

## Aumento del CO<sub>2</sub> en las zonas rurales



FUENTE: *SINC*

Investigadores españoles han medido durante tres años las concentraciones de CO<sub>2</sub> en la troposfera (baja atmósfera) de un área rural poco habitada cerca de Valladolid. Los resultados, inéditos en la Península Ibérica, muestran que las concentraciones han sufrido un importante aumento entre 2002 y 2005.

EN los últimos años, físicos y meteorólogos han intentado conocer las concentraciones y evolución del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) de la troposfera en diferentes zonas urbanas y rurales del planeta. Ahora un equipo científico de la Universidad de Valladolid (UVA) ha publicado las primeras y hasta ahora únicas mediciones en el territorio peninsular.

El estudio, publicado en el último número de la revista *Theoretical and Applied Climatology* y dirigido por M<sup>a</sup> Luisa Sánchez, investigadora del Grupo de Contaminación Atmosférica de la UVA, demuestra que entre 2002 y 2005, las concentraciones de CO<sub>2</sub> aumentaron 8 ppm (partículas por millón). Según un estudio más amplio, los investigadores prevén en la zona de estudio “un aumento de 3 ppm por año”.

“Las concentraciones de este gas en atmósferas no contaminadas dependen de las emisiones del suelo, así como de la respiración y la fotosíntesis de las plantas, pero también de la evolución de la propia atmósfera, que puede facilitar o inhibir la dispersión de esta sustancia”, explica a SINC Isidro Pérez, uno de los autores e investigador en el Departamento de Física Aplicada de la UVA. Los científicos

eligieron una zona rural plana y no contaminada, situada a 840 m por encima del nivel del mar y a 30 kilómetros de Valladolid. Además, determinaron los ciclos diarios y estacionales relacionándolos con las corrientes en chorro de baja altura y con un indicador de la turbulencia, el llamado número de Richardson. Al aumento de dióxido de carbono se añaden otras características observadas en las zonas no contaminadas, como el contraste entre el día y la noche. “Este contraste, especialmente importante en primavera, se explica por los procesos de respiración-fotosíntesis, y por la turbulencia o la estratificación de la atmósfera”, apunta Pérez.

Gracias a los datos del RASS sodar (un dispositivo que mide los perfiles verticales de la temperatura y del viento, y cuyo alcance es superior al de las torres meteorológicas convencionales), el equipo clasificó también las velocidades del viento. Estos datos permitieron obtener perfiles que evidenciaron “la existencia de corrientes en chorro de baja altura por la noche, especialmente bajas en verano, donde el máximo de esta corriente se situó entre 200 y 300 metros”, manifiesta el investigador. Los físicos también analizaron la estructura térmica de la baja atmósfera y observaron “destacadas advecciones (transporte horizontal de calor por una corriente de aire) frías en primavera durante el día, con diferencias de temperatura de 4.5 °C entre las zonas donde las velocidades del viento son más altas y donde son más bajas”, añade Pérez.

## Elevada tasa de aumento de temperatura en España

FUENTE:

*CLIVAR-España*

Al finales de 2009, la Red Temática CLIVAR-España, que aglutina a la comunidad científica española que estudia cuestiones

relativas a la variabilidad del clima a distintas escalas espaciales y temporales, adelantaba algunas de las conclusiones de un informe que ha realizado recientemente sobre los aspectos físicos del cambio climático en España, titulado “Clima en España: Pasado, Presente y Futuro”, y que será dado a conocer a la opinión pública el presente mes de enero.



El informe demuestra claramente que el aumento de la temperatura superficial global se refleja también a nivel peninsular, en todas las regiones y en todas las estaciones, con un ritmo de aumento de 0.5°C/década en los últimos 30 años, muy superior al de la temperatura global. Estos resultados están basados en numerosos estudios independientes que emplean datos procedentes de observatorios españoles. Otro resultado importante es que la década del 2000-2009 ha sido la más seca a nivel peninsular desde el año 1950.

Las simulaciones del clima futuro con modelos climáticos predicen aumentos de temperatura superiores a los del resto de Europa, así como importantes disminuciones de la precipitación, para finales del siglo XXI.

