

LAS FORMACIONES CERRILLOS Y HORNITOS AL NORTE DE VALLE
NAR PROVINCIA DE ATACAMA, CHILE

(*) Eduardo Abad E.

RESUMEN

Se entregan nuevos antecedentes que amplían el conocimiento de estas formaciones. Una breve descripción de sus correlaciones con series datadas en base a estudios paleontológicos y de sus relaciones con las fases intrusivas mayores permiten concluir un rango de edad diferente al considerado hasta hoy.

La formación Cerrillos está constituida por una sección inferior clásica-sedimentaria continental (molassa) y una superior volcánica continental, con un rango de edad post Turoniano-Maestrichtiano. Su base es la discordancia que evidencia la Fase Orogénica Subhercínica, la que termina con los episodios marinos del liminar andino. El techo es la discordancia correspondiente a la Fase Larámica. Suprayace la formación Hornitos, ciclo volcánico continental que comienza con una intensa efusión de rocas ácidas. Se distingue por gran cantidad de intercalaciones tobáceas, ignimbríticas algunas, en andesitas. Algunas sedimentitas lacustres rítmicas indican la inestabilidad de la plataforma que aún se mantiene. El techo es la discordancia producida por la Fase Orogénica Incaica del Eoceno superior.

Una discusión de los intrusivos mayores concluye la existencia de un magmatismo en el Paleoceno inferior y otro en el Eoceno superior.

Estas series caracterizan un período Tardiliminar para el Geolimitar Andino.

INTRODUCCION

El levantamiento geológico regional escala 1:100.000 de la Hoja Quebrada Las Cuñas, 2600 Km² aproximadamente, (fig. 1), abarca un sector de la Cordillera de Los Andes en el dominio de la mediana montaña o Precordillera, en el extremo sur del Desierto de Atacama, Chile.

(*) Instituto de Investigaciones Geológicas, Casilla 10465, Santiago, CHILE.

Las observaciones realizadas en terreno, así como los análisis y reflexiones posteriores, han autorizado la proposición de algunos ajustes en el cuadro geológico del Cretácico y Terciario en la provincia de Atacama (III Región), refiriéndose en esta oportunidad a las formaciones Cerrillos (Segerstrom y Parker, 1959) y Hornitos (Segerstrom, 1959), que constituyen el Cretácico superior y Terciario inferior, según los antecedentes aquí entregados, y las facies continentales del desarrollo del Geolimar Andino.

ANTECEDENTES GEOLOGICOS GENERALES DE LAS FORMACIONES.

Entre las latitudes 27° S y 28° S, norte de Copiapó a medio camino entre esa ciudad y Vallenar, las formaciones Cerrillos y Hornitos afloran en franjas más o menos continuas de sensible orientación NNE, que es el rumbo geológico general de la región, alternándose las dos unidades debido al plegamiento. La más antigua tiende a ubicarse en los bordes y la más joven hacia el centro insinuándose la estructura de un sinclinorium.

FORMACION CERRILLOS (Segerstrom y Parker, 1959, p. 10).

Cubre discordantemente las formaciones Pabellón (Biese, 1942; Corvalán, 1974), sedimentaria calcárea marina del Neocomiano integrante del Grupo Chañarcillo, y Bandurrias (Segerstrom, 1960), volcánica-sedimentaria continental del Cretácico inferior, en el sector occidental, y en el oriental a la formación Lautaro (Segerstrom, 1959), sedimentaria calcárea marina del Lías.

La mitad inferior de la formación está constituída principalmente por conglomerados, localmente areniscas y otras sedimentitas lacustres, inclusive calizas, y la mitad superior por lava andesítica, toba y brecha. Presenta en general una alteración que le da un aspecto abigarrado (Segerstrom, 1968).

Presenta una extraordinaria lenticularidad (Segerstrom y Parker, 1959) alcanzando 4500 m de espesor en su lugar típico, disminuye a 2500 m hacia el norte en el cuadrángulo Quebrada Paipote (Segerstrom, 1960) a una distancia inferior a 30 Km, y hacia el sur varía de 2200 m a 0 m en el cuadrángulo Los Loros (Segerstrom, 1959). Al norte de Vallenar, Conn (1974) dio una variación de 400 a 600 m para la correlacionable formación Los Barriales.

