

Resumen

El objetivo de este trabajo de Tesis Doctoral consistió en esclarecer la problemática existente desde el punto de vista sedimentológico, composicional y estratigráfico para las sedimentitas del Grupo Río Chico (Paleoceno superior-Eoceno medio) aflorantes en la porción centro-oriental de la cuenca del Golfo San Jorge, en la provincia del Chubut. En este contexto, se propuso la utilización de diversas herramientas aplicables al análisis sedimentológico de sucesiones continentales capaces de permitir la elaboración de un modelo a través del cual sea posible explicar el origen y diferenciación de los depósitos pertenecientes al Grupo Río Chico.

Luego de la recopilación bibliográfica y cartográfica, se definieron tres áreas principales de afloramientos para el desarrollo de esta investigación: una zona costera, integrada por las localidades de Estancia Las Violetas (ELV), Punta Peligro (PP) y Estancia La Rosa (ELR), una zona central, conformada por Cañadón Hondo (CH) y Estancia El Sol (EES) y una zona occidental integrada por las localidades de Barranca del lago Colhué Huapi (BCH), Cerro Blanco (CB) y Cerro Abigarrado (CA). En cada sitio se levantó un perfil sedimentológico de detalle (escala 1:100 y graficado a escala 1:200), donde se identificaron las principales litologías, rasgos pedogenéticos, estructuras sedimentarias primarias, restos fósiles y geometría de los cuerpos de roca y toda característica relevante.

Sobre la base de los datos obtenidos en afloramientos y la construcción de mapas geológicos se definió estratigráficamente al Grupo Río Chico compuesto, de base a techo, por las formaciones Las Violetas, Peñas Coloradas, Las Flores y Koluél Kaike. La base con la Formación Salamanca y el techo con la Formación Sarmiento de este grupo se definieron de manera transicional, constituyendo en el primer caso un intervalo estratigráfico con espesor y representación areal considerable, aquí denominado como Niveles Transicionales.

Una vez reconocidas las principales litologías tanto epiclásticas como volcánicas, se seleccionaron muestras de roca para los diferentes análisis de laboratorio, conducentes a establecer la composición, las características de las áreas de aporte (composición, paleoclima, meteorización) y los eventos diagenéticos. A este fin se utilizaron una serie de herramientas complementarias entre sí (petrografía óptica convencional y por catodoluminiscencia, difracción de rayos X y geoquímica).

Así, a partir de los estudios petrográficos las areniscas fueron clasificadas como litoarenitas feldespáticas ($Q_{25}F_{36}L_{39}$), con una tendencia general en sentido estratigráfico al enriquecimiento en feldespatos y a la disminución de los fragmentos líticos. Las mismas provendrían de un ambiente de arco volcánico de composición intermedia y relativamente contemporáneo con la sedimentación, que evoluciona desde un arco no disectado y transicional (Niveles Transicionales, Formación Las Violetas y Formación Peñas Coloradas) hacia un arco disectado (Formación Las Flores). Esta zona de aporte es asimilada principalmente a la Serie Andesítica Extraandina o Cinturón de Pilcaniyeu, desarrollada durante el Paleoceno-Eoceno como un arco volcánico entre los 40 y 43° S. Las transformaciones

diagenéticas sufridas por las areniscas se corresponden con condiciones sinsedimentarias a eodiagenéticas e incluso hasta mesodiagenéticas. Los niveles tobáceos que conforman la unidad se componen de areniscas y pelitas volcánicas vítreas a cristalinas, vinculados a un vulcanismo de tipo explosivo, de composición riolítica a dacítica. Los microrasgos pedológicos analizados de la Formación Koluél Kaike reflejan su correspondencia con suelos de tipo Ándicos que posiblemente hayan evolucionado en el tiempo a Ultisoles y Oxisoles.

Los análisis difractométricos demostraron que dentro de los argilominerales la esmectita es predominante, especialmente en los sectores inferiores (Niveles Transicionales y formaciones Las Violetas y Peñas Coloradas), acompañada de caolinita, la cual se concentra en los niveles superiores (formaciones Las Flores y Koluél Kaike), junto a escasa illita, clorita, glauconita e interstratificados de illita/esmectita. En base a estos datos se estableció que el clima, el tipo y grado de meteorización y el material de aporte controlaron la distribución de los argilominerales en el Grupo Río Chico, mientras que la diagénesis tuvo poco efecto sobre los mismos.

