



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA, INNOVACIÓN
Y UNIVERSIDADES

PROYECTOS CIENTÍFICOS DE LA CAMPAÑA ANTÁRTICA 2019-2020



PRESENTACIÓN

PROYECTOS

En la campaña antártica española 2019/2020 participan 13 proyectos:

- 8 financiados por la Agencia Estatal de Investigación.
- 4 proyectos de mantenimiento de series temporales históricas.
- 1 proyecto del Instituto Hidrográfico de la Marina.

Además de la actividad de la Agencia Estatal de Meteorología.

De otros países, se llevarán a cabo 4 proyectos que se desarrollarán en instalaciones españolas:

- 3 de Portugal.
- 1 de Colombia.

INSTALACIONES

Las instalaciones que participan en la campaña son la base antártica española “Juan Carlos I”, la base antártica española “Gabriel de Castilla”, el campamento Byers y el buque de investigación oceanográfica “Hespérides”.

PARTICIPACIÓN

- Alrededor de 200 personas:
 - 100 Investigadores.
 - 105 personal de apoyo: técnicos, dotaciones y tripulación de las bases y el buque.

CALENDARIO DE LA CAMPAÑA

- Salida del Hespérides de Punta Arenas (Chile) hacia la Antártida: 16 de diciembre 2019.
- Apertura de bases Juan Carlos I y Gabriel de Castilla: 20 de diciembre y 22 de diciembre 2019 respectivamente.
- Cierre de bases: 22-23 de marzo de 2020.
- Llegada del Hespérides a Ushuaia (Argentina): 25 de marzo 2020 --> Fin de campaña antártica.

Durante la campaña el buque Hespérides tendrá 5 puertos para abastecimiento logístico e intercambio de personal científico/técnico: 2 en Punta Arenas y 3 en Ushuaia, lo que supone atravesar 10 veces el Mar de Hoces (o paso del Drake).

COOPERACIÓN INTERNACIONAL

- Investigadores españoles en otras bases: Uruguay-base Artigas (2 proyectos científicos distintos).
- Apoyos de España a otros países:
 - Uruguay (transporte de personal y carga)
 - Portugal, con 3 proyectos en las bases españolas (transporte de personal y carga)
 - Colombia (1 proyecto en Hespérides)
 - Bulgaria (transporte de personal y carga)

EVENTOS TECTÓNICOS Y OCEANOGRÁFICOS EN EL DESARROLLO DE LA CORRIENTE CIRCUMPOLAR ANTÁRTICA (ACC) Y SU RELACIÓN CON LA EVOLUCIÓN PALEOCLIMÁTICA Y DEL CASQUETE DE HIELOS. TASDRACC

INVESTIGADORES PRINCIPALES

Fernando Bohoyo (f.bohoyo@igme.es) Instituto Geominero de España.

Carlota Escutia (cescutia@ugr.es) Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra, CSIC y a través de twitter: [@TASMANDRAKE](https://twitter.com/TASMANDRAKE)

La campaña oceanográfica POWELL2020, a bordo del Buque de Investigación Oceanográfica Hespérides y codirigida por Fernando Bohoyo (IGME) y Carlota Escutia (IACT-CSIC), tiene como principal objetivo **identificar las edades de los principales eventos y procesos** (tectónicos, oceanográficos y climáticos) **que conducen a la separación de la Antártida de América del Sur, el desarrollo de la Corriente Circumpolar Antártica (CCA)** y su relación con la **evolución climática global y los casquetes de hielo Antárticos**.

Hace unos 200 millones de años el hemisferio sur de nuestro Planeta estaba ocupado por el supercontinente Gondwana. La pieza central del puzle era la Antártida y anexionados a ella estaban las masas continentales que después serían Sudamérica, África, Australia, Nueva Zelanda, el Indostán, y Madagascar. Hace unos 180 millones de años comenzó la ruptura y progresiva separación y deriva de los continentes de Gondwana. Las dos últimas piezas en separarse fueron las conexiones de la Antártida con Tasmania y con Sudamérica. La apertura de los pasos oceánicos de Tasmania y de Drake-Scotia (entre la Península Antártica y Sudamérica), favorecieron el desarrollo de la Corriente Circumpolar Antártica (CCA), que conecta todos los océanos meridionales.

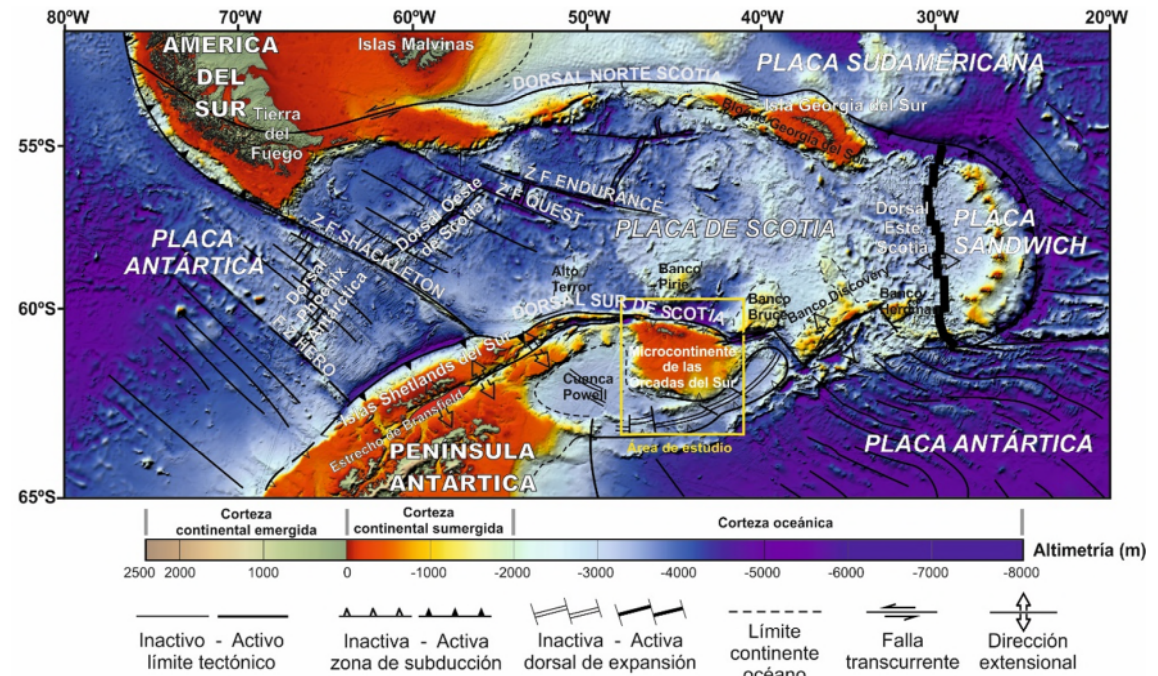
La CCA juega un papel muy importante en el clima de la Tierra, mediante la distribución del calor, nutrientes, sal, carbono, así como en el intercambio de gases entre la atmósfera y el océano.

La tendencia al calentamiento climático que sufre nuestro planeta se prevé fortalezca los vientos del oeste del hemisferio sur y provoque un desplazamiento de la CCA hacia el polo.

Las consecuencias de este desplazamiento incluyen: el fortalecimiento del afloramiento, el transporte del calor y del carbono, y la estabilidad de ciertos sectores de los casquetes de hielo Antárticos y, por ende, al nivel del mar. Para poner estos cambios en perspectiva es fundamental mejorar nuestro conocimiento de las condiciones tectónicas, oceánicas y climáticas

que han conducido al inicio y posteriores variaciones de la CCA, con hincapié en el estudio de episodios cálidos en el pasado con altas concentraciones de CO₂ atmosférico y temperaturas elevadas como las que se prevén durante este siglo (IPCC 2013).

