

# Evolución del Instrumental Geomagnético Utilizado en el Observatorio Geofísico y Meteorológico de Pilar

Por: **Fernando Nollas - María Inés Gil - Julio Cesar Gianibelli - Roberto Guzmán**  
Departamento de Vigilancia de la Atmósfera y Geofísica

En el presente trabajo se muestra el avance que representa para el Observatorio Magnético Permanente (OMP) de Pilar el pasar de instrumentos analógicos, cuyos magnetogramas se realizaban en papel fotográfico, a contar con instrumental que registre de forma

continua y en formato digital las componentes del Campo Magnético Terrestre (CMT).

Se comentan también las instituciones intervinientes y el desarrollo que simboliza la nueva era instrumental para la industria y la investigación.

## 1. INTRODUCCIÓN

El campo magnético terrestre, como todo campo vectorial, está caracterizado por distintas componentes que componen el vector principal. En la figura 1 puede verse la descomposición de un vector de CMT para una ubicación cualquiera y las principales componentes.

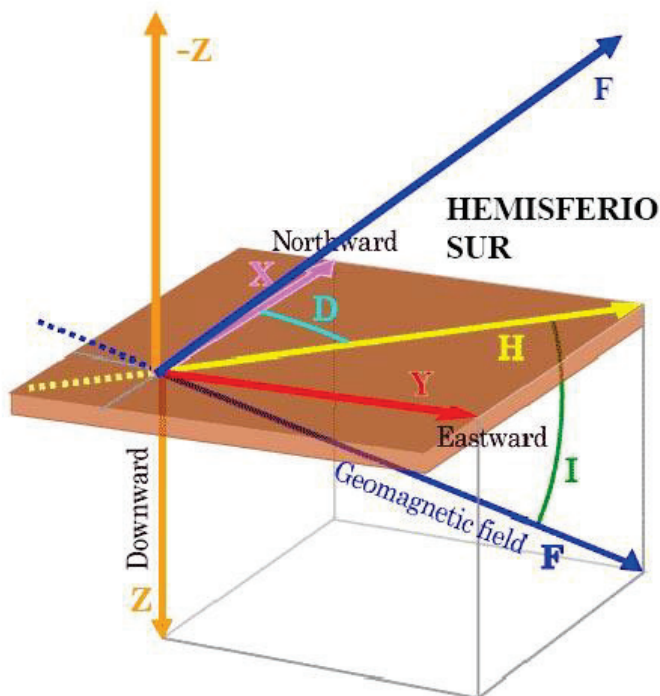


Fig 1. Descomposición del vector de campo magnético en sus componentes horizontal, vertical y sus ángulos correspondientes.

En los comienzos del año 1904 la Oficina Meteorológica Argentina realizó el estudio para establecer un Observatorio Magnético perfectamente equipado en Pilar, provincia de Córdoba, con el objeto de contar con una estación que sirviera como base para un levantamiento magnético de toda la República, contando con la parte central de la provincia de Córdoba como región apropiada para instalar el observatorio.

Es entonces que se instala el Observatorio Geomagnético Permanente en Pilar para desarrollar las actividades de determinación de los elementos del campo magnético terrestre en 1904, teniendo los primeros registros en julio de ese año.

Los registros en soporte analógico, consistente en papel fotográfico llamados magnetogramas, cubren el intervalo 1904 hasta el mes de noviembre de 2010 para luego contar con instrumental digital para la obtención de datos.

Este OMP es el centro de todas las actividades geomagnéticas, tales como comparaciones de instrumentos, formación de recurso humano en cuanto a la utilización del instrumental y es fundamental para la confección de las Cartas Magnéticas de la República Argentina, las cuales fueron elaboradas por el SMN desde 1914 hasta 1965; continuando luego como OMP y generando bases de datos de los elementos magnéticos de Declinación y Componentes Horizontal y Vertical.

Todo OMP está compuesto por dos casillas construidas con materiales no magnéticos. En cada una de estas se realizan distintas medidas de las componentes magnéticas del CMT. En una de las casillas se encuentra el instrumental dedicado a medir las variaciones de ciertas componentes respecto a una línea de base y en la otra se realizan las medidas absolutas que determinan el valor diario de otras componentes del CMT.

