



Sesión 1: Preguntas y Respuestas

Por favor escriba sus preguntas en la casilla de 'Questions'. Trataremos de contestar todas las preguntas pero si no es posible pueden contactar a cualquiera de los instructores: Andrew Thorpe (andrew.k.thorpe@jpl.nasa.gov), Lesley Ott (lesley.e.ott@nasa.gov) o Erika Podest (erika.podest@jpl.nasa.gov)

Pregunta 1: ¿Qué es "flux" y como lo convertimos a toneladas de CH₄?

Respuesta 1: Un "flux" (o flujo) de metano es una masa de metano emitida para una región específica por unidad de tiempo. Se puede calcular a diferentes escalas espaciales (es decir, para emisiones regionales con instrumentos como TROPOMI, etc.) o para fuentes puntuales observadas con instrumentos como EMIT, donde las emisiones de fuentes puntuales discretas se pueden reportar usando unidades de kg de metano/hora o toneladas/hora.

Question 1: What is "flux" and how do we convert it to tons of CH₄?

Answer 1: A methane flux is derived as a mass of methane being emitted for a specific region for unit time. It can be calculated at different spatial scales (i.e. for regional emissions from instruments like TROPOMI, etc.) or for point sources observed with instruments like EMIT, where emissions from discrete point sources can be reported in units of kg methane/hr or tons/hr.

Pregunta 2: Por favor, ¿me podrías facilitar la página web en donde podría encontrar las emisiones de metano de abajo hacia arriba?

Respuesta 2: Para EE.UU., el Inventario de Gases de Efecto Invernadero (Greenhouse gas inventory) de la Administración de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) tiene información sobre emisiones a nivel nacional, estatal y de grandes instalaciones

(<https://www.epa.gov/ghgemissions/inventory-us-greenhouse-gas-emissions-and-sinks>). Puede encontrar una versión interactiva, cuadrículada de estos datos en el portal de datos del U.S. Greenhouse Gas Center (earth.gov/ghgcenter). La información sobre emisiones auto-reportadas de otros países se encuentra en las páginas web de cada país individual y a través de La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).



Question 2: Could you please provide the webpage where I can find bottom-up methane emissions?

Answer 2: For the U.S., details on national, state, and large facility emissions are provided by EPA's Greenhouse Gas Inventory (<https://www.epa.gov/ghgemissions/inventory-us-greenhouse-gas-emissions-and-sinks>). An interactive, gridded version of this dataset can be found on the U.S. Greenhouse Gas Center's data portal (earth.gov/ghgcenter). Information on self-reported emissions from other countries are provided on their own websites and through the United Nations Framework Convention of Climate Change (UNFCCC).

Pregunta 3: ¿Cuál es la resolución máxima que proporcionan las imágenes de satélites de la NASA?

Respuesta 3: Esto depende del instrumento al que se refiera. Las mediciones de EMIT se adquieren con una resolución espacial de 60m, y los resultados de metano de EMIT que vieron en la presentación tienen esa resolución espacial, lo que nos permite atribuir emisiones puntuales a lugares y sectores específicos.

Question 3: What is the maximum resolution provided by NASA satellite images?

Answer 3: This depends on which instrument you are referring to. EMIT measurements are acquired at a 60 m spatial resolution and the EMIT methane results shown in the presentation are at that spatial resolution, allowing attribution of point emissions to specific locations and emission sectors.

Pregunta 4: ¿Estas resoluciones son suficientes para cuantificar y emitir reportes de cumplimiento ambiental ante la EPA puntualmente en instalaciones de Oil & Gas (petróleo y gas)?

Respuesta 4: La resolución espacial de 60 m de las mediciones de metano de EMIT permite la atribución de emisiones puntuales a infraestructura de operaciones de petróleo y gas.

Los datos de metano de EMIT están a disposición del público, de modo que las personas y las organizaciones puedan utilizar estos resultados según sus necesidades.

Question 4: Are these resolutions sufficient to quantify and issue environmental compliance reports to the EPA, specifically in the oil & gas industries?

Answer 4: The 60 m spatial resolution of the EMIT methane results allows attribution of point emissions to specific pieces of infrastructure from oil and gas



operations. The EMIT methane data products are made publicly available, so that individuals and organizations can use these results to suit their needs.