Durante la Campaña Antártica POWELL 2020 realizaremos **estudios geofísicos** (que permiten el estudio de la estructura de la corteza terrestre) y **estudios geológicos** (que permiten el estudio de condiciones ambientales pasadas incluida la evolución del clima terrestre en el pasado geológico). En concreto estudiaremos la Cuenca Powell y el Microcontinente de las Orcadas del Sur (MOS). Los estudios geofísicos y geológicos están **enfocados a revelar procesos tectónicos, y condiciones oceanográficas y climáticas existentes entre 35 y 17 millones de años**. En este período tiene lugar las primeras fases de la formación del paso Drake-Scotia



mediante la separación del MOS de la Península Antártica y la formación de la Cuenca de Powell. Así mismo es durante este período que tienen lugar tres de los umbrales más críticos en la evolución del clima terrestre. Se trata de entender que papel han jugado la apertura tectónica del Paso de Drake y el desarrollo de la CCA en estos umbrales.

La campaña POWELL 2020 se enmarca en el marco del proyecto de investigación del Plan Nacional “TASDRACC- Eventos tectónicos y oceanográficos en el desarrollo de la Corriente Circumpolar Antártica (ACC) y su relación con la evolución paleoclimática y del casquete de hielos (CTM2017-89711-C2-1-P/CTM2017-89711-C2-2-P)” que es un proyecto coordinado entre el Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (IACT, CSIC-Univ. de Granada) y el Instituto Geológico y Minero de España (IGME).

La campaña POWELL2020 cuenta con la participación de **22 investigadores del IACT, IGME y otras instituciones españolas** (Universidad de Salamanca, Instituto Hidrográfico de la Marina) **y extranjeras** (Stanford University y Colgate University (USA), Royal Holloway de Londres, Universidad de Bordeaux, Victoria University of Wellington (NZ) y British Antarctic Survey).

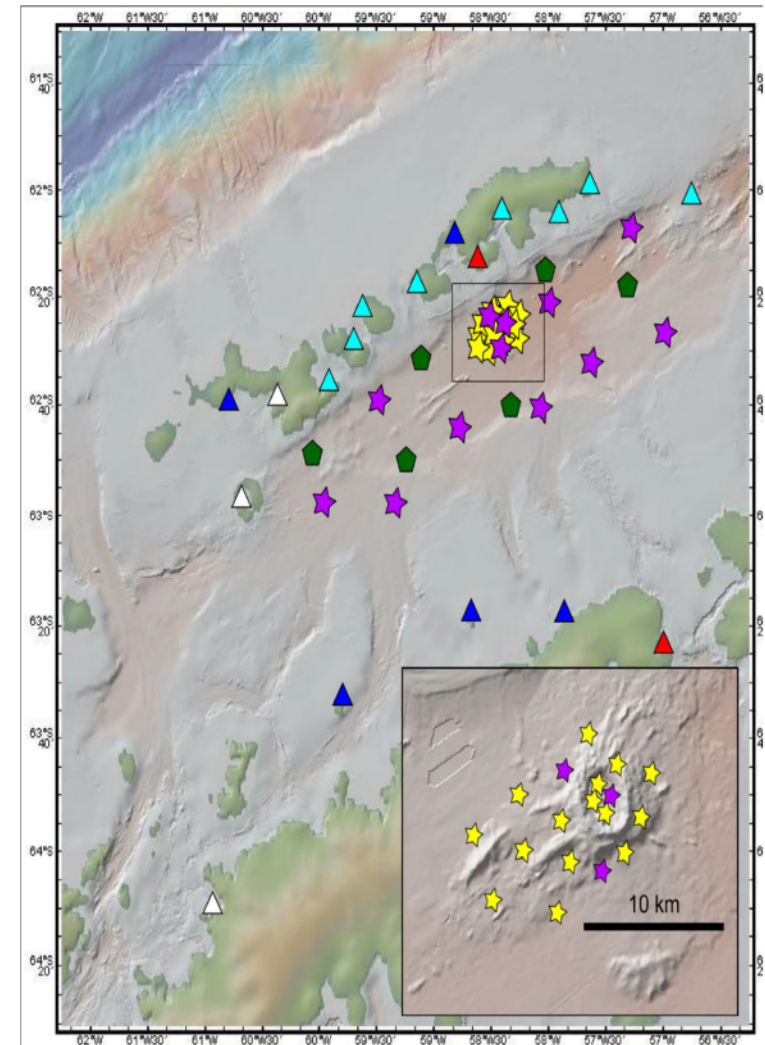
ESTUDIO SISMOLÓGICO DE LOS VOLCANES SUBMARINOS DEL ESTRECHO DE BRANSFIELD (ANTÁRTIDA): ENTORNO GEODINÁMICO, ESTRUCTURA, Y DINÁMICA. BRAVOSEIS

INVESTIGADOR PRINCIPAL

Fco. Javier Almendros González (Universidad De Granada).

vikingo@ugr.es

El Estrecho de Bransfield está situado entre la Península Antártica y las islas Shetland del Sur, en las que España tiene dos Bases Antárticas. Es una zona de extensión que está dando lugar a la apertura de un **rift oceánico**, es decir, una fractura en la corteza por la que puede ascender material del interior. Uno de los fenómenos asociados a este proceso es el **desarrollo de volcanismo activo**. El análisis de la topografía del fondo oceánico muestra la presencia de varios edificios volcánicos. La mayoría son todavía submarinos, exceptuando las islas Decepción, Penguin, y Bridgeman. El proyecto BRAVOSEIS pretende **investigar la actividad de estos volcanes submarinos del Estrecho de Bransfield**, con especial énfasis en el gran volcán submarino Orca, situado al sur de la isla Rey Jorge, donde se concentra la mayor densidad de bases científicas de toda la Antártida. Para ello, vamos a realizar un **estudio sismológico** basado en el despliegue de una red sísmica densa, con sismómetros situados tanto en tierra como en el propio fondo marino, que esta zona alcanza unos 2 km de profundidad. Además, se realizarán **estudios de geofísica marina** (batimetría, perfiles sísmicos, gravimetría, magnetismo) a lo largo de la zona de extensión, para entender la estructura tridimensional tanto a nivel local como regional.



SEGUIMIENTO Y VIGILANCIA DE PROCESOS GEODINÁMICOS ACTIVOS MEDIANTE DEFORMACIÓN GEODÉSICA GNSS EN DIFERENTES ESCENARIOS (ANTÁRTIDA, GOLFO DE CÁDIZ Y LATINOAMÉRICA). Acrónimo: GEODEF-GNSS

INVESTIGADOR PRINCIPAL

Manuel Berrocoso Domínguez. Laboratorio de Astronomía, Geodesia y Cartografía. Facultad de Ciencias. Universidad de Cádiz. Correo-e: manuel.berrocoso@uca.es

PARTICIPANTES:

Amós de Gil Martínez (Laboratorio de Astronomía, Geodesia y Cartografía. Facultad de Ciencias. Universidad de Cádiz).
Carlos González Bielsa (Centro Geográfico del Ejército. Madrid).

El proyecto GEODEF-GNSS plantea resolver problemas relacionados directamente con el **seguimiento de procesos geodinámicos de carácter tectónico y/o volcánico** mediante el parámetro deformación superficial a partir de **observaciones de satélites GNSS**. En este proyecto se afronta el diseño, desarrollo y adecuación de metodologías específicas para el tratamiento de observaciones GNSS según el propósito geodinámico y la precisión alcanzada; y de métodos y técnicas numéricas analíticas y estadísticas más precisas y eficientes para series temporales geodésicas. Estas actuaciones permitirán establecer estrategias adecuadas para la obtención de modelos geodinámicos; que permitan abordar el problema del **pronóstico espacial y temporal**.

En deformación tectónica se incidirá en su modelización y seguimiento; y en deformación volcánica también en vigilancia. Se estudiará la deformación debida a la ocurrencia de terremotos dependiendo de su magnitud y distancia a las estaciones consideradas para pronóstico espacial de zonas de influencia.