Segerstrom (1968, p. 23) indicó que la edad no se conoce con seguridad pero la parte superior sería más antigua que 105 - 10 millones de años, edad determinada para granitos que la intruyen, considerando probablemente una datación plomo-alfa en zircón de un intrusivo ubicado al oeste de Los Loros en el río Copiapó (Segerstrom, 1968, p. 34). Evidentemente es post Barremiano, edad de la formación Pabellón, por lo que debiera ubicarse en el Aptiano-Albiano (Segerstrom y Moraga, 1964, p. 17), mínima Cenomaniano superior (Segerstrom, 1968, p. 24), sin embargo señaló a la subyacente formación Bandurrias como post Neocomiano (op. cit., p. 22). Estableció la equivalencia con la formación Abanico (Aguirre, 1960) de Chile Central (Segerstrom y Parker, 1959).

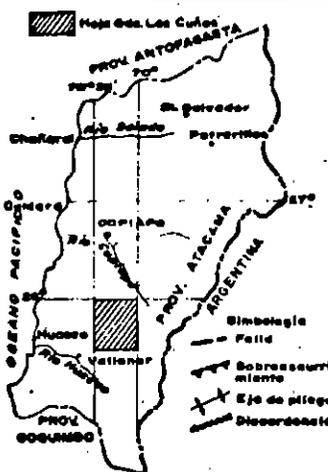
FORMACION HORNITOS (Segerstrom, 1959, p. 12).

Sobreyace en discordancia angular a la formación Cerrillos, pero también se dispone directamente sobre las formaciones Lautaro del Lías y La Ternera (Brüggen, 1950) del Triásico superior, en algunos lugares, señalando la lenticularidad de Cerrillos y la erosión intensa a que fue sometida.

Se distingue de las rocas subyacentes principalmente por contener flujos de cenizas lenticulares (tobas ignimbríticas) basales. La litología general corresponde a lavas andesíticas con brechas, conglomerados, tobas silíceas y algunas intercalaciones sedimentarias lacustres. Es relativamente más resistente a la erosión que la formación Cerrillos (Segerstrom, 1968).

En su localidad tipo presenta una potencia de 2350 m que en general es constante para la formación. La edad puede variar entre Cretácico superior más antiguo y Terciario inferior (Segerstrom, 1959, p. 13). Sin embargo, la parte inferior no puede ser más joven que 64 - 10 millones de años según una datación plomo-alfa de un intrusivo granodiorítico de la quebrada Cerrillos (Segerstrom, 1968, pp. 25 y 34). Segerstrom estableció la equivalencia con la formación Farellones (Aguirre, 1960) de Chile Central.

La formación Hornitos está cubierta discordantemente por volcanitas de la formación Negro Francisco de edad Terciario (Segerstrom, 1968).



LEYENDA

	Alluvio		Terrazas		Alteración hidrotermal		Párfido riolítico
	TERCIARIO SUPERIOR		Toba Cerro Blanco		Metacristalino de contacto		Párfido granítico
	TERCIARIO SUPERIOR		Fm. Hornitas		Granito		Párfido riolítico
	TERCIARIO SUPERIOR		Volcanitos con ignitas azules		Granito		Párfido riolítico
	TERCIARIO SUPERIOR		Fm. Cerrillos		Granito		Párfido riolítico
	TERCIARIO SUPERIOR		Vals y sidalitos continentales		Granito		Párfido riolítico
	TERCIARIO SUPERIOR		Grupo Cheffarillo		Granito		Párfido riolítico
	TERCIARIO SUPERIOR		Celizos		Granito		Párfido riolítico
	TERCIARIO SUPERIOR		Fm. Lauter		Granito		Párfido riolítico
	TERCIARIO SUPERIOR		Celizos		Granito		Párfido riolítico
	TERCIARIO SUPERIOR		Fm. La Tormera		Granito		Párfido riolítico
	TERCIARIO SUPERIOR		Volcanitos		Granito		Párfido riolítico

MAPA GEOLOGICO GENERALIZADO DE LA HOJA QUEBRADA LAS CUÑAS
 Basado en E. ASAD, 1976

FIG. 1

Diseño:
A. ALVAREZ OH.