Otro capítulo del informe trata de establecer cómo afectará el cambio climático a España a finales del presente siglo. Para ello, se ha trabajado con modelos de predicción regionales del proyecto europeo **Prudence**, eligiendo dos de los escenarios posibles que establece el IPCC. Uno de ellos considera un mundo en el que no se toman medidas reductoras de la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, de manera que dicha concentración sea el doble que la actual, mientras que en el otro escenario, el aumento de CO<sub>2</sub> es más moderado, manteniéndose un nivel de emisiones similar al actual.

Aunque su margen de error es considerable, los modelos predicen que en el peor escenario posible –el que nos ofrecería una menor capacidad de adaptación– las temperaturas subirían hasta 6°C grados en el centro de la Península en verano y entre 2 o 3°C en invierno. El programa CLIVAR (*Climate Variability and Predictability*) es un proyecto internacional patrocinado por la ONU que tiene como principal misión aportar nuevos datos sobre la variabilidad climática en diferentes áreas del planeta.

## Las olas gallegas son las mejores para producir energía

FUENTE: *SINC*

Las mejores zonas costeras de la Península Ibérica para aprovechar la energía de las olas son la Costa da Morte y Estaca de Bares, en A Coruña. Así lo reflejan dos estudios pioneros publicados este mes en las revistas *Energy* y *Renewable Energy* por investigadores de la Universidad de Santiago de Compostela (USC).

**E**N palabras de Gregorio Iglesias, coautor de ambos estudios e ingeniero de la Escuela Politécnica Superior de la USC, “la Costa da Morte, entre Finisterre y las Islas Sisargas, y el área de

Estaca de Bares –ambas en la costa coruñesa– son las zonas de la Península Ibérica con mayor potencial para instalar sistemas de aprovechamiento de la energía de las olas.

En las investigaciones, que acaban de publicarse en las referidas revistas, los ingenieros afirman que en la Costa da Morte se pueden alcanzar los 50 kilovatios por metro de agua (más de 400 MW/m al año) y en Estaca de Bares, un poco más de 40 kW/m. “A partir de esta región del noroeste peninsular el potencial energético de las olas decrece al alejarnos por el Cantábrico hacia el Este (25 KW/m en el País Vasco) y por el Atlántico hacia el Sur”, aclara Iglesias, “y en el Mediterráneo la fuerza del oleaje no es la adecuada para producir energía de forma eficiente”.

El estudio analiza el potencial energético de las aguas gallegas, y es el primero que se centra en detalle en esta región. Los investigadores han obtenido los datos a partir del análisis del clima marítimo (régimen de oleaje a lo largo del tiempo) en aguas profundas de 20 puntos de la costa de Galicia. En concreto, la información procede de cuatro boyas (Langosteira, Vilán-Sigargas, Cabo Silleiro y Estaca de Bares) y de 16 nodos de la base de datos SIMAR-44 (series temporales de parámetros atmosféricos y oceanográficos generados con datos recogidos entre 1958 y 2001).

La energía que producen las olas, denominada “undimotriz” (distinta a la maremotriz o de las mareas, de alto costo y sólo eficaz en zonas costeras que puedan confinar grandes masas de agua), se puede generar con diversos dispositivos. Desde boyas que al subir y bajar hacen funcionar un generador, hasta columnas o pozos herméticos comunicados con el mar que expulsan aire -empujado por las olas- hacia una turbina, pasando por la energía que se obtiene al mover partes articuladas flotantes y unidas, como las del ingenio Pelamis o “serpiente marina” desarrollado en Portugal.

En España, de momento, no existen instalaciones undimotrices que operen de forma comercial, aunque hay dos centrales piloto en Santoña (Cantabria), con boyas eléctricas de oscilación vertical, y en Mutriku (Guipúzcoa), con la tecnología de columna de agua oscilante. Además existe un proyecto para instalar una planta undimotriz en el puer-





La Punta de Estaca de Bares es una de nuestras zonas costeras con un mayor potencial energético del oleaje.

to de Granadilla (Tenerife). Los investigadores de la USC también han diseñado un sistema de generación de energía del oleaje denominado “WaveCat”, una estructura flotante de acero que incorpora turbinas para producir la electricidad. En la actualidad el equipo trabaja en la mejora de los modelos numéricos del sistema y construye un prototipo a escala para ponerlo a prueba en un tanque de oleaje.

## Posible existencia de nieblas en Titán

FUENTE: *Neofronteras*

Según los últimos datos analizados de las imágenes captadas por la sonda espacial de la NASA *Cassini*, se ha podido ver la luz del sol reflejada en la superficie de algún lago de metano de Titán, además de bancos de niebla.