En volcanología, se diseñarán nuevos para localización de fuentes de presión litosférica y su evolución espacial y temporal. Se afrontará el desarrollo de aplicaciones automatizadas para, en situaciones de crisis volcánicas establecer pronósticos a corto plazo.

En la Antártida se reobservará la Red Geodésica Antártica Española establecida en la región definida por la Península Antártica, Mar de Bransfield e islas Shetland del Sur con el objetivo de obtener modelos geodinámicos de carácter tectónico más precisos de la región.

En la isla Livingston se diseñará y establecerá una red GNSS con características geodinámicas para estudiar las especificidades geodinámicas de Península Byers con respecto al resto de la isla Livingston e islas adyacentes (Decepción, Snow, Low).



Vértice geodésico HANN perteneciente a la red GNSS REGIL (Punta Hannah, Isla Livingston).

RAÍCES ECOFISIOLÓGICAS Y EVOLUTIVAS DE LA TOLERANCIA A ESTRESSES MÚLTIPLES EN PLANTAS (EREMITA)

INVESTIGADORES PRINCIPALES

Jaume Flexas Sans & Javier Gulias Leon. Universitat De Les Illes Balears. Centro:
Instituto de Investigaciones Agroambientales y de la Economía del Agua (INAGEA).
jaume.flexas@uib.edu

PARTICIPANTES:

Cyril Douthe, Melanie Morales, Alicia Perera, Margalida Roig.

El plan de campaña específico 2019-2020 de este proyecto incluye como sitios de muestreo la Isla Livingston, en el archipiélago de las islas Shetland del Sur, desarrollando sus actividades en la estación de investigación que se encuentra en la Base Antártica Española (BAE) Juan Carlos I (62°39'46", S 60°23'20" W). Las actividades de este proyecto se desarrollarán durante la segunda fase organizada por el **Comité Polar Español entre febrero y marzo del 2020** de duración aproximada de 20 a 30 días. Las **especies a muestrear** incluyen las dos únicas plantas vasculares nativas que habitan en la Antártida, *Colobanthus quitensis* y *Deschampsia antarctica*, junto con líquenes, algas y briófitas autóctonas. Cabe remarcar que las especies serán muestreadas dependiendo de la densidad y extensión de la población. Respecto a las actividades específicas a desarrollar, éstas se enmarcan dentro del objetivo principal del presente proyecto EREMITA que trata de aumentar nuestra comprensión sobre las **posibles relaciones compensatorias entre la productividad de las plantas y su tolerancia a los múltiples estreses** que se enfrentan en ambientes extremos como la Antártida.

Debido al hallazgo en campañas anteriores de resultados muy prometedores en relación con la gran capacidad de tolerancia a la desecación así como también de capacidad productiva cuando se dan las condiciones óptimas de las plantas vasculares antárticas, en el actual proyecto y próxima campaña antártica queremos profundizar en su tolerancia a múltiples estreses. En este caso, avanzaremos en nuestros estudios incluyendo **estrés a la radiación UV-B y congelamiento** a través de los diferentes linajes evolutivos de algas y plantas terrestres antárticas.

Este objetivo general se abordará mediante los siguientes **objetivos específicos y actividades**:

1. Evaluar la tolerancia cruzada a la desecación, el frío y los rayos UV-B en un estudio de plantas antárticas, incluyendo las dos únicas plantas nativas vasculares, musgos y algas
2. Caracterizar las respuestas fotosintéticas y de fotoprotección a múltiples factores ambientales de un gran número de plantas antárticas, representativas de flora de ambientes extremos potencialmente amenazadas bajo el marco de cambio global
3. Estudiar cómo las características de la pared celular difieren a lo largo del linaje evolutivo en algas y plantas terrestres, y qué efectos tienen estas diferencias en su fisiología diferencial.
4. Estudiar el papel de moléculas protectoras (metabolitos secundarios, principalmente derivados fenólicos y terpenoides) y la composición de las membranas celulares (lipidoma) en la tolerancia combinada al estrés a lo largo del linaje evolutivo en algas y plantas terrestres.

Las actividades incluidas en este proyecto se abordarán en esta campaña mediante **muestreos de campo y mediciones** que nos permitirá evaluar la múltiple tolerancia al estrés en algas y plantas antárticas.

En primer lugar, muestreos *in situ* para la recolección de plantas antárticas. Los sitios de muestreo se llevarán a cabo en los alrededores de la estación de investigación de la BAE Juan Carlos I para la prospección de especies vegetales de interés. Durante esta actividad también se procederá a la instalación de registradores de datos con el objetivo de registrar la temperatura y el contenido relativo de agua de briófitas. Durante esta actividad se recolectarán hojas frescas para trasladar al laboratorio de la BAE dónde se someterán a los diferentes test de tolerancia a estrés por congelamiento y radiación UV-B.

También se realizarán mediciones de campo no destructivas que midan la tasa fotosintética. El test de tolerancia a estrés por congelamiento se llevará a cabo el test conocido como TL50, que permite determinar a qué temperatura el 50% del tejido fotosintético es letal. El test de tolerancia a estrés por radiación UV-B se desarrollará mediante un dispositivo portátil con diferentes LEDs y dosis de radiación para caracterizar rápidamente la tolerancia a UV-B en tejidos fotosintéticos.

Por último, se realizarán muestreos de material vegetal para caracterización fisiológica y bioquímica. Se recolectarán muestras de tejido fotosintético para los análisis bioquímicos (pigmentos fotoprotectores, metabolómica, proteómica, composición de la pared celular y fitohormonas), que se congelará en nitrógeno líquido para su posterior análisis en el laboratorio de la Universitat de les Illes Balears.

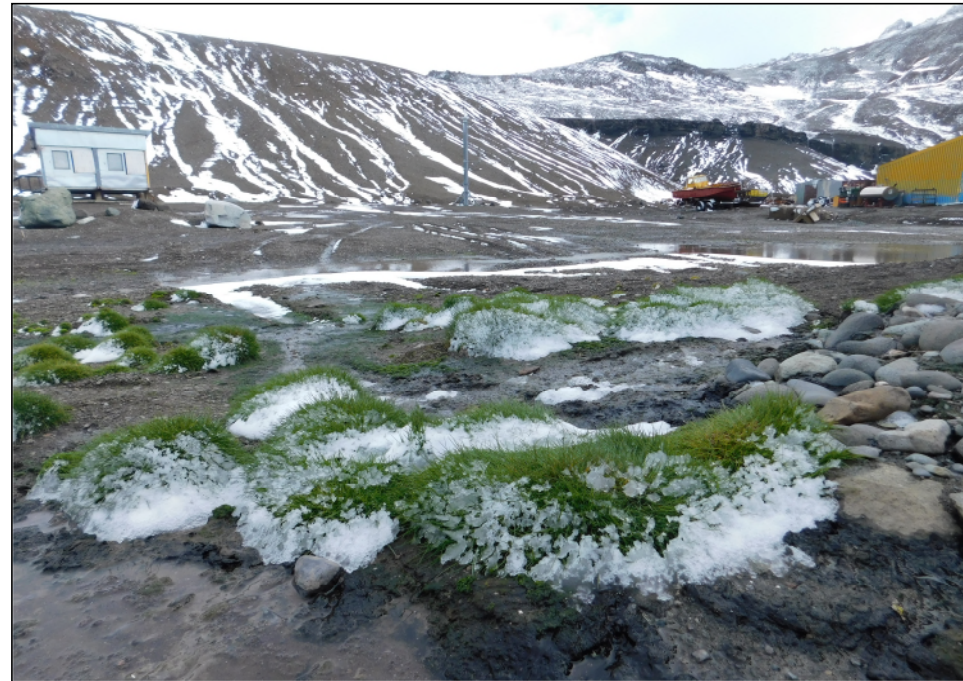


Foto ilustrativa de la única gramínea autóctona conocida como pasto piloso (*Deschampsia antarctica*) bajo condiciones ambientales de congelamiento, durante la campaña antártica del 2018. Esta especie, junto a su cohabitante *Colobanthus quitensis*, briófitas y algas autóctonas serán foco de interés en este proyecto durante la campaña antártica 2020.

