

OLORES-19 26-27 NOVIEMBRE 2019, SANTIAGO, CHILE

SMART INSPECTION: NEW TECHNOLOGIES IN LEAK DETECTION APPLIED TO WASTE MANAGEMENT ACTIVITIES
SMART INSPECTION: APLICACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS DE DETECCIÓN DE FUGAS EN PLANTAS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Autores

A. Torres ⁽¹⁾, J.V. Martínez ⁽¹⁾, M.A. Cid ⁽¹⁾, R. Cerdá ⁽¹⁾

¹ Labaqua S.A. Pol. Industrial Atalayas 16, 03110 Alicante (Spain)

Palabras clave: Inspección inteligente, biogás, infrarrojo, radiación infrarroja, detección de fugas, imagen óptica infrarroja (OGI).

Keywords: Smart Inspection, biogas, infrared, radiation, leak detection, optical gas imaging (OGI).

Resumen

Las emisiones fugitivas de biogás en las Plantas de Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos son una fuente importante de emisiones de olores. Estas emisiones que se producen, por ejemplo, en las celdas de vertido de los depósitos controlados, aun estando éstos desgasificados con pozos de drenaje conectados para la extracción, transporte y almacenamientos del gas para su aprovechamiento energético o para el quemado en antorcha, son muy difíciles de detectar y requieren de procesos que necesitan mucho tiempo y altos costes de ejecución.

La visualización óptica del biogás utilizando un analizador infrarrojo de gases (Smart Inspection) permite obtener excelentes resultados implementando programas de identificación y reducción de fugas con una inmejorable relación coste efectividad.

Los gases absorben radiación infrarroja en distintos rangos, lo que excita las moléculas permitiendo su visualización con detectores de infrarrojos. En el caso del biogás, el metano es el componente mayoritario, y, la fuerte absorción de radiación por el metano permite una fácil detección mediante las cámaras de infrarrojos de este gas.

Abstract

Fugitive emissions of biogas in the Urban Solid Waste Treatment Plants are an important source of odors. These emissions that occur, for example, in the landfills cells, even when these are degassed with drainage wells connected for the extraction, transport and storage of the gas for its energetic use, or for torch burning, they are very difficult to detect and require processes that require a lot of time and high execution costs.

The optical visualization of biogas using an infrared gas analyzer (Smart inspection) allows obtaining excellent results by implementing leak identification and reduction programs with an unbeatable cost-effectiveness ratio.

The gases absorb infrared radiation in different ranges, which excites the molecules allowing their visualization with infrared detectors. In the case of biogas, methane

is the major component, and the strong absorption of radiation by methane allows easy detection by infrared cameras of this gas

1. Introducción

Los vertederos de RSU presentan numerosos impactos ambientales, sociales, visuales, etc, pero son la producción de lixiviados y la generación de gases dos de los problemas ambientales más acuciantes en la gestión diaria de un vertedero.

En Europa, actualmente, un gran porcentaje en torno al 40% de los residuos se eliminan por vertido, lo cual implica que en la actualidad existen multitud de vertederos de residuos sólidos urbanos que albergan en su interior gran cantidad de materia orgánica en proceso de descomposición, o lo que es lo mismo, grandes cantidades de gases almacenados en el interior del vertedero o fugando incontroladamente hacia la atmósfera o el subsuelo.

Las emisiones incontroladas de biogás generan malos olores en el entorno afectado, derivado de la volatilización de los compuestos orgánicos volátiles y otras sustancias odoríferas como el H₂S, aminas, etc, además se generan diversos efectos negativos sobre la vegetación y edificaciones colindantes, incluso, en los casos más extremos, explosiones o incendios en el seno del vertedero o sobre su superficie. Por otro lado, las emisiones de metano a la atmósfera generan 25 veces más efecto potencial de calentamiento global del planeta que el CO₂.

Dadas las amplias extensiones que ocupan los vertederos y la compleja red de instalaciones de extracción del biogás, hoy en día no se tiene constancia de que se realicen de forma sistemática el seguimiento de las pérdidas de este biogás por la superficie "sellada" o en las instalaciones de extracción.