CUANDO se diseñó la misión *Cassini-Huygens* a Saturno no sólo se pretendía estudiar todo el sistema saturniano, sino que se tenía un especial interés en descubrir la fuente de metano de su mayor luna: Titán. Desde mucho antes se sospechaba que debía de haber mares de metano, aunque se fueron rebajando estas expectativas a extensiones líquidas de menor área como lagos y similares. Una de las primeras maniobras de *Cassini* diseñada para revelar la presencia de esos lagos estaba encaminada a ver el reflejo de la luz del Sol sobre la superficie en calma de uno de ellos; el brillo inequívoco de las únicas extensiones líquidas superficiales en el Sistema Solar fuera de la Tierra. No pudo ser posible en aquellos primeros y apasionantes momentos de la llegada de la sonda espacial al planeta de los anillos, pero finalmente se lograron obtener esas deseadas imágenes.

El estudio de la superficie de Titán no está exento de dificultades, ya que está totalmente cubierto de una calima

que bloquea la luz visible y convierte a esta luna en un cuerpo opaco. Esa capa de partículas orgánicas (denominadas **tolinas**) está a gran altura e impide ver su superficie. Sólo el radar y una gama en el infrarrojo pueden penetrar a través de esa calima. La razón por la cual no se habían observado antes esos reflejos es porque los lagos están situados principalmente en el hemisferio norte, y en la estación en la que se encontraba Titán (las estaciones en Titán son mucho las largas que las terrestres) ha sido el más frío hasta ahora porque estaba en invierno y casi no recibía la luz del Sol. Titán pasó por el equinoccio en agosto pasado y con la llegada de la primavera la luz del Sol empezó a incidir sobre estas gélidas regiones.

Aparte de los reflejos de los lagos, también podrían haberse detectado nieblas de metano sobre la superficie de Titán. Según Mike Brown y su equipo, todos del *California Institute of Technology*, la Tierra y Titán comparten ese fenómeno meteorológico ligado a la presencia de líquido en la superficie. El estudio fue presentado en el Congreso de la Unión Geofísica Americana, celebrado en San Francisco el pasado mes de julio.

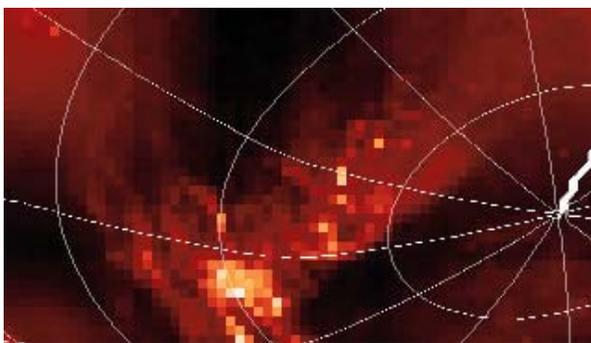
Los bancos de niebla detectados parecen haberse movido a lo largo del hemisferio sur de Titán en las imágenes reconstruidas por este científico. Después del largo verano de este hemisferio, durante el cual el metano ha estado evaporándose de la superficie y de los lagos allí presentes, ahora, una vez que las temperaturas comienzan a bajar, se van formando bancos de niebla de este gas. La presencia de niebla constituye una prueba directa del intercambio de materia entre la superficie y la atmósfera de Titán, y de la presencia de un ciclo hidrológico activo. Sólo en la Tierra se conoce un ciclo hidrológico de naturaleza similar.

Para poder llegar a esta conclusión, los científicos se basaron en los datos procedentes de la cámara y el espectrómetro infrarrojo VIMS de la sonda *Cassini*. El estudio no fue sencillo, pues hubo que filtrar los datos para poder separar las estructuras que se dan a distintas alturas sobre la superficie de Titán, centrándose en aquellas que dispersan la luz de manera especial por estar constituidas por pequeñas partículas, en este caso las gotitas de metano que forman la niebla o las nubes. Pudieron aislar nubes situadas a unos 750 metros de altura sobre el suelo que no se extendían a mayor altura como los hacen las nubes comunes, por lo que esas nubes constituían la niebla.