Pregunta 5: Porque Algunas investigaciones muestran que existen diferencias significativas en los inventarios de GEI (de abajo-arriba reportados por países de Sur América al IPCC) en comparación de emisiones observadas por satélites (arriba hacia abajo), según la investigación adelantada por el grupo de química atmosférica de Harvard, estas diferencias o subestimaciones son de más del 50%. Entonces, ¿cómo combinar ambas metodologías para tener información más precisa y con menos incertidumbre?

Respuesta 5: Esta es una muy buena pregunta y es un área activa de investigación. En Estados Unidos, la EPA utiliza estudios científicos como el de Harvard para identificar áreas donde existen grandes discrepancias entre las emisiones reportadas y las detectadas a partir de datos atmosféricos. Consideran esto junto con otras pruebas al considerar mejoras en la metodología de inventario. Otros países pueden, a su discreción, considerar enfoques similares. Las estimaciones internacionales de arriba hacia abajo se están coordinando a través del Comité de Satélites de Observación de la Tierra (CEOS, <https://ceos.org/gst/>) y se planifican actualizaciones más frecuentes a través de el Monitoreo Mundial de Gases de Efecto Invernadero de la Organización Meteorológica Mundial (<https://wmo.int/activities/global-greenhouse-gas-watch-g3w>).

Question 5: Some research shows that there are significant differences in GHG inventories (from bottom-up reported by South American countries to the IPCC) compared to emissions observed by satellites (top-down). According to research carried out by the atmospheric chemistry group at Harvard, these differences or underestimates are more than 50%. How do you combine both methodologies to have more precise information and with less uncertainty?

Answer 5: This is a great question and is an active area of research. In the U.S., the EPA uses scientific studies like the one from Harvard to indicate areas where there are large discrepancies between reported emissions and those detected from atmospheric data. They consider this along with other evidence in considering improvements to inventory methodology. Other countries may, at their discretion, consider similar approaches. International top-down estimates are being coordinated through the Committee on Earth Observing Satellites (CEOS, <https://ceos.org/gst/>) with more frequent updates planned through the World Meteorological Organization's



Datos de Metano para la Detección y Monitoreo de Grandes Emisiones
7 y 9 de enero de 2025

Global Greenhouse Gas Watch:

<https://wmo.int/activities/global-greenhouse-gas-watch-g3w>).

Pregunta 6: Para las imágenes de mayor resolución, ¿cuál es la frecuencia (diaria, semanal, mensual etc.) de imágenes que proporcionan los satélites de la NASA?

Respuesta 6: En el caso de los datos de EMIT, la órbita de la Estación Espacial Internacional hace que la frecuencia de repetición varíe según la latitud. Normalmente, la frecuencia de repetición se encuentra en un intervalo de tiempo semanal o mensual. La cobertura histórica de EMIT está a disposición del público, por ejemplo, a través del portal EMIT VISIONS

<https://earth.jpl.nasa.gov/emit/data/data-portal/coverage-and-forecasts/>).

Question 6: For higher resolution images, what is the frequency (daily, weekly, monthly, etc.) of the images provided by NASA satellites?

Answer 6: For the EMIT results, the orbit of the International Space Station makes the repeat frequency variable by latitude. Typically the repeat frequency is on the weekly to monthly time frame. The historic EMIT coverage is made publicly available, for example through the EMIT VISIONS portal

<https://earth.jpl.nasa.gov/emit/data/data-portal/coverage-and-forecasts/>).

Pregunta 7: ¿Las plumas que muestran que han sido detectadas en EMIT son las únicas que pueden ser detectadas con este instrumento, o puede que alguien descubra una nueva pluma al estar interesado en observar, por ejemplo, un vertedero localizado en su ciudad de origen?

Respuesta 7: Actualmente, estamos publicando solo ejemplos de plumas de metano observadas con EMIT que tienen alta confiabilidad. Es posible que existan ejemplos de metano que no se hayan publicado porque nuestro equipo no tenía suficiente confianza en los resultados. Invitamos a la comunidad a revisar nuestros resultados para identificar ejemplos que no fueron publicados.

Question 7: Are the plumes shown by EMIT the only ones that can be detected with this instrument, or could someone discover a new plume when they are interested in observing, for example, a landfill located in their city of origin?

Answer 7: We are currently publishing only high confidence examples of methane plumes observed with EMIT. It is certainly possible that there could be



Datos de Metano para la Detección y Monitoreo de Grandes Emisiones
7 y 9 de enero de 2025

methane examples that were not published because our team was not confident in the result. We encourage the community to examine our results to identify examples that were not published.

