

## COMENTARIOS BIBLIOGRAFICOS

HEISKANEN, W. A. Y VENING MEINESZ, F. A. "The Earth and Its Gravity Field". 470 pp., 116 figuras, 52 tablas, 2 láminas, ed. McGraw-Hill Book Company Inc, New York, EE. UU., 1953.

En los últimos años se han publicado muchos artículos y monografías dedicados a investigaciones realizadas dentro del campo gravitatorio terrestre, entregándose no sólo una copiosa cantidad de datos y observaciones, sino también conclusiones sobre diferentes problemas conexos. No obstante, independientemente de esta bibliografía, se carecía de un libro que compendiará el estado actual del conocimiento en este enfoque de la ciencia y que expusiera sintéticamente los principales resultados alcanzados y su utilidad más inmediata. El tomo de Heiskanen y Vening Meinesz viene a llenar este vacío abarcando lo concerniente a la gravedad terrestre y a otros temas afines ya tocantes con varias ramas de la Geodesia, la Geofísica y la Geología.

El presente volumen, que pertenece a la "Serie de Ciencias Geológicas" de la editorial McGraw-Hill, consta de doce capítulos de los que los tres primeros y los tres últimos se deben a la pluma de *F. Vening Meinesz* (profesor del Instituto de Mineralogía, Geología y Geofísica de la Universidad de Utrecht) correspondiendo los seis restantes a *W. Heiskanen*, director del Instituto de Geodesia, Fotogrametría y Cartografía de la Universidad del Estado de Ohio.

Luego de un breve Prefacio, el *Capítulo I*, a modo de "Introducción y Sumario", resume la esencia del libro. Antes de entrar en el tema principal gravitacional se da en el mismo una suficiente información de la Tierra de acuerdo a las últimas investigaciones de la Sismología, el Geomagnetismo y otras técnicas geofísicas. El *Capítulo 2*, "Constitución interna de la Tierra", trata de las tres discontinuidades principales (o "interfases") que divide el planeta en cuatro partes concéntricas. Diferenciada de la corteza rígida superficial, arriba de la discontinuidad de Mohorovicic -- interface M -- está la Corteza M. Esta reacciona normalmente a los esfuerzos en forma elástica y sólo fuerzas tectónicas son suficientemente fuertes como para causar su deformación plástica. Entre la Interfase M y el límite -- periferia -- del núcleo se encuentra el "manto". Se espera que el manto reaccione plásticamente a los esfuerzos y ello permite suponer dentro del mismo la existencia de corrientes internas muy lentas, del orden de centímetros por año. Entre las Interfases de 2.900 km y 5.100 km de profundidad se diferencia el "núcleo exterior", líquido, con corrientes internas de velocidades entre los

5 y 25 km por año. Por debajo de la última interfase, próxima a los 5.100 km de profundidad sigue el "núcleo interno", poco conocido hasta ahora, pero que se supone de una composición similar al exterior, de hierro y níquel, pero con un comportamiento más o menos semejante a un sólido. En el *Capítulo 3*, "Campo y potencial gravitatorio terrestre. Figura de equilibrio. Elipsoide terrestre", se exponen los fundamentos del campo gravitatorio — de acuerdo a la teoría potencial — y sus relaciones con el geoide y con otras superficies equipotenciales externas. En el curso de las deducciones los autores suponen la masa terrestre dividida en dos porciones: 1) un grupo regular de masas que suman la masa total del planeta, con simetría axial alrededor del eje de la Tierra y a su vez simétricas con respecto al plano ecuatorial, y 2) las masas restantes del globo, con signos tanto positivos como negativos y cuya suma de masa total es cero. De ambos tipos de masas depende el campo gravitatorio normal y las anomalías del mismo, entrando en el análisis de estas últimas el teorema de Stokes.

El *Capítulo 4* se dedica a "Mediciones de Gravedad" tratando de la teoría del péndulo físico y matemático, observaciones pendulares de gravedad en los continentes y en los océanos y los tipos más importantes de gravímetros comunes y submarinos con sus características y precisiones particulares. El *Capítulo 5*, "Desarrollo histórico de la Idea de la Isostasia" trae las definiciones de equilibrio isostático y las ideas clásicas de Pratt y Airy; se analizan luego los sistemas isostáticos de Pratt-Hayford, de Airy-Heiskanen, el sistema isostático regional de V. Meinesz y otras concepciones similares. El *Capítulo 6*, "Reducción de las Mediciones Gravimétricas" expone la teoría y la práctica de toda una extensa serie de reducciones y correcciones, señalándose las llamadas por Aire-libre, Bouguer, condensación (Helmer), inversin (Rudski), correcciones de los sistemas isostáticos expuestos en el capítulo anterior, por efecto indirecto o reducción Bowie y corrección por "geología". Se exponen luego los métodos más recientes para su aplicación y cálculo, incluso para su uso con intervención de computadoras electrónicas.

El *Capítulo 7*, "Anomalías gravimétricas. Evidencias de la Isostasia" se desarrolla con los diferentes tipos de anomalías desde el punto de vista del equilibrio isostático. Se expone por medio de tablas de valores, gráficos y mapas cómo las anomalías Bouguer son fuertemente negativas en las áreas montañosas e intensamente positivas en los océanos, certificantes de la existencia del equilibrio de Isostasia. Al propio tiempo se demuestra en qué forma pueden llevar las mismas a conclusiones erróneas en las interpretaciones geofísicas de anomalías de gravedad. Basándose en los cálculos isostáticos se concluye que el espesor  $T$  de la corteza terrestre es igual a 30 km. Este valor, al igual que la deducción de los caracteres físicos de la corteza, es idéntico al obtenido por los sismólogos por sistemas independientes. Se dan ejemplos sobre áreas costeras en océanos y se examinan las condiciones gravimétricas de islas volcánicas oceánicas.

