

# El Centro de Investigación Atmosférica de Izaña 100 años observando la atmósfera



The Izaña Atmospheric Research Centre  
100 years of atmospheric observation



Centro de Investigación Atmosférica de Izaña/  
Izaña Atmospheric Research Centre  
Calle La Marina, 20  
38001, Santa Cruz de Tenerife  
España/Spain  
<http://izana.aemet.es>

Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)/  
State Meteorological Agency of Spain  
Calle Leonardo Prieto Castro, 8  
28071, Madrid,  
España/Spain  
[www.aemet.es](http://www.aemet.es)

NIPO: 281-15-025-1





# Centenario del Observatorio de Izaña: 1916-2016



<http://izana100.aemet.es>

Izaña Observatory Centenary: 1916-2016



## ¿Quiénes somos?

El Centro de Investigación Atmosférica de Izaña (CIAI) está integrado en la Dirección de Planificación, Estrategia y Desarrollo Comercial de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). Actualmente AEMET está adscrita al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

El CIAI es también una Unidad Asociada Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) a través del Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua (IDAEA), bajo la denominación de "Grupo para el Estudio de la Contaminación Atmosférica".

## About us

The Izaña Atmospheric Research Centre (IARC) is part of the Planning, Strategy and Business Development Department of the State Meteorological Agency of Spain (AEMET). AEMET is an agency of the Spanish Ministry of Agriculture, Food and Environment.

The IARC is also an Associated Unit of the “Consejo Superior de Investigaciones Científicas” (CSIC), the Spanish National Research Council, through the Institute of Environmental Assessment and Water Research (IDAEA).



## ¿A qué nos dedicamos?

El Centro de Investigación Atmosférica de Izaña lleva a cabo actividades de investigación y vigilancia de los componentes atmosféricos capaces de propiciar un cambio en el clima de la Tierra (gases de efecto invernadero y aerosoles), un deterioro de la capa de ozono mundial, así como el de aquellos componentes que juegan un papel fundamental en la calidad del aire, tanto a escala local como global.

Es también un centro que participa en numerosas actividades de evaluación de sensores atmosféricos terrestres y a bordo de satélites. Asimismo colabora con diferentes instituciones en el desarrollo de nuevos sistemas de observación de la atmósfera.

## Our work

The Izaña Atmospheric Research Centre conducts monitoring and research activities related to atmospheric constituents that are capable of forcing change in the climate of the Earth (greenhouse gases and aerosols), that may cause depletion of the ozone layer, and that play key roles in air quality on a local to global scale.

The IARC is also involved in numerous evaluation activities of both ground based and satellite-borne atmospheric sensors. The centre also collaborates with different institutions in the development of new systems for monitoring the atmosphere.



# Nuestra historia: 100 años observando la atmósfera

El interés en la isla de Tenerife como sitio para la investigación de la atmósfera se remonta a 1643 cuando La Royal Society of London envió a su cima a dos de sus miembros para “medir el peso del aire y la elevación de la atmósfera”.

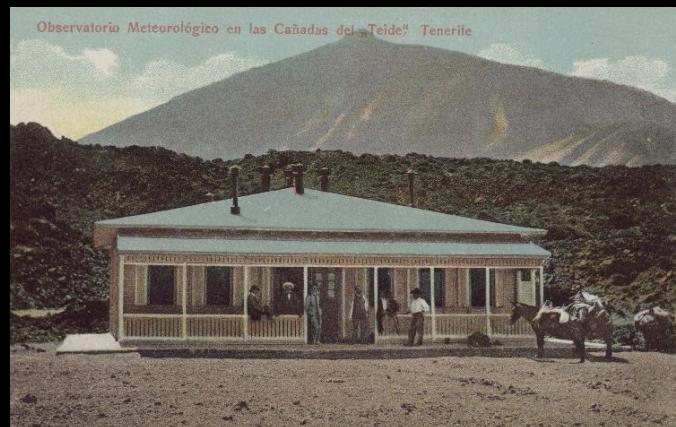
En los siglos XVIII y XIX hubo varias campañas científicas en Tenerife en las que desarrollaron actividades de investigación de la atmósfera.

En 1909, se iniciaron negociaciones diplomáticas entre los gobiernos de España y Alemania para el establecimiento de un observatorio atmosférico permanente en las cumbres de Tenerife. Mientras tanto, en el otoño de 1909, se construyó un observatorio meteorológico provisional localizado en Las Cañadas del Teide.

El 1 de enero de 1916, fue inaugurado el Observatorio Atmosférico de Izaña. Desde su inicio ha mantenido observaciones meteorológicas y atmosféricas, obteniéndose un registro único de 100 años en 2016.

En 1984, los gobiernos de España y Alemania firmaron un convenio para el establecimiento de una estación de la red internacional de contaminación atmosférica de fondo (BAPMoN; Background Atmospheric Pollution Monitoring Network) en Izaña.

En 1989, las redes de estaciones desarrolladas bajo el amparo de la OMM -la red BAPMoN y el Sistema Mundial de Observación del Ozono- se unen para crear el programa de Vigilancia Atmosférica Global, del que forma parte actualmente el Observatorio Atmosférico de Izaña como una de las 30 estaciones globales.



## Our history: 100 years of atmospheric observation

Interest in Tenerife as a site for atmospheric research can be traced as far back as 1643 when the Royal Society of London sent two of its members to "measure the weight of the air and the height the atmosphere."

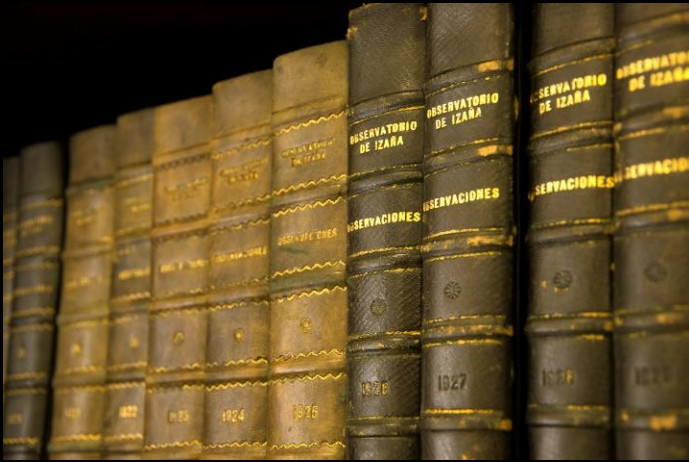
In the eighteenth and nineteenth centuries there were various scientific campaigns based on Tenerife conducting atmospheric research.

In 1909, diplomatic negotiations were initiated between the Spanish and German governments to establish a permanent atmospheric observatory on the summit of Tenerife. Meanwhile, in autumn 1909, a provisional meteorological observatory located in Las Cañadas del Teide was constructed.

On 1 January 1916, the Izaña Atmospheric Observatory was inaugurated. Since that date it has carried out meteorological and atmospheric observations, providing a unique 100-year record in 2016.

In 1984, the governments of Spain and Germany signed an Agreement by which the observatory became a station of the World Meteorological Organization (WMO) Background Atmospheric Pollution Monitoring Network (BAPMoN) under joint co-operation.

In 1989, BAPMoN and the Global Ozone Observing System merged in the current Global Atmosphere Watch (GAW) programme of which Izaña Atmospheric Observatory is one of the 30 GAW Global stations.



## El Programa VAG

El CIAI contribuye al sistema de Vigilancia Atmosférica Global (VAG) de la OMM y a programas de otras redes asociadas a la VAG con el Observatorio Atmosférico de Izaña (IZO) y al Programa GURME con el Observatorio de Santa Cruz de Tenerife (SCO). El sistema VAG de la OMM se estableció en 1989 y ha desarrollado un gran número de actividades de vigilancia e investigación en el campo del medio ambiente atmosférico. El objetivo principal de la VAG es proporcionar datos e información adicional sobre la composición química y características físicas relacionadas con la atmósfera, así como sus tendencias, requeridas para mejorar nuestra comprensión sobre el comportamiento de la atmósfera y sus interacciones con el océano y la biosfera. Los datos recogidos en las estaciones de vigilancia VAG son particularmente importantes para entender la relación entre la variación de la composición atmosférica y los cambios del clima a nivel mundial y regional.

## The GAW Programme

The IARC contributes to the WMO Global Atmosphere Watch (GAW) programme with the high altitude Izaña Atmospheric Observatory (IZO) and to the GURME programme with the Santa Cruz de Tenerife Observatory (SCO). The WMO GAW system was established in 1989 and has integrated a number of WMO research and monitoring activities in the field of atmospheric environment. The main objective of GAW is to provide data and other information on the chemical composition and related physical characteristics of the atmosphere and their trends, required to improve understanding of the behaviour of the atmosphere and its interactions with the oceans and the biosphere. The data collected at the GAW monitoring stations are particularly essential to further understanding of the relationship between changing atmospheric composition and changes of global and regional climate.





## Nuestras instalaciones

El Centro de Investigación Atmosférica de Izaña gestiona cuatro observatorios en Tenerife: 1) El Observatorio Atmosférico de Izaña, un Observatorio del Programa VAG de importancia mundial, representativo de las condiciones de troposfera libre; 2) Santa Cruz Observatorio, una estación urbana con medidas complementarias a IZO y observaciones adicionales de calidad del aire; 3) Observatorio del Botánico (BTO), desde donde se lanzan ozonosondas semanalmente; y 4) Observatorio del Pico del Teide (TPO) con cielos extremadamente limpios dada su gran altitud, donde se realizan algunas observaciones de radiación y aerosoles para complementar el programa IZO.



## Our facilities

The Izaña Atmospheric Research Centre manages four observatories in Tenerife: 1) Izaña Atmospheric Observatory, a GAW Observatory of global importance, representative of free-troposphere conditions; 2) Santa Cruz Observatory, an urban station with complementary measurements to IZO and additional air quality oriented observations; 3) Botanic Observatory (BTO) where ozonesondes are launched on a weekly basis; and 4) Teide Peak Observatory (TPO), a high altitude site with pristine skies, where radiation and aerosols observations are performed to complement the IZO programme.





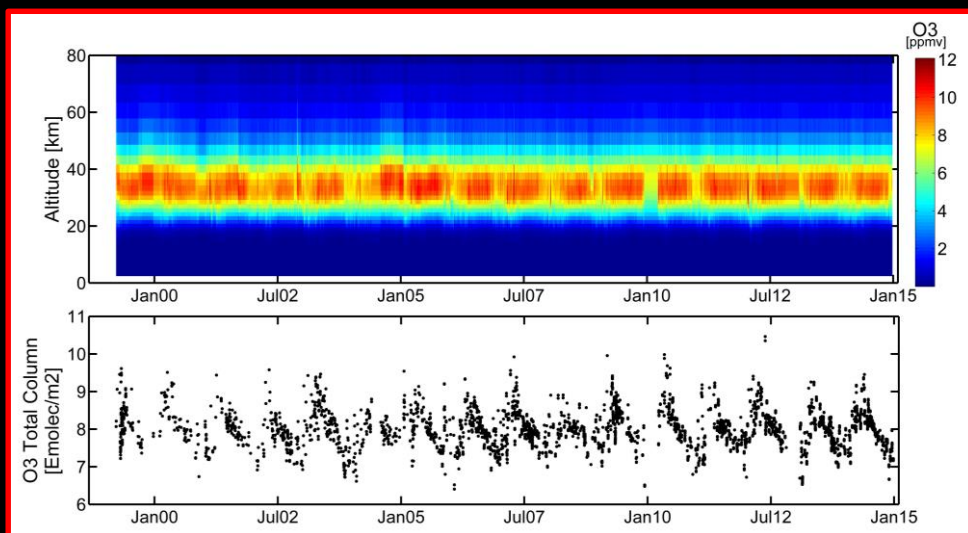
# The NDACC programme

NDACC (Network for the Detection of Atmospheric Composition Change) is an international network for monitoring atmospheric composition using remote measurement techniques, consisting of more than 70 stations distributed globally. Originally, NDACC was created to monitor the physical and chemical changes in the stratosphere, with special emphasis on the evolution of the ozone layer and the substances responsible for its destruction known as Ozone Depleting Substances (ODS).

