

Mioara Manda and Monika Korte, Editors,  
*Geomagnetic Observations and Models*, IAGA Special  
Sopron Book Series, 2010

Ana Caccavari Garza\*

El campo magnético es una de las propiedades de la Tierra que han sido observadas desde hace mucho tiempo. La primera componente del campo geomagnético que fue medida, fue la declinación, se relaciona con el uso de brújulas, y tiene su origen en la curiosidad del ser humano sobre de las características de los imanes que apuntaban al Norte. Desde comienzos del siglo XVI, las mediciones de las componentes del campo magnético de la Tierra experimentaron un gran desarrollo: al principio, se midió únicamente la declinación, posteriormente la inclinación y al final el vector completo. En la actualidad se han vuelto más sistemáticas y sofisticadas; y aún siguen consiguiendo perfeccionarse.

La observación, así como la modelación son prerequisites para describir el campo magnético terrestre y entender el proceso que lo genera. Para la Asociación Internacional de Geomagnetismo y Aeronomía (International Association of Geomagnetism and Aeronomy-IAGA por sus siglas en inglés); y específicamente la División V), tiene a su cargo tres grupos de trabajo con objetivos muy específicos:

- i Coordinar los esfuerzos globales de medición del campo geomagnético y sus cambios a través de modelos de Variación Secular.
- ii Promover y fomentar los estándares comunes y de carácter global en la producción de datos.
- iii Producir modelos globales del campo magnético del núcleo y la litósfera.

El alcance de este libro esta acotado por las actividades de estos tres grupos de trabajo y abarca tres grandes temas: observación, datos y modelación geomagnética.

La red de observatorios geomagnéticos en la superficie de nuestro planeta forma la columna vertebral de la observación del campo magnético terrestre desde los tiempos de Alexander Von Humboldt en los inicios del siglo XIX. Actualmente estas estaciones de registro continuo son un complemento imprescindible para el valor de los datos obtenidos por satélites que miden el campo magnético terrestre desde sus orbitas bajas (entre cuatro y cinco mil kilómetros). En el primer

\* Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México.

Capítulo, se realiza una revisión de la actual red de observatorios, con especial énfasis en los recientes esfuerzos para mejorar la cobertura global (islas y áreas pobremente cubiertas).

En la era espacial, los satélites observan la totalidad del vector magnético próximo a la Tierra; su inicio se remonta a 1979-1980, cuando el satélite MAGSAT estuvo en órbita por 6 meses. Sin embargo, el periodo más largo de monitoreo del campo magnético de este tipo, empezó 20 años después de esto, cuando el satélite danés Oersted, el alemán CHAMP y el argentino SAC-C fueron puestos en órbita casi simultáneamente. Tanto el Oersted como el CHAMP continuaron produciendo datos globales del campo magnético hasta el 2010. La misión Swarm a cargo de la Agencia Espacial Europea (en inglés ESA) consiste en una constelación de 3 satélites y se encuentra a punto de comenzar (septiembre 2012). Todos los aspectos sobre las misiones de satélites para monitoreo del campo geomagnético se discuten en el Capítulo 2.

Los satélites proveen una resolución limitada de la distribución del campo en la superficie de la Tierra debido a la altitud de sus órbitas. Las mediciones de las estaciones de repetición en la superficie terrestre, aportan —en intervalos de tiempo irregulares— posiciones complementarias para los registros de los observatorios, que están espacialmente dispersos en diversas partes del mundo. Las mediciones aeromagnéticas y marinas están enfocadas en mapear de manera detallada el campo magnético litosférico (regional). En los Capítulos 3 y 4 se proporciona información sobre los propósitos y técnicas de este tipo de observaciones, resaltando las actividades recientes.

El Capítulo 5 consiste en una revisión de los instrumentos utilizados comúnmente para medir el campo magnético, en especial los desarrollados recientemente para facilitar el registro de datos geomagnéticos de alta calidad y de manera automatizada.

