



INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA
ATMÓSFERA
Y CAMBIO CLIMÁTICO

Taller de Pronóstico de Calidad del Aire

Sesión 10. Descripción del Sistema de Monitoreo Atmosférico Copernicus

Dr. José Agustín García Reynoso
Instituto de Ciencias de la Atmósfera

PROYECTO FINANCIADO CON RECURSOS DEL FIDEICOMISO 1490 PARA APOYAR LOS PROGRAMAS, PROYECTOS Y ACCIONES AMBIENTALES DE LA MEGALÓPOLIS



Meta y objetivos

Meta

- Presentar la información que posee el programa europeo Copernicus. Iniciativa Sistema de Monitoreo Atmosférico Copernicus (CAMS).

Objetivos

Al finalizar esta lección, podrá:

- Identificar el tipo de información que presenta el sistema CAMS y su uso.
- Mencionar las cinco áreas principales de servicio.



Programa COPERNICUS

- Copernicus es el programa de la Unión Europea de observación y monitoreo de la Tierra, que analiza el planeta y su medio ambiente en beneficio de los ciudadanos europeos.
- Proporciona datos de manera operacional y servicios de información de forma gratuita sobre numerosas áreas de aplicación, gracias a una gran variedad de tecnologías, que van desde los satélites en el espacio a los sistemas de medición en tierra, mar y aire.
- Está coordinado y dirigido por la Comisión Europea la Agencia Espacial Europea (ESA), la Organización Europea para la Explotación de los Satélites Meteorológicos (EUMETSAT), el Centro Europeo de Predicción a Plazo Medio (ECMWF), las Agencias de la Unión Europea y Mercator Océano.



Servicios

- Los servicios Copernicus se nutren de las observaciones realizadas por los “Sentinels”, una constelación de satélites desarrollada dentro del programa. La información que proporcionan viene complementada por la procedente de decenas de satélites de Observación de la Tierra, las “misiones participantes”. Esta información se completa con datos de medición *in situ*, tomados con sensores locales.
- Al proporcionar la gran mayoría de los datos, análisis, previsiones y mapas de manera gratuita, Copernicus contribuye al desarrollo de aplicaciones y servicios innovadores. Estos pueden adaptarse a las necesidades específicas de grupos de usuarios, lo que repercute en una gran variedad de actividades económicas, culturales y de ocio, que pueden ir desde la planificación urbana a la arqueología, pasando por la navegación marítima o el sector de los seguros, entre otras.



Aplicaciones

Agricultura. Evaluación periódica de las áreas de cultivo, monitorización del desarrollo del cultivo a escala regional y mundial, evaluación de la seguridad alimentaria, estimación de las cosechas, apoyo a las prácticas agrícolas sostenibles (por ejemplo, las estimaciones de necesidades de riego).

Cambio Climático. Pruebas científicas sólidas de variables geofísicas relativas al cambio climático, indicadores climáticos (por ejemplo, aumento de la temperatura, aumento del nivel del mar, deshielo, calentamiento de los océanos), índices climáticos (por ejemplo, basado en registros de temperatura, de precipitaciones y de sequías).

Ambiente. Monitoreo de la composición atmosférica, de la nieve y del hielo, y de la biodiversidad, evaluación de los parámetros del ciclo del agua como la humedad del suelo o las masas de agua.



Aplicaciones (2)

Salud. Monitoreo de la calidad del aire a escala europea y de la composición atmosférica global, cartografía de posibles brotes de epidemias o enfermedades, preparación para emergencias de salud pública.

Seguros. Aplicaciones de apoyo a la modelización de riesgos, a la evaluación de daños así como a la gestión de reclamaciones.

Economía Azul. Vigilancia del medio marino para mejorar el conocimiento del mar y así apoyar el desarrollo sostenible de la economía en diversos sectores como el petróleo y el gas offshore, así como el turismo costero y marítimo.



Programa Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS)

El Servicio de Monitorización de la Atmósfera Copernico (The Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS)) proporciona datos e información de la composición de la atmósfera de forma continua.

Se focaliza en cinco áreas principales:

1. Composición de la atmósfera y calidad del aire,
2. Capa de ozono y radiación ultravioleta,
3. Flujos superficiales y emisiones,
4. Radiación solar y
5. Forzamiento climático.