The current objectives of NDACC are to observe and to understand the physicochemical processes of the upper troposphere and stratosphere, and their interactions, and detect long-term trends of atmospheric composition. A key goal is to establish the connections between climate change and global atmospheric composition.

The Izaña Atmospheric Research Centre contributes to NDACC in four measurement programmes (organization responsible for the programme in brackets):

- 1) Brewer (AEMET) for the measurement of column  $O_3$  since 1991,
- 2) Ozone soundings (AEMET) to obtain  $O_3$  vertical profiles up to  $\sim 35$  km since 1992,
- 3) DOAS / UV-VIS (INTA) for column  $NO_2$  and  $O_3$  since 2003,
- 4) FTIR (IMK-KIT) for measuring total column and vertical profiles of  $C_2H_6$ ,  $CH_4$ ,  $ClONO_2$ ,  $CO$ ,  $COF_2$ ,  $HCl$ ,  $HCN$ ,  $HF$ ,  $HNO_3$ ,  $N_2O$ ,  $NO_2$ ,  $NO$ ,  $O_3$  and  $SCO$  since 1999.

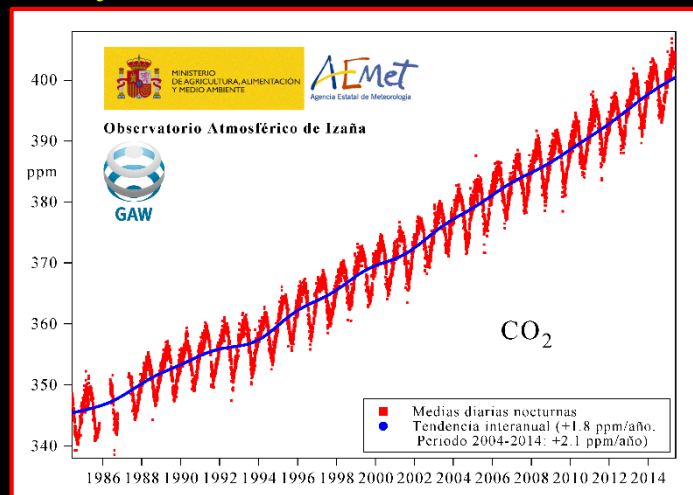


Series temporal y perfil vertical de FTIR ozono ( $O_3$ ) 1999-2014: Observatorio Atmosférico de Izaña  
Time series and vertical profile of FTIR ozone ( $O_3$ ) 1999-2014: Izaña Atmospheric Observatory



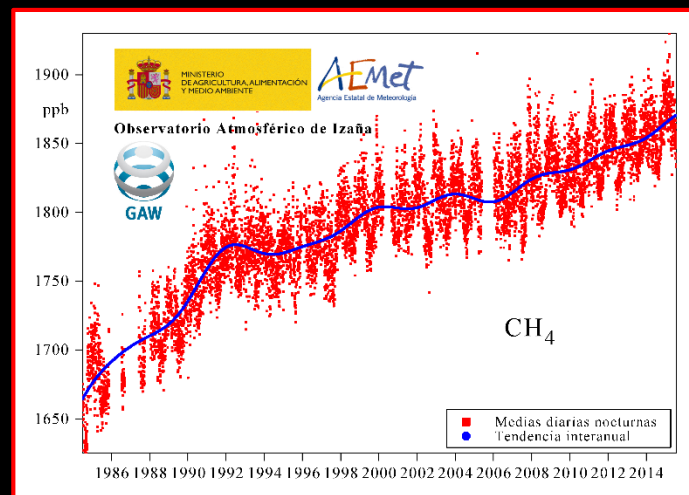
## Gases de efecto invernadero y calentamiento global

La temperatura media global de equilibrio del aire junto a la superficie de la Tierra viene determinada por un equilibrio entre la radiación solar entrante y la radiación infrarroja emitida por la Tierra hacia el espacio. Dicha temperatura de equilibrio es mayor cuanto mayor es la cantidad de gases de efecto invernadero en la atmósfera (como el vapor de agua, dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) y óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ )). Desde la revolución industrial, las concentraciones de gases de efecto invernadero de larga vida en la atmósfera se están incrementando debido a las emisiones antropogénicas. Esto está intensificando el efecto invernadero: ha provocado un desequilibrio radiativo transitorio (también llamado forzamiento radiativo) que está incrementando la temperatura media global, de forma muy lenta debido al muy largo tiempo que lleva calentar los océanos (cientos de años). La temperatura seguirá incrementándose lentamente hasta que se alcance la nueva temperatura de equilibrio (ésta también está creciendo, ya que las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera siguen aumentando), y en ese momento, volvería a haber equilibrio entre la radiación solar entrante e infrarroja saliente.



## Greenhouse gases and global warming

The average global equilibrium air temperature at the surface of the Earth is determined by a balance between incoming solar radiation and outgoing infrared radiation emitted by the Earth into space. This equilibrium temperature is greater the greater the amount of greenhouse gases in the atmosphere (such as water vapour, carbon dioxide ( $\text{CO}_2$ ), methane ( $\text{CH}_4$ ) and nitrous oxide ( $\text{N}_2\text{O}$ )). Since the industrial revolution, concentrations of greenhouse gases with a long lifetime in the atmosphere are increasing due to anthropogenic emissions. This enhanced greenhouse effect has caused a transitional radiative disequilibrium (also called radiative forcing) which is increasing the global average temperature, very slowly due to the long time it takes to heat the oceans (hundreds of years). The temperature will slowly increase until the new equilibrium temperature is reached (this is also increasing, because the concentrations of greenhouse gases in the atmosphere are increasing), and at that time, there would be a balance between incoming solar and outgoing infrared radiation.



## Medida de gases de efecto invernadero

En Izaña se miden in situ, y con gran exactitud, el dióxido de carbono y el metano desde 1984, y el óxido nítrico y el hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) desde 2007. La gran exactitud requerida para estas medidas se debe a la necesidad de conocer las pequeñas diferencias en las medidas de unos observatorios a otros; la larga vida de estos gases hace que estén muy bien mezclados en la atmósfera. Estas medidas permiten conocer la distribución espacial de las fuentes y sumideros de estos gases. Además, en Izaña se toman muestras de aire para otras instituciones (NOAA, Universidad de Heidelberg).



En 2013, se implementó en Izaña un sistema para poder medir también el aire contenido en matraces, con muestras tomadas desde aviones.

Las observaciones in situ se complementan con la medida de la columna atmosférica y el perfil vertical de los gases de efecto invernadero más importantes empleando la técnica remota FTIR (espectrometría infrarroja). Esta técnica permite derivar las concentraciones de H<sub>2</sub>O, HDO, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O en Izaña desde 1999 y de CO<sub>2</sub> desde 2007, además de las moléculas descritas en la sección correspondiente al Programa NDACC.

## Greenhouse gas measurements

Carbon dioxide and methane (since 1984) and nitrous oxide and sulphur hexafluoride (SF<sub>6</sub>) from 2007, are measured with great accuracy at the Izaña Atmospheric Observatory. These measurements require a high accuracy so that we can detect the small differences that exist between measurements taken in other observatories around the world; the long life of these gases makes them very well mixed in the atmosphere. This allows the spatial distribution of sources and sinks of greenhouse gases to be determined. Furthermore, air samples are taken at Izaña for other institutions (NOAA, University of Heidelberg).

In 2013, a system was implemented at Izaña to measure air in flasks with samples taken from airplanes.

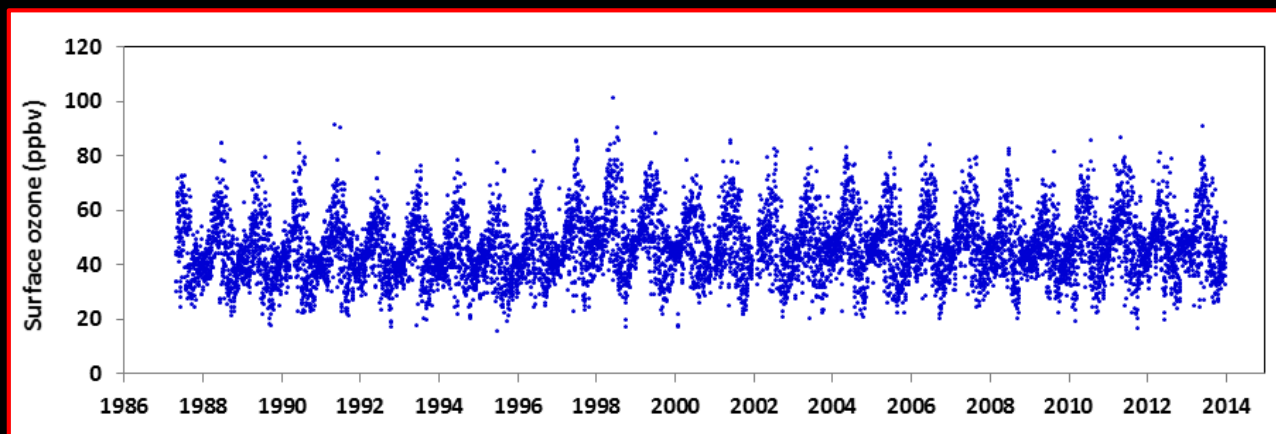


The in-situ observations are complemented by measuring the atmospheric column and vertical profile of the most important greenhouse gases using the FTIR remote sensing technique. Concentrations of H<sub>2</sub>O, HDO, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O at Izaña have been derived using the FTIR technique since 1999, and CO<sub>2</sub> since 2007, in addition to the molecules described in the NDACC Programme section.

# Gases reactivos: La calidad del aire a nivel global

Los gases reactivos son muy diversos e incluyen el ozono superficial ( $O_3$ ), monóxido de carbono (CO), compuestos de nitrógeno ( $NO_x$ ,  $NO_y$ ), dióxido de azufre ( $SO_2$ ) y compuestos orgánicos volátiles (COV). Todos estos compuestos juegan un papel importante en la química de la atmósfera y, como tal, están fuertemente involucrados en interrelaciones entre la química atmosférica y el clima, ya sea mediante el control del ozono troposférico y la capacidad oxidante de la atmósfera, o por medio de la formación de aerosoles.

En Izaña se llevan a cabo medidas muy precisas de  $O_3$  superficial desde 1987, de CO desde 2004 y  $NO_x$  y  $SO_2$  desde 2006 mediante el uso de diferentes técnicas. Perfiles de ozono vertical (desde el nivel del suelo hasta que  $\sim 35$  km de altitud) se obtienen a partir de 1992 mediante ozonosondas químicas. También se realizan medidas de  $O_3$ ,  $NO_2$  y  $SO_2$  mediante el uso de técnicas de teledetección como son la espectroscopía de absorción óptica diferencial (DOAS) y la espectroradiometría, algunos de ellos en colaboración con el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial, principalmente para evaluar medidas realizadas por sensores a bordo de satélites con el fin de realizar una vigilancia de la calidad de aire de forma continua nivel global.



