

DISCUSION DE MODELOS PARA LA CORTEZA Y MANTO SUPERIOR EN LA ZONA SUR DEL AREA CENTROIBERICA, BASADOS EN ANOMALIAS GRAVIMETRICAS

J. F. Bergamín y A. Carbo (*)

RESUMEN

Con el fin de realizar una interpretación en profundidad del origen del vulcanismo de Campo de Calatrava, se efectúa un perfil gravimétrico, elaborándose varios modelos bidimensionales de Corteza y Manto superior. Posteriormente se discuten las distintas posibilidades compatibles con la existencia del citado vulcanismo.

Palabras clave: *Gravimetría, Corteza, Manto superior, Vulcanismo, Ciudad Real.*

ABSTRACT

With the purpose of realize an interpretation in deep of the Campo de Calatrava vulcanism origin, it is done a gravimetric profile, making various two-dimensional models of the Crust and Upper Mantle. Lately we discussed different compatible possibilities with the existence of such vulcanism.

Key words: *Gravimetry, Crust, Upper Mantle, Vulcanism, Ciudad Real.*

Introducción

La región del Campo de Calatrava (Ciudad Real) ha sido motivo de numerosos trabajos e investigaciones desde principios del siglo pasado, puesto que en ella se sitúa un vulcanismo de edad plio-cuaternaria que ha despertado el interés de los investigadores. Ancochea realiza en sus diversos trabajos a partir de 1974, un profundo inventario de los puntos de emisión, un estudio exhaustivo de la petrología y geoquímica de los materiales, de las fases de emisión, de la polaridad magnética de éstas, etc., apuntando ya las primeras conclusiones sobre la génesis de este vulcanismo. Bergamín *et al.*, (1984) señalan a partir de las anomalías gravimétricas, la existencia de una estrecha zona de Manto anómalo, menos denso, bajo la zona del Campo de Calatrava, que estaría formada en conexión con la ascensión de magmas cenozoicos.

El objetivo del presente trabajo, se centra en proponer posibles modelos corticales para el sector sur del área centroibérica, sobre la base de las anomalías gravimétricas detectadas.

La zona a investigar tiene unos 140 km. de longitud, situándose según una banda NW-SE, en cuyo centro se encuentra la localidad de Ciudad Real (figura 1). Las anomalías de Bouguer se toman del levantamiento llevado a cabo por Bergamín (1985).



Fig. 1.—Esquema de situación de la zona estudiada.

(*) Geodinámica interna, Fac. C. Geológicas, U. C. Madrid.

Interpretación y discusión

La realización de modelos consiste en obtener una configuración geométrica bidimensional que, mediante un proceso iterativo, genere sucesivas curvas teóricas de atracción gravitacional hasta conseguir el ajuste a la anomalía real. Este proceso se realiza mediante el programa TALWO 580 de CARBO (inédito), que se basa en el algoritmo propuesto por Talwani *et al.*, (1959).

Con este fin se requiere de una parte, una aproximación a la citada configuración utilizando los datos procedentes de otras técnicas geofísicas y de la geología regional, y de otra parte, se hace necesario un conocimiento lo más aproximado posible de las densidades que se atribuyen a los polígonos que intervienen en dichos modelos.

Las densidades correspondientes a las capas profundas de la Corteza y Manto superior deben ser tomadas de datos standard apoyados en otros sísmicos y petrológicos.

Se admite comúnmente que la Corteza superior tiene una composición granodiorítica a cuarzdiorítica

con densidades del orden de 2,72 gr/cc. (Woolard, 1962). Este dato resulta coherente con las determinaciones de velocidades para esta capa ($V_p = 6,1$ km./s.) realizadas por Payo y Ruiz de la Parte (1974 y 77) y Banda *et al.*, (1981), en el centro de la Península. Al aplicar la aproximación que supone la fórmula empírica de Nafe y Drake (1963), para estas velocidades, podría llegarse a considerar hasta una densidad de 2,82 gr/cc. para esta capa, como valor extremo; no obstante tomamos como media 2,72 gr/cc.