Los estudios geoquímicos de elementos mayoritarios, trazas y tierras raras permitieron establecer un incremento en la madurez composicional, en la proporción de argilominerales y en el reciclado sedimentario, en sentido estratigráfico. Mientras que la presencia de fragmentos líticos volcánicos y la proporción de minerales silicáticos no arcillosos posee un comportamiento inverso. Estas rocas poseen un empobrecido en elementos trazas y un enriquecimiento en tierras raras respecto a la composición de UCC, con una notable anomalía negativa de Eu. Tales datos permitieron clasificar a las sedimentitas como grauvacas y pelitas sódicas ricas en hierro, composicionalmente equivalentes a riolíticas y dacíticas. El área de aporte de las mismas se relaciona con un ambiente de arco de isla continental y arco magmático con actividad volcánica contemporánea a la depositación y con condiciones de meteorización química variables desde bajas hasta intensas en sentido estratigráfico.

La determinación del contenido de palinomorfos, fitolitos y leños fósiles, mediante el uso del microscopio óptico, permitió reconstruir las condiciones paleoambientales, paleoecológicas y paleoclimáticas imperantes en la Patagonia para el momento de la depositación de la unidad. Las mismas habrían evolucionado desde selvas mixtas de tipo subtropical, desarrolladas bajo un clima templado-cálido y húmedo (Formación Peñas Coloradas) a selvas estratificadas húmedas tropicales a subtropicales (Formación Las Flores) y por último a selvas tropicales mixtas (Formación Koluél Kaike) con un clima posiblemente menos húmedo (Formación Koluél Kaike). Tales condiciones habrían generando en todos los casos situaciones muy favorables para el desarrollo de paleocomunidades vegetales, especialmente arbóreas. Estos ambientes vegetados habrían servido como hábitat y fuente de alimento para la abundante fauna mamíferiana que habitó este sector de la Patagonia durante los tiempos paleógenos.

Sobre la base de las litologías presentes y los tipos y escala de estructuras primarias reconocidas en el campo, se definieron diecisiete facies sedimentarias. Las mismas se agruparon en función de su granulometría predominante en tres grandes grupos: conglomerádicas (G), areniscas (S),

y areniscas conglomerádicas (SG) y pelíticas (F). A partir de esta caracterización se identificaron los procesos dinámicos elementales que dieron lugar a los depósitos del Grupo Río Chico.

Posteriormente se agruparon las facies en asociaciones de facies, representando dos subambientes principales de acumulación: uno transicional y otro fluvial. Dentro del primero se reconoció un ambiente de albufera o similar y un ambiente fluvial sinuoso desarrollados en la planicie costera. Dentro de este último se reconocieron sistemas de baja sinuosidad y carga mixta, un sistema fluvial de sinuosidad moderada a alta de carga mixta, un sistema de planicie de inundación y lagos someros y un sistema fluvial distal de carga fina.

A partir de la interpretación de los ambientes sedimentarios de acumulación, se estableció un esquema de evolución paleoambiental tanto temporal como espacial para el Grupo Río Chico y se establecieron los principales factores intrínsecos y extrínsecos al sistema que controlaron dicha evolución.

Abstract

The purpose of this Doctoral Thesis work consists in clarifying the current problematic, from a sedimentological, compositional and stratigraphic point of view, of the Río Chico Group sedimentites (Upper Paleocene-Middle Eocene) which crop out in the central western sector of the Golfo San Jorge basin in the province of Chubut. In this framework, the use of several tools was proposed, which are applicable to the sedimentological analysis of continental successions capable of allowing for the elaboration of a model through which it may be possible to explain the origin and the differentiation of the deposits belonging to the Río Chico Group.

After completing the bibliographic and cartographic compiling, three main outcrop areas were defined for the development of this research: a coastal zone, formed by the localities of Estancia Las Violetas (ELV), Punta Peligro (PP) and Estancia La Rosa (ELR); a central zone, formed by Cañadón Hondo (CH) and Estancia El Sol (EES); and a western zone composed of the Barranca del lago Colhué Huapi (BCH), Cerro Blanco (CB), and Cerro Abigarrado (CA) localities. In each place, a sedimentological profile was carried out in detail (scale 1:100 and drawn using the scale 1:200). The main lithologies, pedogenetic features, primary sedimentary structures, fossil rests, body rock geometry and any other relevant characteristic were identified.

On the basis of the data obtained in outcroppings and the construction of geological maps, the Río Chico Group was defined stratigraphically as being composed of, from bottom to top, Las Violetas, Peñas Coloradas, Las Flores and Koluél Kaike formations. The base, being the Salamanca Formation, and the top, being the Sarmiento Formation, were defined in this group in a transitional way, forming, in the first case, a stratigraphic interval with considerable areal thickness and representation, here referred to as Niveles Transicionales.