El *capítulo 8*, "Geodesia física", se dedica especialmente a los sistemas geodésicos y a su desarrollo histórico; dimensiones de los elipsoides de referencia, significación del punto inicial; principios de geodesia física; documentación gravimétrica necesaria y obtenible; métodos de reducción usados; desviaciones de la vertical y forma del Geoide. El *Capítulo 9*, "Sistema geodésico mundial" indica en qué forma y con qué precisión puede referirse un sistema geodésico al sistema mundial y se explica también el significado de puntos de supercontrol astronómico;

gravimétrico, el control de mapas de pequeña escala sin triangulación y otras aplicaciones del método gravimétrico.

El *Capítulo 10* "Desviaciones del equilibrio isostático" está dividido en cuatro grandes secciones: la primera de ellas trata sobre las fórmulas de la deformación plástica, elástica y por corte, y la formación de geosinclinales, sosteniéndose que los mismos son probablemente consecuencia de compresión horizontal causante de un engrosamiento plástico y combadura descendente de la corteza. En la segunda sección "Reajuste postglacial del equilibrio cortical. Reajuste isostático" se discuten fenómenos de reajuste por isostasia tanto en Fenoscandia como en el resto del mundo, en donde la disipación de los hielos —postglacial— ha sido suficientemente rápida como para dejar un desequilibrio isostático, concluyendo que ello es debido principalmente al flujo plástico del sustratum bajo el área englazada. En la siguiente sección se atiende a los fenómenos geofísicos del Archipiélago Indonésio y de otras áreas insulares, con fajas de anomalías gravimétricas negativas de gran intensidad. Este cuadro se interpreta como resultante de movimientos relativos de bloques con combaduras descendentes y desarrollo geosinclinal en la franja intermedia. En la periferia del arco predomina la fracturación cortical, pudiéndose asimismo explicar la configuración geográfica de los arcos de islas. En la cuarta sección se estudia la liberación de los esfuerzos en la corteza y el resultante desarrollo de las grandes fosas ("Graben"). Estas deformaciones, causadas principalmente por la formación de planos de fracturación inclinados están regidas por anomalías gravitacionales aun cuando el sistema total se halle regionalmente en equilibrio isostático.

El *Capítulo 11*, "Corrientes convectivas de la Tierra. Origen de los Continentes y Océanos. Grandes fajas geosinclinales" posee también 6 secciones, de las cuales la primera constituye un resumen del capítulo, en el que se adelantan los argumentos de la hipótesis expuesta, sostenida principalmente por los movimientos de bloques del Archipiélago indonésico explicado como resultado en la corteza de un esfuerzo horizontal uniaxial, esfuerzo correspondiente al arrastre ejercido por una corriente convectiva profunda. En la Sección 2 trátase del horizonte de transición de densidades entre los 200 (quizá 500) y 900 km de profundidad, manto en el que coexisten variaciones dentro del material que lo constituye — probablemente olivina—. A continuación en las tres secciones siguientes del capítulo se desarrolla el formulero matemático de la convección teórica en volúmenes planares, en cortezas esféricas y en esferas completas. Siguiendo, en la sección 6 se inicia la discusión del desarrollo de Prey sobre la topografía terrestre de acuerdo a armónicas esféricas, lo que demuestra la distribución de masas continentales y oceánicas según líneas directrices principales en conexión con sistemas de corrientes convectivas dentro del manto que probablemente hayan sido precedidas por otros sistemas de corrientes dentro de todo el globo. La elaboración de estos principios llevan a atribuir a los sistemas de corrientes no sólo los movimientos relativos de los trozos de corteza y entre ellos la formación de geosinclinales y orogenia acompañante, sino también la subsidencia de las zonas posteriores de las cuencas profundas. Así mismo se plantea la posibilidad que los sistemas de corrientes temporarios hayan producido desplazamientos de la corteza sobre el manto, tales como la migración de las áreas polares como parece certificarlo los estudios de paleomagnetismo. Finalmente el *Capítulo 12* está dedicado al desplazamiento de los polos, e investiga el cuadro tectónico (de

fracturación) de la corteza regido por los esfuerzos provocados por las migraciones corticales.

El libro que se comenta de *Vening Meinesz* y *Heiskanen* no está realmente dedicado a los geólogos, pero no obstante ellos pueden sacar interesantísimas informaciones y conclusiones del mismo. En efecto, se trata de una obra de índole geofísica aplicada hacia la resolución de una de sus problemáticas fundamentales: la gravedad terrestre. Abundan en el texto los formuleos matemáticos y los planteos físicos, y se mantiene un continuo contacto con los temas fundamentales de la geología del planeta. El geólogo que recorra y estudie las páginas de "The Earth and Its Gravity Field", en especial sus capítulos 7 y 10 a 12, se encontrará frente a problemas de su propio campo de acción, son muchas observaciones de interés y con especulaciones y soluciones derivadas y enfocadas desde un punto de vista diferente al que comúnmente se aplica en Geología. Por su parte el especialista en la materia se hallará frente a una obra desarrollada con un criterio moderno, en el que se vuelcan y compendian las ideas y el fruto del trabajo científico de dos geofísicos de notoria categoría mundial.—MARCELO YRIGOYEN.