Para que se forme niebla, nubes o rocío se necesita en general una humedad cercana al 100% y hay dos maneras de conseguirlo: añadir líquido



Imagen de Titán captada por la sonda *Cassini* en 2004 en la que se aprecia al anillo púrpura de la calima referida en el texto. Crédito: NASA/JPL/Space Science Institute.



Sector cercano al polo sur de Titán donde se observan reflectividades que se han identificado con nieblas de metano. Crédito: Mike Brown, Caltech.

(agua en la Tierra y metano en Titán) o hacer que al aire sea muy frío. Como sabemos, en la Tierra las nieblas de la mañana (de irradiación) se forman porque el aire cercano al suelo se ha enfriado durante la noche hasta alcanzar la saturación, no siendo capaz de contener más vapor de agua. Durante el día, la insolación contribuye a disiparlas. Si embargo, en Titán la atmósfera tarda mucho más tiempo en calentarse o enfriarse, puede que necesite incluso 100 años para ello según explicó Brown. La única posibilidad para que se forme niebla en Titán es el aumento de la humedad hasta el nivel de saturación. En Titán esto se puede dar por una mayor evaporación del metano (que puede estar en los tres estados posibles). De lo anterior se deduce que debe haber lluvia, corrientes superficiales, charcas y erosión provocados por un ciclo hidrológico de metano. Últimamente se viene hablando de la posibilidad de existencia de vida en Titán. Aunque son estudios muy especulativos, ponen de relieve la muy rica química orgánica que puede haber en el mayor satélite natural de Saturno. Aunque las características apolares del metano le alejan del agua como disolvente para biomoléculas, quizás sea concebible una bioquímica diferente allí.

## Novedosa teoría sobre la formación de la atmósfera

FUENTE: *Neofronteras*

Según una nueva teoría, la atmósfera se creó después de que la Tierra ya se había formado completamente, gracias al impacto de cometas provenientes más allá del sistema solar interior.

**D**URANTE un tiempo se pensó que la atmósfera y los océanos provenían en su mayor parte del interior de la Tierra, y que el agua y los gases habían sido expulsados en erupciones volcánicas. Para la formación de la Tierra se agregaron por acreción los materiales de la nebulosa primitiva del interior del Sistema

Solar. A partir de ellos se formaron las distintas capas de este planeta, incluyendo el manto terrestre.

Según la teoría tradicional la actividad volcánica posterior iría expulsando estos gases atrapados en el interior y los depositaría por encima de la corteza terrestre. Más recientemente se empezó a especular que lo más probable es que el agua proviniera del espacio, aunque sin aportar muchas pruebas al respecto. Ahora, según un nuevo estudio realizado por científicos de la Universidad de Manchester (Reino Unido) y de la Universidad de Houston (EEUU), puede que la atmósfera provenga también del espacio exterior. Según este equipo de investigadores, la vieja hipótesis de los volcanes no sería correcta.

Para llegar a esta reveladora conclusión, Greg Holland, Martin Cassidy y Chris Ballentine analizaron los gases volcánicos en busca de pruebas. Según ellos, dichos gases no pueden haber contribuido significativamente a la composición de la atmósfera terrestre. Los gases atmosféricos, y probablemente también los océanos, deben de provenir de otra fuente distinta, posiblemente del último bombardeo meteorítico, en que cayeron a la Tierra objetos ricos en hielo y gases como los cometas. Pero nadie había encontrado pruebas inequívocas de este episodio en las muestras del interior terrestre, debido a que las firmas químicas son muy sutiles y difíciles de medir. En este caso particular, se midieron trazas de gases nobles provenientes de la actividad telúrica, como el criptón y xenón, en busca de sus proporciones isotópicas y así poder compararlas con las presentes en la composición de ciertos meteoritos. Gracias a ello pudieron establecer, por primera vez, la composición isotópica del criptón en el manto terrestre.

La vida fue cambiando la composición química de la atmósfera terrestre, incluyendo la presencia de oxígeno libre. Pero la actividad biológica no ha alterado la relación isotópica de los gases nobles, como en el caso de los pesados criptón y xenón. Para sorpresa de estos investigadores, la composición isotópica encontrada en las emanaciones volcánicas concuerda con la composición del material que formó el Sistema Solar interior y que todavía está registrada en los meteoritos carbonáceos. Esto significa que el



Imagen de la atmósfera captada desde el espacio. Fuente: NASA

interior de la Tierra adquirió sus compuestos volátiles por acreción a partir de esos materiales en los orígenes del Sistema Solar.