Programa Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS)

- Proporciona información diaria de la composición atmosférica global mediante monitoreo y predicción de sus constituyentes tales como los gases de efecto invernadero (dióxido de carbono y metano), gases reactivos (por ejemplo, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre, etc.), ozono y aerosoles.
- Proporciona análisis en tiempo presente y predicciones de hasta 4 días, así como reanálisis de la calidad del aire en Europa. Esto permite una permanente evaluación del aire que respiramos.
- Proporciona información precisa y fiable de los recursos de radiación solar en la superficie de la Tierra a numerosas instituciones públicas y privadas involucradas en el uso de la energía solar, que es de gran importancia para áreas como la salud, la agricultura y las energías renovables.



Productos

- Registros globales de distribución, transporte, fuentes y sumideros de gases efecto invernadero y gases reactivos, y aerosoles.
- Pronósticos globales de gases reactivos y aerosoles.
- Pronósticos detallados y evaluación para calidad del aire de Europa.
- Registros y pronósticos de ozono estratosférico, radiación UV y energía solar.
- Soporte para políticas y servicios .

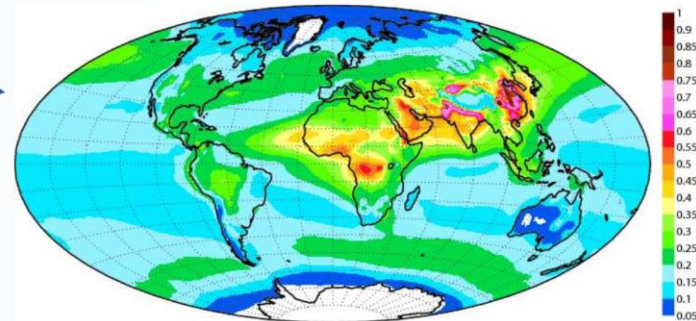


Productos de registro de datos

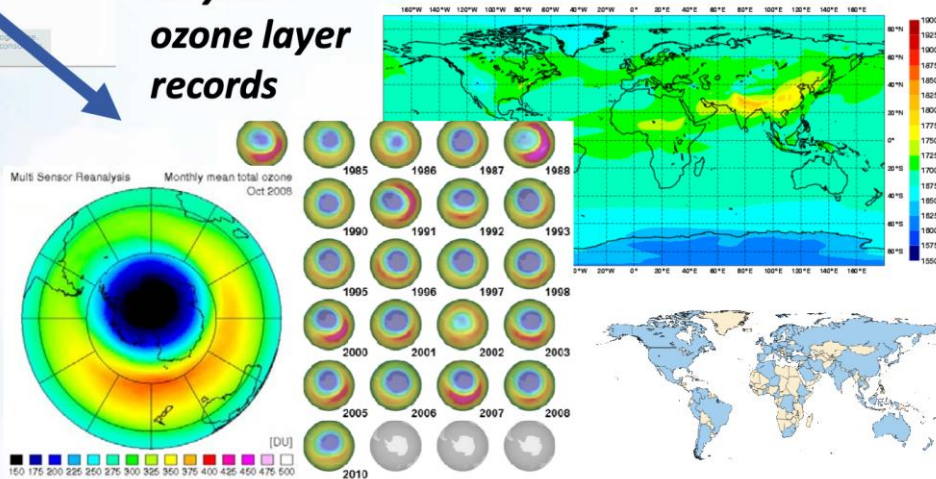
The screenshot shows the MACC website interface. At the top, it says "Monitoring atmospheric composition & climate" and "macc". Below that, there are navigation tabs: HOME, NEWS, ABOUT THE PROJECT, SERVICES, DATA PRODUCTS, DOCUMENTS, EVENTS, CONTACT US. A sidebar on the left lists "Home", "News", "About the Project", "Services", "Data Access", "Documents", "Events", "Contact us", "Today's Forecasts", "Reactive Gases", "Aerosols", "European Air Quality", and "UV Index". The main content area describes MACC as a pre-operational atmospheric service of the European GEMS programme. On the right, there are sections for "Services by theme" (European Air Quality, Global Atmospheric Composition, Climate, UV and Solar Energy) and "Services by user" (Health, Environment, Science Community, CITIZEN, Meteorology). At the bottom, it mentions MACC is a collaborative project funded by the European Community.

