

1. INTRODUCCIÓN

La zona estudiada en este trabajo supone la continuación del estudio de los materiales del Paleozoico inferior que afloran al norte del Sinclinorio de Tor-Casamanya. Este estudio comenzó en el año 2004 y los resultados obtenidos han quedado reflejados en los informes de los años 2005 y 2006, depositados en los fondos del CRECIT (IEA). A su vez estos trabajos se enmarcan dentro del proyecto de cartografía geológica a escala 1:25000 emprendido por el CRECIT en el año 2003 y que se está desarrollando en colaboración con el Instituto Geológico y Minero de España (IGME). En este informe además de la nueva zona, se presenta la cartografía geológica completa realizada desde el año 2003 hasta la actualidad (Anexo I). Si bien este informe se centra esencialmente en la presentación y descripción de los rasgos estructurales y estratigráficos de la parte cartografiada en este último año.

En esta ocasión el área cartografiada y estudiada podría dividirse geográficamente en dos sectores, por una parte los diferentes valles que componen el parque natural de Sorteny y por otra parte el área en la que se extiende la Vall de Riu (figura 1).

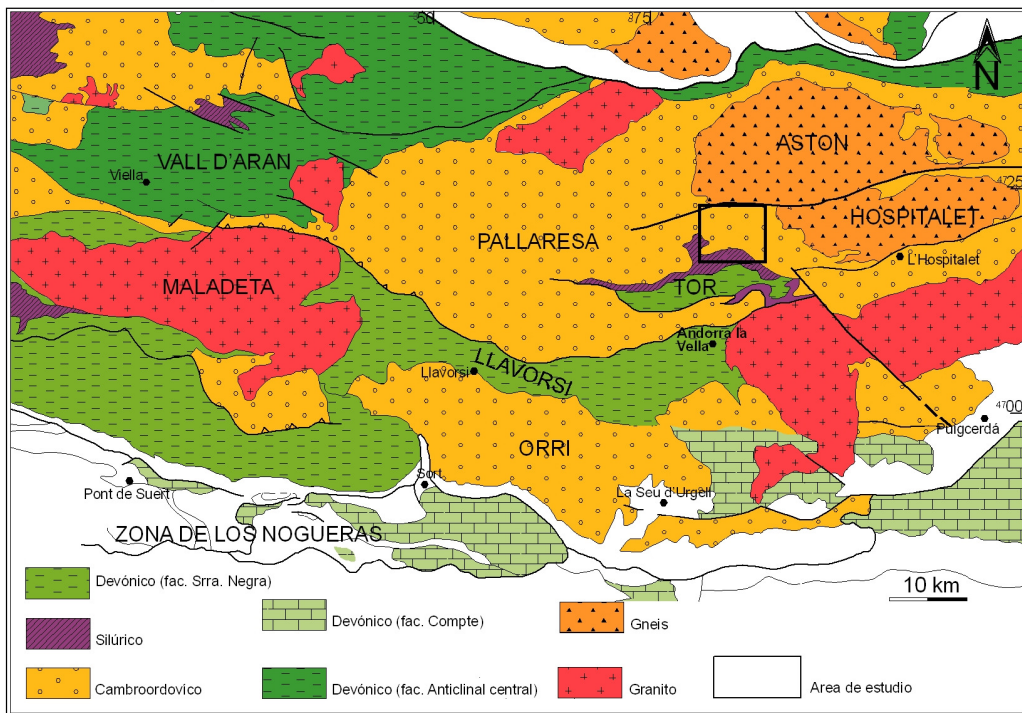


Figura 1. Situación geológica del área de estudio

En toda esta zona afloran materiales de edad comprendida entre el Cambro-Ordovícico y el Silúrico, constituyendo la continuación lateral hacia el este de los materiales estudiados el pasado año (informe depositado en el IEA, Clariana, P., 2006). Estos materiales corresponden a la serie del Paleozoico inferior del macizo de L'Hospitalet, en la que durante el Ordovícico inferior intruiría el lacolito granítico que será el precursor del macizo gneíssico de l'Hospitalet (Laumonier *et al.* 2004). Todos estos materiales se verán afectados de

manera muy importante por la orogenia Varisca y por el metamorfismo regional de baja presión asociado a esta, sin embargo la influencia sobre ellos de la posterior orogenia Alpina será mucho más débil.

Los resultados de trabajos anteriores (Clariana, P., 2005 y 2006) nos permitieron distinguir las principales características de la estructura varisca presentes en este sector de la Zona Axial Pirenaica así como describir los rasgos más significativos de la serie cambro-ordovícica y del Ordovícico superior. De esta manera, la labor realizada durante este último estudio ha pretendido por una parte mejorar el conocimiento estructural intentando comprobar si podríamos aplicar para esta zona un modelo de deformación similar al establecido en los trabajos anteriores y por otra parte describir la serie cambro-ordovícica y del Ordovícico superior que aflora en esta área.