GEOLOGIA EN LA HOJA QUEBRADA LAS CUÑAS

La fig. 1 es un mapa geológico generalizado de la hoja Quebrada Las Cuñas que muestra las actitudes generales de las dos formaciones. Son similares litológicamente confundiendo la parte superior de Cerrillos con Hornitos siendo muy difícil su diferenciación generalmente, consiguiéndose con la observación minuciosa de un conjunto de características que no siempre existen:

- a. Discordancia que las separa.
- b. Tobas riolíticas o lavas ácidas como rocas basales de Hornitos.
- c. Mayor alteración y metamorfismo de contacto en Cerrillos.
- d. Aspecto abigarrado de Cerrillos y muchas veces bajo topográficamente.
- e. Ausencia de tobas en Cerrillos.

Posiblemente entre lo que se ha mapeado como formación Hornitos existan rocas que son de Cerrillos, sobretodo en los contactos con los intrusivos ya que la alteración hidrotermal y/o el metamorfismo de contacto disfraza las diferencias.

FORMACION CERRILLOS

Cubre discordantemente la formación Pabellón y su techo es la discordancia sobre la que se depositó Hornitos. Aflora principalmente en dos franjas de dirección NNE ubicadas una en el borde occidental y la otra en el sector nororiental que continúan hacia el norte siguiendo el estilo general de afloramiento.

A través del área estudiada afloran rocas clásticas y volcánicas que presentan en general fuerte propilitización o metamorfismo de contacto, subyacen a lavas ácidas asignadas a la formación Hornitos mostrando o insinuando localmente una relación discordante. Se encuentran también, cerca o en contacto con los intrusivos más jóvenes formando en algunos casos roof pendants en ellos. Estas rocas pertenecerían a la formación Cerrillos.

Se encuentra plegada teniendo los ejes una sensible orientación NNE a NE.

Litología y espesor (fig. 2)

El estudio de algunos perfiles (Abad, 1976 b) permiten establecer dos columnas estratigráficas equivalentes. Una oriental constituida por andesitas porfídicas y conglomerados andesíticos de 1000 m de espesor

aproximadamente y una occidental de 1500 m de potencia estimada que puede dividirse en dos secciones:

- Sección inferior de 900 m de potencia aproximadamente constituida por areniscas tipo wacas arcóscicas, brechas, conglomerados subordinados y andesitas en menor proporción. La roca basal es en algunos lugares andesita porfídica y en otras arenisca. Una intercalación de caliza micrítica seguida de arenisca roja se encuentra como a 800 m de la base.
- Sección superior, de espesor estimado en 600 m aproximadamente, constituida por andesitas porfídicas y conglomerados andesíticos.

La última sucesión se considera más característica por lo que representaría la litología general (fig. 2).

Las wacas presentan al microscopio textura clástica de selección moderada y poco empaquetamiento de los granos que consisten en fragmentos de cristales y líticos en menor proporción en una matriz argílica con fragmentos de cristales muy pequeños, clorita y calcita criptocrystalina. Los fragmentos de cristales corresponden a plagioclasa (andesina) principalmente, feldespato alcalino y cuarzo, con mala esfericidad y muy poco redondeamiento, sericitizados y arcillizados los feldespatos. Los fragmentos líticos corresponden principalmente a dioritas y algunos a andesitas.

Edad y correlaciones

La subyacente formación Pabellón tiene una edad mínima Barremiano por la presencia de Agria Blumenbachi Studer en los estratos superiores (Corvalán, 1974), fósil que también aparece en esta zona (Abad, 1976 a y b). Tavera (1956 en Corvalán, 1974) concluyó la posibilidad que pudiera representar hasta el Aptiano inferior o límite Barremiano Aptiano por la presencia de corales del tipo Astrocoenia hexamera. Esto autoriza para la formación Cerrillos una edad post Barremiano.

Además, el Grupo Chañarcillo, del que forma parte la formación Pabellón como unidad superior, está intruído por dioritas y granodioritas de las que dataciones K/Ar dieron 106,9 - 1,7 y 95,5 - 1,5 millones de años (Farrar, Clark y otros, 1970) que las ubican en el Cenomaniano. Otra muestra, tomada al sur de Vallenar, que arrojó 87,1 - 1,4 millones de años, indujo a esos investigadores a considerar que la intrusión se extendió hasta el Turoniano.