Composition (2003-2020)

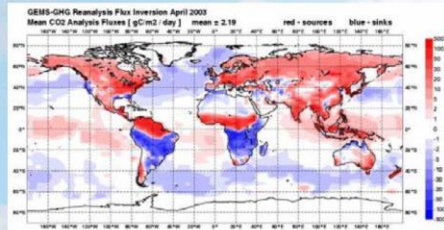
Aerosol Optical Depth



30 years ozone layer records



CO₂ and CH₄ surface flux inversions



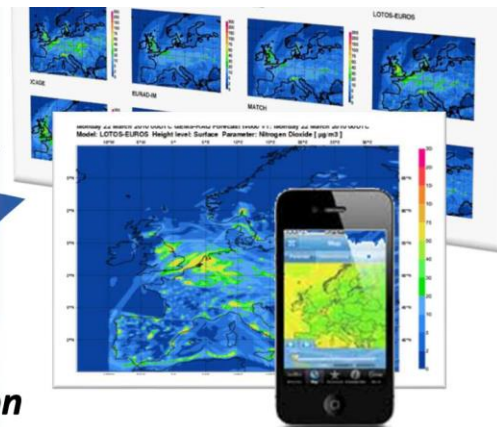
Productos de servicios en tiempo actual



European Air Quality

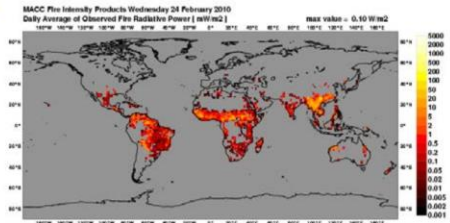
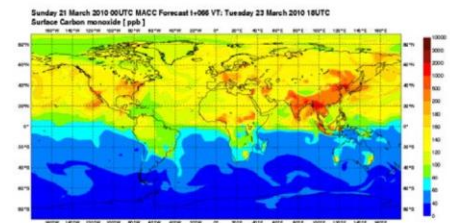
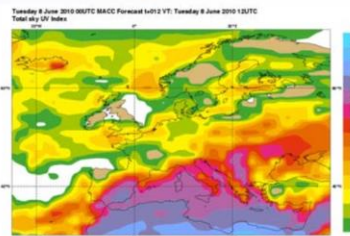
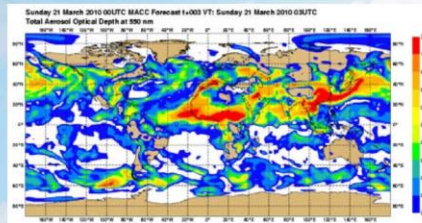
Global Pollution

Biomass burning emissions



Aerosol

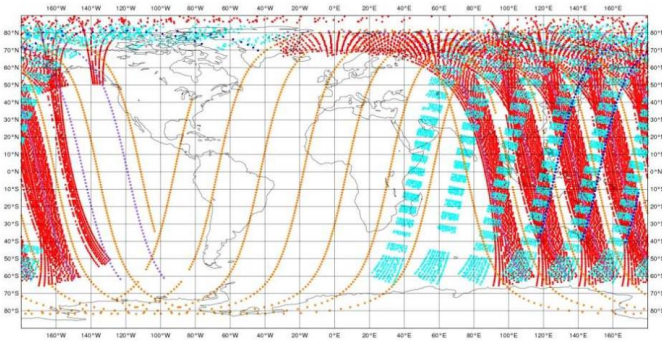
UV index



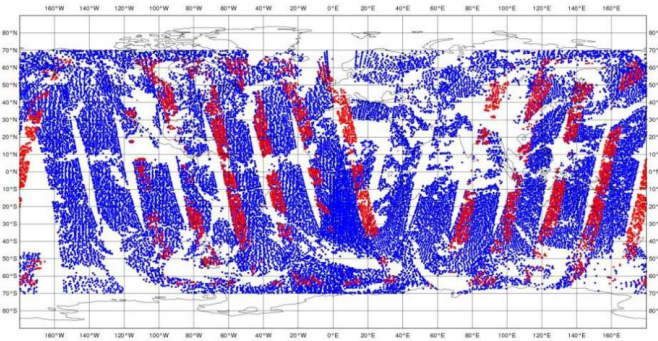
Combinación de varios satélites de observación en casi tiempo real para periodos de 12 horas