## 2. INSTRUMENTAL DE MEDICIÓN

El instrumental utilizado desde 1904 hasta el mes de Noviembre de 2010 consistió en variómetros de suspensión unifilar del tipo Eschenagen entre 1956 y 1959, reemplazados por los variómetros Askania desde 1960 en adelante, con su correspondiente gabinete fotográfico. No existen registros de los instrumentos utilizados antes de 1951 (momento en que un tornado destruyó las instalaciones y el instrumental), aunque por medio del personal que trabajó en esa época se sabe que eran de origen alemán, tipo Ledermann y Eschenagen. Los variógrafos eran acompañados por un teodolito magnético Schmidt para medir la declinación (D), el cual se muestra en la figura 2, un magnetómetro de



Fig 2. Teodolito magnético Schmidt con el cual se medía la declinación magnética. Pilar, Córdoba.

fibra de cuarzo de medición de la componente horizontal (H) llamado QHM, y la Balanza Magnética para determinar la componente vertical (Z) llamada BMZ para las determinaciones absolutas que conducían a la determinación de la línea de base del magnetograma para obtener las variaciones absolutas de D, H y Z del CMT.

Los registros contaban además con sistemas de tiempo conformados en sus inicios por relojes mecánicos y luego por relojes de control electrónico además de estar en casillas totalmente fabricadas sin ningún elemento magnético y con diversos tipos de aislamiento térmico que mantenían la temperatura del interior de la casilla a una temperatura cercana a 25°C. Los variómetros se disponen en mesas de mármol, apoyadas en pilares enterrados a una

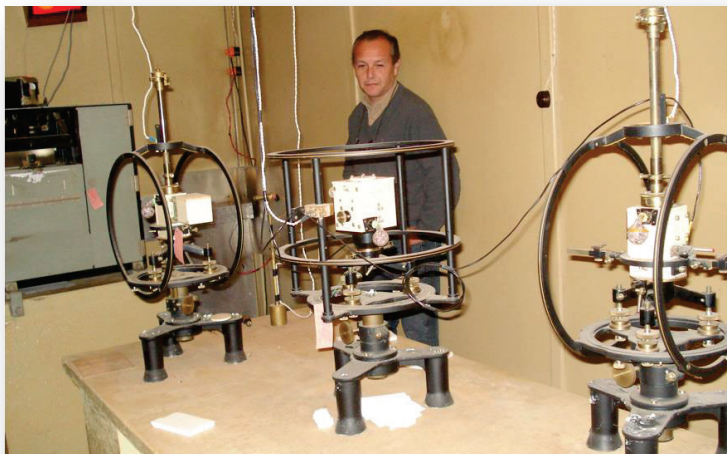


Figura 3. Variómetro utilizado para obtener las variaciones diurnas de la declinación, componente horizontal y componente vertical. Pilar, Córdoba.

profundidad suficiente para que los mantenga estables y así evitar cambios en la inclinación de los mismos. En la figura 3 se observa al personal del SMN utilizando los variómetros que registraban D, H y Z. mientras que, en la figura 4, pueden verse los primeros magnetogramas obtenidos el 2 de julio de 1904.

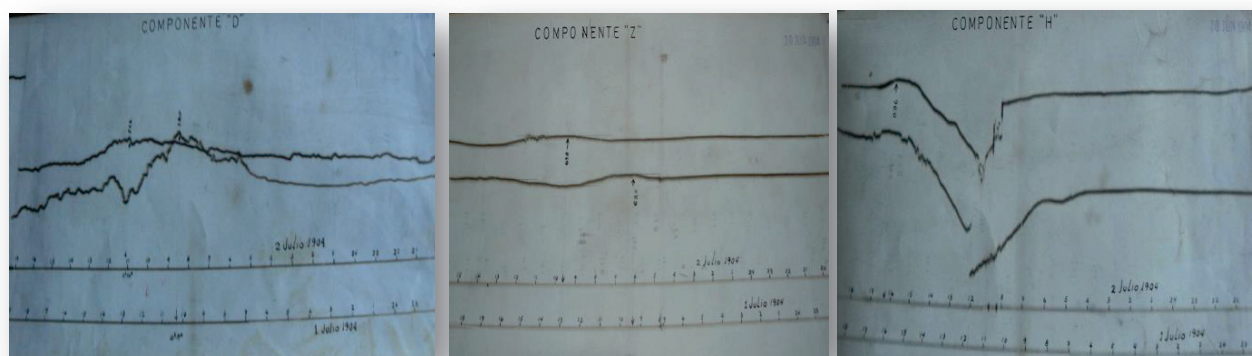


Fig 4. Magnetogramas correspondientes a la declinación, componente vertical y componente horizontal del CMT obtenidos el 2 de Julio de 1904 en el Observatorio de Pilar.

### 3. NUEVO INSTRUMENTAL



Fig 5. Teodolito D/I Fluxgate instalado en su correspondiente base y pilar. Se encuentra dentro de la casilla “de absolutas”.