La presencia de gran cantidad de clastos dioríticos en las wacas inferiores de la formación Cerrillos y su discordancia basal, autorizan a concluir que su edad es posterior a esos intrusivos por lo que la edad máxima sería Turoniano superior o por lo menos post Cenomaniaco.

Por otra parte, el Neocomiano de la región al sur de Copiapó, presenta un cambio de facies marino a continental constituido por una relación de engrane entre el grupo Chañarcillo y la formación Bandurrias (Segerstrom, 1960 y 1963) que se mantiene a través de toda la serie y en algunos lugares las rocas continentales cubren las marinas (Segerstrom, 1960). Esto insinúa una edad mínima post Neocomiano para Bandurrias (Segerstrom, 1968). Las ideas esbozadas hasta aquí eliminan la edad aptiana-albiana que una vez sugirieron Segerstrom y Moraga (1964) para la formación Cerrillos y apoyan esta edad para las otras rocas concluyendo la existencia de una unidad continental entre las formaciones Pabellón y Cerrillos que habría sido erosionada desapareciendo en la hoja Quebrada Las Cuñas.

La formación Cerrillos se encuentra intruída por plutones graníticos asignados al Paleoceno inferior mediante dataciones K/Ar que arrojan 59,8 - 0,9; 66,6 - 1,2; 62,3 - 1,0; y 64,4 - 1,1 millones de años (Farrar, Clark y otros, 1970), y 62,5 - 2,0 y 63,3 - 2,0 millones de años (Zentilli, 1974). Se concluye entonces una edad mínima pre Paleoceno.

Esta formación se correlaciona con la formación Viñita (Aguirre y Egert, 1965) de la provincia de Coquimbo por similitudes en su litología, posiciones estratigráfica y estructural, discordante sobre la formación Quebrada Marquesa de edad mínima albiana superior y una discordancia importante en el techo, que definen un piso estructural. Sobre el hallazgo de restos óseos de dinosaurios Casamiquela, Corvalán y Franquesa (1969) asignaron a la formación Viñita una edad mínima maestrichtiana superior que puede ser válida, tentativamente, para la formación Cerrillos.

Esta serie representa entonces el lapso Turoniano superior, o Coniaco, a Maestrichtiano, Senoniano.

Condiciones de depositación y paleogeografía .

El Cretácico inferior llegó a su fin con una regresión del mar neocomiano causada por el comienzo de una fase diástrófica que elevó las tierras dando paso a un ambiente continental árido fuertemente emergente, quizás caracterizado por una zona montañosa alineada según la dirección NNE de las franjas de afloramientos. Esto lo insinúa la fuerte depositación

ción de vacas arcóscas, conglomerados y brechas de clastos subangulares que indican un transporte corto en corrientes subaéreas de gran energía posiblemente debido a una pendiente enérgica. En la parte occidental existió un ambiente netamente de transición donde se ubicarían conos de taludes, conos aluviales y algunas zonas lagunales (Calizas micríticas) o muy litorales. Hacia el oriente el ambiente habría sido más continental y alto donde predominan los conglomerados desarrollándose cuencas lacustres de sedimentación que se insinúan en zonas adyacentes (Segerstrom y Parker, 1959; Segerstrom, 1968).

Contemporáneamente tuvo lugar un volcanismo de composición intermedia que se intensificó con el paso del tiempo predominando en las edades menores del Cretácico superior, teniendo una relativa importancia al comienzo en la zona oriental. La erosión basal actuó principalmente sobre rocas volcánicas que formaban la parte superior de la serie subyacente y puso al descubierto intrusivos dioríticos que la afectaban, indicado por la composición de los clastos de las arenas inferiores. Esta erosión intensa, así como una paleotopografía accidentada y montañosa se ven reafirmadas por los hechos concluyentes de la extraordinaria lenticularidad de la formación Cerrillos (Segerstrom y Parker, 1959) y la existencia de rocas clásticas equivalentes con fósiles retrabajados del Lías, dispuestos directamente sobre sedimentos de esa época (Segerstrom, 1962; Dedios, 1967).