Ozone

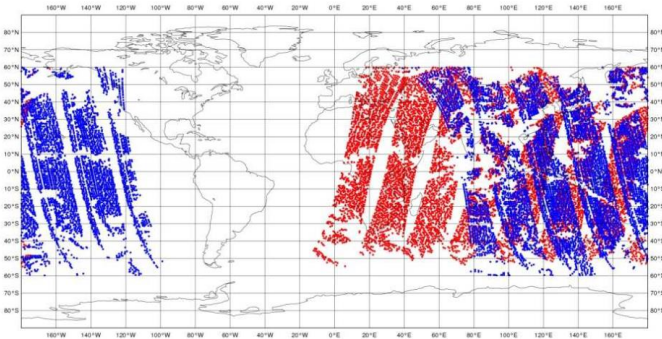
SCIA SBUV/2 SBUV/2
OMI NOAA-17 NOAA-18 MLS



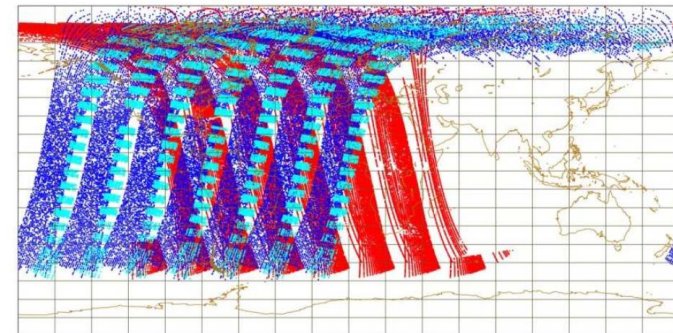
MOPITT CO IASI



OMI NO2 GOME-2



OMI SCIA SO2 GOME-2



Acceso y descarga de datos de CAMS

- Se presenta el procedimiento para descargar datos del sistema de monitoreo Atmosférico Copernicus.

Meta

Al terminar esta lección, el alumno estará capacitado para:

- Identificar las bases de datos sobre calidad del aire.
- Descargar los datos para generar pronósticos locales a partir del pronóstico global.



Sitio Copernicus

- Copernicus es el Programa de Observación de la Tierra de la Unión Europea.
- CAMS es el Servicio de Vigilancia de la Atmósfera de Copernicus (Copernicus Atmosphere Monitoring Service).
- Información planetaria de calidad sobre contaminación, energía solar, gases de efecto invernadero y forzamiento climático.
- <https://atmosphere.copernicus.eu/>

