

# Tesis Doctoral

## Estudio Gravimétrico del Pirineo Oriental

LLUÍS RIVERO i MARGINEDAS

Departament de Geoquímica, Petrologia i Prospecció Geològica. Facultat de Geologia. Universitat de Barcelona.  
c/ Martí i Franquès s/n. Zona Universitària de Pedralbes. 08071-BARCELONA.

### RESUMEN

El Pirineo Oriental ha sido desde hace tiempo una zona en la que se han realizado gran cantidad de trabajos de investigación geológica y geofísica. Estos trabajos se han realizado con objetivos académicos (Tesis y Tesinas), como trabajos de investigación de instituciones (el I.T.G.E., el I.G.N., el Servei Geològic de la Generalitat de Catalunya, el B.R.G.M., etc...) o bien, realizados por diversas compañías petroleras para localizar reservas de hidrocarburos.

Fruto de estos trabajos, existía una elevada cantidad de medidas gravimétricas repartidas por todo este sector. Las medidas estaban realizadas por diversos operadores y también estaban referidas a sistemas distintos, por tanto el primer objetivo que nos planteamos consistió en homogeneizar estos datos hasta hacerlos totalmente compatibles. Tras este proceso se realizaron varias campañas para situar medidas, dentro de lo posible, en lugares donde existían lagunas de información hasta lograr una distribución de las medidas lo más homogénea posible, se ha compilado un total de 6448 medidas de la gravedad, aproximadamente 1 cada 3 km<sup>2</sup>. Utilizando estas medidas de la gravedad conjuntamente con el control que proporciona los perfiles de sísmica de reflexión, los sondeos, la magnetometría y los estudios de superficie, se han elaborado una serie de modelos gravimétricos para justificar las anomalías gravimétricas existentes en la zona.

### ABSTRACT

#### Gravimetric study of the Eastern Pyrenean Belt

This dissertation is primarily a gravimetric study of Eastern Pyrenees based on gravity prospecting techniques combined with

seismic reflection profiles, magnetic survey, and the existing bore-holes.

The two main objectives of the study are interpret the gravity anomalies produced by superficial bodies and the anomalies produced by deep bodies in the area lying between the Segre River to the West, the Mediterranean Sea to the East, the city of Manresa to the South, and the city of Perpinyà to the North.

The general disposition of these anomalies is composed of negative values in NW part of the studied zone and positive values along the coastline. This disposition is due to the enlarged upper crust under Pyrenean Axial Zone as a result of Iberian and European plates collision, and the thinning crust near the Coast

To verify the existence of some of the anomalies, several macro-scale maps of residual gravity anomalies of the area were compiled. The regional gravity component is assimilated to a second and third degree by polynomial surfaces. A residual isostatic map was also realized. Other smaller-scale maps were drawn up later because the use of lower-degree polynomials it is possible to obtain a more acceptable adjustment of regional-residual separation.

After calculating gravity models in several zones, it was concluded that negative gravity anomalies are produced by Neogene materials landing in the Empordà and Cerdanya grabens, detritic Eocene materials in the Rocacorba area, and marls accumulation resulting from duplex structures and halite diapires. Positive gravity anomalies are caused by Cambro-Ordovician materials, anhydrites, and basic volcanic rocks.

## METODOLOGÍA

La metodología gravimétrica utilizada se ha basado en el sistema IGN71 para el cálculo de la gravedad observada. Todas las bases utilizadas en el trabajo han sido las de la Red Gravimétrica de Catalunya, instaladas para la realización del Mapa Gravimètric de Catalunya.

Para el cálculo de la gravedad teórica se ha utilizado el GRS-84, que incluye la corrección del efecto atmosférico. Se ha tenido en cuenta la curvatura de la superficie de la Tierra.

La nivelación de las estaciones se ha realizado a partir de varios sistemas que van desde los puntos observados sobre vértices geodésicos, a los puntos con nivelación topográfica de precisión, a las cotas con altura medida por métodos barométricos y la interpolación de las curvas de nivel. Todos los métodos tienen una precisión superior a los 5 m.

La corrección topográfica, muy elevada en zonas de acusada topografía, se ha realizado de forma totalmente automática a partir de modelos digitales del terreno. Esta corrección automatizada se ha tratado desde los 170 m en adelante desde el punto de medida, a partir de matrices de 100x100 m en el tramo de 170 a 1529 m, de 1x1 km de lado desde 1.529 m hasta 22 km y de 5x3' de grado desde 22 hasta 167 km los valores de la corrección topográfica automática no difieren prácticamente de los calculados por el clásico método gráfico de Hammer, que fue el método utilizado en la realización del Mapa Gravimètric de Catalunya, y por contra homogeneizan la corrección eliminando el proceso de subjetividad, además de ser un método mucho más rápido y menos engorroso.

## ANÁLISIS CUALITATIVO

Para realizar el análisis cualitativo de las anomalías gravimétricas de la zona de estudio, nos hemos basado en el mapa de anomalías de Bouguer y en dos mapas de anomalías residuales, de la totalidad de la zona obtenidos a partir de asimilar la anomalía regional a polinomios de grado 2 y grado 3. Los mapas de anomalías residuales globales se han realizado para intentar saber la entidad de ciertas anomalías y también la relación de esta con causas profundas.

Se observa en todos ellos una tendencia general a valores negativos en el sector NW y valores positivos en la

zona cercana a la costa, esta disposición es debida al engrosamiento de la corteza superior en la zona axial Pirenaica debida a la subducción de la placa Ibérica bajo la placa Europea.