Pregunta 8: ¿Cuál es el valor o el rango de concentración para considerarla una gran emisión o una emisión medible por el sensor mencionado de fuentes puntuales?

Respuesta 8: Si bien el rango de concentración es una métrica útil para evaluar qué tipo de aumentos se observan con EMIT, sugiero evaluar las columnas en el contexto más amplio del tamaño de la columna para identificar emisiones más grandes. Actualmente estamos trabajando en estimaciones de emisiones que se pondrán a disposición del público. Estas estimaciones de emisiones permitirían este tipo de evaluación.

Question 8: What is the value or concentration range to consider it a large emission or an emission measurable by the aforementioned point source sensor?

Answer 8: While the concentration range is a useful metric to assess what sort of enhancements are being observed with EMIT, I suggest evaluating the plumes in the broader context of the size of the plume to identify larger emissions. We are currently working on emission estimates that will be made publicly available. These emission estimates would allow for this assessment.

Pregunta 9: Para el análisis de emisiones desde embalses, ¿se recomienda utilizar los generadores de imágenes de fuentes puntuales? ¿Cómo hacer para obtener resultados confiables dado que la fuente es el agua y es difícil discernir la huella espectral dada la baja respuesta espectral del agua? ¿Qué recomendaciones hay al respecto?

Respuesta 9: Aunque los embalses son emisores importantes de metano, estas emisiones suelen ser menos concentradas en puntos específicos. Más bien, son emisiones difusas más débiles que resultan difíciles de observar con instrumentos como EMIT. Como mencionas acertadamente, el agua es muy oscura en el infrarrojo de onda corta, lo que dificulta las observaciones. Dicho esto, estamos muy interesados en las emisiones de los embalses y estaremos atentos a posibles ejemplos observados con EMIT en el futuro.

Question 9: For the analysis of emissions from reservoirs, do you recommend using point source imagers? How can reliable results be obtained given that the



source is water and it is difficult to discern the spectral fingerprint given the low spectral response of water. What would you recommend?

Answer 9: While reservoirs are important methane emitters, my understanding is that these emissions are typically less point source in nature, rather they are weaker diffuse emissions that are challenging to observe with instruments like EMIT. As you accurately state, water is very dark in the shortwave infrared making observations difficult. That said, we are very interested in reservoir emissions and will be keeping our eyes open for potential examples observed with EMIT in the future.

Pregunta 10: ¿En la clase que viene podremos ver un ejemplo concreto de visualización paso a paso de una fuente puntual emisora de metano?

Respuesta 10: Sí, analizaremos más a fondo algunos ejemplos de columnas de metano observadas utilizando dos herramientas diferentes, el Centro de GEI de EE. UU. y el portal web EMIT VISIONS.

Question 10: In the next session, will we be able to see a concrete example of a step-by-step visualization of a methane-emitting point source?

Answer 10: Yes, we will do a deeper dive into a few examples of observed methane plumes using two different tools, the US GHG Center and the EMIT VISIONS web portal.

Pregunta 11: ¿Lo visto hoy sirve para detección o también para cuantificación de metano? ¿En qué unidad?

Respuesta 11: Las emisiones se expresan normalmente en kg de CH₄/h. Tenemos previsto proporcionar estas estimaciones en el futuro con las incertidumbres asociadas.

Question 11: Is what was seen today used for detection or also for quantification of methane? In what unit?

Answer 11: Emissions are typically reported in units of kg CH₄/hr. We plan to provide these estimates in the future with associated uncertainties.

Pregunta 12: ¿Estas mediciones de metano se pueden realizar y cuantificar mediante lectura de huellas espectrales?

Respuesta 12: Sí, ¡por supuesto! Es la huella espectral del metano la que nos permite identificar columnas de metano y estimar los aumentos de metano que, en última instancia, se utilizan para calcular las tasas de emisión.



Question 12: Can these methane measurements be made and quantified by reading spectral fingerprints?

Answer 12: Yes, absolutely! It is the spectral fingerprint of methane that allows us to identify methane plumes and to estimate the methane enhancements that are ultimately used to estimate emission rates.

Pregunta 13: ¿Cuáles son los softwares más comunes para el análisis de estas imágenes?

Respuesta 13: Históricamente se han utilizado paquetes de software como ENVI para visualizar resultados, pero cada vez se utilizan más paquetes de software de código abierto como Python, QGIS, etc.

