

# NUEVOS APORTES DE LA GRAVIMETRIA AL ESTUDIO DE UNA SECCION EW A TRAVES DE SAN JUAN, LA RIOJA Y ZONAS VECINAS


por ANTONIO INTROCASO


Estudios gravimétricos anteriores han revelado el desigual comportamiento isostático de las Sierras Pampeanas de Pie de Palo, de La Huerta y Chepes respecto tanto al edificio andino, como a la Sierra de Córdoba, que a su vez difieren entre sí.


Movimientos diferenciales verticales registrados en la línea San Juan-Chepes a través de renivelaciones, variaciones de gravedad y gradientes verticales de "g" medidos recientemente, se suman a los resultados anteriores abriendo auspiciosas perspectivas futuras.

## Introducción

En octubre de 1970 se iniciaron estudios gravimétricos en la zona de San Juan, La Rioja y Córdoba, que culminaron con un perfil gravimétrico trascontinental en el paralelo 32°S (Introcaso A. - E. Huerta, 1972). Trabajos posteriores (Introcaso A. 1977, 1978) permitieron extraer las siguientes conclusiones:

*Cordillera Andina:*  presenta definida correlación inversa (imagen especular) entre anomalías de Bouguer y exceso de masas que yacen por sobre el nivel del mar. Las máximas anomalías de Bouguer se encuentran en las proximidades de la dorsal andina (casi -300 m gals en los paralelos 32°S y 33°S, -175 m gals en el paralelo 36°S y algo más de -100 m gals en el paralelo 39°S). Numerosos modelos gravimétricos demostraron que el edificio andino responde isostáticamente de acuerdo al principio hidrostático de flotación de Airy.

*S<sup>a</sup> de Córdoba:*  Exhibe correlación inversa (aunque disminuida) entre anomalías de Bouguer y excesos topográficos (máx. anomalía de Bouguer: -80 m gals sobre las altas cumbres). En términos isostáticos clásicos podría pensarse en un sistema regional con suave flexión cortical; aunque existen otras posibilidades que teniendo en cuenta estudios geológicos y gravimétricos en conjunto señalan interacción entre materiales del manto superior y corteza.

*S<sup>a</sup> de Pie de Palo, de La Huerta y Chepes:*  fueron bordeados por el sur con los siguientes resultados:

- correlación directa entre excesos topográficos y anomalías de Bouguer (y de aire libre);

- movimiento diferenciales verticales negativos de 6 m, 30 m y 50 m para las Sierras de La Huerta, Pie de Palo y el Valle de San Juan, respectivamente (Volponi F, 1973), considerando los resultados de dos nivelaciones de alta precisión de I.G.M. (1938 y 1967) y dejando el Nodal de Chepes fijo para efectuar la comparación.

Se consideró la no operatividad de la isostasia para estas entidades de ancho restringido y la posibilidad de definido exceso de densidad intracortical.

## Consideraciones generales sobre anomalías positivas

En numerosas áreas, particularmente algunas de actividad reciente y sistemas montañosos

sos de bloques elevados, se nota un incremento de gravedad. Así, Woollard G. P. (1959, 64, 66, 68 y 69) cree que el incremento de gravedad notado sobre bloques montañosos levantados y otras áreas montañosas puede deberse a: compensación regional o falta de equilibrio causada por movimientos tectónicos.

Belousov V. (1962) sugirió que el levantamiento de bloques montañosos sobre plataformas y áreas de escudo puede ser causado por: engrosamiento de la losa "balsática" o engrosamiento de la corteza a través de incorporación de materiales pesados, moviéndose desde el manto superior al interior de la corteza.

Esta sugerición fue substanciada utilizando un amplio material mundial (estudios de isostasia, de ondas de cuerpo y superficiales, relaciones entre velocidades de ondas de compresión de densidades, mediciones de temperaturas, etc.).

Qureshy (1971) sostuvo que la tendencia al incremento de gravedad sobre elevadas regiones de la India está probablemente relacionada a movimientos neotectónicos controlados en profundidad, probablemente por inyección de materiales desde el manto superior a la corteza.

Woollard G.P. demostró también en reiterados trabajos que excesos de gravedad no significan necesariamente apartamientos en el equilibrio isostático, sino que pueden deberse a excesos de densidad y espesor cortical.

Observaciones mundiales han demostrado que en numerosas áreas donde la corteza es más gruesa que lo normal y la "losa basáltica" de alta velocidad está bien desarrollada, las anomalías de aire libre e isostáticas son en general positivas. Análogamente, si la corteza es fina y la "losa basáltica" está ausente, o poco desarrollada, las anomalías de aire libre o isostáticas son negativas.

Sin desconocer las posibilidades de otros mecanismos parece ser muy atractiva la hipótesis de cambios de fase a través de cambios de temperatura o presión. En tal sentido la transformación de Eclogita  $\rightarrow$  Gabbro con expansión volumétrica e incorporación de materia-

les en corteza ofrece un razonable mecanismo para explicar tanto los efectos gravimétricos como los movimientos diferenciales verticales.

### Nuevos aportes al estudio de la línea San Juan - Chepes

Las variaciones de gravedad con el tiempo, están siendo utilizadas actualmente en distintas partes del mundo para estudiar deformaciones corticales vinculadas a actividad geológica. En esta forma es posible obtener información semicuantitativa o cualitativa, mediante el conocimiento de variaciones de gravedad y gradientes verticales

$$\left(\frac{\partial g}{\partial z}\right)$$

Las anomalías de estos parámetros son fáciles de obtener dado que las mediciones de gravedad son rápidas (y económicas). No obstante la gran precisión necesaria exige trabajar con observadores experimentados, gravímetros modernos termostatzados, de gran sensibilidad y escasa deriva; constantes controladas, cierres adecuados; correcciones luni-solares, etc.