1.1 Localización geográfica

El área de estudio se sitúa en la zona centro-norte del Principado de Andorra repartiéndose entre las dos parroquias del norte de Andorra: Ordino y Canillo. Posee una extensión de aproximadamente 26 Km² y en ella se incluyen: En la parte occidental vertiendo aguas al Valira del Nord los valles pertenecientes al parque natural de Sorteny (valles de Rialb, Sorteny, la Cebollera, la Serrera y el Estanyo). En la zona central la cresta norte-sur que marca el límite oriental del parque y que incluye algunas de las cumbres más emblemáticas del país como El Pic de L'Estanyo (2915 m.), Pic de la Cabaneta (2864 m.) y el Pic de la Serrera (2912 m.) y finalmente la Vall de Riu, esta última corresponde al extremo oriental del área y vierte sus aguas al Valira del Orient.



Figura 2. Localización geográfica del área de estudio

El área ocupada por la zona de estudio abarca las hojas, (5-02-4, 5-06-2, 5-07-1, 5-06-4, 5-07-3) del mapa topográfico a escala 1:5000 del Área de Cartografía y Topografía del Gobierno Andorrano. Este ha sido

simplificado y adaptado a escala 1:25000 conservando únicamente las curvas de nivel cada 25 metros, como base topográfica para la cartografía geológica.

1.2 Antecedentes

Desde mitad del siglo XX en adelante numerosos autores han trabajado en la zona. Los primeros estudios se llevaron a cabo durante los años 60, en ellos se prestaba atención tanto a la estratigrafía como a la estructura de la zona y entre ellos destacan Oele, (1966), Seguret y Proust (1968) y Casteras *et al.* (1969). En esta misma época debemos destacar la importante labor desarrollada por los geólogos holandeses de la escuela de Leiden, destacando entre ellos Zandvliet (1960), Zwart, (1963 y 1965) y Hartevelt (1970) quienes realizaron las primeras cartografías geológicas de la zona. En esta misma época fueron muy importantes, en lo que a la geología del Principado de Andorra se refiere, los trabajos realizados por Llopis Lladó (1965). Este autor realizó una importante contribución al conocimiento estratigráfico de la zona así como a la cartografía geológica del país.

En años posteriores se realizarán trabajos más especializados encaminados muchos de ellos a la caracterización estructural de la zona (Santanach, 1972; Letierrier, 1972; Aparicio, 1975; Aparicio y Lelubre, 1976; Zwart, 1979). Posteriormente los años ochenta supondrán un importante avance en el conocimiento de la geología del Pirineo Central y del macizo gneísico de L'Hospitalet así podemos destacar los trabajos de Laumonier et Guitard (1986), Laumonier (1988) y Van den Eeckhout (1986) los cuales contribuyeron de manera decisiva al avance en el campo de la estratigrafía del Cambro-Ordovícico de esta zona y por otra parte en lo que se refiere a la caracterización estructural y el establecimiento de modelos tectono-metamórficos serán de gran relevancia los trabajos de Lamoroux *et al.* (1980, 1981, 1987), Soula (1982); Verhoef (1984), Van den Eeckhout, (1986), Carreras y Cirés (1986) y Mc Caig, (1986).

En la última década del siglo pasado siguieron siendo abundantes los trabajos realizados en la zona, los cuales adquieren ya un carácter más especializado abordando tanto cuestiones relacionadas con la estructura de la zona Axial del Pirineo Central hasta trabajos dedicados a la caracterización del metamorfismo y su relación con la deformación. Así destacaremos los trabajos de Carreras y Capellà (1994), (1995) y (1996), Capellà (1995) y Aerden (1995) dedicados a la caracterización de la deformación y los de Alías (1990), Alías y Liesa (1992), Alías y Cirés (1992) y Alías (1995) dedicados al estudio del metamorfismo regional hercínico asociado a los macizos gneísicos del Aston y de l'Hospitalet. Durante estos años y como fruto de la colaboración entre geólogos españoles y franceses se realizará el trabajo de síntesis más importante en lo que se refiere a la caracterización geológica y geofísica de los materiales variscos de la cordillera Pirenaica llevado a cabo por diferentes autores en Barnolas *et al.*, 1996.