CARACTERIZACIÓN DE AEROSOLES ATMOSFÉRICOS EN LA ANTARTIDA. CAALA, (CA3)

INVESTIGADORES PRINCIPALES

Jesús Anzano Lacarte, U. de Zaragoza, janzano@unizar.es

Jorge O. Cáceres Gianni, U. Complutense de Madrid, jcaceres@ucm.es

PARTICIPANTES:

Jesús Anzano Lacarte, Universidad de Zaragoza, **Jorge O. Cáceres Gianni**, Universidad Complutense de Madrid, **Javier del Valle Melendo**, Centro Universitario de la Defensa, **Mariano Laguna Castrillo**, ISQCH-CSIC, Zaragoza, **Luis Vicente Pérez Arribas**, Universidad Complutense de Madrid, **Susana Cabredo Pinillos**, Universidad de La Rioja, **Roberto Lasheras Molina**, Gobierno de Aragón, **Juan José Monge Minguillón**, Universidad de Zaragoza.

La presencia de **aerosoles en la atmósfera** (materia particulada atmosférica) tiene efectos sobre la **calidad del aire y efectos climáticos** debidos a la interacción de las partículas con la radiación solar, dispersando y absorbiendo la misma (efecto directo), y actuando como núcleos de condensación para la formación de nubes (efecto indirecto). Una parte mayoritaria del material particulado atmosférico proviene de la resuspensión de materia crustal por efecto mecánico (materia mineral).

El mejor **conocimiento del material particulado** atmosférico presente en las zonas de toma de muestras ayudará a una mejor comprensión del estado actual del medio ambiente Antártico, una zona especialmente singular tanto por sus particularidades climáticas como por su alejamiento de la actividad humana. Por otro lado, el **desarrollo de técnicas de medición** que permitan cuantificar la materia mineral en suspensión se ha demandado desde la comunidad científica para una mejor evaluación ambiental del impacto de los aerosoles crustales.

La disponibilidad de métodos analíticos capaces de proporcionar información sobre la distribución de elementos minerales en filtros de aire es un aspecto clave en el ámbito de las ciencias ambientales. La obtención de imágenes elementales ayudará a interpretar el

papel de ciertos elementos metálicos en relación al cambio climático. La ablación láser LIBS combinada con la técnica imaging (micro-LIBS) se realizará de forma pionera en muestras de filtros de aire de la Antártida permitiendo caracterizar dichas muestras y establecer un mapeo de las muestras que marcan muchos de los fenómenos de cambio climático en nuestro planeta.

El presente proyecto tiene como gran objetivo la **caracterización de aerosoles atmosféricos en la Antártida**.

Actividades: Recogida de muestras de material particulado atmosférico en Base Gabriel de Castilla y Base Juan Carlos I. Recogida de muestras de productos orgánicos en la atmósfera. Recogida de muestras de suelo, de agua y de hielo. Las muestras recogidas en la Antártida se emplearán para determinar el número de partículas medioambientales mediante métodos convencionales y además para optimizar un sistema de análisis del material particulado mediante la técnica LIBS y micro-LIBS. Los resultados serán tratados mediante métodos quimiométricos de discriminación y se compararán las prestaciones de esta técnica con otras de determinación como el ICP. Por último, haciendo uso de la técnica "Imaging" se obtendrá una serie temporal de materia mineral en suspensión en la Antártida.



INTERACCIÓN TERMOMECAÁNICA GLACIAR-OCÉANO: ESTIMACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE MASA GLACIAR POR ABLACIÓN FRONTAL Y SU FRACCIONAMIENTO EN DESCARGA DE ICEBERGS Y FUSIÓN SUBMARINA

INVESTIGADORES PRINCIPALES

Francisco José Navarro Valero y Jaime Otero García

Centro: ETSI Telecomunicación, Universidad Politécnica de Madrid.

francisco.navarro@upm.es, jaimе.otero@upm.es

PARTICIPANTES:

Francisco Navarro, Kaian Fernandes (Brasil) (Universidad Politécnica de Madrid),
Arwyn Edwards (UK), **Sara Edwards-Rassner** (Suecia) (University of Aberystwyth,
UK), **Joseph Cook** (UK) (University of Sheffield, UK), **Ricardo Rodríguez Cielos** y **José Manuel Muñoz** (Universidad Politécnica de Madrid)

Investigadores de la Universidad Politécnica de Madrid llevarán a cabo **estudios de dinámica y balance de masa en los glaciares de Isla Livingston**, en la Antártida. Estos estudios se basarán en medidas de la velocidad del hielo y de acumulación-ablación en la superficie del glaciar. El objetivo de estos estudios es **conocer la respuesta de los glaciares al cambio climático** y, en particular, estimar la **contribución de la pérdida de masa** de estos glaciares al aumento del nivel del mar.

Las medidas de acumulación-ablación, junto con las de pérdida de masa en forma de icebergs, permiten determinar el **balance de masa del glaciar**. El balance de masa es el resultado neto de las ganancias de masa por precipitación en forma de nieve y las pérdidas de masa glaciar por fusión del hielo y de la nieve y por desprendimiento de icebergs. Las medidas de balance de masa de los glaciares Johnsons y Hurd, próximos a la BAE Juan Carlos I se suministran anualmente a la base de datos del World Glacier Monitoring Service. Se realizará asimismo una **topografía actualizada de estos glaciares** mediante lidar aerotransportado (**en dron**). Esto permitirá estimar, de un modo alternativo (método geodésico), las pérdidas de masa del glaciar, para contrastar con las obtenidas por el método glaciológico.

Debido al enfriamiento detectado durante los primeros quince años del siglo presente en la región de la Península Antártica, junto con el aumento de precipitaciones debido a la intensificación reciente en esta zona de los ciclones que se desplazan de oeste a este alrededor de la Antártida, el balance de masa reciente en la superficie de estos glaciares ha pasado a ser positivo durante este periodo. Esto significa que estos glaciares han estado ganando masa en su superficie, aunque todavía han tenido una pérdida neta de masa debido precisamente a la descarga de hielo al océano en forma de icebergs, junto con la fusión submarina en los frentes glaciares. Esta tendencia se ha revertido en los tres últimos años, volviendo a una **situación de calentamiento y pérdida de masa** en superficie.

En esta campaña, colegas británicos y suecos realizarán además medidas orientadas a caracterizar la productividad microbiana en el hielo y nieve glaciar y su exportación al mar circundante. Para ello, realizarán medidas hidrográficas en las pequeñas corrientes de deshielo glaciar, con objeto de medir del flujo de descarga y la concentración de solutos y de microorganismos en el agua de fusión.



OBSERVATORIO DE RAYOS CÓSMICOS ANTÁRTICO (ORCA)

INVESTIGADOR PRINCIPAL

Juan José Blanco Ávalos, Universidad de Alcalá, Grupo de Investigación Espacial
juanho.blanco@uah.es

PARTICIPANTES:

Ignacio García Población, Universidad de Alcalá, Grupo de Investigación Espacial, **Sindulfo Ayuso de Gregorio** Universidad de Alcalá, Grupo de Investigación Espacial, **Alejandro López Comazzi** Universidad de Alcalá, Grupo de Investigación Espacial, **Damián García Castro**, Univ. Santiago de Compostela/ LabCAF-IGFAE (I. Gallego de Física de Altas Energías), **Juan A. Garzón**, Univ Santiago de Compostela / LabCAF-IGFAE (I. Gallego de Física de Altas Energías)

El **estudio de los rayos cósmicos (RC)** es, desde su descubrimiento por Victor Hess en los albores del siglo XX, sin duda uno de los temas más apasionantes de la Astrofísica. Los RC aportan información variada, desde los fenómenos más violentos del universo que los generan, pasando por las condiciones del medio interestelar y en la Heliosfera que atraviesan en su camino hasta la Tierra así como sobre los procesos que se desencadenan cuando penetran en la atmósfera terrestre. Son particularmente interesantes los RC de baja energía (cientos de MeV hasta decenas de GeV) por su sensibilidad a la actividad solar, su elevado flujo ($1 /s \cdot cm^2$), su efecto directo sobre satélites, comunicaciones y las condiciones en la troposfera superior, estratosfera e ionosfera junto con su contribución a la dosis natural de radiación que reciben las poblaciones humanas a nivel de suelo.