2. Emisiones difusas y fugitivas

Se entiende por emisiones difusas toda descarga a la atmósfera de contaminantes, no realizada por focos canalizados, que puede ser continua o discontinua, y que procede directa o indirectamente de cualquier fuente susceptible de producir contaminación atmosférica.

Dentro de estas emisiones difusas nos podemos encontrar, en las distintas instalaciones de una planta de tratamiento de RSU, potenciales fuentes de emisión extensivas como las superficies del vertedero (sellados, en preclusura o en actividad), donde defectos del sellado en su ejecución o posibles daños por erosión del mismo pueden abrir vías de escape del biogás interior, o vías preferenciales creadas en los pozos de extracción, etc, donde se pueden encontrar un gran número de fuentes de emisión.

Complementariamente, se identifican además las emisiones fugitivas, que se denominan a aquellas emisiones difusas que derivan de la pérdida gradual de estanqueidad de los equipos de proceso en las distintas instalaciones de extracción del biogás del vaso del vertedero y que conducen el biogás en las instalaciones para su almacenamiento, depuración y concentración para su valorización energética.

Este tipo de equipos de proceso están relacionados con la línea de generación y tratamiento y aprovechamiento del biogás de la planta, y entre otros podremos encontrar componentes susceptibles de generar emisiones fugitivas por falta de mantenimiento, traspasar su vida útil o deterioro en elementos críticos como las válvulas, las bridas de tuberías de conexión de gas, finales de línea, compresores y bombas, válvulas de sobrepresión, purgas de condensados, etc.

3. Técnicas de detección de fugas de biogás

Las actividades de mantenimiento se han convertido en una función crítica y esencial para las actividades industriales en general, que va más allá de la mera conservación y reparación al permitir la optimización de la gestión de activos, incluyendo actividades relativas a seguridad, medio ambiente, calidad y productividad, mejorando la gestión de los activos y reduciendo riesgos en las plantas.

Las emisiones fugitivas son difíciles de detectar y requieren de procesos que necesitan mucho tiempo y altos costes de ejecución, lo que redundaría en menores frecuencias de ejecución de los programas de inspección y por tanto actuaciones enfocadas a la corrección y no a la prevención.

Las tecnologías actuales empleadas para la detección de fugas se basan en el empleo de equipos de cuantificación de las emisiones de CH₄ con detectores manuales de contacto, como los denominados “sniffers” tipo FID (flame ionization detector) o PID (photoionization detector).

Estas técnicas requieren de una supervisión detallada con una alta dedicación de personal debido a las extensas superficies a inspeccionar y los riesgos para los operarios por la cercanía a las potenciales fuentes de emisión.

4. Tecnologías inteligentes de inspección – Smart Inspection

La gran extensión del vaso y resto de las instalaciones de un vertedero requiere de una dedicación de recursos humanos importantes en la inspección de emisiones difusas, lo que complica la realización sistemática de prevención y control de emisiones del vertedero, por este motivo, la identificación y puesta en demostración de una solución tecnológica innovadora que permita realizar este trabajo de forma más sistemática y optimizada ha sido el objeto de este proyecto.

Los sistemas de detección de fugas de gas mediante el empleo de tecnologías inteligentes de inspección basadas en imágenes ópticas infrarrojas, denominado optical gas imaging (IR/OGI) son una alternativa rápida, eficaz, versátil, que permite detectar fugas más grandes de forma mucho más rápida y en zonas de difícil acceso como puede ser el caso de las emisiones incontroladas por la superficie de las celdas de vertido (selladas, en preclusura o en actividad), implementando programas de identificación y reducción de fugas con una inmejorable relación coste efectividad.

El principio de medida de la tecnología OGI, aplicando las leyes de Lambert Beer, se basa en la capacidad que tienen los gases para absorber radiación infrarroja en distintos rangos, lo que excita las moléculas permitiendo su visualización con detectores infrarrojos, mostrando la fuga como una pluma de vapor. La radiación infrarroja ocupa la porción del espectro electromagnético con una longitud de onda de entre 1 milímetro y 750 nanómetros, y es la parte del espectro que percibimos como calor.