Once the main epiclastic and volcanoclastic lithologies were recognized, rock samples were selected for the different lab analyses to establish the composition, the characteristics of the source area (composition, paleoclimate, weathering), and the diagenetic events. For this purpose, a series of complementary tools were used (conventional petrographic optics, catodoluminescence, x-ray diffractometry and geochemistry).

Thus, by means of the petrographic studies, the sandstones were classified as feldspathic litharenites ($Q_{25}F_{36}L_{39}$), with a general tendency, in a stratigraphic sense, towards the enrichment in feldspar and the decrease in lithic fragments. These could have originated in an arc volcanic environment of intermediate composition and relatively contemporary with sedimentation, which might have evolved from a non dissected and transitional arc (Niveles Transicionales, Las Violetas and Peñas Coloradas formations) towards a dissected arc (Las Flores Formation). This source area is mainly assimilated with the Serie Andesítica Extraandina, or Cinturón de Pilcaniyeu, developed during the Paleocene-Eocene as a volcanic arc between the 40 and 43°S. The diagenetic transformations

endured by the sandstones can be matched to sedimentary to eodiagenetic conditions, and even to mesodiagenetic ones. The tuffaceous levels conforming the unit are composed of vitreous to crystalline volcanic sandstones and pelitic related to a type of explosive vulcanism of rhyolitic to diacitic composition. The pedologic microfeatures analysed in the Koluél Kaike formation reflect their correspondence with andisols which may have evolved in time with Ultisols and Oxisols.

The diffractometric analysis revealed that, within the clay minerals, the smectite is predominant, specially in the lower sectors (Niveles Transicionales, Las Violetas and Peñas Coloradas formations), accompanied by kaolinite, which is concentrated in the upper levels (Las Flores and Koluél Kaike formations), together with scarce illite, chlorite, galuconite and interstratified illite/smectite. On the basis of these data, the climate, type and grade of weathering and the source material which control the distribution of the clay minerals in the Río Chico Group were established; conversely, the diagenesis had little effect over these.

The geochemical studies of the main elements, traces and rare earth elements allowed to establish, in a stratigraphic sense, an increase in the compositional maturity, in the clay mineral proportion and in the sedimentary recycling. At the same time, the presence of volcanic lithic fragments and the proportion of non silicatic minerals have an opposite behaviour. These rocks have a poor trace element and are rich in rare earth elements regarding the UCC composition, and a noticeable Eu negative anomaly. Such data allowed for the classification of sedimentites as grauwackes and sodic pelitic rich in iron to be compositionally equivalent to rhyodacitic and dacitic ones. Their source area is related to an arc environment from a continental island and a magmatic arc with volcanic activity contemporary with deposits and with variable chemical weathering conditions from slight to intense in a stratigraphic sense.

The determination of the content of palynomorphs, phytolites, and fossil logs, by means of the optic microscope, allowed for the reconstruction of the prevailing palaeoenvironmental, palaeoecological and palaeoclimatic conditions during the deposit of the unit. These may have evolved from mixed subtropical rainforests, developed in warm and humid temperate weather (Peñas Coloradas Formation) to tropical-subtropical humid and stratified rainforests (Las Flores Formation) and, finally, mixed tropical rainforests (Koluél Kaike Formation) with a possibly less humid weather (Koluél Kaike Formation). Such conditions may have created very favourable situations in all cases for the development of vegetal palaeocommunities, specially arboreal ones. These vegetated environments may have served as the habitat and source of feeding for the abundant mammal fauna which lived in this sector of the Patagonia during paleogene times.

On the basis of the present lithologies and the types of primary structure scales recognized in the field, seventeen (17) sedimentary facies were defined. These are grouped according to their predominant granulometrics in three large groups: Conglomerates (G), sandstones (S) and conglomeradic sandstones (SG) and pelitic (F). From this classification, elemental dynamic processes are identified which gave place to the deposits of the Río Chico Group.

Later, facies associated with facies were grouped, representing two main deposit sub-environments: transitional and fluvial. Within the first, a marsh and fluvial meandering system in a costal plain was recognized. Within the fluvial association, a distal system of low meandering, fluvial systems of slight to moderate mixed meandering load, shallow lacustrine and distal floodplain systems and distal fluvial system were recognized. The depositional conceptual model for the Río Chico Group was established by means of the interpretation of the environments of sedimentary deposits.

By means of the interpretation of environments of sedimentary deposit, an evolution diagram of palaeoenvironmental, temporal and spatial evolution was established for the Río Chico Group and the main autogenic and allogenic factors which controlled said evolution were established.