Esta componente de baja energía está formada por dos poblaciones de origen diferente, **rayos cósmicos galácticos y rayos cósmicos solares**. El Observatorio de Rayos Cósmicos Antártico, **ORCA**, es un sistema de observación integrado por tres instrumentos, dos de ellos apilados con un campo de visión común y transportados dentro de un contenedor marítimo y un tercero, fuera del contenedor cuyo objetivo es la medida de la componente secundaria de rayos cósmicos a través de la medida de flujos de neutrones y muones. Estos instrumentos son NEMO (Neutron Monitor) dedicado a la observación de neutrones y sus medidas formarán parte de la red mundial de monitores de neutrones (NMDB), MITO (Muon Impact-Tracer Observer), diseñado para medir

muones y su dirección de incidencia, y TRISTAN (TRAsgo para InveSTigaciones ANtárticas) capaz de medir el flujo de muones y electrones además de sus direcciones de incidencia.

Durante la campaña anterior se realizó una observación latitudinal a bordo del Sarmiento de Gamboa con gran éxito. También se procedió a la instalación y puesta en funcionamiento de NEMO y MITO en el contenedor aclimatado a tal efecto en la Base Juan Carlos I. Ambos detectores funcionaron correctamente hasta que la falta de energía después del cierre de la Base propició su parada. Como hitos importantes realizados se consiguió enviar datos en tiempo real utilizando las facilidades de la Base.

Los **objetivos** para esta campaña son realizar **una nueva campaña de observación latitudinal con TRISTAN y miniCaLMA**. MiniCaLMA es **un detector de rayos cósmicos portátil** diseñado especialmente para la **observación desde barcos** y herencia directa del mini monitor de neutrones que participó en la observación latitudinal de la campaña anterior. Completar la instalación de ORCA con la puesta en marcha de TRISTAN.

Extender las medidas de NEMO y MITO al invierno antártico. Para ello se van a realizar **una serie de intervenciones** en ambos instrumentos con el objetivo de minimizar y optimizar el consumo energético de ambos detectores. **TRISTAN** ha sido desarrollado en la Universidad de Santiago de Compostela. **NEMO y MITO** por la Universidad de Alcalá y miniCaLMA ha sido un encargo de la Universidad de Alcalá a la North-West University, South Africa. El esfuerzo en el desarrollo e implementación de ORCA se puede resumir en los siguientes objetivos científicos, estudio de la actividad solar, análisis de las condiciones de la atmósfera superior, observación del efecto de la magnetosfera sobre el transporte de los rayos cósmicos, particularmente, el análisis de la anomalía magnética del Atlántico Sur.



Figura 1. Campaña 2018-19. Distribución de ORCA en el Sarmiento de Gamboa.

BIOGEOGRAFÍA Y ECOFISIOLOGÍA EN MICROARTRÓPODOS NATIVOS E INVASORES EN AMBIENTES ANTÁRTICOS: UNA EVALUACIÓN MULTI-ESCALA

INVESTIGADOR PRINCIPAL

Miguel Ángel Olalla Tárraga. Universidad Rey Juan Carlos.

miguel.olalla@urjc.es

Los colémbolos son microartrópodos edáficos que juegan un papel crucial en el **ciclo de nutrientes del suelo**, ya que actúan como primeros descomponedores de la materia orgánica. Gracias a los muestreos que se han realizado en campañas anteriores, se ha podido identificar hasta seis especies de colémbolos no nativos presentes en la Antártida marítima. De hecho, en un contexto de cambio global que conlleva mayor grado de accesibilidad humana a nivel local, aumento de temperaturas, de disponibilidad de agua líquida y de áreas libres de hielo, los ecosistemas terrestres antárticos son especialmente vulnerables a procesos de invasión biológica.

En la próxima campaña antártica española los investigadores del equipo de ANTECO continuarán los **muestreos en suelos**

de la Antártida Marítima y Continental para profundizar en el conocimiento de los patrones biogeográficos de distribución y diversidad en especies nativas y no nativas de colémbolos y sus determinantes.



Se desplazarán gracias al **buque oceanográfico Hespérides**. Además, se estudiarán **aspectos ecofisiológicos** y las posibles interacciones negativas de especies de colémbolos no nativos sobre las biotas nativas. En concreto, los mecanismos fisiológicos de supervivencia para especies de colémbolos no nativos en latitudes antárticas han sido escasamente documentados. Durante la campaña se realizará una batería de análisis ecofisiológicos para estimar los límites letales de tolerancia térmica (superior e inferior) utilizando protocolos de manipulación experimental. Estos experimentos se realizarán en la Base Antártica Española Gabriel de Castilla (Isla Decepción). Los estudios realizados permitirán evaluar la hipótesis de que las especies invasoras se verían favorecidas frente a las nativas en escenarios de calentamiento climático.

Participarán en la campaña el profesor Javier Benayas (UAM) y los investigadores Luis Pertierra y Pablo Escibano (ambos de la URJC). Los investigadores se establecerán primero en la Base Antártica Uruguay Artigas, donde colaborarán con el Programa Antártico Uruguayo para estudiar una especie de mosquito no nativo (*Trichocera maculipennis*) presente en algunas de las bases antárticas de Isla Rey Jorge. Los **experimentos fisiológicos, acompañados de muestreos** para detectar posibles nuevas introducciones, nos ayudarán a conocer el potencial de dispersión de esta especie que se ha convertido en motivo de preocupación para los distintos programas de investigación afectados en la zona. Los resultados obtenidos serán fundamentales para la gestión de enclaves antárticos y la elaboración de documentos para ser presentados en las reuniones anuales consultivas del Tratado Antártico.

SOSTENIMIENTO DE LA SERIE HISTÓRICA DE GEOMAGNETISMO Y AERONOMÍA EN LA ISLA LIVINGSTON

INVESTIGADOR PRINCIPAL

J. Miquel Torta, Observatori de l'Ebre, Universitat Ramon Llull-CSIC, Roquetes (Tarragona). Email: jmtorta@obsebre.es

PARTICIPANTES: Miguel Ibáñez Caballé/ J. Miquel Torta, Observatori de l'Ebre, Universitat Ramon Llull-CSIC

El **Observatorio del Ebro** se encarga de la gestión del observatorio geofísico de Isla Livingston, que consta de una **estación geomagnética**, de la que se tienen medidas desde 1996, y también de un **sondeador ionosférico**, que se puso en operación en la campaña 2004-2005. Este último consiste en una antena emisora y otra receptora de ondas de radio con las que se obtiene un perfil de la ionización de las capas altas de la atmósfera causada principalmente por la radiación solar.

El campo magnético de la Tierra tiene su origen principal en una serie de corrientes eléctricas que fluyen en el núcleo. A parte del núcleo, hay otras fuentes menores del campo magnético que se encuentran en el entorno espacial de la Tierra, como son la magnetosfera y la ionosfera. Nos interesa la monitorización de la contribución de esas fuentes externas porque reciben la influencia de la actividad solar. Esa **relación Sol-Tierra**, disciplina que el Observatorio del Ebro lleva estudiando hace más de 100 años, es también conocida como *Space Weather*, y va adquiriendo cada vez más importancia por su **repercusión en los sistemas tecnológicos terrestres**.