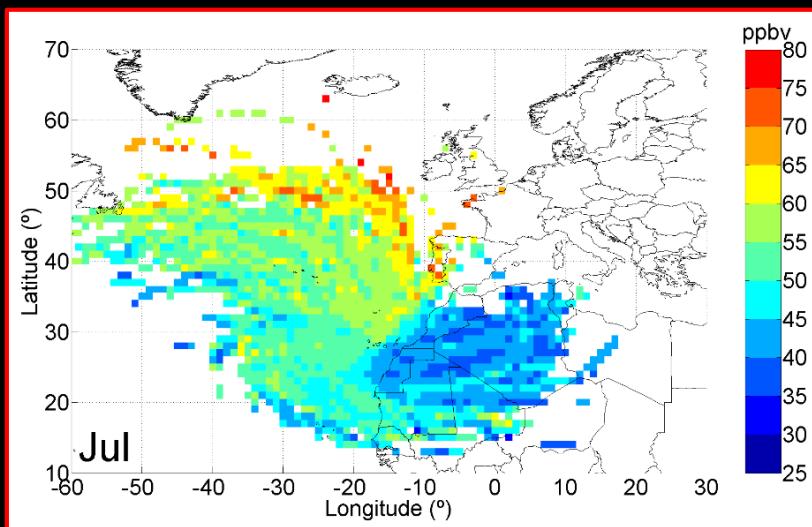
Serie temporal del ozono superficial del Observatorio Atmosférico de Izaña (1987-2014)

Daily (night period) surface ozone at Izaña Atmospheric Observatory (1987-2014)

# Reactive gases: Air quality on a global scale

The reactive gases are very diverse and include surface ozone ( $O_3$ ), carbon monoxide (CO), oxidised nitrogen compounds ( $NO_x$ ,  $NO_y$ ), sulphur dioxide ( $SO_2$ ), and volatile organic compounds (VOCs). All of these compounds play a major role in the chemistry of the atmosphere and as such are heavily involved in inter-relationships between atmospheric chemistry and climate, either through control of ozone and the oxidising capacity of the atmosphere, or through the formation of aerosols.

Highly accurate measurements of in-situ surface  $O_3$  started at the Izaña Atmospheric Observatory in 1987, CO in 2004, and  $NO_x$  and  $SO_2$  in 2006. Vertical ozone profiles (from ground level up to  $\sim 35$  km altitude) have been obtained since 1992 using chemical ozonesondes. In addition, total column  $O_3$ ,  $NO_2$  and  $SO_2$  are monitored using remote sensing Differential Optical Absorption Spectroscopy (DOAS) and spectroradiometric techniques, some of them in collaboration with the National Institute for Aerospace Technology, mainly focused on evaluating sensors onboard satellites to work towards continuous air quality monitoring on a global scale.



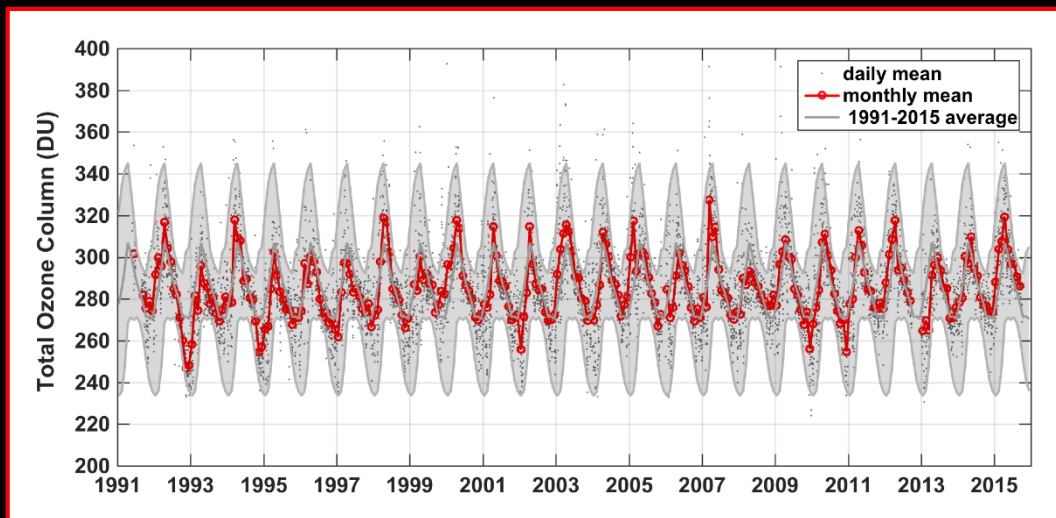
Ozono superficial “Mean Concentrations At Receptor” gráfico para julio (1988–2009)  
Surface ozone Mean Concentrations At Receptor plot for July for the period 1988–2009

# La capa de ozono y la radiación UV

La capa de ozono es el escudo protector frente a la radiación Ultravioleta. El grupo de Ozono y Radiación Ultravioleta del CIAI observa e investiga los efectos de este componente atmosférico. Por un lado, aportando medidas de altísima calidad que son empleadas en validar las medidas de satélite, alimentar y verificar los modelos de predicción, y por otro lado estimando las tendencias tanto del ozono como de la radiación ultravioleta en la región subtropical.

El Observatorio Atmosférico de Izaña es una de las estaciones de medida de referencia en el mundo, reuniendo las medidas más precisas de ozono con los instrumentos Brewer desde 1991, ozonosondas desde 1992, DOAS (con el INTA) desde 1993, y FTIR (con IMK-KIT) desde 2005. Desde el año 2003 el Observatorio Atmosférico de Izaña aloja la referencia de ozono y el centro de calibración de los espectrofotómetros Brewer (RBCC-E) dando soporte y calibración a los instrumentos de Europa y Norte de África.

También el CIAI constituye una parte fundamental de la nueva red EUBREWNET. El estudio de la capa de ozono se basa en cuatro pilares: la instrumentación que nos proporciona la medida de ozono, un laboratorio de calibración que nos asegura la calidad de las medidas, los modelos teóricos que desarrollamos, y que nos ayudan a entender estas observaciones, y por último la difusión de las observaciones y los resultados científicos a la comunidad científica y al público general a través de la web.



Serie de ozono total en columna del Observatorio Atmosférico de Izaña (1991-2015)

Total Ozone Column series at Izaña Atmospheric Observatory (1991-2015)

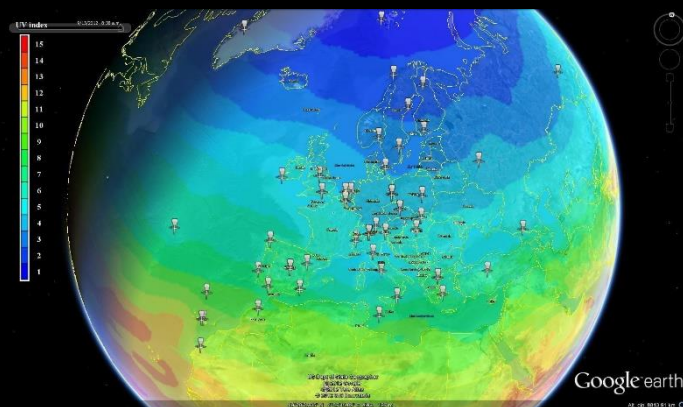


# Ozone layer and UV radiation

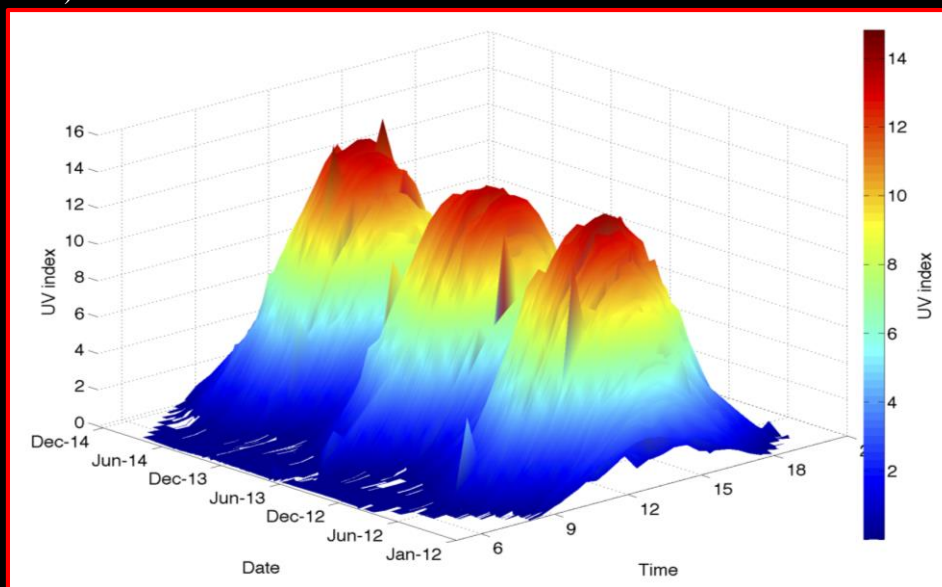
The ozone layer is the protective shield against ultraviolet radiation. The group of Ozone and Ultraviolet Radiation of the IARC observes and investigates the effects of this atmospheric component. Firstly, providing high quality measurements that are used to validate satellite observations, feed and verify the prediction models, and secondly, estimating trends of both ozone and ultraviolet radiation in the subtropical region.

The Izaña Atmospheric Observatory is one of the world reference measurement stations, conducting precise measurements of ozone with Brewer instruments since 1991, ozonesondes since 1992, DOAS (with INTA) since 1993, and FTIR (with IMK-KIT, Germany) since 2005. Since 2003, the Izaña Atmospheric Observatory has hosted the ozone reference and the Regional Brewer Calibration Center for Europe (RBCC-E), supporting and calibrating instruments in Europe and North Africa. IARC is also a key partner in the recently established European Brewer Network (EUBREWNET).

The study of the ozone layer is based on four key components: the instrumentation that gives us accurate measurements of ozone, a calibration laboratory that ensures the quality of measurements, theoretical models we develop which help us to understand these observations, and finally the dissemination of observations and scientific results to the scientific community and general public via the web.



Estaciones Europeas Brewer con la predicción del índice UV  
European Brewer stations shown over a UV forecast map



Variación diaria y anual del índice ultravioleta (UV) del Observatorio Atmosférico de Izaña (2012-2014)  
Diurnal and annual variation of the ultraviolet (UV) index at Izaña Atmospheric Observatory (2012-2014)

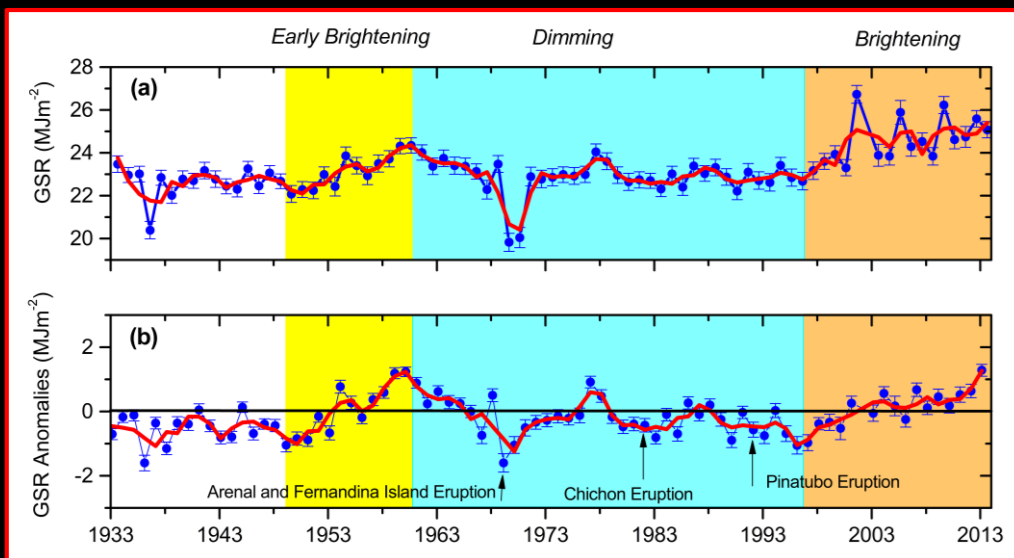
# Radiación atmosférica

La radiación solar es la energía radiante emitida por el sol, en particular energía electromagnética. Alrededor de la mitad de la radiación está en la parte visible de onda corta del espectro electromagnético. La otra mitad se encuentra principalmente en la parte del infrarrojo cercano, y algo en la parte ultravioleta del espectro. La radiación solar afecta a la temperatura global de cada planeta en nuestro sistema solar. La energía del Sol que llega a la Tierra afecta todos los ciclos físicos y biológicos conocidos en el sistema Tierra. Al hacer mediciones de radiación solar, podemos obtener una mejor comprensión de numerosos procesos físicos del sistema Tierra, y específicamente sobre la atmósfera y el clima.