Sin embargo, las relaciones isotópicas de la atmósfera son distintas a las halladas en el interior y, por tanto, ésta tuvo que formarse después, a partir de objetos provenientes de fuera del Sistema Solar. No deja de ser sorprendente que los primeros gases que la Tierra atrapó en su interior no contribuyeran a la composición atmosférica actual. Éstos vinieron después, y más tarde de lo esperado, procedentes de cometas cuando la Tierra ya se había formado completamente. Para confirmar esta hipótesis se espera analizar estas mismas relaciones isotópicas en las muestras cometarias capturadas por la misión *Stardust* de la NASA. Quizás, a raíz de hallazgo, debemos cambiar nuestra idea de que un montón de volcanes primitivos expulsaban gases sin parar, y cambiarla por la de la caída de cuerpos helados en un bombardeo frenético.

Bajo el paraguas de esta nueva teoría, si ahora mismo podemos respirar es porque los gases que nos rodean proceden de planetesimales que llegaron aquí hace mucho tiempo desde más allá de la órbita de Plutón. Sin embargo, la ciencia también nos dice que perdemos atmósfera a un ritmo superior al de su reposición. Dentro de unos mil millones de años, mucho antes de que el Sol se transforme en una gigante roja, habremos perdido casi toda nuestra atmósfera y la Tierra tendrá un aspecto muy parecido al que Marte tiene ahora. A partir de entonces la vida, tal y como la conocemos, ya no será posible. ¡Qué importante es esa pequeña capa gaseosa!

## Un Sahara más húmedo permitió al hombre primitivo salir de África

FUENTE: *CORDIS*

Las migraciones de los hombres primitivos desde África hacia otros continentes fueron facilitadas por cambios climáticos que convirtieron el Sahara en una región mucho más húmeda que en la actualidad, según un nuevo estudio a cargo de científicos neerlandeses y alemanes.

EL trabajo, publicado en la edición digital de *Proceedings of the National Academy of Science* (PNAS), también sugiere que dichos cambios se debieron a alteraciones en la intensidad de una importante corriente que recorre el Océano Atlántico. El Sahara no siempre ha sido el desierto que es hoy en día; investigaciones anteriores han revelado que hace alrededor de 10.000 años, en una época denominada **Período Húmedo Africano** (PHA), esta región estaba cubierta por bosques,

praderas y lagos y habitada por humanos. Pero cuando concluyó el PHA, hace alrededor de 5.500 años, el Sahara volvió a convertirse en un desierto.

En el estudio referido, científicos del Real Instituto de Investigación Marina de los Países Bajos (NIOZ) y de la Universidad de Bremen (Alemania) estudiaron sedimentos extraídos del fondo marino próximo a las costas occidentales de África para investigar cómo ha cambiado el medio ambiente del Sahara en los últimos 200.000 años. En las regiones del Sahara y el Sahel soplan fuertes vientos que transportan grandes cantidades de polvo hasta el Atlántico. Este polvo acaba hundiéndose hasta alcanzar el lecho marino, donde va acumulándose y, con el paso de los milenios, forma estratos.

El polvo está mezclado con ceras cuticulares procedentes de hojas de plantas que también van a parar a las capas sedimentarias, donde se conservan en buen estado durante millones de años. La composición química de los árboles, arbustos y hierbas que crecen en el Sahara cuando éste es más húmedo es distinta de la de las hierbas y juncias que pueblan la región cuando su clima es más desértico. Al estudiar la composición química de dichas ceras, los investigadores lograron determinar los períodos de sequía y humedad del Sahara.

Concretamente, sus análisis revelaron la existencia de tres períodos en los últimos doscientos milenios en los que el Sahara estuvo cubierto de árboles y, por consiguiente, debió de constituir un medio húmedo. El primer período, hace entre 120.000 y 110.000 años, coincide a grandes rasgos con la dispersión de los seres humanos modernos, desde el punto de vista anatómico, desde África hacia el suroeste asiático y Europa hace entre 130.000 y 100.000 años. Por consiguiente, este estudio refuerza la teoría de que el Sahara podría haber sido la ruta de salida de África para los seres humanos primitivos.

El segundo período húmedo se prolongó aproximadamente entre hace 50.000 y 45.000 años, y también coincide con otra ola de migración desde África, que se calcula que tuvo lugar entre hace 60.000 y 40.000 años. También se han hallado indicios de una posible ola de migración de vuelta a África desde el suroeste asiático alrededor de esta época.