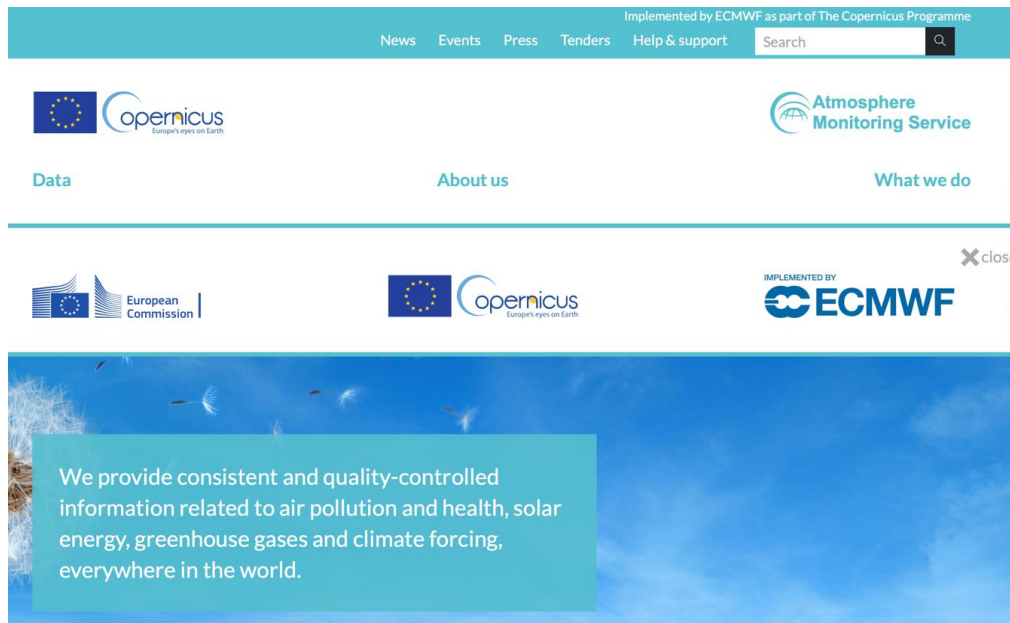


Datos Disponibles

- Datos meteorológicos.
- Radiación UV.
- Aerosoles.
- Gases.
- Material particulado.
- Reanálisis desde 2003.
- Actualmente cubre el periodo 2003-2020.
- Se actualiza cada año con los datos del año anterior.
- Predicciones hasta D+5.
- Incluye datos meteorológicos (pero no de los últimos 5 días).

El acceso a los datos:

<https://ads.atmosphere.copernicus.eu/#!/home>



Implemented by ECMWF as part of The Copernicus Programme

News Events Press Tenders Help & support Search

European Commission | Copernicus Europe's eyes on Earth | Atmosphere Monitoring Service

Data About us What we do

European Commission | Copernicus Europe's eyes on Earth | IMPLEMENTED BY ECMWF

close

We provide consistent and quality-controlled information related to air pollution and health, solar energy, greenhouse gases and climate forcing, everywhere in the world.



REGISTRO o ACCESO

The screenshot shows the top navigation bar of the Atmosphere Data Store website. On the left, there are logos for the European Commission, Copernicus (Europe's eyes on Earth), and ECMWF (Atmosphere Monitoring Service). In the center, there is a 'REGISTRO' button with a red arrow pointing to a 'Login/register' button. Below the navigation bar, there is a teal bar with the text 'Home Search Datasets Support'. The main content area below this bar is titled 'Atmosphere Data Store'.

Welcome to the Atmosphere Data Store
Dive into this wealth of information about the Earth's past, present and future Atmosphere.
It is freely available and functions as a one-stop shop to explore Atmosphere data. [Register for free](#) to obtain access to the ADS.
We are constantly improving the services and adding new datasets. For latest announcements, watch the posts on the [CAMS forum](#).

Enter search term(s) All Search



Atmosphere Data Store API



Access the ECMWF Support Portal



Access the CAMS website



Abrir Cuenta

Si no se tiene, se crea una

Home Search Datasets Support

Log in

Log in Create new account Reset your password

Email

Password

Log in

About CAMS Contact us Cookies Disclaimer / Privacy



Creación de cuenta

1. Se requiere de una dirección de correo válida.
2. Se proporciona un password.
3. Datos del país y sector.
4. Se puede crear una cuenta individual o especificando una institución.
5. Al final se da click en el botón verde que muestra “Create new account”

Create new account

[Log in](#) [Create new account](#) [Reset your password](#)

1

2 Password Password strength:

2 Confirm password

Status	Constraint
Fail - Password must contain at least 1 numeric character.	Password must contain 1 numeric character
Fail - Password length must be at least 7 characters.	Password character length of at least 7 characters
Fail - New role was added or existing password policy changed. Please update your password.	Password must not contain the user's username.

First name

Surname

Country

3 Sector

4 I am registering on behalf of an organisation

Please note that you can register for and on behalf of any entity, if you are entitled to do so. This account and all licenses registered thereunder will then have effect for that entity. Please specify the legal entity precisely, including any required pre-/suffixes (e.g. "Ltd." or "GmbH"). If you choose not to register an entity, this account and all licenses will entitle and oblige yourself only. You can change your registration details at any time with effect for the future.


Organisation

Terms of use of the Copernicus Atmosphere Data Store [View terms](#)

Data protection and privacy statement [View terms](#)

CAPTCHA

This question is for testing whether or not you are a human visitor and to prevent automated spam submissions.



What code is in the image?

Enter the characters shown in the image.

[Get new captcha!](#)

5



Navegación en las bases de datos

- Se elige el conjunto de datos que sea de nuestro interés,
- O se realiza una búsqueda con el menú del lado izquierdo.