Las medidas de insolación comenzaron en Izaña en 1916, mientras que las primeras observaciones continuas de radiación global se iniciaron en enero de 1977. El Observatorio Atmosférico de Izaña es una de las dos estaciones de la red Baseline Surface Radiation Network (BSRN) que hay en España (desde 2009) con un programa de observación muy amplio que incluye radiación global y difusa horizontal, irradiancia directa normal, así como radiación infrarroja, ultravioleta y neta.

En el CIAI estamos especialmente interesados en el balance radiativo del sistema Tierra-Atmósfera en la región subtropical, así como en la determinación de la eficiencia de forzamiento radiativo de los aerosoles. Hemos reconstruido una serie muy larga de radiación global (desde 1933) a partir de los registros de insolación que se están utilizando para determinar los períodos denominados de “oscurecimiento” y “abrillantamiento” del cielo relacionados con el impacto de los aerosoles, generados por la contaminación, en el clima de la Tierra.



Serie de medianas anuales de (a) Radiación Global Solar (GSR) y (b) anomalías de la GSR entre 1933 y 2013 en IZO (García et al., 2014)

Time series of annual medians of (a) Global Solar Radiation (GSR) and (b) GSR anomalies from 1933 to 2013 at IZO (García et al., 2014)

# Atmospheric radiation

Solar radiation is radiant energy emitted by the sun, particularly electromagnetic energy. About half of the radiation is in the visible short-wave part of the electromagnetic spectrum. The other half is mostly in the near-infrared part, with some in the ultraviolet part of the spectrum. Solar radiation affects the overall temperature of each planet in our solar system. Energy from the Sun reaching the Earth drives almost every known physical and biological cycle in the Earth system. By making solar radiation measurements we can gain a better understanding of many physical cycles of the Earth system as well as of the climate.

Sunshine duration measurements started at Izaña in 1916 while the first continuous global radiation observations started in January 1977. The Izaña Atmospheric Observatory is one of the two Baseline Surface Radiation Network (BSRN) stations of Spain (since 2009) with a broad observation programme including horizontal global and diffuse radiance, normal direct irradiance, infrared and ultraviolet radiation and net radiation.

We are especially interested in the radiative budget of the Earth-Atmosphere system in the subtropical region as well as in determining aerosols and dust radiative forcing efficiency. We have reconstructed a long-term global radiation data series (since 1933) from sunshine records which is being used to determine the so called dimming and brightening periods related with the impact of polluted aerosols on the Earth climate.



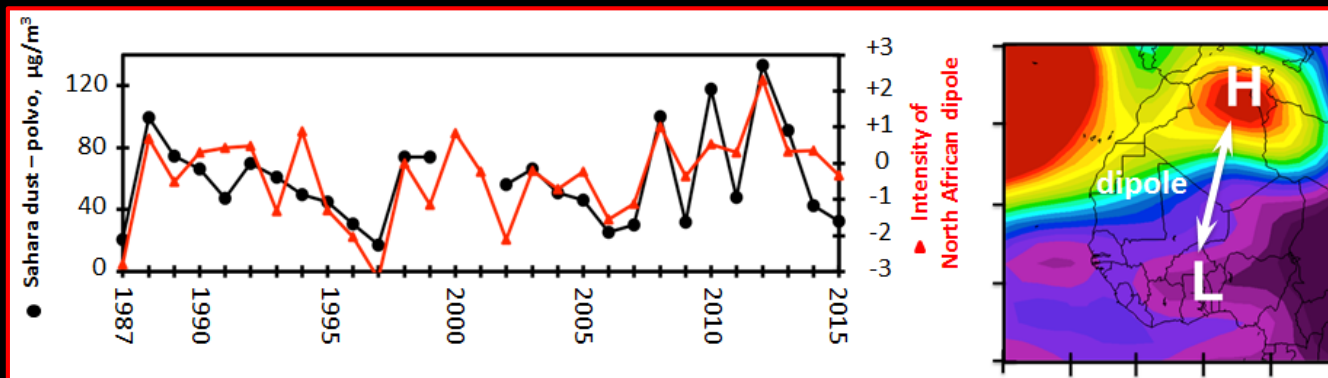
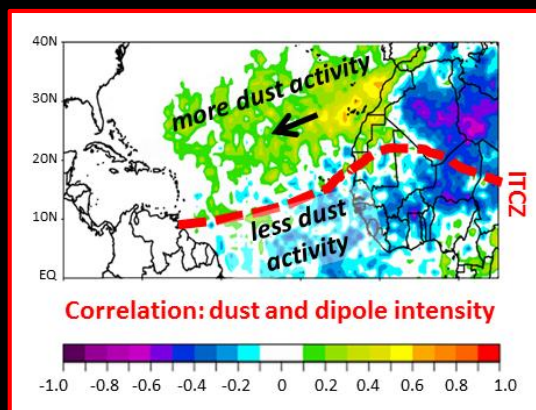
# Aerosoles y clima

Los aerosoles atmosféricos son una mezcla de sustancias sólidas y líquidas con tamaño entre unos pocos nanómetros ( $10^{-9}$  m) a decenas de micras ( $10^{-6}$  m). Los aerosoles existen de forma natural en la atmósfera, y juegan un papel importante en el clima; la sal marina, el polvo del desierto y las emisiones de algas y plantas producen aerosoles que actúan como núcleos de condensación de nubes, afectando la formación de nubes, y la lluvia. Sin embargo, las actividades humanas han modificado la composición y cantidad de los aerosoles en la atmósfera, hecho que tiene implicaciones en el clima.

El programa de vigilancia a largo plazo de aerosoles atmosféricos en el Centro de Investigación Atmosférica de Izaña incluye medidas de propiedades de los aerosoles in-situ y en la columna atmosférica como la dispersión y la absorción de la luz, la distribución de tamaños, la profundidad óptica de aerosoles y la composición química. Estas propiedades físicas y químicas de los aerosoles influyen en el clima. También se obtiene la distribución vertical de aerosoles hasta 10 km de altitud mediante técnica Lidar. IZO es también un banco de pruebas de instrumentos de teledetección de aerosoles y vapor de agua de la OMM-CIMO (Comisión de Instrumentos y Métodos de Observación).

IZO contribuye al sistema global de observación de aerosoles siendo uno de los dos centros de calibración solar absoluta de la red AERONET (AErosol RObotic NETwork) de NASA, y centro de calibración de los instrumentos de la triada de referencia del PFR (Precision Filter Radiometer) del World Radiation Center (WRC).

Las observaciones de aerosoles a largo plazo en Izaña nos permiten entender los procesos atmosféricos que modulan el transporte del polvo del Sahara sobre el Atlántico Norte en los últimos 30 años, cómo la composición de los aerosoles se ha modificado en la atmósfera como consecuencia de las políticas ambientales adoptadas en Europa y América del Norte, y las implicaciones que dichos cambios tienen sobre las propiedades de los aerosoles relacionadas con el clima.



Concentraciones de polvo sahariano en verano en Izaña y la intensidad del dipolo norteafricano (1987–2015) (Rodríguez et al., 2015)

Summer mean values of dust concentrations at Izaña and North African Dipole Intensity (1987–2015) (Rodríguez et al., 2015)

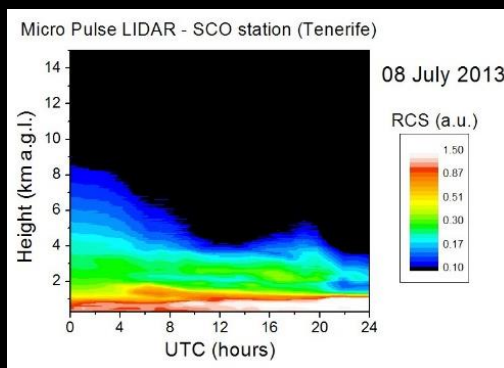
# Aerosols and climate

Atmospheric aerosols are a complex mixture of solid and liquid substances with a size between a few nano-meters ( $10^{-9}$  m) and tens of microns ( $10^{-6}$  m). Aerosols exist naturally in the atmosphere, and they play a role in climate; sea salt, desert dust, algae and plant emissions produce aerosols that act as cloud condensation nuclei, affecting cloud formation and rain. However, human activities have modified the amount and chemical composition of atmospheric aerosols, having implications on climate.

The long-term aerosol monitoring programme of the Izaña Atmospheric Research Centre includes measurements of in-situ and total column aerosol properties such as light scattering, light absorption, size distribution, aerosol optical depth and chemical composition. These physical and chemical aerosol properties influence climate. Vertical distributions of aerosols up to 10 km altitude are also obtained with the Lidar technique.

The Izaña Atmospheric Observatory is also the WMO Commission for Instruments and Methods of Observations (CI MO) Testbed for Aerosols and Water Vapour Remote Sensing Instruments. IZO contributes to the global aerosol observation system being one of the two centres of absolute solar calibration of the NASA AEROSOL ROBOTIC NETWORK (AERONET) and the calibration centre of the Precision Filter Radiometer (PFR) triad instruments from the World Radiation Centre (WRC).

The long-term aerosol observations at Izaña allow us to understand the atmospheric processes that have modulated the Saharan dust transport over the North Atlantic in the last 30 years, and conduct research into how aerosol composition has been modified in the remote atmosphere as a consequence of the environmental policies adopted in Europe and North America, and the implications such changes have on climate related aerosol properties.



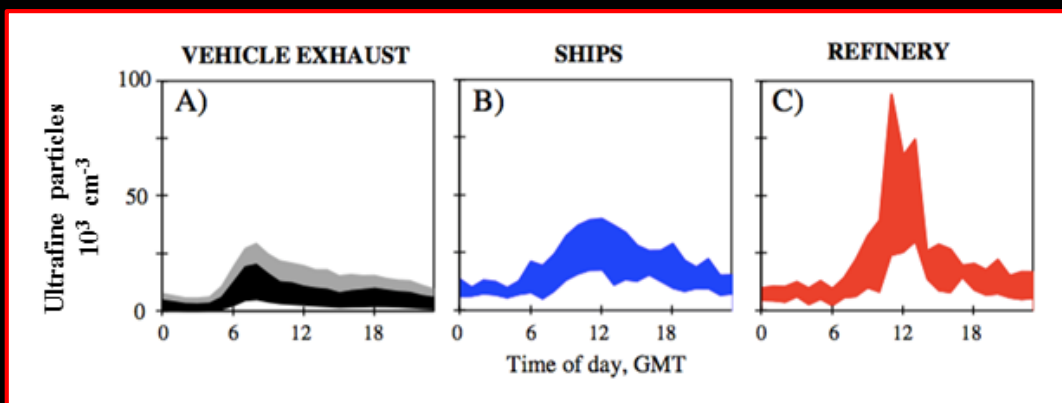
## Aerosoles: impacto en la salud

Numerosos estudios científicos han demostrado que la contaminación del aire ambiente por partículas en suspensión está asociada a diversas afecciones en la salud, tales como agravamiento del asma, disminución de la función pulmonar, irritación de las vías respiratorias, tos y dificultad para respirar, muerte prematura en personas con enfermedades cardíacas y pulmonares, ataques cardíacos no fatales, y latido irregular del corazón. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la contaminación del aire ambiente causa unos 7 millones de muertes prematuras cada año, siendo una de las principales causas de mortalidad en todo el mundo.

Nuestra investigación en el CIAI se ha centrado en identificar el perfil de las personas que pueden sufrir eventos cardiovasculares adversos en el corto plazo debido a la exposición de contaminantes en el aire ambiente. La investigación, llevada a cabo por un equipo interdisciplinar de cardiólogos, bioquímicos y científicos de calidad del aire, ha permitido conectar la presencia de biomarcadores indicativos de estrés oxidativo, medidos en la sangre de los pacientes, con la exposición a componentes específicos de los aerosoles o partículas en suspensión.