La tecnología IR, además de su aplicación en la detección de fugas de gas, permite el análisis termográfico de las estructuras y equipos, detectando problemas de forma preventiva incluso antes de que puedan aparecer las fugas. Una imagen termográfica y un análisis de detalle periódico se puede convertir en una herramienta de mantenimiento predictivo, actuando antes de que sucedan los problemas.

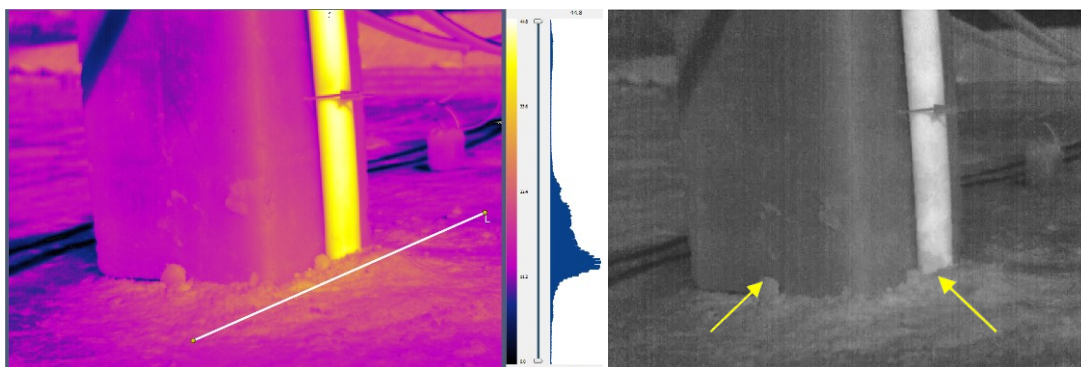


Fig. 1: Visualización de imagen termográfica y frame de video de detección de gas con tecnología infra-rojo en celda de vertido (pozo de drenaje)

5. Adaptación de la tecnología IR-OGI a drones aéreos

En la actualidad, estas tecnologías pueden ser embarcadas en RPAS (Remotely Piloted Aircraft Systems), ofreciendo una versatilidad inmejorable en la inspección de grandes superficies como puede ser el vaso de un vertedero, o en espacios de acceso complejo, en altura o donde la seguridad del operario se puede poner en riesgo.

La tecnología IR embarcada en RPAS, permite realizar de forma más ágil y eficiente tareas de inspección de instalaciones empleando tanto las cámaras visibles como termográficas, para identificar pérdidas de calor, estado del calorifugado, venteos, inspección visual, etc., y detección de emisiones fugitivas de gases en entornos complejos.



Fig. 2: Sistema dual de detección embarcado en drone

6. Características del biogás

El biogás generado en los vertederos es una mezcla de gases compuesta por un 50-70% de CH_4 , 20-50% de CO_2 , 4-20% de N_2 , 1% de O_2 , pequeñas cantidades de NH_3 , CO , H , etc. y cantidades traza de otros constituyentes como H_2S , mercaptanos, compuestos organosulfurados, siloxanos, etc.

En este sentido, el gas mayoritario es el metano (CH_4) y se emplea como gas objetivo para la identificación de fugas de biogás en el vertedero. En la siguiente imagen se puede observar el espectrograma de absorción del metano, en función de la longitud de onda del espectro electromagnético, donde se registran picos de absorción en el rango del espectro electromagnético del infrarrojo lejano (LWIR) de la tecnología OGI de detección, entre 7 a $13,5\mu\text{m}$.

Esta fuerte absorción de radiación por el metano permite una fácil detección de este gas mayoritario mediante las cámaras de infrarrojos OGI.

7. Aplicaciones y casos de uso de la tecnología infrarroja

Las aplicaciones y casos de uso de detección de emisiones fugitivas, en las plantas de gestión de RSU, son variadas y se multiplican con el uso de la tecnología drone y las diferentes funcionalidades de termografía e imagen visible que soportan las cámaras de IR/OGI.