Para la Corteza inferior Ringwood (1975) considera una naturaleza granulítica, para la cual Woolard (1962) da una densidad de 2,92 gr/cc. En el centro de la Península Payo y Ruiz de la Parte (1974, 77) y Banda *et al.*, (1981) determinan un valor de velocidad para la Corteza inferior que oscila alrededor de 6,9 km./s. Por ello consideramos aceptable el valor de densidad de 2,92 gr/cc. para la Corteza inferior.

En lo referente al Manto superior normal, consideramos su composición como peridotítica, con olivino, piroxenos y espinela, basándonos fundamentalmente en los datos aportados por Ancochea (1979) respecto a los enclaves que presenta el vulcanismo del Campo

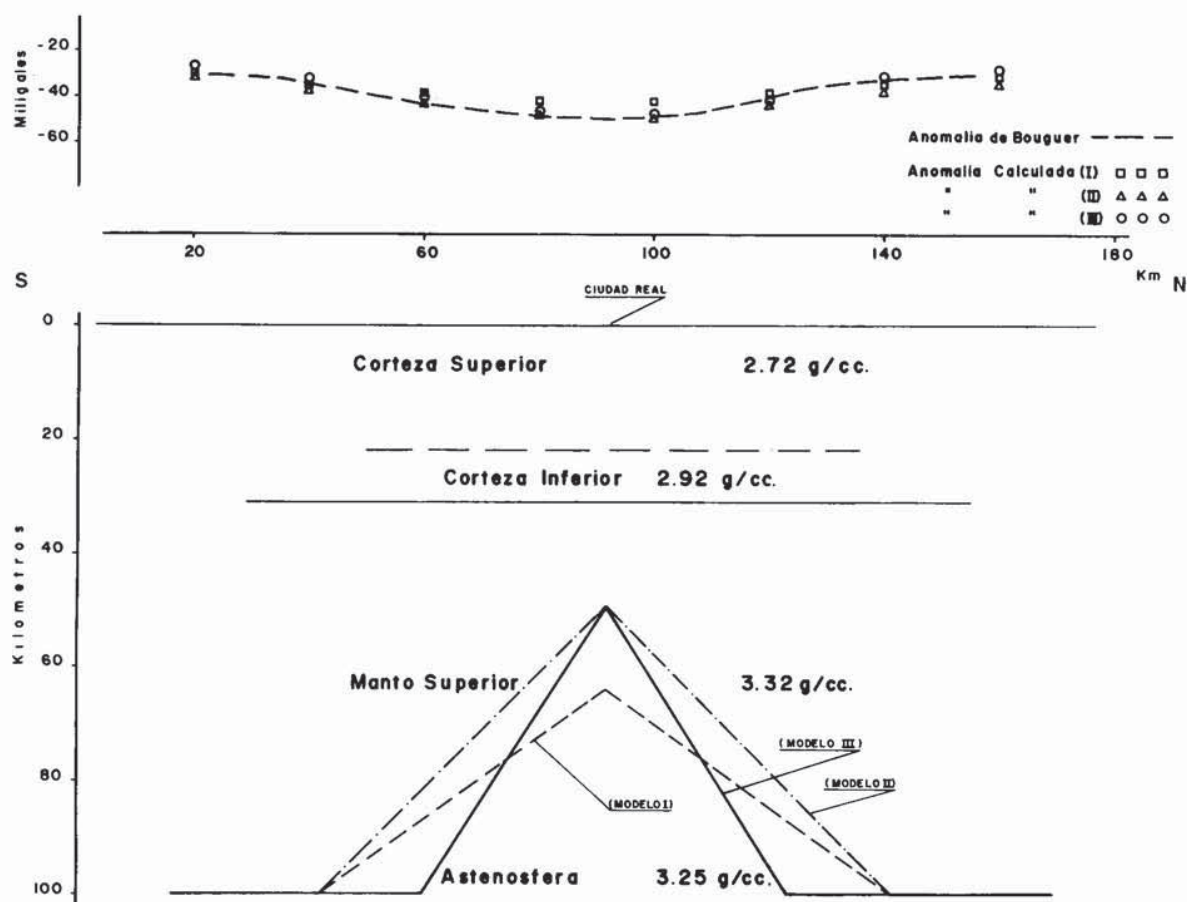


Fig. 2.—Modelos I, II y III que representan sólo ascenso astenosférico, con sus correspondientes ajustes a la anomalía de Bouguer.

de Calatrava. Por ello atribuimos al Manto superior una densidad de 3,32 gr/cc. Este dato estaría de acuerdo con las velocidades determinadas por Banda *et al.*, (1981) ($V_p = 8 - 8,1$ km/s. y $V_s = 4,4 - 4,5$ km/s., con una relación $V_p/V_s = 1,8$).