El estudio ha permitido identificar una conexión entre insuficiencia cardíaca y exposición a partículas ultrafinas, y que los pacientes con síndrome coronario agudo pueden ser especialmente vulnerables a la exposición de de las partículas negras del hollín.

Nuestra investigación también tiene implicaciones sobre las políticas medioambientales. La legislación actualmente vigente en la UE en materia de calidad del aire utiliza a la concentración de masa de partículas con diámetro menores de 10 micras y 2,5 micras -  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ , respectivamente - como métrica para evaluar el grado de contaminación del aire causada por los aerosoles. Nuestros estudios, y otros complementarios, señala que las normas de calidad del aire basadas en  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  deben complementarse con otras métricas que tengan una conexión más estrecha con partículas de combustión, las cuales han demostrado tener una mayor conexión con efectos específicos de salud, como el carbono negro y las partículas ultrafinas.



Variación diaria de partículas ultrafinas de varias fuentes (González and Rodríguez, 2013)

Diurnal variation of ultrafine particles for various sources (González and Rodríguez, 2013)

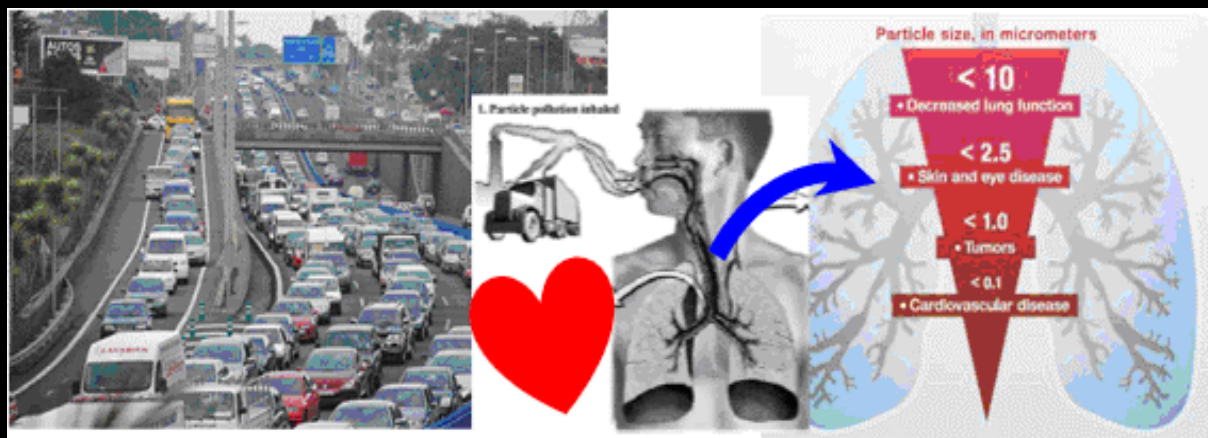
# Aerosols: impacts on health

Numerous scientific studies have linked particle pollution to a number of health problems such as aggravated asthma, decreased lung function, irritation of airways, coughing, and difficulty breathing, premature death in people with heart and lung disease, nonfatal heart attacks, and irregular heartbeat. According to the World Health Organization (WHO), aerosols from pollution contribute to approximately 7 million premature deaths each year, and are one of the leading causes of worldwide mortality.

Our research at the IARC has focused on identifying the profile of people that may suffer adverse cardiovascular events in the short term due to exposure of ambient air pollutants. The research conducted by an interdisciplinary team of cardiologists, biochemists and air quality scientists allowed connecting oxidative stress biomarkers measured in blood of patients with the exposure to specific aerosol components.

The outcome points to connections between heart failure and ultrafine particles and those patients with acute coronary syndromes may be especially vulnerable to black carbon aerosol exposure.

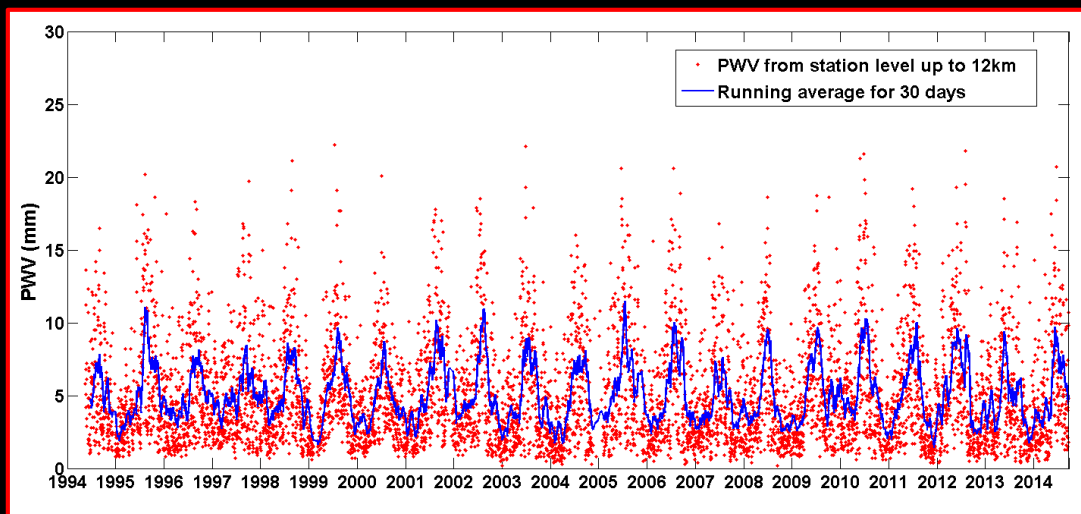
Our research also has implications on air quality policies. Current air quality standards use the mass concentration of particles smaller than 10  $\mu\text{m}$  and 2.5  $\mu\text{m}$  – PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub>, respectively – as metric to assess the degree of air pollution caused by aerosols. Our and other complementary studies, suggest that air quality standards based on PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> should be complemented with metrics with a closer connection with combustion particles for which specific health effects have been observed, such as black carbon and/or ultrafine particles



# El vapor de agua: su papel en el clima y el ciclo hidrológico

El ciclo hidrológico y la radiación solar constituyen el soporte básico para el desarrollo de la vida ya que rigen los procesos físicos, químicos y biológicos que rigen su evolución física. Es también responsable de modular las condiciones de temperatura en la Tierra a través de su relación con el ciclo atmosférico global. El vapor de agua es uno de los principales gases de efecto invernadero, aunque de corta duración. El aire más caliente retiene más vapor de agua y, así, el aumento de las temperaturas en superficie causada por el CO<sub>2</sub> provoca un aumento de los niveles globales de vapor de agua, lo cual aumenta todavía más el efecto invernadero.

Las medidas combinadas del vapor de agua y sus isótopos principales que realizamos en Izaña permiten estudiar los mecanismos responsables del humedecimiento de las masas de aire, ya que la concentración isotópica depende de la fuente de vapor de agua y de los cambios de fase que se produzcan en la misma. Por otro lado, en Izaña realizamos un seguimiento continuo y muy preciso de la evolución de la cantidad de vapor de agua disponible en la atmósfera utilizando diferentes técnicas que son periódicamente intercomparadas entre sí: interferometría infrarroja, fotometría solar, radiosondeos y GNSS, popularmente conocida como GPS.



Serie del vapor de agua precipitable (PWV) en columna de los radiosondeos para IZO (1994–2014)

Precipitable water vapour (PWV) for IZO up to 12 km altitude from radiosondes (1994–2014)

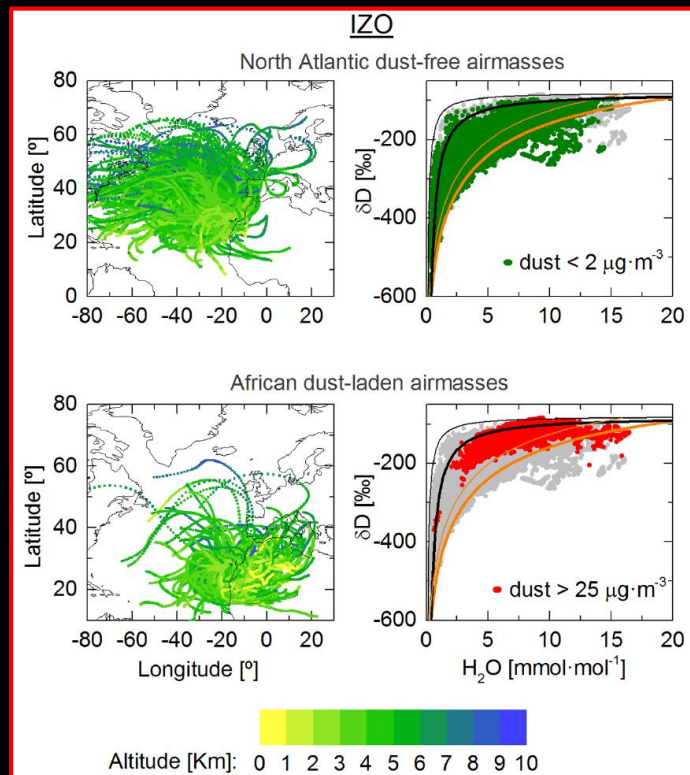




# Water vapour: its role in climate and the water cycle

The hydrological cycle and solar radiation constitute the basic support for the development of life, because they modulate the physical, chemical and biological processes governing its physical evolution. The hydrological cycle is also responsible for modulating the temperature conditions on Earth through its connection with the global atmospheric cycle. Water vapour is one of the main greenhouse gases, though short-lived. The warmer air holds more water vapour and thus increased surface temperatures caused by increased CO<sub>2</sub> levels, cause an increase in the overall levels of water vapour, which further increases the greenhouse effect.

The combined measurements of water vapour and its main isotopes that we carry out at Izaña Atmospheric Observatory and Teide Peak Observatory, allow us to study the mechanisms responsible for the moistening of air masses since the isotopic concentration depends on the source of water vapour and the phase changes occurring therein. In addition, we perform a continuous and very accurate monitoring of the evolution of water vapour amount available in the atmosphere using different techniques that are periodically inter-compared with each other: infrared interferometry, solar photometry, radiosonde and Global Navigation Satellite System (GNSS), popularly known as Global Positioning System (GPS).