Krumbein y Sloss (1959, cap. 13) dicen que la " tendencia montañosa emergente lineal, del área de origen para la asociación litológica, de grauwaca no marina, representa típicamente la impresión de la orogénesis extracratónica en la zona miogeosinclinal ".

La sección inferior de la serie se puede asimilar sensiblemente a la Asociación Subgrauwaca de Pettijohn (1963) correspondiente a una Molasa. Por otra parte se ajusta al concepto de Molasa dado por Volkheimer (1968): " Todo sedimento continental que se forma en el pie de una zona montañosa en ascenso, o que se extiende como es el caso con las tardíomolasas, sobre las zonas montañas ya degradadas ".

Esta serie representaría el comienzo de las facies continentales del desarrollo del Geoliminar andino en su dominio mioliminar, quizás cercana al euliminar por lo menos en su parte occidental. La Fase Orogénica Subhercínica, causante de la discordancia basal, marca el comienzo del período tardiliminar considerando los ciclos marinos, representados por la formación Lautaro (Lías) y el grupo Chañarillo (Neocomiano), como el período liminar (Abad, 1976 b).

Este ciclo llega a su fin junto al término del Cretácico superior con la Fase Orogénica Larámica que pliega la formación Cerrillos y reactiva la depositación continental volcánica del período tardiliminar que da origen a la formación Hornitos.

FORMACION HORNITOS

La parte central de la hoja Quebrada Las Cuñas y cerca de un 40% de ella está ocupada por esta formación que cubre discordantemente la formación Cerrillos y a la formación Lautaro directamente en el borde oriental. Su techo es una discordancia sobre la que se depositaron tobas riolíticas en el Terciario superior (fig. 1).

El rumbo de la serie es en general NNE y se encuentra plegada teniendo los ejes sensiblemente la misma dirección. Las amplitudes varían entre 3 y 6 Km y las alturas alcanzan 200 m, apreciándose principalmente los sinclinales.

La discordancia basal es angular y de erosión, fluctuando su ángulo entre 0° y 30° en la relación a las rocas cretácicas y la correspondiente al Jurásico de aproximadamente 30°.

Los contactos de esta serie con las adyacentes mantiene el rumbo general NNE insinuando la franja de afloramientos que es el estilo para la región.

Litología y espesor (fig. 2).

El análisis de varios perfiles (Abad, 1976 b) permiten establecer la siguiente sucesión litológica general, que alcanza una potencia máxima de 3000 m, de abajo hacia arriba:

- La sección inferior corresponde a rocas volcánicas ácidas, en general una toba riolítica de color gris claro a gris rosáceo, soldada en algunos lugares, de amplia distribución areal. En la parte central del área es reemplazada por lavas, riolitas, traquiandesitas, traquitas y riolitas de colores gris claro y rojo, restringidas a las cercanías de por lo menos un centro efusivo, con intercalaciones de andesitas hacia arriba. Tiene un espesor máximo de 600 m. El centro efusivo está representado por un pórfido feldespático color gris (Abad, 1976 b).
- Encima se disponen tobas de colores claros que aparecen sólo en la parte central del área: su espesor máximo es de 300 m.

- Lutitas y areniscas, rojas y grises, y conglomerados, continentales, de 150 m de potencia aproximadamente. Aparecen en el borde oriental del área, aparentemente contemporáneas a las tobas. A veces las lutitas insinúan depositación rítmica.
- Luego 1200 m de andesitas, brechas andesíticas y conglomerados andesíticos con algunas tobas intercaladas.
- Finalmente, 900 m de andesitas, algunas brechosas, con gran cantidad de tobas intercaladas, muy comunes en depósitos ignimbríticos, que tienden a desaparecer en la parte superior. Hay una intercalación de wacas feldespáticas finas y gruesas que alternan rítmicamente, lacustres de 30 m de espesor.

Segerstrom (1959; 1960) y Segerstrom y Parker (1959) señalaron que litológicamente la Formación Hornitos es igual e indiferenciable de la formación Cerrillos, distinguiéndose sólo por flujos de tobas lenticulares ignimbríticos basales e intercalados hacia arriba. Los inferiores han sido el índice de separación cuando no es visible la discordancia. En la hoja Quebrada Las Cuñas se ha ampliado el conocimiento de la sección inferior de Hornitos con la determinación de lavas ácidas.