Por lo que respecta a la Astenósfera Banda *et al.*, (1981) calculan velocidades transversales de 4,7 a 4,2 kilómetros por segundo, por lo que nos inclinamos a considerarla con una densidad de 3,25 gr/cc., próxima a los 3,2 - 3,3 gr/cc. comúnmente aceptada.

Del examen del perfil de anomalías de Bouguer, se desprende la existencia de un mínimo relativo con una anchura de unos 100 km. y valor de -20 miligales, que se sitúa en una posición centrada en el Campo de Calatrava. Parece lógico desechar, en principio, la hipótesis de un engrosamiento cortical, dada la existencia del vulcanismo pliocuaternario en Campo de Calatrava. En este sentido Cadavid (1977), coincide en establecer un adelgazamiento generalizado para la zona que tiene su mínimo en el área de Ciudad Real y entorno a Linares («Lineación Oporto-Badajoz-Córdoba»), aunque este autor señala un engrosamiento relativo hacia Valdepeñas («Lineación

Plasencia-Valdepeñas»). Consideramos, por tanto, más probable que la citada anomalía tenga su origen: en heterogeneidades del Manto (Bergamin *et al.*, 1984); en un ascenso astenosférico centrado en la zona, siguiendo las ideas de Perrier y Ruegg (1973) para el Macizo Central francés; o incluso en un modelo mixto entre ambos.

El primer modelo fue discutido en un trabajo previo (Bergamin *et al.*, 1984), llegándose entonces a la conclusión de que bajo el Campo de Calatrava podría existir una estrecha zona de Manto anómalo de densidad 3 gr/cc., que estaría en conexión con el ascenso de magmas basálticos cenozoicos. No obstante, dado que aquel perfil correspondía a una zona lateral de la investigación planteada aquí entramos de nuevo en el problema analizando las otras dos posibilidades apuntadas. De esta forma realizamos un modelo que implique tan sólo un ascenso astenosférico. En la figura 2 representamos tres posibilidades para esta configuración, denominadas Modelos I, II y III, que presentan un ajuste a la anomalía de Bouguer con un coeficiente de correlación de 0,32, 0,61 y 0,80 respectivamente. Como vemos mediante estos modelos no

