

Gravimetría superconductora

Ezequiel D. Antokoletz

CONICET y Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas
Universidad Nacional de La Plata, Argentina

eamtokoletz@fcaglp.unlp.edu.ar

Los métodos de medición de gravedad se puede dividir en dos tipos: absolutos o relativos (Torge, 1989). En el primer caso, ambas cantidades fundamentales de la aceleración (distancia y tiempo) son medidas con gravímetros absolutos. En el caso de los gravímetros relativos, el instrumento mide solo una de las cantidades fundamentales de aceleración: la distancia. Hoy en día, el principio más utilizado para realizar mediciones relativas es el sistema “masa-resorte”. Los gravímetros superconductores (SG⁶⁶, Figura 1) son, actualmente, los instrumentos relativos más sensibles, en los que el resorte mecánico se reemplaza por un “resorte virtual” (Neumeyer, 2010). Su principio de medición consiste en una esfera superconductora que flota en un campo magnético muy estable generado por dos bobinas superconductoras. La observación consiste en la corriente de compensación en una bobina de retroalimentación para mantener la esfera en una posición de referencia (equilibrio). Este principio proporciona a los instrumentos una alta sensibilidad de 0.01 nm/s^2 y estabilidad en el tiempo. Para garantizar propiedades superconductoras del sistema, el mismo se encuentra inmerso dentro de un baño de helio líquido a una temperatura de 4.7 K. Gracias a la alta sensibilidad y estabilidad de los SG, una gran variedad de fenómenos geofísicos pueden ser estudiados (Hinderer et al., 2007).



Figura 1: El gravímetro superconductor SG038 instalado en AGGO.

El Observatorio Argentino-Alemán de Geodesia (AGGO⁶⁷), en su Laboratorio de Gravimetría, cuenta con el único gravímetro superconductor instalado en América Latina y el Caribe. El SG038 (Figura 1) es operado en forma ininterrumpida desde diciembre del año 2015 y desde ese momento registra en forma continua las variaciones del campo de gravedad de la Tierra. Además, un gravímetro absoluto FG5 es operado en el Laboratorio, el cual provee observaciones de gravedad absoluta para la estación AGGO desde enero del año 2018.

66 Superconducting gravimeter

67 Argentinean-German Geodetic Observatory



Facultad de Ciencias
Astronómicas
y Geofísicas



Bundesamt für
Kartographie und Geodäsie

Dado que las observaciones de los SGs son realizadas en unidades de Voltaje, el factor de calibración debe ser determinado a fin de transformar dichas observaciones a unidades de gravedad (usualmente nm/s^2). Por otra parte, los SGs son afectados por deriva instrumental, la cual se caracteriza por ser muy pequeña (sólo de algunos $\mu\text{Gal/año}$) y de carácter lineal. Ésta puede ser únicamente determinada a partir de la combinación de las observaciones del SG con las de un gravímetro absoluto. En el caso de AGGO, tanto el factor de calibración como la deriva instrumental fueron determinados a partir de la combinación de sus observaciones con las del gravímetro absoluto FG5 (Antokoletz et al., 2020a).

Una medición de la gravedad es una señal integradora y podría pensarse como la suma de muchos fenómenos físicos que tienen lugar tanto en la superficie como en el interior de la Tierra. Entre los efectos observables con gravímetros superconductores, aquellos de mayor amplitud son: mareas terrestres y oceánicas, efectos atmosféricos, variaciones de gravedad por movimiento del polo y variación en la longitud del día (LOD⁶⁸), efectos de carga no-mareal y efectos hidrológicos, tanto locales como continentales. Mediante un modelado cuidadoso y la eliminación de los efectos de amplitudes mayores, aquellas señales de menor amplitud pueden ser estudiadas.

Distintos estudios se han llevado a cabo con los datos recolectados por el SG038. Antokoletz et al (2017) y Antokoletz et al. (2020b) determinaron modelos de mareas terrestres y oceánicas para la estación, a fin de corregir las observaciones del SG y las del FG5 en forma precisa. Oreiro et al. (2018) han analizado efectos de carga no-mareal debidos a la onda de tormenta en el Río de La Plata y Mikolaj et al. (2019) y Pendiuk et al (2020) han estudiado efectos hidrológicos locales en la estación.

Por último, tanto el SG038 como el resto de SGs en el mundo, forman parte de la red de estaciones del Servicio Internacional para la Geodinámica y las Mareas Terrestres (IGETS⁶⁹). El IGETS es el responsable de recolectar y distribuir mediciones continuas del campo de gravedad realizadas con gravímetros en la superficie terrestre. Dichas mediciones están disponibles a través de su base de datos (<http://isdg.gfz-potsdam.de/igets-data-base/>), en distintos niveles, dependiendo del grado de procesamiento sobre las mismas.

Referencias

- Antokoletz, E. D., Wziontek, H., Tocho, C. (2017) First six months of superconducting gravimetry in Argentina. En G. S. Vergos, R. Pail, & R. Barzaghi (Eds.), International Symposium on Gravity, Geoid and Height Systems 2016 440 (pp. 111-118). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/1345_2017_13
- Antokoletz, E.D., Wziontek, H., Tocho, C.N., Falk, R. (2020a). Gravity reference at the Argentinean-German Geodetic Observatory (AGGO) by co-location of superconducting and absolute gravity measurements. *J Geod* 94, 81. <https://doi.org/10.1007/s00190-020-01402-7>
- Antokoletz E.D., Tocho C., Wziontek H. (2020b). Un modelo de mareas para el Observatorio Argentino-Alemán de Geodesia (AGGO) utilizando observaciones del gravímetro superconductor SG038. *Revista Cartográfica*, (101), 71-97. <https://doi.org/10.35424/rcarto.i101.689>
- Hinderer J., Crossley D., and Warburton R.J. (2007). Superconducting Gravimetry, *Treatise on Geophysics*, 2nd edition, vol. 3, pp. 59-115.
- Mikolaj, M., Güntner, A., Brunini, C., Wziontek, H., Gende, M., Schröder, S., Cassino, A. M., Pasquaré, A., Reich, M., Hartmann, A., Oreiro, F. A., Pendiuk, J., Guarracino, L., Antokoletz, E. D. (2019). Hydrometeorological and gravity signals at the Argentine-German Geodetic Observatory (AGGO) in La Plata. *Earth System Science Data*, 11, 1501-1513. <https://doi.org/10.5194/essd-11-1501-2019>

68 Length of Day

69 International Geodynamics and Earth Tide Service



Facultad de Ciencias
Astronómicas
y Geofísicas



Bundesamt für
Kartographie und Geodäsie

- Neumeyer, J. (2010). Superconducting gravimetry. In Sciences of Geodesy-I (pp. 339-413). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Oreiro, F.A., Wziontek, H., Fiore, M.M.E. et al. (2018). Pure Appl. Geophys. 175: 1739. <https://doi.org/10.1007/s00024-017-1651-6>
- Pendiuk, J.E., Guarracino, L., Reich, M. et al. (2020). Estimating the specific yield of the Pampeano aquifer, Argentina, using superconducting gravimeter data. Hydrogeol J 28, 2303–2313. <https://doi.org/10.1007/s10040-020-02212-z>
- Torge, W. (1989). Gravimetry. Geodetic Activities Performed During the Period 1975-1978.



Facultad de Ciencias
**Astronómicas
y Geofísicas**



Bundesamt für
Kartographie und Geodäsie