En el sitio:

<https://ads.atmosphere.copernicus.eu/cdsapp#!/search?type=dataset>



The screenshot shows the Copernicus ADS search results page. At the top, there are logos for the European Union, Copernicus, ECMWF, and the Atmosphere Monitoring Service. A navigation bar includes links for Home, Search, Datasets, and Support, along with a Login/register button. The main content area is titled 'Search results' and features a search bar with the text 'Search dataset' and a magnifying glass icon. Below the search bar, there are tabs for 'All' and 'Datasets'. A 'Sort by' section on the left lists 'Relevancy' (selected), 'Title', 'Product type', 'Variable domain', 'Spatial coverage', and 'Temporal coverage'. The search results are displayed as a list of three items, each with a database icon, a title, and a brief description:

- CAMS global emission inventories**
This data set contains gridded distributions of global anthropogenic and natural emissions. Natural and anthropogenic emissions of atmospheric pollutants and greenhouse gases are key drivers of the evolution of the composition of the atmosphere, so an accurate representation of them in forecast models of atmospheric composition is essential. CAMS compiles inventories of emission data that serve as...
- CAMS global greenhouse gas reanalysis (EGG4)**
This dataset is part of the ECMWF Atmospheric Composition Reanalysis focusing on long-lived greenhouse gases: carbon dioxide (CO₂) and methane (CH₄). The emissions and natural fluxes at the surface are crucial for the evolution of the long-lived greenhouse gases in the atmosphere. In this dataset the CO₂ fluxes from terrestrial vegetation are modelled in order to simulate the variability across a ...
- CAMS global greenhouse gas reanalysis (EGG4) monthly averaged fields**
This dataset is part of the ECMWF Atmospheric Composition Reanalysis focusing on long-lived greenhouse gases: carbon dioxide (CO₂) and methane (CH₄). The emissions and natural fluxes at the surface are crucial for the evolution of the long-lived greenhouse gases in the atmosphere. In this dataset the CO₂ fluxes from terrestrial vegetation are modelled in order to simulate the variability across a ...



Generación de script de descarga

Se puede emplear, **Atmosphere (composition)** con cobertura **Global** y cobertura temporal **Future**
Lo anterior lo reduce a un solo conjunto:

The screenshot shows the Atmosphere Monitoring Service interface. At the top, there are logos for the European Commission, Copernicus, ECMWF, and Atmosphere Monitoring Service. The user 'Agustin Garcia' is logged in. The search results page displays a search bar and filters for 'All' and 'Datasets'. The search results are sorted by 'Relevancy'. The filters are: Variable domain (Atmosphere (composition) (1)), Spatial coverage (Europe (1), Global (1)), and Temporal coverage (Future (1), Past (7), Present (1)). The search results show one result: 'CAMs global atmospheric composition forecasts'. The description states: 'CAMs produces global forecasts for atmospheric composition twice a day. The forecasts consist of more than 50 chemical species (e.g. ozone, nitrogen dioxide, carbon dioxide) and seven different types of aerosol (desert dust, sea salt, organic matter, black carbon, sulphate, nitrate and ammonium aerosol). In addition, several meteorological variables are available as well. The initial conditions of...'



Generación de script de descarga

Al dar click sobre el conjunto se muestran tres pestañas:



The screenshot shows the top of the CAMS website. It includes logos for the European Commission, Copernicus (Europe's eyes on Earth), ECMWF (Implemented by), and the Atmosphere Monitoring Service. The user name 'Agustin Garcia' and a 'Logout' button are in the top right. A navigation bar contains links for 'Home', 'Search', 'Datasets', 'Your requests', and 'Support'. Below the navigation bar, the main heading reads 'CAMS global atmospheric composition forecasts'.

[Overview](#) [Download data](#) [Documentation](#)

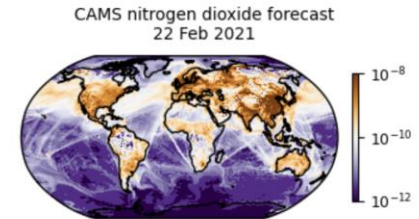
CAMS produces global forecasts for atmospheric composition twice a day. The forecasts consist of more than 50 chemical species (e.g. ozone, nitrogen dioxide, carbon dioxide) and seven different types of aerosol (desert dust, sea salt, organic matter, black carbon, sulphate, nitrate and ammonium aerosol). In addition, several meteorological variables are available as well.