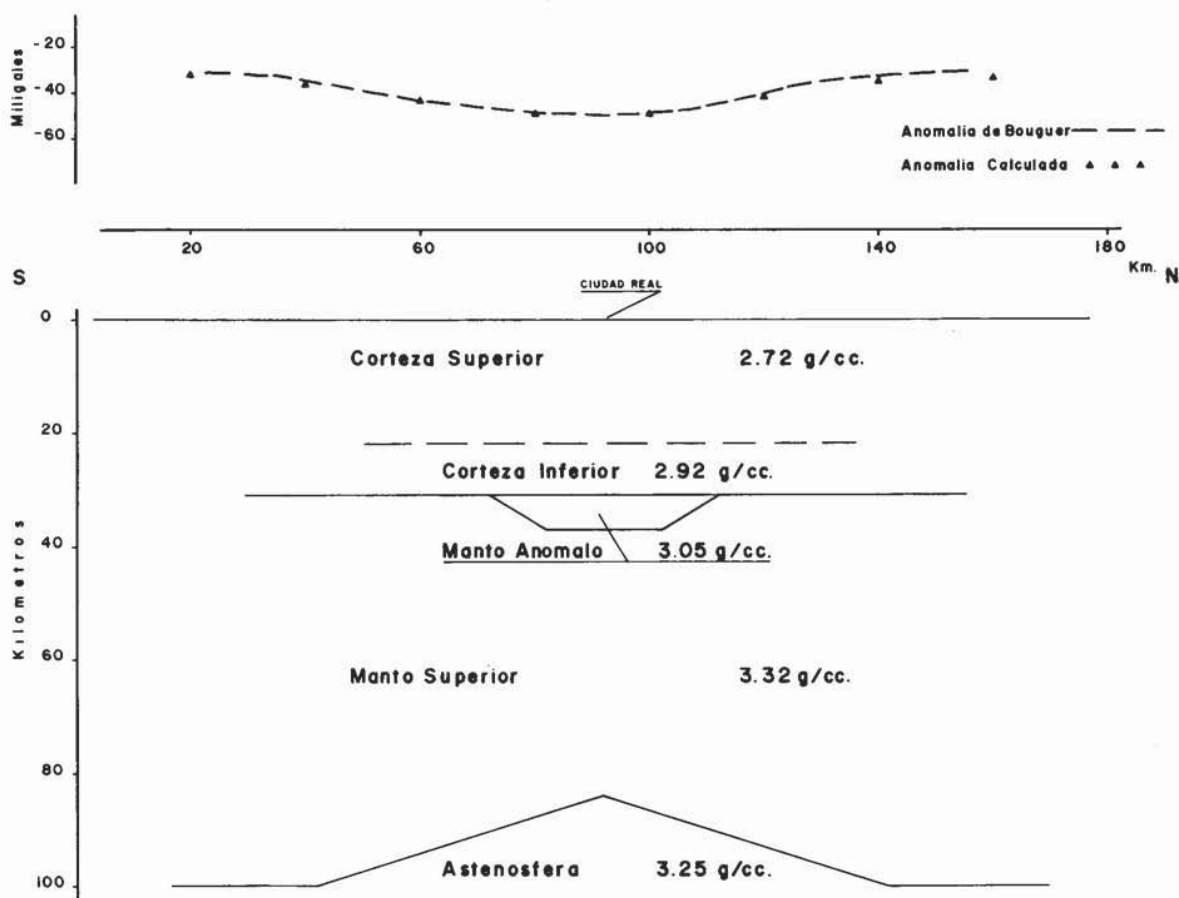


Fig. 3.—Modelo propuesto para la Corteza y Manto Superior.

se consigue un ajuste aceptable de la anomalía calculada si no se considera un ascenso astenosférico hasta profundidades próximas a los 50 km. (Modelo III), lo cual desde el punto de vista petrológico no sería compatible con el tipo de vulcanismo existente en la zona (Ancochea, 1982).

El tercer modelo (figura 3) conserva la idea del ascenso astenosférico a lo largo de 100 km. de perfil hasta los 80/90 km. de profundidad en su punto culminante, e introduciendo una zona anómala en la parte superior del Manto con una potencia de unos 4 a 6 km. y una extensión longitudinal de 40 km. Para el posible nivel diferenciado a techo del Manto se supone una densidad próxima a 3,05 gr/cc., en base a la velocidad de 7,7 km/s., que se asigna por Payo y Ruiz de la Parte (1977) para un nivel similar de un área próxima. La zona de discontinuidad de Mohorovicic se estima situada para el sector en torno a 31 ó 32 km. Estos resultados concuerdan con las observaciones realizadas a partir de datos sísmicos, tanto en la zona de Ubeda como en Toledo y con los valores obtenidos por Rey de la Rosa *et al.*, (1967) a partir del sondeo magnetotélurico llevado a cabo en Toledo, así como con los datos aportados por Fournier y Febrer (1976). El modelo comentado genera una anomalía que se ajusta con un coeficiente de correlación de 0,88 a la anomalía de Bouguer y por ello se propone como posible para la zona. De otra parte, esta idea es concordante con el modelo presentado por Ancochea (1982), quien lo desarrolla a partir de datos petrológicos.

Teniendo en cuenta que el modelo aquí presentado se refiere a una zona centrada en la región del Campo de Calatrava, pensamos que su forma resulta más ajustada que la del modelo reflejado en aquel trabajo previo (Bergamin *et al.*, 1984). Por ello el modelo aquí obtenido complementa las aportaciones introducidas por aquél.