El **objetivo de un observatorio geomagnético** es caracterizar pues la evolución temporal del vector campo magnético en un punto fijo del espacio. El de Livingston tiene el valor añadido de encontrarse en una zona con baja densidad de este tipo de instalaciones. Actualmente está compuesto por cinco casetas y una serie de pequeños habitáculos a su alrededor que contienen dispositivos electrónicos. Esas casetas contienen magnetómetros automáticos en registro continuo a lo largo del año, la electrónica que los

gobierna, y un magnetómetro absoluto denominado Dflux, que permite calibrar manualmente los instrumentos automáticos durante las distintas campañas. La última instalación ha consistido en un instrumento absoluto automático denominado GyroDIF. Se trata de un magnetómetro completamente novedoso desarrollado por el Real Instituto Meteorológico de Bélgica. Su operación robotizada imita el proceso manual, aunque su construcción conlleva una serie de retos en relación a los materiales aptos para llevar a cabo las medidas magnéticas. Uno de los requisitos de este instrumento es la estabilidad térmica, que se ha conseguido a base de una caja aislante rellena de bloques de obra para suministrar inercia térmica. El conjunto se sitúa dentro de un iglú de fibra de vidrio. La instalación ha requerido también el desarrollo de un complejo sistema electrónico de alimentación y control gestionado por placas arduino.



Instalaciones del observatorio geomagnético de la Base Antártica Española Juan Carlos I (a la derecha de la imagen) y de las antenas del sondeador ionosférico (torre ubicada detrás de los módulos de la Base, a la izquierda de la imagen).

Además del mantenimiento de todos esos registros, nuestro **objetivo en la siguiente campaña es poder manipular remotamente los procesos de medida** desde nuestro instituto, con la posibilidad de resolver eventuales problemas de software, lo que permitirá también acceder a los datos geomagnéticos registrados por la estación. Eso se llevará a cabo con un link a través de la flota Iridium.

Y finalmente se llevarán a cabo una serie de actuaciones para mejorar la precisión de los datos registrados por uno de nuestros magnetómetros automáticos, adecuándolos así a los estándares internacionales, que se encuentran en continua evolución.

MANTENIMIENTO Y ACTUALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES CALM Y TSP EN LAS ISLAS LIVINGSTON Y DECEPCIÓN, ANTÁRTIDA

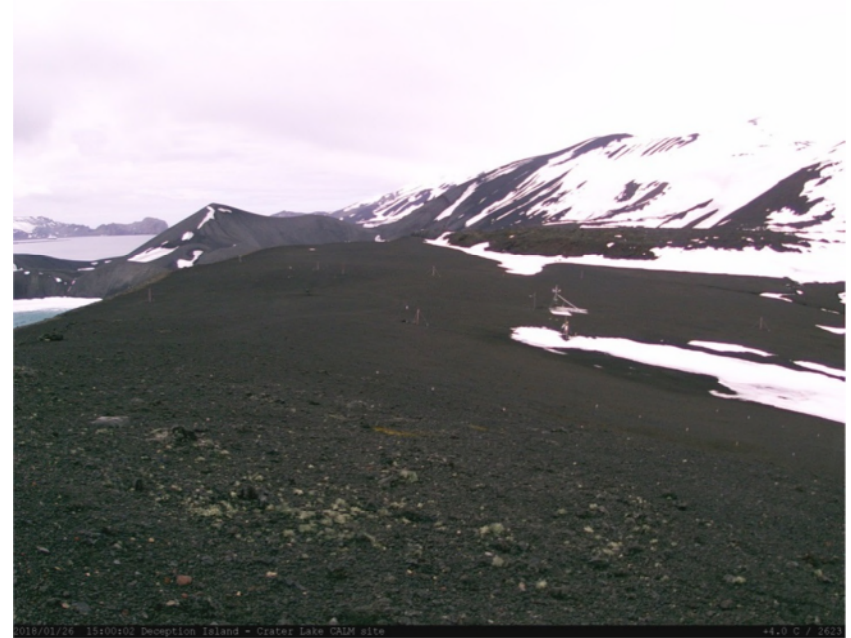
**INVESTIGADOR PRINCIPAL y PARTICIPANTE EN LA CAMPAÑA ANTÁRTICA
2019-2020**

Miguel Ángel DE PABLO HERNÁNDEZ.

Unidad de Geología. Departamento de Geología, Geografía y Medio Ambiente. Universidad de Alcalá. España. Miguelangel.depablo@uah.es

En la actualidad, el **calentamiento global** es un fenómeno de gran importancia, no sólo desde el punto de vista científico, sino también social ya que ya está afectando al medio natural y, con ello, a las actividades humanas. Pero **estudiarlo y comprender sus causas y efectos** a corto y medio plazo no es sencillo debido a la gran cantidad de factores implicados, siendo necesario estudiarlo desde múltiples puntos de vista. Uno de ellos, tal vez de los menos conocidos, es el de **analizar la evolución de la temperatura de los suelos que se encuentran permanentemente congelados** (permafrost), ya que su progresiva descongelación puede ser un indicador del calentamiento que sufre nuestro planeta. Por esa razón, en la Antártida, uno de los lugares del planeta donde más visibles y preocupantes son los efectos del calentamiento global, unos pocos científicos se encuentran estudiando los suelos congelados y su evolución térmica.

Entre ellos se encuentra nuestro grupo de investigación, de las **Unidades de Geología y de Física de la Universidad de Alcalá** (Alcalá de Henares, Madrid), que lleva más de 20 años estudiando los suelos congelados en las islas Livingston y Decepción, en el archipiélago de las Shetland del Sur, a unos 1000 kilómetros de Suramérica. En esta zona periférica de la Antártida, la temperatura media anual del aire ronda los 0°C, por lo que es un lugar idóneo para detectar y cuantificar la descongelación del suelo, ya que el más mínimo incremento de la temperatura del aire causada por el calentamiento global conllevará la rápida descongelación de los



suelos. Así, además de poder estudiar la evolución de la temperatura del suelo a largo plazo, podremos disponer de un elemento más que nos avise del avance de este calentamiento sobre el continente antártico.

Con este fin, nuestro equipo de investigación lleva casi dos décadas registrando de forma continuada la temperatura del suelo a través de serie de estaciones ubicadas en las islas Livingston y Decepción de las Shetland del Sur (algunas de ellas establecidas durante el último Año Polar Internacional). Estas estaciones automáticas registran la **temperatura del aire, el espesor de nieve, la temperatura de la superficie y la del suelo a distintas profundidades** (hasta 25 metros en alguna de las estaciones), y cada año requieren de una visita para recuperar los datos que toman cada año y reparar cualquier desperfecto causado por los fuertes vientos y el hielo durante el largo invierno antártico. Estas estaciones forman parte de las redes globales de medida de los suelos congelados (TSP y CALM) que hay repartidas por todo el planeta, especialmente en las zona árticas y de montaña y, en menor medida, en la Antártida. Así, los datos que toman estas estaciones, además de permitir desarrollar trabajos de investigación sobre el permafrost en estas islas antárticas, se vuelcan en una base de datos global que es fundamental para los modelos que se desarrollan sobre el clima de la Tierra y su evolución frente a distintos escenarios de cambio climático.

Para ello, **nuestro equipo de investigación** cuenta con la financiación del **Comité Polar Español y el Instituto Geológico y Minero de España**, para poder participar en las campañas antárticas españolas que nos permiten recuperar los datos y mantener las estaciones en perfectas condiciones para soportar el invierno antártico. En la campaña 2019-20 nuestro equipo tratará de mantener las estaciones en perfecto estado, y recuperar los datos del año anterior para continuar nuestra labor de continuar recopilando los datos que nos permita entender la evolución de los suelos congelados en este escenario actual de calentamiento global.

DESTACADO:

- Los efectos del calentamiento global ya se dejan ver en la Antártida, y no sólo en los glaciares, sino también en la descongelación de los suelos.
- Las estaciones automáticas que miden la temperatura del suelo en las Shetland del Sur requieren ser mantenidas anualmente para asegurar que toman correctamente los datos de temperatura, tan necesarios para comprender el alcance de este problema en la Antártida y todo el planeta.
- Durante la campaña Antártica 2019-2020 se realizará el mantenimiento de estas estaciones recuperando los datos tomados durante el año anterior y dejando los sensores listos para medir un año más en las duras condiciones climáticas de la Antártida.