Son de gran importancia la calidad, el respaldo y disponibilidad de los datos geomagnéticos globales para una interpretación apropiada y para lograr un entendimiento adecuado de todas las contribuciones del campo geomagnético así como de sus variaciones en el tiempo. Para datos de satélite, la correcta calibración de la medición precisa del vector magnético es una tarea compleja y desafiante. El procesamiento de datos, de cualquier modo, es generalmente hecho por la institución encargada de la misión, asegurando un formato fijo, una calidad homogénea y una buena disponibilidad de los datos. El resto de las observaciones, incluyendo las realizadas por observatorios geomagnéticos, provienen de instituciones diversas y agencias en diferentes países. Establecer estándares comunes para la calidad de los datos, formatos comunes y disponibilidad de datos globales, es un problema difícil. Los Capítulos 6 y 7 describen los esfuerzos realizados por la comunidad geo-

magnética, los grupos de trabajo de la IAGA y organizaciones como World Data Centers (Centros Mundiales de Datos) para mejorar la calidad y carácter global de los datos geomagnéticos.

Las mediciones magnéticas de cualquier tipo, aportan información conjunta de todas las contribuciones de las fuentes internas y externas de la Tierra. Una separación sencilla de las contribuciones es imposible y muchos científicos estudian diferentes aspectos de este problema. Descripciones aproximadas de la intensidad de diversas fuentes externas y su respectivo comportamiento, se han logrado gracias a los índices geomagnéticos. Estos son productos de datos especialmente regidos por normas estandarizadas, la mayoría provienen de registros de observatorios geomagnéticos. El índice de actividad geomagnética planetaria  $K_p$  es, probablemente el más conocido, pero existen otros más convenientes para diferentes aplicaciones y regiones activas desde el punto de vista geomagnético. El Capítulo 8 provee una revisión comprensible de los índices geomagnéticos y su relevancia.

Los modelos geomagnéticos obtenidos mediante técnicas de inversión de mediciones son muy usados para estudios de variación secular y los procesos del núcleo de la tierra. Incluso, puede proporcionar predicciones de la declinación magnética en la Tierra para propósitos de navegación. La técnica de modelación global más utilizada es el análisis de Armónicos Esféricos. Este método y otras técnicas utilizadas para obtener modelos globales y regionales del núcleo magnético o el campo litosférico son analizados en el Capítulo 9.

El siguiente Capítulo esta dedicado a un importante producto de la IAGA, del Campo Geomagnético Internacional de Referencia (International Geomagnetic Reference Field, IGRF por sus siglas en inglés). Este modelo consiste en descripciones estandarizadas del núcleo geomagnético, se actualiza cada 5 años con predicciones de la variación secular para los próximos 5 años, se puede obtener fácilmente y las predicciones para el campo hechas con este modelo pueden obtenerse de manera interactiva de diversos sitios web.

El IGRF es muy útil para todo tipo de aplicaciones donde un campo promedio (regional) es necesario, pero para aplicaciones científicas que requieren la mayor precisión posible o que incluyen descripciones de algunas contribuciones externas o litosféricas, se construyen otros modelos. Después de una breve revisión, tres ejemplos de las más recientes versiones de este tipo de modelos del núcleo, se discuten en el Capítulo 11. El siguiente Capítulo provee una revisión sobre los resultados importantes y descubrimientos acerca del proceso del geodinamo tales como los obtenidos en recientes modelos del núcleo. Más acerca de este tema se puede encontrar en el libro de División I de esta serie. Finalmente, el Capítulo 13 trata sobre el mapeo e interpretación del campo litosférico, incluyendo un breve resumen de los enormes esfuerzos realizados por varios grupos internacionales que

se involucraron en el primer mapa global digital de las anomalías magnéticas, WDMAM, en 2007. Se presentan numerosos ejemplos de interpretaciones geológicas y tectónicas.

Este libro presenta una buena aproximación al Geomagnetismo actual. Es recomendable para el investigador o el profesional que requiera una visión moderna de esta disciplina. El estudiante de posgrado tiene una buena oportunidad para abordar temas de consulta o bien datos más específicos en relación a los temas aquí tratados.

La Asociación Internacional de Geomagnetismo y Aeronomía muestra en esta obra el gran esfuerzo que se viene desarrollando a nivel internacional para difundir acciones propias de su trabajo. Esta obra debe ser considerada seriamente para aquellas bibliotecas que estudian el tema.