En los últimos años destaca de manera clara el trabajo de síntesis sobre la geología de Andorra llevado a cabo en el CRECIT y en el que se realizó también la cartografía geológica de Andorra a escala 1:50000 a partir de datos bibliográficos (Casas *et al.*, 2002). Por otra parte en estos años la investigación

geológica en esta zona ha continuado en diferentes frentes destacando trabajos como los de Gil-Peña *et al.*, (2000), Laumonier (2004), Clariana (2005, 2006 y 2007), Denèle (2007) que abarcan desde el análisis estratigráfico del Ordovícico superior y Cambro-Ordovícico del macizo de la Pallaresa hasta el estudio de la deformación y su relación con el metamorfismo así como la caracterización de los gneises del Aston y de l'Hospitalet y su procedencia.

1.3 Objetivos

Los principales objetivos de este trabajo son los siguientes:

◆ Realización de una cartografía geológica a escala 1:25000, (realizada en un sistema de información geográfica, SIG). A la nueva cartografía realizada en este trabajo se le unirá la cartografía realizada en los trabajos realizados en los años 2004, 2005 y 2006.

◆ Realización de un análisis estratigráfico en continuación con los realizados en los años 2005 y 2006 que permita concretar en la medida de lo posible la serie cambro-ordovícica.

◆ Elaborar un estudio estructural, apoyado en la cartografía geológica a escala 1:25000, en la elaboración de un mapa de flancos y en la realización de cortes estructurales perpendiculares a la dirección general de las estructuras. Este estudio estará apoyado por la representación de los datos obtenidos en el campo en proyecciones estereográficas, interpretación de fotografías y elaboración de esquemas estructurales.

1.4 Metodología

Al igual que en ocasiones anteriores, el estudio geológico llevado a cabo en este trabajo así como la realización del mapa geológico a escala 1:25000 de la zona de estudio, será el resultado de un proceso dividido en varias etapas. En una primera, que podríamos denominar de trabajos previos, se realiza la revisión de la bibliografía existente sobre la geología de la zona, así como la consulta de las cartografías geológicas realizadas hasta el momento y la información complementaria que las acompaña. En estos primeros pasos se realiza también un estudio fotogeológico, mediante pares estereoscópicos de las fotografías aéreas existentes. Para este trabajo se utilizaron las fotografías de dos vuelos, realizados por el gobierno andorrano, el primero de escala 1:22000 del año 1982 y el segundo a escala 1:16000, más moderno. Este estudio es de gran ayuda para el trazado de estructuras de escala kilométrica que debido a sus dimensiones no pueden trazarse claramente en el campo.

En una segunda etapa se realizan los trabajos de campo. Estos trabajos consistieron en una campaña de campo realizada durante los meses de Julio, Agosto y Septiembre de 2006 en la que se llevaron a cabo observaciones en numerosos afloramientos, que han quedado reflejadas en 270 estaciones de medida. Los datos extraídos de estas observaciones, medidas de dirección y buzamiento de la estratificación, foliación

tectónica, ejes de pliegues, intersecciones entre diferentes superficies, etc, son de gran utilidad para la reconstrucción de estructuras geológicas de gran escala.

Paralelamente a estos estudios se realizaron numerosas observaciones, tanto de carácter litológico y sedimentológico como mineralógico, pretendiendo, en la medida de lo posible, además de la caracterización sedimentológica de la serie reconocer los minerales metamórficos existentes para poder llevar a cabo posteriormente la diferenciación de las distintas zonas metamórficas. Durante esta campaña de campo se realizó la recogida de muestras tanto de las rocas en las que todavía se preservan sus características sedimentológicas como de aquellas rocas metamorizadas, con el fin de precisar sus características texturales y petrológicas. Esto se llevará a cabo una vez finalizada la campaña de campo dentro de la siguiente etapa en la que se realizaran los trabajos de laboratorio. En este estudio estos trabajos han consistido mayoritariamente en el análisis de las láminas delgadas, realizadas a partir de las muestras tomadas en el campo. Este análisis se realiza a través del microscopio óptico de luz transmitida, esto nos ha permitido identificar la verdadera composición de las rocas sedimentarias, reconocer los minerales índice para las diferentes zonas metamórficas y por otra parte este análisis resulta de gran ayuda a la hora de caracterizar las diferentes fases de deformación a partir del análisis microestructural.

Finalmente la última fase en la que se desarrollan lo que se denomina trabajos de gabinete, consiste esencialmente en el tratamiento, interpretación e integración de los datos obtenidos en el campo y de las precisiones a las que se ha llegado en el laboratorio. En este punto se llevará a cabo la elaboración de los cortes geológicos detallados tanto a partir de los datos directos de campo como de la cartografía realizada. Tomando como base los cortes geológicos, los esquemas fotogeológicos y el análisis microestructural, se realizará el análisis geométrico de las estructuras y, a partir de criterios de superposición de estructuras, se intentará establecer la secuencia de deformación y deducir las condiciones en las que esta se produjo.