The initial conditions of each forecast are obtained by combining a previous forecast with current satellite observations through a process called data assimilation. This best estimate of the state of the atmosphere at the initial forecast time step, called the analysis, provides a globally complete and consistent dataset allowing for estimates at locations where observation data coverage is low or for atmospheric pollutants for which no direct observations are available.

The forecast itself uses a model of the atmosphere based on the laws of physics and chemistry to determine the evolution of the concentrations of all species over time for the next five days. Apart from the required initial state, it also uses inventory-based or observation-based emission estimates as a boundary condition at the surface.

The CAMS global forecasting system is upgraded about once a year resulting in technical and scientific changes. The horizontal or vertical resolution can change, new species can be added, and more generally the accuracy of the forecasts can be improved. Details of these system changes can be found in the documentation. Users looking for a more consistent long-term data set should consider using the CAMS Global Reanalysis instead, which is available through the ADS and spans the period from 2003 onwards.

Finally, because the meteorological variables in the forecast do not fall within the general CAMS data licence, they are only available with a delay of 5 days.



- Se selecciona **Download data**
- Se especifican los gases a obtener 1, los niveles verticales 2, el período de tiempo 3 y en área geográfica 4

1 Variables

Variable ⓘ

▸ Single level

▾ Multi level

<input type="checkbox"/> Ammonium aerosol mass mixing ratio	<input checked="" type="checkbox"/> Carbon monoxide
<input type="checkbox"/> Dust aerosol (0.03 - 0.55 µm) mixing ratio	<input type="checkbox"/> Dust aerosol (0.55 - 0.9 µm) mixing ratio
<input type="checkbox"/> Dust aerosol (0.9 - 20 µm) mixing ratio	<input type="checkbox"/> Ethane
<input type="checkbox"/> Formaldehyde	<input type="checkbox"/> Hydrogen peroxide
<input type="checkbox"/> Hydrophilic black carbon aerosol mixing ratio	<input type="checkbox"/> Hydrophilic organic matter aerosol mixing ratio
<input type="checkbox"/> Hydrophobic black carbon aerosol mixing ratio	<input type="checkbox"/> Hydrophobic organic matter aerosol mixing ratio
<input type="checkbox"/> Hydroxyl radical	<input type="checkbox"/> Isoprene
<input type="checkbox"/> Methane	<input type="checkbox"/> Nitrate coarse mode aerosol mass mixing ratio
<input type="checkbox"/> Nitrate fine mode aerosol mass mixing ratio	<input type="checkbox"/> Nitric acid
<input checked="" type="checkbox"/> Nitrogen dioxide	<input type="checkbox"/> Nitrogen monoxide
<input checked="" type="checkbox"/> Ozone	<input type="checkbox"/> Peroxyacetyl nitrate
<input type="checkbox"/> Propane	<input type="checkbox"/> Sea salt aerosol (0.03 - 0.5 µm) mixing ratio
<input type="checkbox"/> Sea salt aerosol (0.5 - 5 µm) mixing ratio	<input type="checkbox"/> Sea salt aerosol (5 - 20 µm) mixing ratio
<input type="checkbox"/> Specific humidity	<input type="checkbox"/> Sulphate aerosol mixing ratio
<input checked="" type="checkbox"/> Sulphur dioxide	<input type="checkbox"/> Temperature
<input type="checkbox"/> U-component of wind	<input type="checkbox"/> V-component of wind

[Select all](#) [Clear all](#)

3. Fechas

Date ⓘ

Fecha y tiempo de inicio de pronóstico

Start:

End:

Time ⓘ

At least one selection must be made

00:00 12:00

[Select all](#)