Edad y correlaciones

La posición discordante sobre la formación Cerrillos determina una edad post maestrichtiana, máxima paleocena. Sin embargo, las dataciones radiométricas de intrusivos graníticos que se consideran afectando a Hornitos, que son los mismos que intruyen Cerrillos, ha llevado a considerar una edad Cretácico superior para esta formación. Pero es discutible que todos los plutones tengan la misma edad y se plantea la existencia de dos fases magmáticas en el Complejo Intrusivo presente en la hoja Quebrada Las Cuñas.

Las dataciones realizadas por Farrar, Clark y otros (1970), anotadas anteriormente, fueron hechas en muestras tomadas en cuerpos que no afectan directamente a Hornitos sino que a la formación Lautaro y formación Cerrillos. Se ubican en los límites este y oeste de la hoja Quebrada Las Cuñas, en el río Manflas y en la quebrada Algarrobal. Considerando la unidad espacial de las rocas intrusivas que se ubican entre esos lugares, se supuso la unidad en el tiempo asignando todos los cuerpos al Paleoceno inferior, según los resultados. Zentilli (1974) hizo algo parecido, pues sus muestras fueron tomadas en los mismos lugares y las agregó a las otras. Así, no hay pruebas concluyentes de que sea esa la edad de las rocas graníticas que intruyen Hornitos.

Hay que considerar los siguientes argumentos:

- a. La formación Cerrillos presenta el metamorfismo más fuerte de las dos unidades, generalmente está metamorfozada o fuertemente alterada en sus relaciones a los intrusivos, en cambio Hornitos muestra silicificación o epidotización indicando menor intensidad de los efectos termales y la mayor evidencia de la intrusión son filones aplíticos que se relacionan a algunos plutones. Hay casos en que un cuerpo afecta enérgicamente a la formación Cerrillos y no toca la suprayacente Hornitos (Cerro El Jote, Abad, 1976 b). Esto sugiere que sólo algunos cuerpos comprometen la unidad menor y es evidente que si la mayor soportó dos intrusiones mayor tiene que ser su metamorfismo.
- b. Uno de los cuerpos mayores y ubicado en la zona central (Plutón Mercedita, Abad, 1976 b) presenta características que dan a entender más de una fase intrusiva. Dentro del gran afloramiento se ven algunas partes de diferente color y textura en fotografía aérea correspondiendo una a un granito blanco con cristales fracturados y la otra a una monzodiorita cuarcífera con mucha biotita fresca. La primera intruye a Cerrillos pero no a Hornitos, la segunda si afecta a las dos.

Además este plutón tiene zonas de afloramientos no uniformes en los que aparecen varios tipos de rocas y es visible en fotografías aéreas una textura revuelta, como mezcla, insinuando fusión o asimilación de algo. Esta ubicado entre dos sectores de afloramiento normal (Borde occidental de la hoja Quebrada Las Cuñas, Abad, 1976 b).
- c. Como ya se dijo, la separación entre las formaciones Cerrillos y Hornitos es muy difícil, y es posible que hayan rocas de la primera involucradas en lo que se considera como parte de la segunda. Se indica que hay relaciones de contacto poco claras por lo que algunos plutones intruyen solo a una de las formaciones.
- d. Farrar, Clark y otros (1970), hicieron dataciones K/Ar de un intrusivo granodiorítico en la quebrada Carrizalillo, 50 Km más al norte, comprendido en la franja que determinan los afloramientos de estos cuerpos; dos análisis en biotita dieron 42,1 - 0,7 y 42,9 - 0,7 millones de años que lo ubica en el Eoceno superior. Este plutón tiene una diferencia mineralógica con los ubicados en el Paleoceno ya que los clasifican como granodiorita y los otros como monzonitas cuarcíferas.