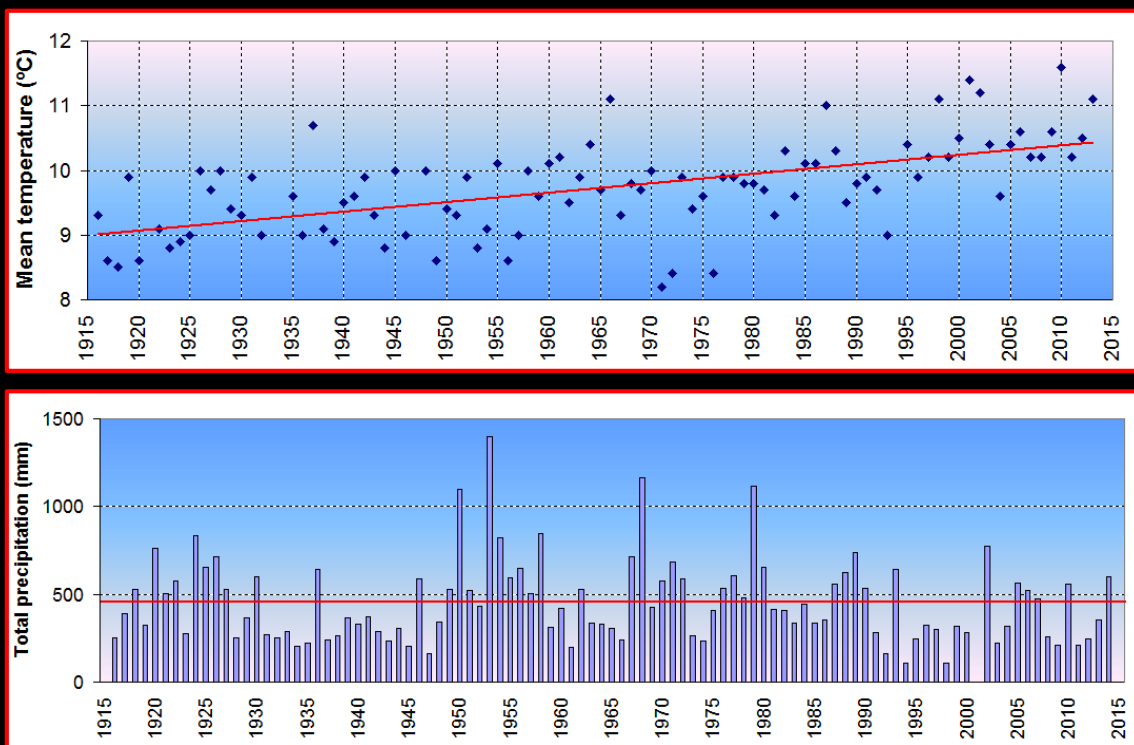
Transporte de humedad a la troposfera libre del Atlántico Norte subtropical (González et al., 2015)

Moisture transport to the subtropical North Atlantic free troposphere (González et al., 2015)

# Estudios climatológicos y meteorológicos

Las series de observaciones meteorológicas del Observatorio Atmosférico de Izaña se iniciaron en 1916, por lo que en 2016 cumplirán 100 años, y son de gran importancia para el estudio de las tendencias asociadas al calentamiento global y el cambio climático. Estas series son las más largas de Canarias sin interrupción hasta la fecha y tienen el valor añadido de haber sido realizadas en alta montaña sin perturbaciones antrópicas. Estas series son complementadas hoy día con las observaciones realizadas en las estaciones satélite de SCO, BTO y PTO. También hacemos estudios sobre aspectos característicos de la meteorología subtropical como son la estructura de la alta troposfera-baja estratosfera subtropical, y las inversiones de temperatura asociadas al alisio y a la capa mezclada marina.

Las actividades del programa de meteorología del CIAI abarcan tanto la predicción y vigilancia de posibles fenómenos meteorológicos severos (por ejemplo, vientos huracanados, tormentas eléctricas, granizo, lluvias torrenciales, niebla, calimas intensas) que pueden afectar a la operatividad de IZO y PTO, así como para la correcta planificación de actividades técnico-científicas (intercomparaciones, calibraciones). Para ello se realiza análisis de datos meteorológicos de numerosas fuentes (observación in situ, imágenes de satélite, modelización numérica, etc). Por otro lado se presta un continuo apoyo meteorológico específico para la interpretación de los resultados científicos de otros programas del Centro elaborando productos a medida.



Serie temporal de la temperatura media anual y de la precipitación total anual (1916-2014) en el Observatorio Atmosférico de Izaña

Time series of annual mean temperature and annual total precipitation (1916-2014) at the Izaña Atmospheric Observatory

# Climatological and meteorological studies

Meteorological observations at the Izaña Atmospheric Observatory started in 1916, therefore the observatory celebrates 100 years in 2016. These series are of great importance for the study of trends associated with global warming and climate change. These series are the longest in the Canary Islands without interruption, and have the added value of having been obtained in a high mountain environment far from human influences. These series are complemented today with the observations made in the satellite stations of SCO, BTO y PTO. We also conduct studies on characteristic aspects of the subtropical meteorology such as the structure of the upper troposphere-lower stratosphere subtropical and temperature inversions associated with the trade wind and marine mixed layer.

The activities of the IARC meteorology programme cover prediction and surveillance of possible severe weather (e.g. high winds, thunderstorms, hail, torrential rain, fog, heavy haze) which may affect the operations at IZO and PTO as well as for the proper planning of technical and scientific activities (intercomparisons, calibrations). Analysis of meteorological data from numerous sources (in situ observation, satellite imagery, numerical modeling, etc) is performed. Moreover, this programme provides continuous specific meteorological support for the interpretation of the scientific results of other IARC programmes, developing tailored products.



## Aerobiología

La aerobiología es una rama de la biología que estudia las partículas orgánicas, tales como bacterias, esporas de hongos e insectos muy pequeños. Estas partículas orgánicas, cuando están suspendido en el aire, son parte de la aerosol atmosférico y pueden afectar a la salud humana.

El programa de aerobiología del CIAI se inició en 2004 en la estación de Santa Cruz de Tenerife con el objetivo de mejorar el conocimiento sobre el polen y las esporas de hongos contenido en el aire de Santa Cruz y su relación con la prevalencia de alergia respiratoria. Una segunda estación aerobiológica se implementó en Izaña en 2006. Los principales objetivos de este programa son la creación de un listado de pólenes y esporas alergénicos en el aire de Santa Cruz de Tenerife y de Izaña que ayuda a los médicos a diagnosticar la etiología alérgica y racionalizar el uso de la medicación, y también para elaborar alertas semanales sobre pólenes alergénicos y esporas para los próximos días. Este programa también contribuye a mejorar el conocimiento de la fracción biológica de aerosoles en el marco del programa VAG. Este programa proporciona también información adicional sobre el transporte de masas de aire de África, es decir, identificar pólenes extranjeros en las muestras.



## Aerobiology

The aerobiology is a branch of biology that studies organic particles, such as bacteria, fungal spores and very small insects. These organic particles, when suspended in the air, are part of the atmospheric aerosol and may affect human health.

The aerobiology programme at the IARC started in 2004 at Santa Cruz de Tenerife station with the aim of improving the knowledge of the pollen and fungal spore content in the air of Santa Cruz and its relation with the prevalence of respiratory allergy. A second aerobiological station was implemented at Izaña in 2006. The main objectives of this programme are to set up the list of the allergenic pollen and spore taxa in the air of Santa Cruz de Tenerife and Izaña that help doctors to diagnose the allergy aetiology and to rationalize the use of the medication, and to produce weekly alerts on the allergenic pollen and spores for the days ahead. This programme also contributes to improve the knowledge of the biological fraction of aerosols within the GAW programme. It provides additional information about air mass transport from Africa, i.e. identifying foreign pollens in the samples.



## Fenología

La fenología es el estudio de los fenómenos biológicos que se producen periódicamente acoplados a los ritmos estacionales relacionados con el clima y con el curso anual del tiempo, en un lugar determinado. Estos fenómenos (fases de las aves migratorias, la aparición de flores o maduración de los frutos en las plantas, etc.) son sensibles a los cambios de tiempo y el clima; por lo tanto, su estudio detallado puede ayudar a comprender mejor cómo estas variaciones ambientales afectan los seres vivos.

El programa de observaciones fenológicas en IZO comenzó hace poco, en 2014. Actualmente estamos estudiando los taxones, todos ellos endémicos, que se encuentran en las cumbres más altas de la isla de Tenerife. IZO es un excelente lugar para la realización de observaciones fenológicas ya que se encuentra en una zona de alta montaña en una isla con un gran número de especies endémicas. Las especies endémicas están adaptadas a las condiciones ambientales específicas, que las hacen especialmente sensible a pequeños cambios ambientales, por lo que su estudio es de gran interés para el análisis del cambio climático.



*Spartocytisus supranubius*



*Adenocarpus viscosus*



*Descurainia bourgeauana*



*Pterocephalus lasiospermum*



*Schrophularia glabrata*



*Argyranthemum teneriffae*



*Nepeta teydea*

## Phenology

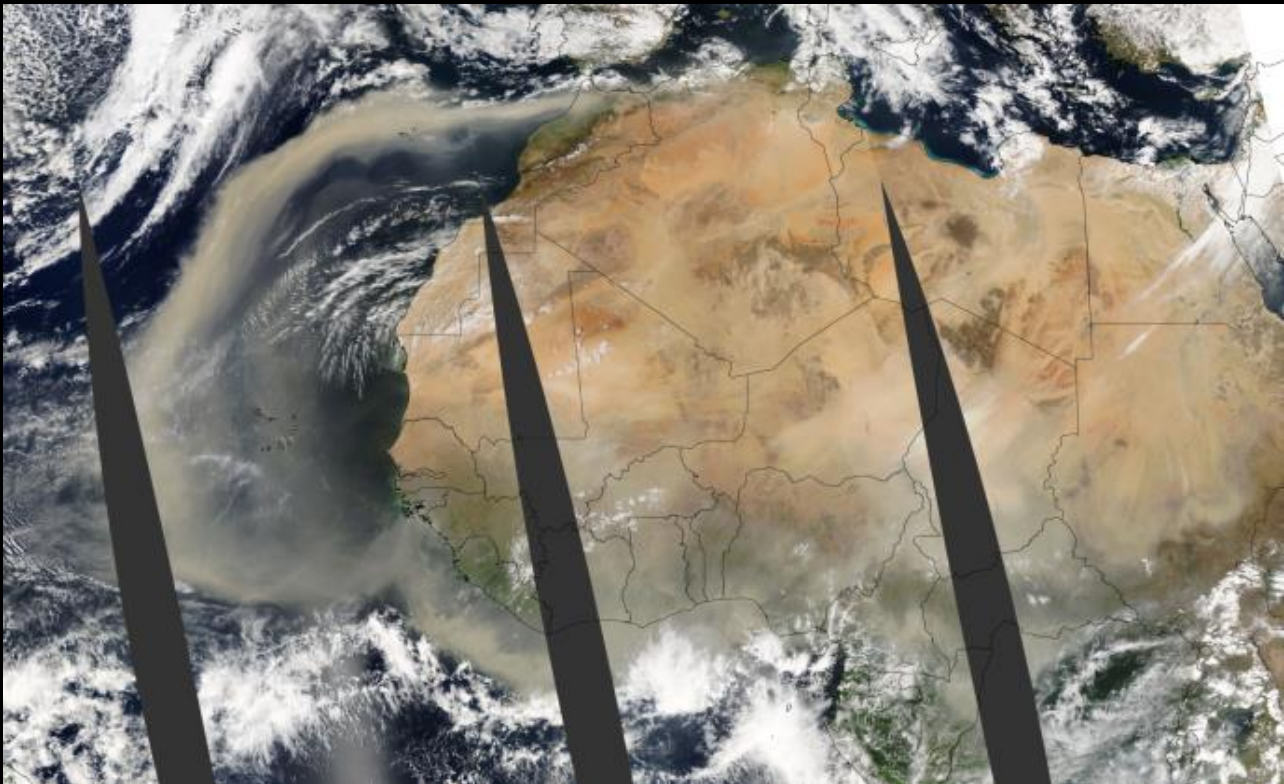
Phenology is the study of biological phenomena that occur periodically coupled to weather-related seasonal rhythms and to the annual course of the weather, in a particular place. These phenomena (migratory birds' phases, appearance of flowers or fruit ripening in plants, etc.) are sensitive to changes in weather and climate; hence, its detailed study may help better understand how these environmental variations affect living things.

The phenological observations programme at IZO started recently, in 2014. Currently we are studying the taxa, all of them endemic, corresponding to the higher elevations of the island of Tenerife. IZO is an excellent location for conducting phenological observations since it is located in a high mountain area on an island with a large number of endemic species. The endemic species are adapted to specific environmental conditions, which make them particularly sensitive to small environmental changes, and therefore their study is of great interest for climate change analysis.

# El Sistema de Predicción y Evaluación de Tormentas de Polvo y Arena

El sistema de asesoramiento para avisos y evaluación de tormentas de arena y polvo (SDS-WAS, en sus siglas en inglés; <http://sds-was.aemet.es/>), establecido por la OMM, tiene como misión mejorar la capacidad de los países para ofrecer oportunamente predicciones de calidad de tormentas de arena y polvo, observaciones, así como información y conocimientos a los usuarios a través de una asociación internacional de comunidades de investigación y de instituciones con labores operativas. Funciona como una red internacional de investigación, centros operativos y usuarios, organizada a través de nodos regionales y coordinado por el Comité de Dirección del SDS-WAS.