2 niveles de presión

Pressure level

<input type="checkbox"/> 1 hPa	<input type="checkbox"/> 2 hPa
<input type="checkbox"/> 3 hPa	<input type="checkbox"/> 5 hPa
<input type="checkbox"/> 7 hPa	<input type="checkbox"/> 10 hPa
<input type="checkbox"/> 20 hPa	<input type="checkbox"/> 30 hPa
<input type="checkbox"/> 50 hPa	<input type="checkbox"/> 70 hPa
<input type="checkbox"/> 100 hPa	<input type="checkbox"/> 150 hPa
<input type="checkbox"/> 200 hPa	<input type="checkbox"/> 250 hPa
<input type="checkbox"/> 300 hPa	<input type="checkbox"/> 400 hPa
<input type="checkbox"/> 500 hPa	<input type="checkbox"/> 600 hPa
<input type="checkbox"/> 700 hPa	<input type="checkbox"/> 800 hPa
<input type="checkbox"/> 850 hPa	<input type="checkbox"/> 900 hPa
<input type="checkbox"/> 925 hPa	<input type="checkbox"/> 950 hPa
<input type="checkbox"/> 1000 hPa	

4. Área

Area

Full model area

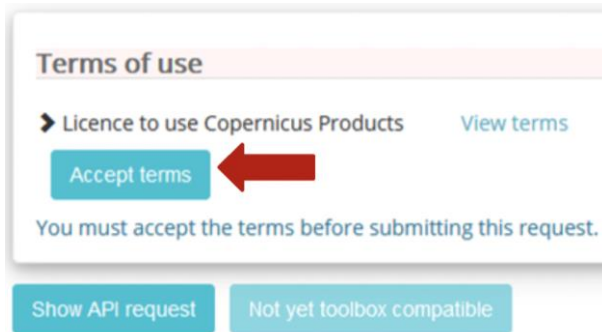
Restricted area ⓘ

	North	
	<input type="text" value="21"/>	
West		East
<input type="text" value="-101"/>		<input type="text" value="-97"/>
	South	
	<input type="text" value="18"/>	



Generación de script de descarga

1. Es importante aceptar los términos de la licencia para los productos



Terms of use

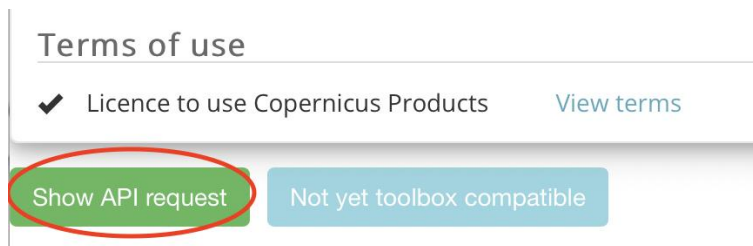
► Licence to use Copernicus Products [View terms](#)

Accept terms ←

You must accept the terms before submitting this request.

Show API request Not yet toolbox compatible

2. Se obtiene el código de la petición



Terms of use

✓ Licence to use Copernicus Products [View terms](#)

Show API request Not yet toolbox compatible

3. Con pulsar el botón se obtiene el código para realizar la petición

Please go to [the documentation page](#) for information as to how to use the CDS API.

```
import cdsapi

c = cdsapi.Client()

c.retrieve(
    'cams-global-atmospheric-composition-forecasts',
    {
        'type': 'forecast',
        'format': 'netcdf_zip',
        'variable': [
            'carbon_monoxide', 'nitrogen_dioxide', 'ozone',
            'sulphur_dioxide',
        ],
        'date': '2022-08-23/2022-08-23',
        'area': [
            21, -101, 18,
            -97,
        ],
        'model_level': '137',
        'time': '00:00',
        'leadtime_hour': [
            '27', '30', '33',
            '36', '39', '42',
            '45',
        ],
    },
    'download.netcdf_zip')
```



CDS API

Una vez registrado se puede proceder a bajar los datos mediante un servicio de Interfaz de programación de aplicaciones (API):

- CDS API es un servicio que permite el acceso programático a los datos CAMS.
- Escribir programas que descarguen y procesen los datos de forma automática -<https://ads.atmosphere.copernicus.eu/api-how-to>

Para poder emplear esta interfaz se requieren de los pasos de instalación de paquetes del Tema 2 Parte 1 inciso 21:

- Dentro del equipo local en el ambiente de conda se ejecuta los siguientes comandos:

```
conda update conda
```

```
conda activate curso
```

```
conda install -c conda-forge cdsapi
```