Desierto del Sahara a partir de una composición de imágenes de satélite. Fuente: NASA.

El tercer período húmedo se produjo entre hace 10.000 y 8.000 años, época en la que se sabe que el Sahara estaba habitado por poblaciones humanas.

Los investigadores también trataron de averiguar las causas de estos drásticos cambios en el medio ambiente del Sahara. Para ello estudiaron la composición química de los caparazones de unos animales diminutos llamados foraminíferos que también quedaron atrapados en los sedimentos marinos ya mencionados. La composición de los caparazones está relacionada con la composición química de las profundidades del océano en las que habitan estas criaturas diminutas.

Un factor clave en el clima sahariano es un importante sistema de corrientes denominado Circulación Meridional de Retorno del Atlántico («*Atlantic Meridional Overturning Circulation*» o AMOC), por cuyas capas superficiales se transportan aguas cálidas en dirección norte, hacia el Ártico, mientras que por las profundidades oceánicas lleva

agua fría hacia el sur. La fuerza de este sistema de corrientes varía con el tiempo.

Los científicos descubrieron que, cuando la AMOC era más débil, el norte de África era más seco. Los investigadores atribuyen el debilitamiento de la AMOC a un mayor aporte de agua dulce en la región ártica del Atlántico. Cuando la AMOC es más débil, la temperatura de la superficie oceánica en el Atlántico Norte disminuye, los vientos alisios cobran fuerza y esto, unido al movimiento de masas de aire frío desde latitudes altas hacia los trópicos, desplaza las lluvias monzónicas del norte de África hacia el sur, lo que provoca condiciones más áridas en el Sahara.

«Nuestros resultados sugieren que los cambios en la AMOC influyeron en el clima del norte de África y que, en algunos periodos, ayudaron a crear condiciones más propicias en la zona central del Sahara/Sahel, lo que permitió que los humanos atravesaran esta región habitualmente tan inhóspita», concluyen los autores.

## Fotometeo, en marcha

La Galería FOTOMETEO (<http://fotometeo.ame-web.org/>) ha cumplido sus primeros meses de existencia, con unos primeros pasos y unas expectativas muy prometedoras, dada la gran cantidad de usuarios que ya se han registrado y las excelentes fotografías que han ido subiendo, dando así vida y sentido a esta iniciativa, puesta en marcha por nuestra Asociación.

Con esta nueva galería web, la AME está ofreciendo un espacio donde quienes lo deseen puedan exponer sus mejores fotografías meteorológicas conjuntamente con las de otros aficionados, de forma que poco a poco se vaya conformando un gran archivo fotográfico meteorológico. Se tendrán así disponibles, en un mismo lugar, un gran número de imágenes de calidad e interés, subidas y comentadas por sus propios autores, lo que resultará de indudable interés, ya sea para el disfrute de su contemplación, como para fines divulgativos u otros.

FOTOMETEO consta de tres grandes secciones:

- Los álbumes personales**, que son creados por los usuarios y a los que pueden subir sus fotografías libremente.
- Los álbumes fotográficos públicos**: Es la parte de la galería más selecta, pues es a la que se van pasando aquellas fotos subidas por los usuarios de mayor interés y calidad a criterio de los moderadores.
- El área didáctica**: Con esta sección, de gran potencialidad, se pretende reforzar el carácter divulgativo de la Galería. Para su desarrollo será esencial contar con las aportaciones de todos aquellos Socios de la AME y personas con material didáctico disponible que deseen colaborar, subiendo aquí sus archivos de dicha índole.

Desde estas líneas, animamos a todos los lectores del Boletín AME a visitar la Galería, disfrutar del material publicado y contribuir a su crecimiento, compartiendo a través de ella tanto sus mejores fotos meteorológicas como sus archivos divulgativos.

En caso de cualquier duda, se puede contactar con los administradores a través del correo electrónico [admin.fotometeo@ame-web.org](mailto:admin.fotometeo@ame-web.org)

Confianza con vuestro apoyo hacia este proyecto, recibid un afectuoso saludo y nuestros mejores deseos para este año recién estrenado, por parte del equipo de moderadores de FOTOMETEO

Fernando Bullón - Coordinador de FOTOMETEO