Luego de firmar un acuerdo de mutua cooperación con instituciones internacionales como la British Geological Survey y el Real Instituto Meteorológico de Bélgica, fueron donados al SMN equipos de registro digital para ser instalados en el Observatorio de Pilar, permitiendo a este observatorio pertenecer a la red INTERMAGNET.

La misma es una red internacional de observatorios magnéticos que monitorean el comportamiento del CMT en distintos lugares del planeta. El sistema instalado en este observatorio es el sistema INDIGO (Intermagnet Digital Geomagnetic Observatory), el cual está compuesto por un magnetómetro GEM GSM90 Overhauser de precesión protónica con una resolución de 0,1 nT para medir la intensidad total del campo, un variómetro fluxgate de tres componentes EDAFM105 para medir la variación diurna de H, D y Z y un teodolito DIM EDA D/I fluxgate que mide de forma absoluta la declinación y la inclinación magnética. En las figuras 5 y 6 puede verse el instrumental nuevo instalado en el Observatorio de Pilar, así como la electrónica correspondiente.



Fig 6. A la izq. se muestra el variómetro triaxial y el magnetómetro de precesión protónica en sus correspondientes ubicaciones. A la der. se observa la electrónica de estos equipos. Este instrumental se encuentra en la casilla “de variómetros”.

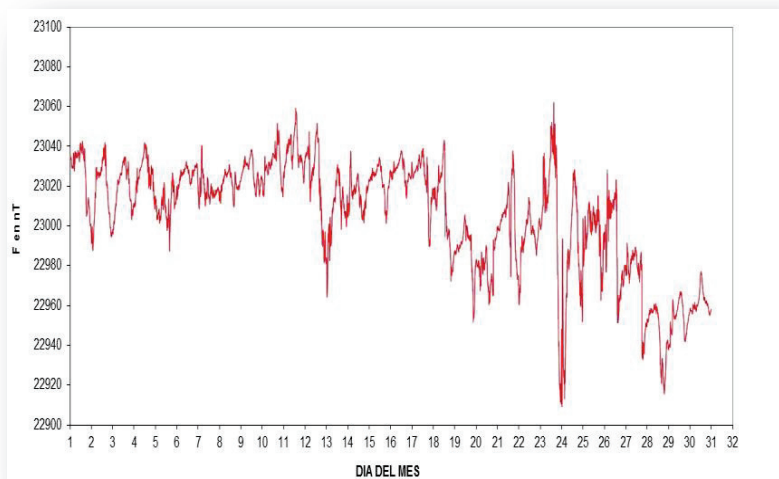


Fig 7. Magnetograma de la intensidad total del CMT en Pilar correspondiente al mes de abril de 2012. Puede observarse que el día 23 comenzó una tormenta magnética con sus 4 fases bien marcadas.

Los OMP no solo son utilizados por los científicos para estudiar el comportamiento del campo geomagnético y sus variaciones, sino también para poder desarrollar modelos matemáticos que simulen los comportamientos observados con la finalidad de poder predecir la evolución del CMT en el futuro y también para realizar estudios que permitan entender el mismo hacia el pasado. Uno de los principales modelos utilizados por los científicos es el IGRF, el cual utiliza un desarrollo en armónicos esféricos del potencial escalar magnético y cuyos coeficientes se actualizan cada 5 años, utilizando las observaciones de los OMP. Basándose en esta premisa, la utilización

de instrumental digital en estos observatorios permite una transferencia mucho más fácil y ágil entre los generadores de datos (OMP) y los usuarios, entendiéndose a estos como centros mundiales de datos, científicos, empresas privadas, etc.

A su vez, permite estudiar la irregularidad en el campo observado dentro de una extensa región de América del Sur, el Océano Atlántico y el sur del continente africano. Esta singularidad en el campo, denominada Anomalía Magnética del Atlántico Sur (AMAS) y cuyo centro se encuentra desplazándose hacia el norte argentino, corresponde a una disminución considerable de la intensidad del campo.

#### 4. CONCLUSIONES

La digitalización de los instrumentos utilizados en los OMP permite una mayor precisión en los datos y mayor frecuencia en la toma de los mismos, lo que proporciona un mejor conocimiento del comportamiento del CMT. A su vez, es posible obtener mayor estabilidad y facilidad en el manejo y obtención de los datos para fines de investigación. Principalmente está relacionado con una mejora en los resultados obtenidos por los modelos numéricos, lo que hace posible conocer las componentes del CMT en cualquier punto del planeta.