Pensemos que variaciones de cotas de 1 cm originan variaciones de gravedad del orden de  $3 \times 10^{-2}$  MGLS que no son precisamente fáciles de obtener.

Estos estudios están en estado incipiente, aunque no obstante tienen buenas posibilidades futuras. Se ha reconocido que en áreas sujetas a extracción de aguas subterráneas o movimientos de fluidos (áreas volcánicas, por ejemplo) los valores de gradientes verticales de gravedad  $\Delta g$  cubren un amplio espectro, incluyendo relaciones no lineales entre  $\Delta g$  y  $\Delta z$ .

Además de las dos nivelaciones de alta precisión realizada por I.G.M., entre San Juan y Chepes, luego del terremoto de Caucete de 1977, se realizó una nivelación (aún no concluida) que reveló descensos importantes en las estaciones 45 y 46 y ascenso del orden de 1 m entre las estaciones 30 y 31 (Volponi F., comunicación personal).

Una nueva medición gravimétrica en nueve estaciones de la línea (Volponi F. - Intro-

caso A., 1979) reveló variaciones de gravedad de hasta  $\pm 0.2$  m gl. Estos resultados deben tomarse con ciertas reservas dado que los valores de 1970 fueron medidos en un sistema ABCDEA... (es decir con cierres largos).

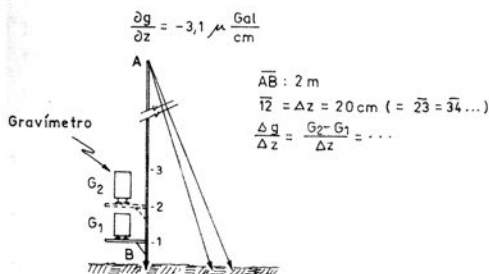
Gradientes verticales de "g" medidos en cuatro estaciones, mediante un trípode especial (fig. 1) y aproximados mediante

$$\frac{\Delta g}{\Delta z}$$

(recordemos que:

$$\frac{\partial g}{\partial z} = \lim_{\Delta z \rightarrow 0} \frac{\Delta g}{\Delta z}$$

revelan también cambios respecto al valor normal.



## Conclusiones

A los resultados anteriores que señalaban la no operatividad de la isostacia (al menos en la hipótesis clásica) para las Sas. Pampeanas de Pie de Palo, de La Huerta y Chepes agregamos ahora la detección de importantes movimientos actuales (variaciones de cotas) y de gravedad, junto a la determinación de gradientes verticales de gravedad.

Estos parámetros constituyen un marco de referencia dentro del cual deben moverse las distintas hipótesis de trabajo. Así, cualquier mecanismo que se proponga en el futuro

deberá ser consistente con los valores de micro-gravedad y cota medidos a través del tiempo. Finalmente señalemos que estos estudios, a condición de realizarlos sistemáticamente, podrían constituir un valioso aporte a la predicción de terremotos.

## BIBLIOGRAFIA

- BAGLIETTO, E., CERRATO, A. 1970. Contributions à la Geodesie Appliquée. U.N.B.A. Fac. de Ingeniería de Buenos Aires.
- BELOUSSOV, V. V. 1962. Problemas básicos de Geotectónica. Ed. Omega, 854 pp.
- GORDILLO C.E., LENCINAS A. 1972. Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis. Geolog. Reg. Arg. Ac. Nac. Cs. Córdoba. Argentina, pp. 1-39.
- INTROCASO A., HUERTA E. 1972. Perfil Gravimétrico Transcontinental en el paralelo 32°S. Rev. I.P.G.H. Año 21, 22: 133-159.
- 1976. Valuación de efectos gravimétricos y sus aplicaciones a la interpretación. Geoacta. Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas, 28, 1: 75-86.
- INTROCASO A. 1976. Modelo Gravimétrico Provisorio de Corteza Andina en el paralelo 36°S. Geoacta, Asoc. Arg. de Geofísicos y Geodestas, 8, 1: 107-115.
- 1977. Resultados Gravimétricos a través de la parte media de la Sierra de Córdoba. Rep. Argentina. Revista Geofísica del P.P.G.H. 6: 119-131.
- 1977. Resultados gravimétricos en la banda de Arg. Central y países vecinos - 1<sup>er</sup> Congreso Iberoamericano de Geofísica (Caracas Venezuela, 1977).
- MARTINEZ VIVOT, L. M., INTROCASO, A. M., FERNANDEZ O., VILLEGAS J., QUIROGA M., y VOLPONI F., 1973. Correlación entre diferentes anomalías geofísicas en una transversal a la Cordillera de los Andes (Informe preliminar, inédito).
- QURESHY, M. N. 1968. Thickening of a Basalt Layer as a Possible Cause for the uplift of the Himalayas - A suggestion based on Gravity Data. Tectonophysics 7, 2: 137-157.
- 1971. Relation gravity to elevation and rejuvenation of blocks in India. Jour. Geoph. Res. 76, 2: 545-557.
- WOOLLARD G. P. 1959. Crustal structure from gravity and seismic measurements. Jour. Geoph. Research. 64, 10: 1521 - 1544.

- 1966. Regional isostatic relation in the United States. Geophys. Monograph 10. Ed. Steinhart-Smith (American Geophysical Union) pp. 557-594.
- 1968. The interrelationship of the crust, the upper mantle and Isostatic Gravity Anomalies in the United States. Am. Geoph. Union. Monograph 12: 312-341.
- 1969 a. Regional variations in gravity. The earth's crust and upper mantle. Ed. Pembroke J. Hart., pp. 320-341.