Question 13: What are the most common softwares for analyzing these images?

Answer 13: Software packages like ENVI have historically been used to visualize results, but increasingly open source software packages like Python, QGIS, etc. are being used.

Pregunta 14: ¿Tienen trabajos donde analicen emisiones de metano con mediciones anuales para una ciudad específica y que se relacione esta medición con los resultados de los Inventarios de Gases de Efecto Invernadero (es decir relacionar los datos obtenidos por teledetección con los cuantitativos obtenidos por el cálculo del factor de emisión con el dato de actividad)?

Respuesta 14: Debido a que EMIT puede observar una ciudad con mayor frecuencia y proporcionar información sobre emisiones más difusas provenientes de fuentes que abarcan toda el área, la mayoría de los estudios urbanos se han basado en los datos de TROPOMI, a pesar de que estos datos tienen una resolución espacial más baja. Un ejemplo de dicho estudio se realizó en los Estados Unidos por Hannah Nesser (<https://acp.copernicus.org/articles/24/5069/2024/>) e incluye un análisis sobre extensas áreas urbanas. Existen ejemplos de observaciones de EMIT en áreas urbanas, pero pueden ser difíciles de comparar con las emisiones anuales de toda una ciudad debido al límite de detección del sensor y las oportunidades limitadas de sobrevuelo.

Question 14: Do you have work where you analyze methane emissions with annual measurements for a specific city and relate it to the results of the Greenhouse Gas Inventories (that is, relating the data obtained by remote sensing with the quantitative data obtained by calculating the emission factor with the activity data)?



Datos de Metano para la Detección y Monitoreo de Grandes Emisiones
7 y 9 de enero de 2025

Answer 14: Because EMIT is able to see a city more frequently and can provide information on more subtle emissions from area wide sources, most urban studies have relied on TROPOMI data even though those data are coarser in spatial resolution. An example of such a study was conducted over the United States by Hannah Nesser (<https://acp.copernicus.org/articles/24/5069/2024/>) and includes analysis over large urban areas. There are examples of EMIT observations in urban areas, but they can be difficult to compare to city-wide annual emissions because of the detection limit of the sensor and limited overpass opportunities.

Pregunta 15: ¿Cuáles son los principales desafíos en la detección de fuentes de emisión en áreas urbanas o industriales densas?

Respuesta 15: Estas áreas son espectralmente muy heterogéneas, lo que hace que la observación de columnas de metano sea más difícil (más ruido, etc.). Dicho esto, observamos rutinariamente grandes emisiones de metano en entornos urbanos.

Question 15: What are the main challenges in detecting emission sources in dense urban or industrial areas?

Answer 15: These areas are spectrally very heterogeneous, which makes observing methane plumes more challenging (more noise, etc.). That said, we do routinely observe large methane emissions from urban environments.

Pregunta 16: ¿Cómo se pueden utilizar estos datos para respaldar la toma de decisiones en políticas climáticas?

Respuesta 16: Diferentes países utilizan este tipo de observaciones de distintas maneras. En los Estados Unidos, por ejemplo, estos datos pueden considerarse como evidencia de los cambios necesarios en los informes de inventarios. El nuevo Programa de Superemisores de la EPA proporciona una manera de usar algunos datos satelitales y aéreos para detectar grandes eventos de emisión y reportarlos para que puedan ser abordados rápidamente. El Observatorio Internacional de Emisiones de Metano de las Naciones Unidas (IMEO) está trabajando para poder compartir datos rápidamente a nivel mundial a través de su propio portal de datos.

Question 16: How can this data be used to support climate policy decision-making?

Answer 16: Different countries are using these types of observations in different ways. In the U.S., for example, these data may be considered as evidence of changes needed in inventory reporting. EPA's new Super Emitter Program provides a way to use some satellite and airborne data to detect large emission events and report them so



Datos de Metano para la Detección y Monitoreo de Grandes Emisiones
7 y 9 de enero de 2025

they can be addressed quickly. The United Nations International Methane Emissions Observatory (IMEO) is working to provide the ability to share data quickly, across the world through its own data portal.

Pregunta 17: ¿Qué avances se esperan en la tecnología de detección de metano en los próximos años?

Respuesta 17: Es un momento muy emocionante y anticipamos mejores instrumentos en el futuro, que incluirán una mayor sensibilidad a los gases de efecto invernadero, observaciones con una resolución espacial más fina y una mayor cobertura global

Question 17: What advances are expected in methane detection technology in the coming years?

