuevos pozos de captación	Indirecto	Media	Media	No	Puntual	Medio	Local	Bajo	No
Renovación de la red de colectores	Indirecto	Baja	Media	No	Puntual	Medio	Nacional	Alto	No
Renovación de soplantes	Indirecto	Baja	Baja	No	Puntual	Medio	Nacional	Alto	No
Actualización de los sistemas de control de colectores	Indirecto	Baja	Baja	No	Puntual	Medio	Nacional	Alto	No
Seguimiento de la explotación del vertedero	Indirecto	Media	Baja	No	Continua	Inmediato	Local	Bajo	Bajo
Optimización de la cobertura intermedia	Indirecto	Media	Alta	No	Continua	Inmediato	Local	Medio	Medio
Instalación de coberturas de oxidación del metano	Indirecto	Media	Media	No	Puntual	Medio	Local	Bajo	Bajo
Otras medidas de explotación	Indirecto	Media	Media	No	Continua	Inmediato	Local	Bajo	Bajo
Instalación de gasómetro	Directo	Medio	Media	Si	Puntual	Largo	Nacional	Alto	No
Actualización de los motores de gas	Indirecto	Bajo	Baja	No	Puntual	Medio	Nacional / Internacional	Alto	No
Instalación de un sistema de enriquecimiento del gas	Directo	Alto	Media	Si	Puntual	Largo	Nacional / Internacional	Alto	Alto

Cuadro 2. Calificación de las medidas propuestas para intensificación de las redes de vigilancia y control según los criterios seleccionados

Medida	Reducción de costes	Reducción emisiones	Interferencia	Estudios previos	Repetición	Plazo	Especialización	Coste de inversión	Coste de operación
Evaluación de la integridad del fondo del vaso	Indirecto	Bajo	Baja	No	Puntual	Inmediato	Local	Bajo	No
Campañas de caracterización de las emisiones difusas en superficie	Indirecto	Medio	Baja	No	Periódica	Inmediato	Local	Medio	Medio
Intensificación del seguimiento de las emisiones potenciales	Indirecto	Bajo	Baja	No	Periódica	Inmediato	Local	Bajo	Bajo
Seguimiento de la eficacia del sistema de desgasificación	Indirecto	Bajo	Baja	No	Periódica	Inmediato	Local	Bajo	Bajo
Formación del personal del vertedero	Indirecto	Bajo	Baja	No	Continua	Inmediato	Local	Bajo	Bajo
Software de seguimiento de aguas y lixiviados	No	No	Baja	No	Puntual	Medio	Local	Bajo	Bajo
Intensificación del seguimiento de lixiviados	No	No	Baja	No	Periódica	Inmediato	Local	Bajo	Bajo
Intensificación del seguimiento de aguas pluviales	No	No	Baja	No	Periódica	Inmediato	Local	Bajo	Bajo
Intensificación del seguimiento de aguas subterráneas	No	No	Baja	No	Periódica	Inmediato	Local	Bajo	Bajo