

# Tesis Doctoral

## Estudio de la estructura y propiedades anisotropas de la litosfera subcortical del macizo iberico a partir de datos sismicos de ondas p y s

Jordi DIAZ i CIUSI

Institut de Ciències de la Terra "Jaume Almera". CSIC

Av. Sole Sabarís s/n, 08028 Barcelona

### ABSTRACT

**Study on the structure and anisotropic properties of the subcrustal lithosphere of the Iberian Massif. based on seismic data (P and S waves)**

A first insight to the structure of the lithosphere beneath Iberia has been provided by a P-wave travel time residual study, carried in the center of the peninsula. Both teleseismic and regional events have been studied, showing significant variations in the relative travel time residuals between the stations of the array. This fact has been interpreted as an evidence of the presence of crustal heterogeneities beneath Central Iberia at short wavelength intervals.

Data from the Iberian Lithospheric Heterogeneity and Anisotropy (ILIHA) deep seismic sounding experiment have been used to study the seismic structure of the lower lithosphere beneath the Ossa-Morena zone (SW Iberia). The interpretation of the mantle phases observed in the record sections evidences a layered lower lithosphere, with alternating high and low velocity zones. Two to three main reflectors are observed in the uppermost mantle, between 30 and 90km depth. One reversed line and two intersecting unreversed lines define an area beneath SW Iberia where the same lithospheric reflectors segments are sampled along different azimuths. The independent analysis of the lines has shown evidences of azimuthal P-velocity anisotropy. We have inferred a model with at least two anisotropic zones in the lower lithosphere, with a roughly NNE/SSW fast velocity direction.

A passive seismic experiment has been carried over the same SW area of Iberia to investigate the presence of anisotropy using independent techniques and data sets. We have used a classical cross-correlation method to interpret the splitting of shear waves as the result of their propagation through anisotropic structures. Main parameters which define the characteristics of the anisotropy pattern, such as fast

velocity direction and degree of anisotropy, are recovered for each event studied. The analysis of SKS and S phases shows evidence of the presence of anisotropy. The results from the different events depict a rather consistent anisotropic structure, with a rough NE/SW to E/W fast velocity direction.

The different hypothesis suggested to explain the origin of the continental mantle anisotropy are discussed and related to the anisotropic pattern derived from the two data sets (DSS crossing profiles and shear wave splitting).

El conocimiento de la estructura sísmica de la corteza en la Península Ibérica ha progresado significativamente en las dos últimas décadas, fundamentalmente gracias a la realización de numerosos experimentos de sísmica de reflexión vertical y de gran ángulo. Por otro lado, el estudio de las ondas superficiales ha permitido conocer los rasgos básicos de la estructura del manto. En contrapartida, no ha sido posible hasta el presente explorar de manera detallada la estructura y propiedades de la litosfera subcortical, comprendida aproximadamente entre 30 y 100 km de profundidad. El proyecto ILIHA (Iberian Lithospheric Heterogeneity and Anisotropy), dentro del cual se enmarca esta tesis, nace con el propósito básico de explorar esta zona. Los objetivos del proyecto se centran pues en la determinación, mediante métodos sísmicos, de la estructura litosférica i, de forma particular, en el análisis de la presencia de heterogeneidades y/o anisotropía en la litosfera subcortical.

Dado que este trabajo constituye una de las primeras aportaciones geofísicas al estudio de la anisotropía en la litosfera subcortical presentadas en el país, se ha considerado oportuno incluir una introducción a las principales características de este fenómeno. Dada la extensión del tema, se ha optado por ceñirse a los aspectos que tienen relación directa con la zona estudiada en este trabajo, comentando brevemente los aspectos relacionados con la presencia de anisotropía en la corteza superior o en las zonas sublitosféricas del manto.

La primera aproximación al conocimiento de las características de la litosfera subcortical en la Península Ibérica que se presenta en esta tesis viene dada por los datos recogidos en un experimento de sismica pasiva realizado en la zona central de la península. La técnica utilizada para el análisis de estos datos se basa en el estudio de las variaciones en el tiempo de llegada de las ondas P entre las diferentes estaciones de la red sísmica. Se analizan sismos regionales y explosiones, así como eventos telesísmicos. Entre las principales conclusiones de este experimento podemos citar la existencia de variaciones significativas en la topografía del Moho bajo la zona central de la Península.

Tal como se ha indicado, una parte importante de este trabajo se centra en el análisis de los perfiles de sismica de gran ángulo ILIHA. Se describen en detalle las etapas de identificación y correlación de fases sísmicas y de modelización de las fases originadas en la corteza y, muy especialmente, de las originadas en el manto superior. La modelización se efectúa básicamente mediante técnicas basadas en el método de la reflectividad, con lo que se ajustan simultáneamente diferentes observables, tales como los tiempos de llegada, las distancias críticas y las amplitudes relativas de las distintas fases. En los primeros 60 km del manto se identifican dos o tres reflectores, siendo necesario introducir capas de baja velocidad entre ellos.

La interpretación independiente de tres perfiles sísmicos, que muestrean según diferentes azimutes los mismos segmentos de los reflectores litosféricos, sitúa estos en el mismo rango de profundidad, mientras que aparecen variaciones en los valores de velocidad atribuidos a cada capa. Este hecho se interpreta como una indicación de la presencia de anisotropía azimutal en el manto superior. El análisis de los datos en términos de anisotropía muestra que la orientación de la dirección de propagación rápida es de aproximadamente N15E, con un grado de anisotropía del 5%.

A la vista de estos resultados, se consideró adecuado abordar el estudio de la presencia de anisotropía en la litosfera subcortical mediante un segundo conjunto de datos independiente del constituido por los perfiles sísmicos ILIHA. Con este objeto se diseñó un experimento de sismica pasiva en la zona NW de la península centrado en el estudio de ondas de cizalla telesísmicas. La técnica utilizada se basa en la identificación de anomalías en las polarizaciones de las ondas de cizalla susceptibles de ser interpretadas como el efecto de la propagación a través de un medio anisótropo. Aunque el volumen de datos es limitado, el análisis detallado de los datos permite definir una estructura anisótropa con simetría hexagonal y eje de simetría horizontal, en la cual la dirección de propagación rápida se sitúa entre NE/SW y E/W.

Para finalizar se realiza una valoración global de los resultados referentes a la presencia de anisotropía y de los diferentes procesos geodinámicos susceptibles de ser responsables de la estructura anisótropa, en la cual se integran las informaciones aportadas por los dos conjuntos de datos considerados.

Fecha de lectura: 19 de Diciembre de 1993  
Director de Tesis: Josep Gallart i Muset  
Institut de Ciències de la Terra 'Jaume Almera'. CSIC