Answer 17: It is a very exciting time and we anticipate improved instruments in the future, including improved greenhouse gas sensitivity, finer spatial resolution observations, and greater global coverage.

Pregunta 18: ¿Es posible identificar la fuente exacta (por ejemplo, agrícola, industrial, natural) de las emisiones de metano desde los datos satelitales?

Respuesta 18: Sí, esa es la verdadera fortaleza de esta tecnología. Hay una figura interesante en la presentación que muestra varias columnas de metano de una sola escena de EMIT, provenientes de diferentes sectores de emisión (por ejemplo, fuentes de energía versus fuentes de residuos).

Question 18: Is it possible to identify the exact source (e.g., agricultural, industrial, natural) of methane emissions from satellite data?

Answer 18: Yes, that is the real strength of this technology. There is a nice figure in the presentation showing a number of methane plumes from one EMIT scene that come from different emission sectors (i.e. energy versus waste sources).

Pregunta 19: ¿Hay algún trabajo y/o publicación que pueda servir de referencia para realizar las atribuciones de las diferentes fuentes generadoras? Es decir, ¿dónde encontramos los rangos de valores para distinguir las diferentes fuentes?

Respuesta 19: En este momento, no proporcionamos información sobre la atribución de las fuentes de las columnas de metano de EMIT. Dado que los resultados están disponibles públicamente, la atribución de las fuentes puede ser realizada por personas u organizaciones.



Question 19: Is there any work and/or publication that can serve as a reference to identify the attributions of the different generating sources? That is, where can we find the ranges of values to distinguish the different sources?

Answer 19: Right now, we are not providing the source attribution information for the EMIT methane plumes. Given the results are publicly available, source attribution can be performed by individuals or organizations.

Pregunta 20: ¿Cómo es que son tan precisas estas fuentes de donde se extraen? Por ejemplo la imagen que nos mostraron en la diapositiva 32.

Respuesta 20: No estoy seguro de si entiendo completamente la pregunta, pero la resolución espacial de 60 m permite la atribución de fuentes por parte de individuos u organizaciones. Esto se ve facilitado por imágenes en color real con mayor resolución espacial e información sobre infraestructuras, por ejemplo.

Question 20: How are these sources so precise where they are extracted from? For example the image they showed us on slide 32.

Answer 20: I am not sure if I completely follow the question, but the 60 m spatial resolution permits source attribution by individuals or organizations. This is aided by higher spatial resolution true color imagery and infrastructure information, for example.

Pregunta 21: ¿Tienen trabajos donde correlacionen las emisiones de metano anuales para una ciudad por teledetección con los resultados de inventarios de gases de efecto invernadero de esa ciudad (obtenidos por el cálculo con el factor de emisión y datos de actividad)?

Respuesta 21: Sí, hay varios estudios que han abordado este tema usando instrumentos de mapeo de áreas para fuentes de metano. Aunque no sé de ningún estudio que haya utilizado observaciones de fuentes puntuales para una comparación directa con inventarios de gases de efecto invernadero de las ciudades, se han realizado comparaciones con inventarios de abajo hacia arriba a nivel de cuenca petrolífera/gasífera (por ejemplo, consulte:

<https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2202338119>).

Question 21: Is there any work where you correlate the annual methane emissions for a city with remote sensing data with the results of greenhouse gas inventories for that city (obtained by calculating the emission factor and activity data)?

Answer 2: Yes, there are a number of previous studies that have taken on this question using area source mapping instruments. While I am not aware of any studies using



Datos de Metano para la Detección y Monitoreo de Grandes Emisiones
7 y 9 de enero de 2025

point source observations for direct comparison with greenhouse gas inventories from cities, comparisons to bottom up inventories have occurred at the oil and gas basin scale (for example, see: <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2202338119>).

Pregunta 22: ¿Tienen un enlace con algún script de Python que permita la detección de metano para una ciudad?

Respuesta 22: Si bien no tenemos un script específico para esta solicitud, ponemos todo nuestro código a disposición del público a través de los repositorios de Github. Códigos futuros estarán disponibles también.

Question 22: Do you have a link to a Python script that allows methane detection for a city?

Answer 22: While we don't have a script specific for this request, we do make all of our code publicly available through Github repos. Future code bases associated with future data products will also be made publicly available in keeping with NASA's open data policy.