MANTENIMIENTO DE SERIES TEMPORALES GEODÉSICAS, GEOTÉRMICAS Y OCEANOGRÁFICAS PARA LA VIGILANCIA VOLCÁNICA DE LA ISLA DECEPCIÓN (2019-2020)

INVESTIGADOR PRINCIPAL

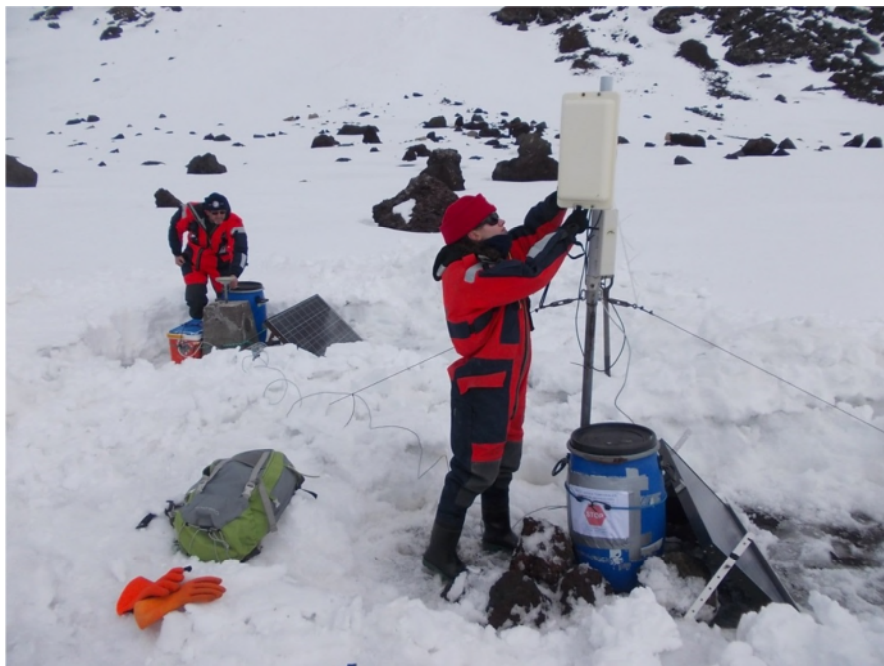
Manuel Berrocoso Domínguez. Laboratorio de Astronomía, Geodesia y Cartografía. Facultad de Ciencias. Universidad de Cádiz. Correo-e: manuel.berrocoso@uca.es

PARTICIPANTES: Amós de Gil Martínez, Belén Rosado Moscoso, Valme García Moreno (Laboratorio de Astronomía, Geodesia y Cartografía. Facultad de Ciencias. Universidad de Cádiz); y Carlos González Bielsa (Centro Geográfico del Ejército. Ministerio de Defensa. Madrid).

Este proyecto, continuado desde 2013, tiene como objetivo principal el **mantenimiento de las observaciones geodésicas GNSS-GPS, de los registros geotérmicos y de nivel del mar**, que desde el inicio de las campañas antárticas españolas en el caso de las observaciones GNSS, o desde las últimas campañas en los otros caso se viene realizando. Las dificultades operativas que obviamente ocurren en la Antártida para obtener registros temporales continuados acentúan la importancia del mantenimiento y disponibilidad de estas series. Esta carencia hace que estas series poseen un valor científico extraordinario para estudios vinculados con las Ciencias de la Tierra no solo en la Antártida.

Por otra parte, la aplicación de los parámetros asociados a estas series: deformación superficial, anomalías termométricas terrestres y marinas y variaciones del nivel del mar; al estudio geodinámico de la isla Decepción permiten efectuar el seguimiento y la **vigilancia de la actividad volcánica de la isla**. Se desplegará el sistema DIESID formado por tres estaciones GNSS-GPS, permanentes durante el verano austral. El tratamiento de las observaciones en tiempo real conjuntamente con el conocimiento del mecanismo volcanotectónico de la isla proporcionado por el análisis de las series temporales, permiten la evaluación del estado volcánico de la isla; además del pronóstico a corto y medio plazo de dicha actividad. A posteriori, con el tratamiento y análisis de las series

temporales obtenidas se efectúa el pronóstico a largo plazo, carácter anual, del comportamiento de la actividad volcánica. Para ello, se dispondrán como referencia no volcánica, de **registros geodésicos y oceanográficos en la isla Livingston.**



Instalación de estación del sistema DIESID para la vigilancia volcánica mediante observaciones GNSS-GPS en Bahía Fumarolas (Isla Decepción)

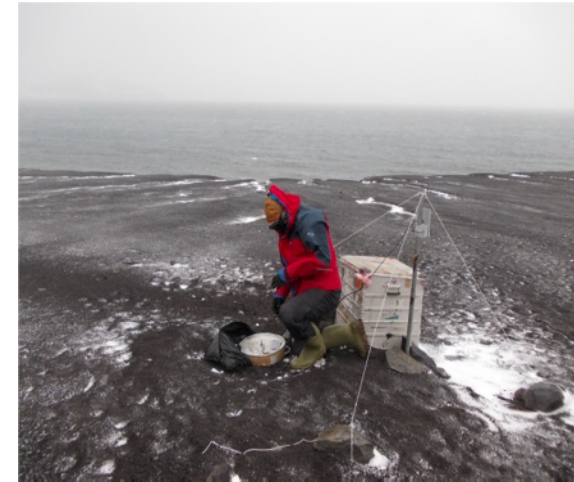
SEGUIMIENTO DE LA ACTIVIDAD SÍSMICA EN LA ISLA DECEPCIÓN Y EL ESTRECHO DE BRANSFIELD (ANTÁRTIDA)

INVESTIGADOR PRINCIPAL

Fco. Javier Almendros González (Universidad De Granada)

vikingo@ugr.es

La isla Decepción, situada en el archipiélago de las islas Shetland del Sur (Antártida) es un volcán activo. Ha tenido erupciones recientes (entre 1967 y 1970), y presenta fumarolas, anomalías térmicas, indicios de deformación superficial y un nivel variable de sismicidad que en años anteriores ha llegado a ser muy notable. A pesar de ello, o precisamente por ello, la isla Decepción es uno de los destinos turísticos más visitados de la Antártida. En esta isla se ubica la **Base Antártica Española Gabriel de Castilla**, una de las dos bases científicas que España mantiene en la Antártida. Para reducir el posible impacto de los peligros volcánicos a los que la base está expuesta, es necesario mantener un **seguimiento continuo de la actividad volcánica** que permita establecer el nivel de alerta. Por ello, durante la próxima campaña antártica 2018-2019, nuestro grupo del Instituto Andaluz de Geofísica de la Universidad de Granada va a realizar el seguimiento de la actividad sísmica en la isla Decepción, tal y como venimos haciendo cada año en las campañas antárticas para mejorar el nivel de seguridad en la Base Gabriel de Castilla. Nuestro objetivo es **utilizar los registros de actividad sísmica para evaluar el nivel de peligrosidad volcánica** y colaborar en la gestión de los **niveles de alerta volcánica**. Además, continuaremos extendiendo la serie temporal de datos sísmicos que mantenemos desde 1994. Para conseguir este objetivo, vamos a desplegar una serie de sismómetros en dos configuraciones diferentes: una red sísmica para el análisis de la actividad tectónica y volcano-tectónica, y una antena sísmica densa para el seguimiento de los terremotos de origen volcánico. Todas las estaciones transmiten los datos registrados directamente a la Base mediante una conexión wifi, donde un equipo de sismólogos realizará el análisis y la interpretación de los datos en tiempo casi real. Este análisis nos permitirá comprender la distribución espacial y temporal de la sismicidad volcánica, así como cuantificar la energía sísmica liberada, los mecanismos de generación de los terremotos volcánicos, y el estado general de la actividad volcánica en la isla Decepción.