El CIAI contribuye activamente al Nodo Regional de SDS-WAS para África del Norte, Oriente Medio y Europa, coordinado por un Centro Regional en Barcelona, gestionado conjuntamente por AEMET y el Centro Nacional de Supercomputación-Barcelona Supercomputing Centre (BSC-CNS), mediante estudios científicos sobre caracterización y transporte de polvo mineral del desierto del Sahara, y mediante evaluaciones de los modelos de polvo mineral frente a observaciones. El CIAI también lidera la utilización de sistemas de observación de polvo mineral del desierto con diferentes técnicas.



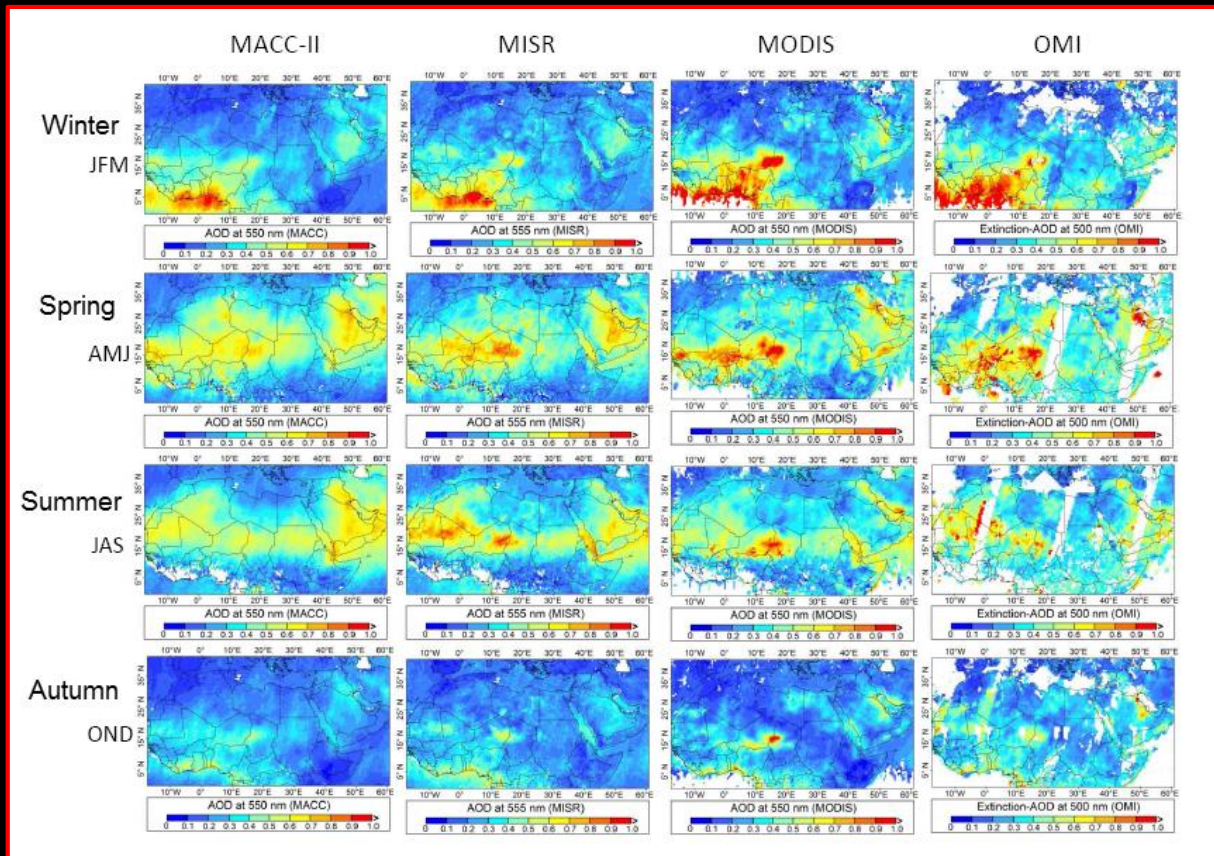
Tormenta de polvo sobre el Norte de África, imagen MODIS, 6 de marzo de 2004. Créditos: Jacques Descloitres, NASA/GSFC.

Dust storm over Northern Africa imaged by MODIS, 6 March 2004. Credits: Jacques Descloitres, NASA/GSFC.

# Sand and Dust Storm Warning Advisory and Assessment System

The WMO Sand and Dust Storm Warning Advisory and Assessment System (SDS-WAS; <http://sds-was.aemet.es/>), mission is to enhance the ability of countries to deliver timely and quality sand and dust storm forecasts, observations, information and knowledge to users through an international partnership of research and operational communities. It works as an international network of research, operational centres and users, organized through regional nodes and coordinated by the SDS-WAS Steering Committee.

The IARC contributes actively to the SDS-WAS Regional Node for Northern Africa, Middle East and Europe, coordinated by a Regional Center in Barcelona, Spain, hosted by AEMET and the Barcelona Supercomputing Centre (BSC-CNS), through scientific studies on mineral dust characterization and transport from the Sahara desert, and evaluations of mineral dust models against observations. The IARC also leads the use of mineral desert dust ground-based observation systems with different techniques.



Espesor Óptico de Aerosoles (AOD), medias estacionales de MACC-II, MISR, MODIS y OMI para el periodo 2007–2008 (Cuevas et al., 2015)

Seasonal Aerosol Optical Depth (AOD) averages from MACC-II, MISR, MODIS and OMI for the period 2007–2008 (Cuevas et al., 2015)

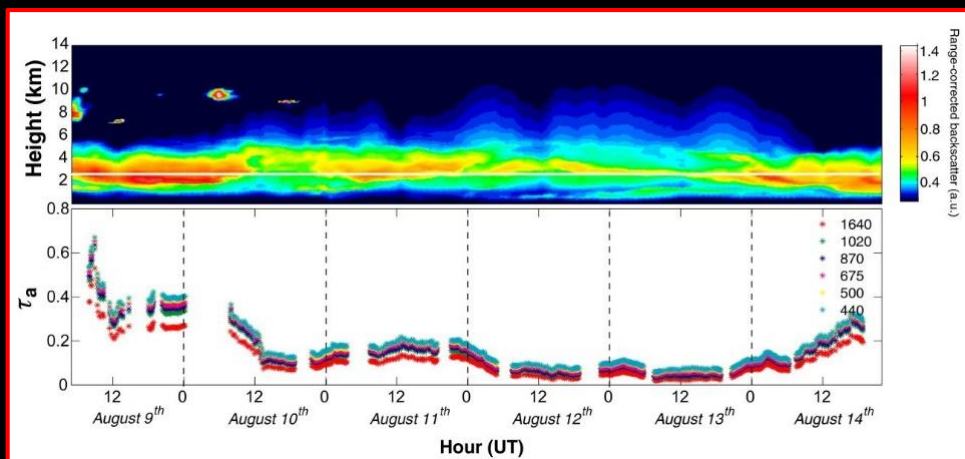
# Nuestros proyectos tecnológicos

El desarrollo de una nueva metodología para la medición de aerosoles nocturnos y realización de calibraciones utilizando nuevos fotómetros lunares, ha sido el objetivo de un proyecto de colaboración entre el CIAI y la compañía Cimel Electronique. Cimel es el instrumento estándar utilizado por la red global NASA-AERONET. El último desarrollo ha sido el nuevo fotómetro CE318-T (2015), capaz de realizar medidas fotométricas diurnas y nocturnas utilizando el Sol y la Luna como fuente de luz. Recientemente (octubre de 2015), AERONET aceptó esta nueva versión de Cimel, recomendando la sustitución de los instrumentos estándar CE318-N por el nuevo CE318-T.

Una nueva cámara de todo el cielo, denominada SONA (Sistema de Observación de Nubes Automático), ha sido desarrollado por SIELTEC Canarias SL en estrecha colaboración con el CIAI. Se trata de un sistema de observación automático de nubes. La cámara SONA es ahora utilizada por 13 instituciones científicas en España. En la actualidad, el CIAI opera dos cámaras SONA en IZO y SCO para proporcionar información complementaria a los programas de aerosoles en columna y radiación.

El nuevo “Digital Sky Color Radiometer” de SIELTEC (SIELTEC-ICSD) es un radiómetro bastante compacto desarrollado por la empresa SIELTEC Canarias SL en colaboración con el CIAI, que mide la radiación difusa en la dirección cenit para obtener la profundidad óptica de aerosoles. Este dispositivo de bajo coste es adecuado para la vigilancia del polvo atmosférico en ubicaciones remotas del desierto ya que exige muy poco mantenimiento, lo que nos permite aumentar la capacidad operativa de las redes globales de polvo mineral, la asimilación de datos, y la validación de modelos de polvo y datos de satélite en regiones fuentes de polvo.

El CIAI en colaboración con la Universidad de La Laguna participa en proyectos tecnológicos con las empresas Luftblick (Austria) y Kipp & Zonen (Holanda), fabricantes de los instrumentos Pandora y Brewer respectivamente. Estos instrumentos forman una red global (PANDONIA y EUBREWNET) de medida de ozono atmosférico y que tienen como referencia la triada del centro de calibración europeo (RBCC-E) que gestiona el Centro de Investigación Atmosférica de Izaña.



Evolución del AOD del 9 al 14 de Agosto 2011, utilizando datos de AERONET para el día y del lunar CE318-T para el noche (Barreto et al., 2013)

AOD ( $\tau_a$ ) evolution during 9-14 Aug 2011, using AERONET data for daytime and lunar CE318-T data for nighttime (Barreto et al., 2013)



## Our technological projects

The development of a new methodology for nocturnal aerosol measurements and calibrations using lunar photometer prototypes, is a collaborative project between IARC and Cimel Electronique company. Cimel is the standard instrument used by the global NASA-AERONET network. The last development has been the new photometer CE318-T (2015), able to perform daytime and night-time photometric measurements using the Sun and the Moon as light source. Recently (October 2015), AERONET accepted this new Cimel version suggesting the replacement of the standard CE318-N instruments by the new CE318-T as far as possible.

A new All-Sky camera, named SONA (Sistema de Observación de Nubes Automático), has been developed by SIELTEC Canarias SL in close collaboration with IARC. This is an Automatic Cloud Observation System. The SONA all-sky camera is now used by 13 scientific institutions in Spain. At present, the IARC runs two SONA cameras at IZO and SCO to provide ancillary information to the Radiation and Column Aerosols Programmes.

The new SIELTEC Digital Sky Colour Radiometer (SIELTEC-DSCR) device is a rather compact radiometer developed by the company SIELTEC Canarias SL in collaboration with IARC, which measures the scattered radiation in zenith direction to obtain aerosol optical depth. This low-cost device may be suitable for atmospheric dust monitoring in remote desert locations with little maintenance, allowing us to enhance the operational capability of global aerosol networks for dust monitoring, data assimilation and dust model and satellite validation nearby dust source regions.

IARC, in collaboration with the University of La Laguna, participates in technological projects with the companies Luftblick (Austria) y Kipp & Zonen (Holland), manufacturers of the Pandora and Brewer instruments, respectively. These instruments form a global network (PANDONIA and EUBREWNET) of atmospheric ozone measurement and they have as reference the triad of the Regional Brewer Calibration Center for Europe, managed by IARC.