La tecnología es de aplicación directa en la inspección de las superficies selladas de las celdas del vertedero, como en todos los elementos y equipos de la línea de gas, desde su extracción, la conducción y almacenamiento en gasómetros, y el tratamiento y depuración antes de su valorización.

En las siguientes imágenes se exponen distintas aplicaciones realizadas en las instalaciones de un vertedero, donde se han identificado fugas de biogás, tanto en la superficie del vaso en fase de preclusura, en taludes de las celdas selladas, en la base de los pozos de drenaje, donde se han generado caminos preferenciales, en algunas válvulas de la línea de extracción de biogás, cubetos de purgado de condensados de la línea de gas, en casetas de bombeo de lixiviados, etc.

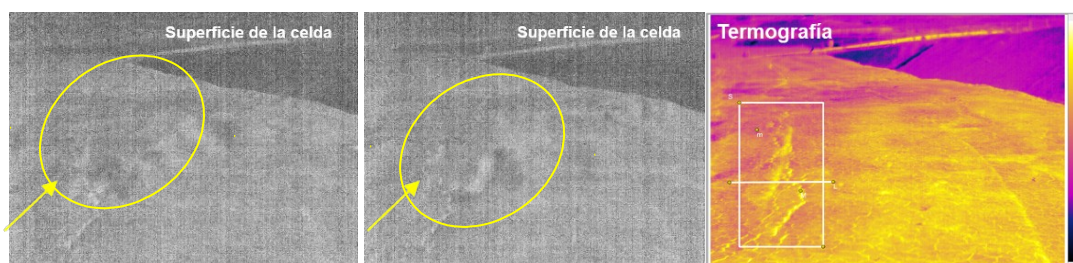


Fig. 4: Frames de video de detección de biogás de superficie de vaso de vertedero en fase de preclusura. A la derecha imagen termográfica

Las imágenes pueden ser tratadas mediante la aplicación de algoritmos para automatizar la detección del gas, facilitando la supervisión en gabinete, tal y como se puede apreciar en la siguiente imagen.

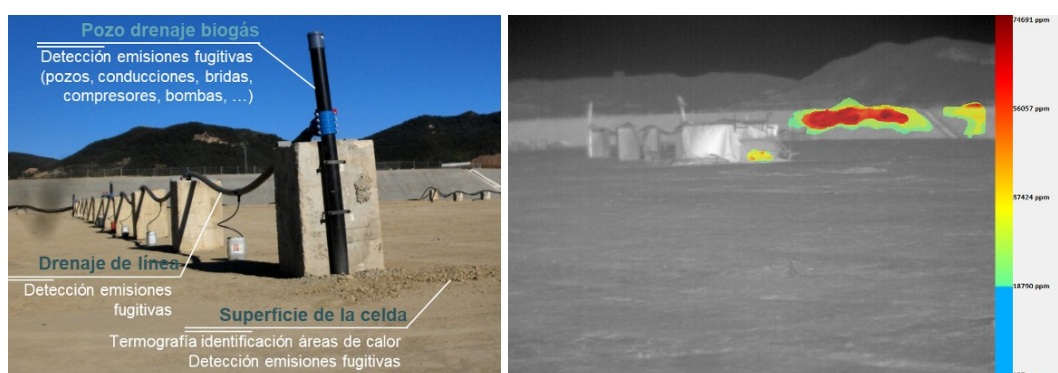


Fig. 5: Elementos susceptibles de inspección e imagen de detección automática de biogás mediante procesado en gabinete en una caseta de bombeo de lixiviados.

8. Conclusiones

Las Tecnologías inteligentes de inspección basadas en imágenes ópticas infrarrojas (IR/OGI) se presentan como una alternativa sencilla y eficaz para la detección de fugas de biogás por la superficie de las celdas de los vertederos, así

como de emisiones fugitivas por las conducciones del biogás extraído de los
vertederos para su valorización energética.