METEOROLOGÍA ANTÁRTICA (AEMET)

COORDINACIÓN (AEMET)

Samuel Buisán sbuisans@aemet.es; Jesús Riesco Martín

jriescom@aemet.es

PARTICIPANTES (AEMET): Francisco Vasallo, José Luis Collado Aceituno, Carlos Trenchs, Jaime Fernández.

AEMET viene participando asiduamente en las **campañas Antárticas en la Base Juan Carlos I** desde su fundación en febrero de 1988 en la isla de Livingston (en las Shetland del Sur, junto a la península Antártica). Este año AEMET estará representada a lo largo de la campaña en sus dos sucesivas fases, por **dos técnicos y dos predictores**, que serán apoyados y coordinados desde España por un grupo de profesionales pertenecientes al grupo antártico de AEMET.

Las **principales actividades** que se desarrollan en territorio antártico por parte de AEMET son fundamentalmente las siguientes.

- **Mantenimiento de sistemas meteorológicos**, operación del observatorio mediante transmisión de partes Synop/BUFR y recuperación de datos de distintas estaciones. Ello incluye en estos momentos un observatorio convencional, dos estaciones meteorológicas automáticas y un observatorio de radiación en la Base Juan Carlos I, y otra estación meteorológica automática en la Base Gabriel de Castilla. Además se mantienen y extraen datos de otras estaciones automáticas vinculadas a diversos proyectos de investigación de diversas instituciones, entre las que cabe destacar una situada en el Glaciar Hurd y otra en la península de Byers. AEMET también procede tras cada campaña a la depuración y archivo de datos de sus estaciones en la correspondiente base de datos que luego permite elaboración de climatologías, realizar estudios posteriores o suministrarlos a los investigadores que lo soliciten. Durante la campaña se recibirán en España, datos meteorológicos en tiempo real desde ambas BAE.
- **Predicción meteorológica (en zonas terrestres y marinas)**. Debido a la adversidad del clima antártico y la exposición a los rigores del mismo por parte del personal científico y técnico, además de las limitaciones de los medios para hacer frente a cualquier

emergencia, la predicción meteorológica en las bases antárticas se presenta como una actividad fundamental para garantizar la seguridad del personal desplazado, y en segundo lugar, de gran utilidad para la programación y optimización de las actividades de mantenimiento y funcionamiento de las propias Bases y de los programas científicos. El personal de la AEMET designado para prestar sus servicios en las Campañas Antárticas Españolas trabaja desde la Base Antártica Española Juan Carlos I, atendiendo cualquier requerimiento de información meteorológica procedente de personal español o extranjero que lo solicite. Los productos de análisis, vigilancia y predicción meteorológica más utilizados proceden directamente de AEMET, tanto a través de envíos automatizados por correo electrónico como a través de consultas remotas a la propia VPN de AEMET o transferencias automáticas de información específica, previamente desarrollada por diversas unidades.

- **Novedades 2019-2020**

- Instalación de mini-estaciones automáticas para mejorar la vigilancia atmosférica en la zona
- Formato unificado de predicciones meteorológicas para ambas bases y movimientos de los buques
- Verificación de primeros datos de precipitación de nuevo pluviómetro de referencia
- Envío de datos como punto principal de observación dentro del programa de la Organización Meteorológica Mundial, Global Cryosphere Watch.



CAMPAÑA GALILEO-IHM 5

INVESTIGADOR PRINCIPAL

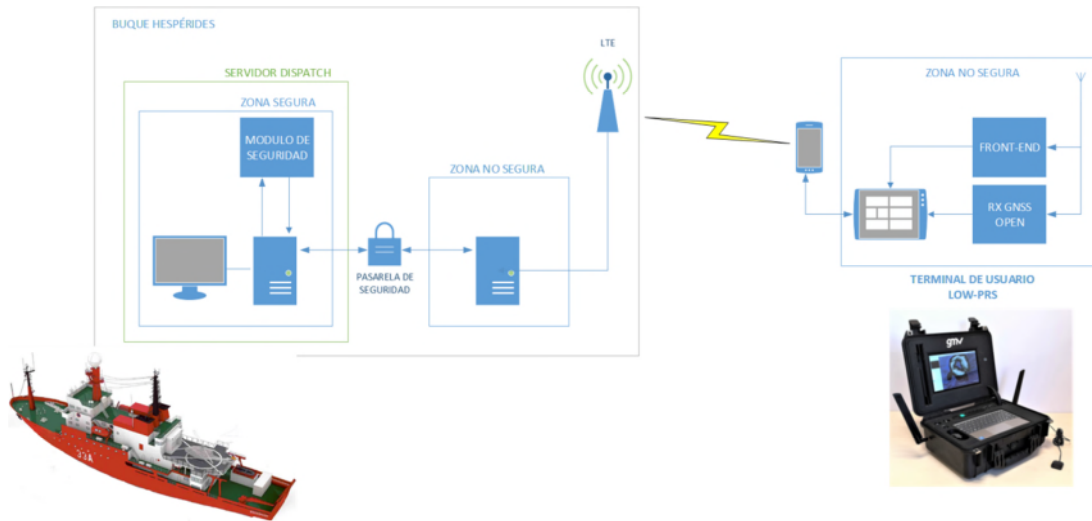
Juan Antonio Rengel Ortega/Instituto Hidrográfico de la Marina/jrenortega@fn.mde.es

PARTICIPANTES: Personal del **Instituto hidrográfico de la Marina (IHM)** y de la **Dirección General de Armamento y Material del Ministerio de Defensa**.

La campaña Galileo-IHM 5 a desarrollar por personal del Instituto Hidrográfico de la Marina y de la Dirección General de Armamento y Material (DGAM), se presenta como una continuación de las cuatro anteriores en las que **se pretende avanzar en la complejidad de las pruebas a realizar para la validación de la señal recibida de los satélite de la constelación Galileo**, en altas latitudes mediante receptores comerciales (servicio Open Service, OS) y otros para empleo gubernamental (servicio Public Regulated Service, PRS) que están siendo desarrollados por la industria nacional española, fundamentalmente las empresas tecnológicas GMV y TecnoBit, bajo la dirección y coordinación de la DGAM del Ministerio de Defensa.

El ensayo de este sistema **en las altas latitudes de la Antártida**, y los resultados que se pueden obtener, son de gran utilidad puesto que son **extrapolables a las regiones Árticas** que han sido referenciadas en distintos documentos de la Comisión Europea por su enorme potencial debido a las posibles nuevas rutas de transporte que se pueden habilitar en las mismas. De esta forma debido a la inmensidad de esta zona, disponer de un **sistema de navegación seguro y preciso** como Galileo se antoja vital.

En esta quinta campaña, se pretende evaluar una **nueva versión** del demostrador nacional del concepto de Navegador en Servidor, consistente en utilizar un receptor Galileo PRS de bajo coste sin módulo de seguridad (Terminal Low-PRS) y un servidor a bordo del BIO Hespérides, para el procesamiento de la señal cifrada PRS (Servidor DISPATCH), con lo que se elimina cualquier elemento de seguridad PRS del terminal de usuario. El terminal Low-PRS capta la señal y la envía a través de canales de comunicación seguros, al



sistema de comunicaciones asociado. También, se intentará hacer uso de terminales radio tácticos de UHF como medio de transmisión, en lugar de la infraestructura LTE antes mencionada.

servidor del barco donde se calcula la posición y se devuelve al receptor. Se pretende que con esta nueva versión se mejore en un orden de magnitud las prestaciones del sistema con respecto al que se probó en la campaña anterior.

El **esquema del sistema** a implementar es el siguiente:

La solución de comunicaciones escogida es de tipo LTE, que también se instalará en el BIO Hespérides, el cual se mantendrá en un radio de 5 km de la zona de trabajo en tierra o embarcación auxiliar donde se colocaría el receptor de bajo coste Low PRS, con su