**SONA, all-Sky camera**



**Pandora**



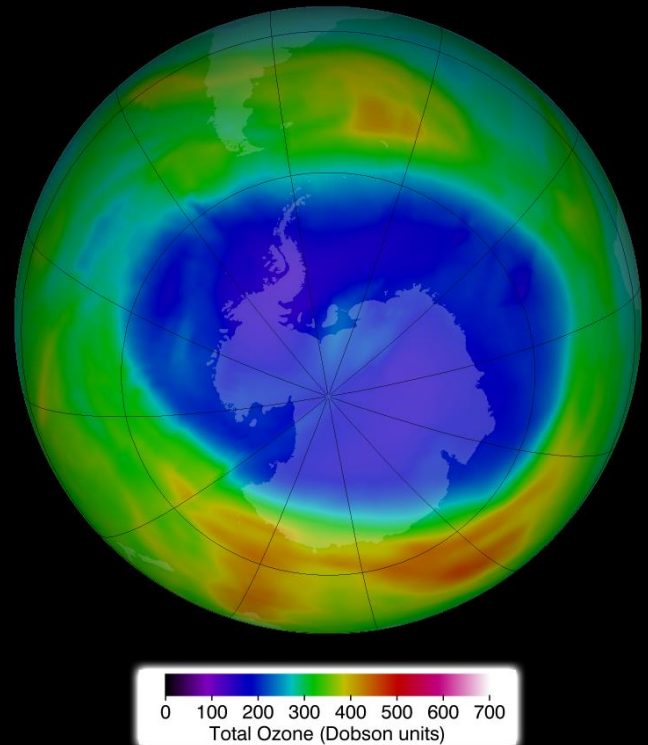
## Nuestros programas en el exterior

El CIAI lleva a cabo colaboraciones estrechas en el marco del programa VAG de la OMM con las estaciones globales de Tamanrasset (Argelia) y Ushuaia (Argentina), en la modalidad de cooperación denominada "twinning". En la estación de Tamanrasset-Assekrem mantiene un completo programa de vigilancia de la capa de ozono (con espectrofotometría (Brewer) y radiómetro multicanal), radiación UV y aerosoles atmosféricos, en colaboración con la Oficina Meteorológica Nacional de Argelia, mientras que en Ushuaia mantiene un programa de vigilancia de la capa de ozono con ozonosondeos, en colaboración con el Servicio Meteorológico Nacional de Argentina y el INTA (España).



El CIAI tiene desplegado una red de observación de aerosoles atmosféricos mediante fotometría solar en El Cairo (Egipto), Túnez capital (Tunisia), Ouarzazate (Marruecos) y en la mencionada estación de Tamanrasset, en colaboración con los respectivos servicios meteorológicos nacionales, como refuerzo del programa de observación del Programa SDS-WAS de la OMM.

El CIAI sigue ligado a la red antártica de medida de ozono y radiación UV espectral establecida en 2000 en colaboración con varias instituciones Argentinas, entre las que destaca la Dirección Nacional del Antártico (DNA), y el Servicio Meteorológico de Finlandia (FMI).



El agujero de la capa de ozono sobre la Antártida (2014), tamaño máximo anual, 11 de septiembre de 2014 (Imagen: NASA)

Antarctic ozone hole (2014), annual peak size, 11 Sept 2014 (Image: NASA)

# Capacity building

The IARC conducts close collaboration under the GAW programme with the global stations Tamanrasset-Assekrem (Algeria) and Ushuaia (Argentina), in the form of cooperation called "twinning". At Tamanrasset station a comprehensive programme for monitoring the ozone layer (with Brewer spectrophotometer and multi-channel radiometer), UV radiation and atmospheric aerosols, is carried out in collaboration with the Algerian National Meteorological Office, while in Ushuaia a programme for monitoring the ozone layer with ozonesondes, in collaboration with the National Meteorological Service of Argentina and INTA (Spain), is performed.

The IARC has deployed a network for observation of atmospheric aerosols with solar photometers in Cairo (Egypt), Tunis (Tunisia), Ouarzazate (Morocco) and the aforementioned Tamanrasset station, in collaboration with the respective national meteorological services, to reinforce the WMO SDS-WAS observation programme.

The IARC is still linked to the Antarctic ozone and spectral UV radiation monitoring network established in 2000 in collaboration with various Argentinian institutions, most notably the National Directorate of the Antarctic (DNA), and the Finnish Meteorological Institute (FMI).



## Resultados científicos

Un total de 10 Tesis doctorales defendidas en cinco Universidades españolas han sido co-dirigidas por investigadores del CIAI, seis de ellas desde 2012. Otras Tesis han sido realizadas con datos y resultados obtenidos en las instalaciones del CIAI.

En los últimos años el CIAI ha publicado más de 20 artículos por año en revistas con revisión por pares de gran impacto científico, obteniendo una alta tasa de número de publicaciones por número de investigadores (mayor a 1,5/año), y ha publicado una media de 40 trabajos/año en congresos y encuentros científicos internacionales, así como informes y artículos en revistas no indexadas.

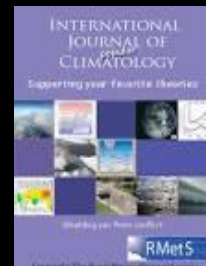
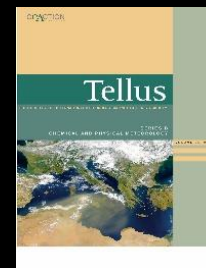
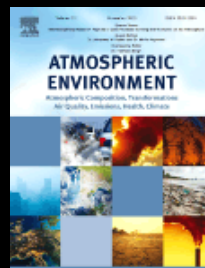
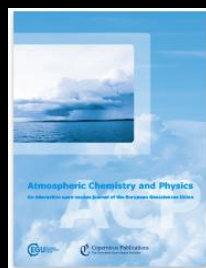
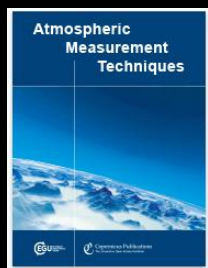
Actualmente el CIAI trabaja en un total de 11 proyectos financiados por el Plan Nacional de I+D, la Comisión Europea (FP7 y H2020), EUMETSAT, la Agencia Espacial Europea (ESA; a través de subcontratación con otras instituciones) y la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID).

## Scientific results

A total of 10 doctoral theses in five Spanish universities have been co-supervised by IARC researchers, 6 of them since 2012. Other theses have been made using data and results obtained at the IARC facilities.

In recent years, the IARC has published more than 20 articles per year in peer-reviewed journals of high scientific impact, obtaining a high rate of number of publications per number of researchers (greater than 1.5/year). A mean of 40 works/year have been published in international scientific conferences and workshops, as well as reports and no-indexed papers.

IARC is currently working on a total of 11 projects financed by the National R+D Programme, the European Commission (FP7 and H2020), EUMETSAT, the European Space Agency (ESA, through subcontracting with other institutions), and the International Agency of Cooperation for Development of Spain (AECID).



## Comunicación y divulgación científica

El CIAI realiza actividades de comunicación científica publicando frecuentes noticias en su web (<http://izana.aemet.es>). Asimismo organiza con una periodicidad de entre 1 y 2 meses, seminarios científicos, abiertos a investigadores de otras instituciones, colgando algunas de las presentaciones en la Sección de Seminarios de su web. El CIAI, además de la web oficial, mantiene webs específicas de proyectos, accesibles a todo el mundo, en las que se difunde información científica especializada.

Los investigadores del CIAI colaboran con frecuencia con periodistas de diferentes medios en artículos de divulgación científica o para comentar o extender la información ofrecida en nuestras noticias de la web. La cuenta twitter @AEMET\_Izana es una herramienta muy eficaz de comunicación.

El CIAI también colabora con el Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife con un módulo de meteorología, y de forma periódica participa en ferias científicas.



<http://www.bsrn.aemet.es>

<http://dust.aemet.es/>

<http://www.eubrewnet.org/cost1207>

<http://www.iberonesia.com>

<http://izana100.aemet.es>

<http://www.novia.aemet.es>

<http://www.oracle-o3.aemet.es>

<http://www.polarvortex.aemet.es>

<http://www.rbcce.aemet.es>

<http://sds-was.aemet.es/>

## Science communication

IARC publishes scientific communication news on its website (<http://izana.aemet.es>). IARC organizes, with a 1-2 month periodicity, scientific seminars open to researchers from other institutions, uploading some of the presentations to the Seminar Section on its website. IARC, in addition to the official website, maintains open access specific project sites, where specialized scientific information is disseminated.

IARC researchers often collaborate with journalists from different media in popular science articles or to comment or expand the information provided on our news site. The @AEMET\_Izana twitter account is an efficient communication tool.

IARC also collaborates with the Museum of Science and the Cosmos, Tenerife, with a Weather Watch module and participates in scientific fairs.



## Formación

Las Tesis doctorales suponen la culminación del ciclo formativo superior universitario. Varios investigadores del CIAI han co-dirigido tesis doctorales (ver Sección de Resultados Científicos) en cinco Universidades Españolas.

Izaña participa activamente en el programa de prácticas externas de grado de las facultades de Ciencias de la Universidad de La Laguna, así como en las visitas formativas de alumnos al Observatorio de Izaña. Izaña acoge a cuatro becarios del Plan de Formación de 3 años para post-graduados de AEMET, que se están formando en diferentes disciplinas de física atmosférica (aerosoles, gases reactivos, ozono, etc.).

El CIAI imparte anualmente cursos cortos de formación en observación mediante fotometría solar (Cimel) y espectrofotometría (Brewer) para técnicos de Argelia, Egipto, Marruecos, y Túnez, en el marco de proyectos de cooperación internacional ligados al programa VAG de la OMM.

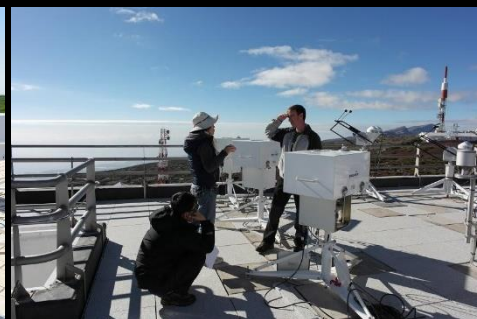
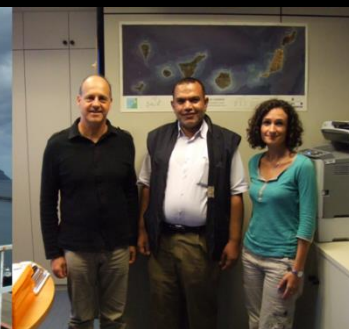


## Training

Doctoral Theses are the culmination of University higher-level education. Several researchers of the IARC have co-supervised doctoral theses (see Scientific Results Section) in five Spanish universities.

IARC actively participates in the University of La Laguna Undergraduate Internship Programme, as well as in training visits at the Izaña Observatory. Izaña hosts four trainees of the 3-year AEMET post-graduates Training Plan, who are being trained in different disciplines of atmospheric physics (aerosols, reactive gases, ozone, etc.).

The IARC teaches short-courses on observation by solar photometry (Cimel) and spectrophotometry (Brewer) annually to technicians from Algeria, Egypt, Morocco, and Tunisia, within the framework of international cooperation projects related to the GAW programme.



## Factor Humano

Actualmente en el CIAI trabajan un total de 33 personas: 13 investigadores (7 doctores), 2 estudiantes de doctorado, 2 estudiantes post-doctorales, 13 ingenieros/técnicos, y 3 personas en administración.

## The Human Factor

A total of 33 people currently work in the IARC: 13 researchers, 2 PhD students, 2 post-doctoral students, 13 engineers/technicians and 3 people in administration.



# ¿Con quién colaboramos?





# Who do we collaborate with?







*Rubén del Campo*

## Créditos

### Imágenes

Conchy Bayo  
Rubén del Campo  
Adam Duran  
Ángel Gómez-Peláez  
Toño Perdigón  
Ramón Ramos  
Alberto Redondas  
NASA

### Textos

El personal del CIAI

### Edición

Emilio Cuevas  
Celia Milford



## Credits

### Images

Conchy Bayo  
Rubén del Campo  
Adam Duran  
Ángel Gómez-Peláez  
Toño Perdigón  
Ramón Ramos  
Alberto Redondas  
NASA

### Text

All IARC staff

### Editing

Emilio Cuevas  
Celia Milford



*Conchy Baye*

[ciai@aemet.es](mailto:ciai@aemet.es)

@AEMET\_Izana

Tel : +34 922 151718

Fax: +34 922 574475

Centro de Investigación Atmosférica de Izaña/

Izaña Atmospheric Research Centre

Calle La Marina, 20

38001 Santa Cruz de Tenerife

España / Spain

<http://izana.aemet.es>