En la zona existen varias anomalías gravimétricas de carácter tanto negativo como positivo, las anomalías negativas, tras la superposición de los mapas con el mapa geológico, se deduce que son debidas a los materiales Neógenos que rellenan las fosas del Emporda y de la Cerdanya, a rocas graníticas, a materiales detríticos de edad eocena, a margas y granitos fuertemente replegados y a halitas acumuladas en régimen diapírico, por contra las anomalías positivas se relacionan con afloramiento de rocas metamórficas del Cambro-Ordovícico, con materiales volcánicos y con evaporitas de naturaleza anhidrítica.

Existen algunas estructuras importantes como la falla de Albanyà que no generan anomalía gravimétrica apreciable. Esto se intentara explicar a partir de la modelización gravimétrica, partiendo de mapas de anomalías residuales de menores dimensiones.

## MODELOS CORTICALES

Para intentar comprobar a partir de la gravimetría los datos obtenidos por la sismica profunda, tanto de reflexión como de refracción, se han realizado dos perfiles gravimétricos corticales, uno en dirección N-SE y otro en dirección W-E, a lo largo de toda la zona.

Tras realizar estos modelos se ha comprobado el elevado índice de subducción de la placa Ibérica bajo la Europea, que desplaza el Moho hacia profundidades del orden de 60 km, a través de un plano inclinado unos 40°. En los modelos gravimétricos corticales, en especial el de dirección W-E, se han comprobado las profundidades obtenidas por los perfiles de sismica profunda de principios de los años 80.

## MODELOS GRAVIMÉTRICOS PARCIALES

Los mapas de anomalías globales de la zona y en especial el mapa de Bouguer nos proporcionan información de la tendencia gravimétrica causada por estructuras geológicas profundas de grandes dimensiones, superpuesta a anomalías generadas por materiales de densidad anómala, acumulados en estructuras de menores dimensiones. Por contra, si residualizamos en las zonas de menores di-

menciones en que aparecen anomalías gravimétricas del signo que sea, se pueden filtrar las anomalías generadas por cuerpos situados a elevada profundidad, resaltando las anomalías producidas por cuerpos más superficiales.

Se ha realizado este tipo de residualización], ajustando diversos polinomios en 8 zonas, que son la Cerdanya, El Empordà, El Serrat, Oix, Darnius, Albanyà, Rocacorba y Avinyó. En las siete primeras se han realizado perfiles gravimétricos básicamente en 2D, en la zona de Avinyó únicamente se ha realizado un análisis cualitativo de las anomalías. Los grados de los polinomios utilizados para sustraer la anomalía regional, han sido diversos, en función de lo observado en el Mapa Gravimètric de Catalunya.

En la zona de la Cerdanya a partir de la gravimetría se ha cuantificado el grosor de materiales Neógenos, cifrándolo en un máximo de unos 980 m cerca de la falla de la Têt y de la localidad de Bellver de Cerdanya.

En la fosa del Empordà se han cuantificado igualmente el grueso de materiales Neógenos hasta un máximo de unos 2000 m cerca de Ampuriabrava. Además se ha podido delimitar, conjuntamente con la sísmica de reflexión la estructura de la fosa y de los cabalgamientos no aflorantes.

En las zonas del Serrat, Oix y Darnius, se han realizado una serie de modelos gravimétricos para justificar la existencia de un mínimo muy acusado, que está relacionado con materiales margosos de edad eocena imbricados con granitos, fuertemente replegados y duplicados por la acción de cabalgamientos. Las zonas de máximo gravimétrico están relacionadas con materiales anhidríticos perforados en el sondeo Serrat-1 y con los del Cambro-Ordovícico involucrados en los cabalgamientos de la zona norte.

En la zona de Albanyà existe una importante falla, que no genera respuesta gravimétrica alguna. En función de los materiales que la falla desplaza es esperable a priori alguna anomalía gravimétrica, la no existencia de ésta se ha justificado con proponer la presencia de las anhidritas del Serrat, al E de la falla de Albanyà.

En la zona de Rocacorba existe una destacable anomalía negativa relacionada con la acumulación de materiales detríticos de edad Eocena, producido por fallas con movimiento direccional.

En la zona de Avinyó existe una anomalía negativa bastante circular, asociada al anticlinal diapírico de St. María d'Oló.

## CONCLUSIONES

Las conclusiones metodológicas principales a las que se ha llegado tras la realización del trabajo son:

- La corrección topográfica realizada de forma totalmente automática, se ha mostrado como una herramienta rápida y eficaz para calcular y homogeneizar las correcciones topográficas en una zona extensa.
- La densidad de las formaciones se ha tomado utilizando diversos métodos que se han mostrado totalmente compatibles.
- La complementariedad de la gravimetría y la sísmica de reflexión es buena, ya que si una da idea de la masa de los cuerpos, la otra la da de las superficies.
- En la zona estudiada se han explicado las anomalías negativas producidas por acumulaciones de materiales Neógenos, detríticos Eocenos, acumulaciones de margas y granitos por medio de cabalgamientos y materiales halíticos en régimen diapírico.
- Se han justificado las anomalías positivas por la acumulación de materiales esquistos-grauváquicos del Cambro-Ordovícico, anhidritas y materiales volcánicos.

Fecha de lectura: 19 de Noviembre de 1993

Director de Tesis:

Dr. Albert Casas i Ponsati  
Dep. Geoquímica, Petrologia i Prospecció Geològica  
Universitat de Barcelona.