Resumen y conclusiones

Con el fin de realizar una interpretación en profundidad del origen del vulcanismo del Campo de Calatrava, se realiza un perfil gravimétrico que presenta un amplio mínimo de unos 100 km. de anchura y valor de -20 miligales, para el cual se discuten dos hipótesis, una vez desechada la idea del engrosamiento cortical por su incompatibilidad con el vulcanismo regional. Así se piensa que su origen se debe a la existencia de un ascenso astenosférico o a la combinación de este fenómeno con la aparición en la parte superior del Manto de una zona anómala. En el modelo propuesto (figura 3) nos inclinamos por esta segunda hipótesis, en la cual la astenosfera penetra en el Manto superior a lo largo de una zona de unos 100 km. de longitud, llegando a su ascenso a profundidades entre 80 y 90 km., esto es, su punto culmi-

nante se elevaría unos 10 a 20 km. En la zona subcortical aparece un Manto anómalo, menos denso, formando en conexión con la ascensión de magmas basálticos cenozoicos. Las dimensiones de este Manto anómalo son de unos 40 km. de longitud con espesor de 6 km. La Corteza presenta en nuestro modelo un espesor que oscila entre 31 y 32 km.

Bibliografía

- Ancochea, E. (1974): *Relación entre xenolitos y rocas basálticas en la región volcánica central española*. Tesis de licenciatura. Fac. de Geol., Univ. Compl., Madrid, 119 págs.
- Ancochea, E. (1979): Polaridades magnéticas y edad de las rocas volcánicas del Campo de Calatrava (Ciudad Real). *Pub. III Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica*. 1593-1604.
- Ancochea, E. (1982): *Evolución espacial y temporal del volcanismo reciente de España Central*. Tesis U.C.M. 675 pp.
- Banda, E.; Suriñach, E.; Aparicio, A.; Sierra, J. y Ruiz de la Parte, E. (1981): Crust and upper mantle structure of the central Iberian Meseta (Spain). *Geophys. J. R. astr. Soc.*, 67: 779-789.
- Bergamin, J. F.; Carbo, A.; Capote, R. y Santa Teresa, I. (1984): Avance de interpretación de una transversal gravimétrica entre los Montes de Toledo y Sierra Morena. *Fr Congreso español de Geología*. T. III: 303-309.
- Bergamin, J. F. (1985): Interpretación geotectónica de área del Campo de Calatrava (Ciudad Real), basada en determinaciones gravimétricas. Tesis U.C.M., 220 pp.
- Cadavid, S. (1977): Avance del mapa de isopacas de una «corteza normal» para la Península Ibérica y principales accidentes de posible alcance cortical. *Bol. Geol. y Min. T.* LXXXVIII-VI: 561-566.
- Carbo, A.: *Programa TALWO 580*. (Inédito).
- Fournier, H. y Febrer, J. (1976): Sondaje Magnetotélurico profundo en el Observatorio Geomagnético de Toledo (España). *II Asamblea Nal. de Geodesia y Geofísica*. II: 1283-1287.
- Nafe, J. E. y Drake, C. L. (1963): Physical properties of marine sediments. In: *The sea*, Mc. Graw Hill. Rd. 3: 794-815.
- Payo, J. y Ruiz de la Parte, E. (1974): Dispersion of surface waves in the Iberian Peninsula and the adjacent Atlantic and Mediterranean area. *Geofis. Int.*, 14: 89-102.
- Payo, J. y Ruiz de la Parte, E. (1977): *El primer perfil sísmico de la Meseta*. Inst. Geog. Catast., 15 págs.
- Perrier, G. y Ruegg, J. C. (1973): Structure profonde du Massif central français. *Ama. Geophys.*, 29: 435-502. C. N. R. S. (París).
- Rey de la Rosa, J.; Cadavid, S. y De Miguel, G. (1967): *Aplicaciones del método Magnetotélurico al estudio de las discontinuidades corticales y del Manto superior en Toledo*. Inst. Geogr. Catast.
- Ringwood, A. E. (1975): Composition and Petrology of the Earth's Mantle. In: *International Series in the Earth and Planetary Sciences*. Ed. Mc.Graw Hill. New York: 38-41.
- Talwani, M.; Worzel, J. L. y Landisman, M. (1959): Rapid gravity computations for two-dimensional bodies with application to the Mendocino submarine fracture zone. *J. Geophys. Res.*, 64: 49-59.
- Woolard, G. P. (1969): Regional variations in gravity. In: *The Earth's Crust and Upper Mantle*: 320-341, ed. Pembroke, J. Hart, Am. Geoph. Union. Washington.

Recibido el 31 de enero de 1986
Aceptado el 4 de marzo de 1986