- e. El ploteo en el triángulo QAP de Streckeisen (1967 y 1974), de las muestras de intrusivos de la hoja Quebrada Las Cuñas a las que se les hizo análisis modal (Abad, 1976 b), indican la existencia de dos grupos, los granitos por una parte y las monzodioritas cuarcíferas, dioritas cuarcíferas y tonalitas por otra. Los dos tipos de plutones muestreados por Farrar y otros, muestran una diferencia mineralógica similar, considerando que está fundamentalmente en el contenido de feldespatos.
- f. Ruiz (en Ruiz y otros, 1965), asignó un complejo intrusivo, equivalente a este, al Terciario y posiblemente Eoceno mediante dataciones radiométricas Pb-alfa y K/Ar de muestras obtenidas en plutones ubicados más al norte, algunos de los cuales son hipabisales. Las dataciones ubicaron las rocas en un intervalo de 68 a 34 millones de años e indican claramente dos grupos, uno mayor de 60 millones de años y otro menor.
- g. Zentilli (1974), mediante un gran número de dataciones K/Ar, determinó en la provincia de Atacama entre las latitudes 27° S y 28° S una franja de intrusivos de edad Eoceno-Oligoceno inferior ubicada al este de los paleocenos, entre estos y granitos paleozoicos ubicados más al este (Zentilli, 1974, pág. 65, fig. 2.6). El rumbo general de la franja, NNE, coincide con la dirección de todas las unidades geológicas de la región, y proyectándola hacia el sur del paralelo 28° se ubica en el centro de la franja de intrusivos de la hoja Quebrada Las Cuñas, dividiendo en dos los intrusivos paleocenos aparentemente. Es lícito pensar que esos plutones no tienen porque estar restringidos al grado 27° S - 28° S solamente y no hay pruebas de que no existen cuerpos del Paleoceno entre los del Eoceno y los del Paleozoico más al norte.
- h. Zentilli (1974) además hizo dos dataciones K/Ar de un filon pegmatítico en el río Manflas. La muestra está tomada en el mismo lugar de la que usaron Farrar y otros (1970) y Zentilli para datar un intrusivo mayor. Una datación en biotita arrojó 52,3 - 2,6 millones de años y otra en clorita 48,0 - 5,3 millones de años (muestra 47 A, Zentilli, 1974), que ubica la roca en el Eoceno medio. Podría esto ser un índice de una fase magmática intrusiva posterior al que dio origen al Plutón paleoceno.

Se plantea entonces, que en este complejo intrusivo existen dos fases magmáticas una correspondiente a un ciclo del Paleoceno inferior y otro del Eoceno superior coexistiendo plutones de las dos edades en áreas de afloramientos que se consideran uniformes. El

más antiguo intruye la formación Cerrillos y el más moderno a la formación Hornitos.

Así se propone que la depositación de la formación Hornitos tuvo lugar en el lapso Paleoceno superior - Eoceno inferior.

La erosión que afectó a Cerrillos previamente ocurrió en el Paleoceno inferior.

Se puede establecer la correlación con la formación Los Elquinos (Aguirre y Egert, 1965) de la Provincia de Coquimbo por su litología y posición discordante sobre la formación Viñita, Segerstrom (1968) señaló la equivalencia con la Formación Farellones (Aguirre, 1960) de Chile Central.

Condiciones de depositación y paleogeografía.

Después de la enérgica etapa erosiva desarrollada en el Paleoceno inferior, que borró los vestigios del ciclo anterior en la zona montañosa del borde oriental, comenzó un magmatismo efusivo intenso caracterizado por un derrame de lavas ácidas que por su alta viscosidad no tuvieron un amplio desarrollo areal quedando seguramente restringidas a las cercanías de sus centros efusivos, fundamentalmente ubicados en la parte central de la hoja Quebrada Las Cuñas. Fue acompañado por la efusión de flujos de cenizas que dieron origen a tobos e ignimbritas que la caracterizan más ampliamente por su obvia facilidad de distribución.

Además de un clima árido la región se caracterizó por una topografía accidentada, montañosa, que se elevaba hacia el este formando quizás una cadena en el borde oriental. Todo esto sugerido por las cuencas de sedimentación lacustre, la litología de los sedimentos así como estructuras de ripple marks y grietas de desecamiento encontrados por Jensen (1972) en la zona de Amolanas, los depósitos ignimbríticos y el importante desarrollo hacia el oeste de conglomerados, que se formaron en un régimen volcánico andesítico que siguió a las riolitas iniciales alternandose con la emisión de flujos de cenizas.

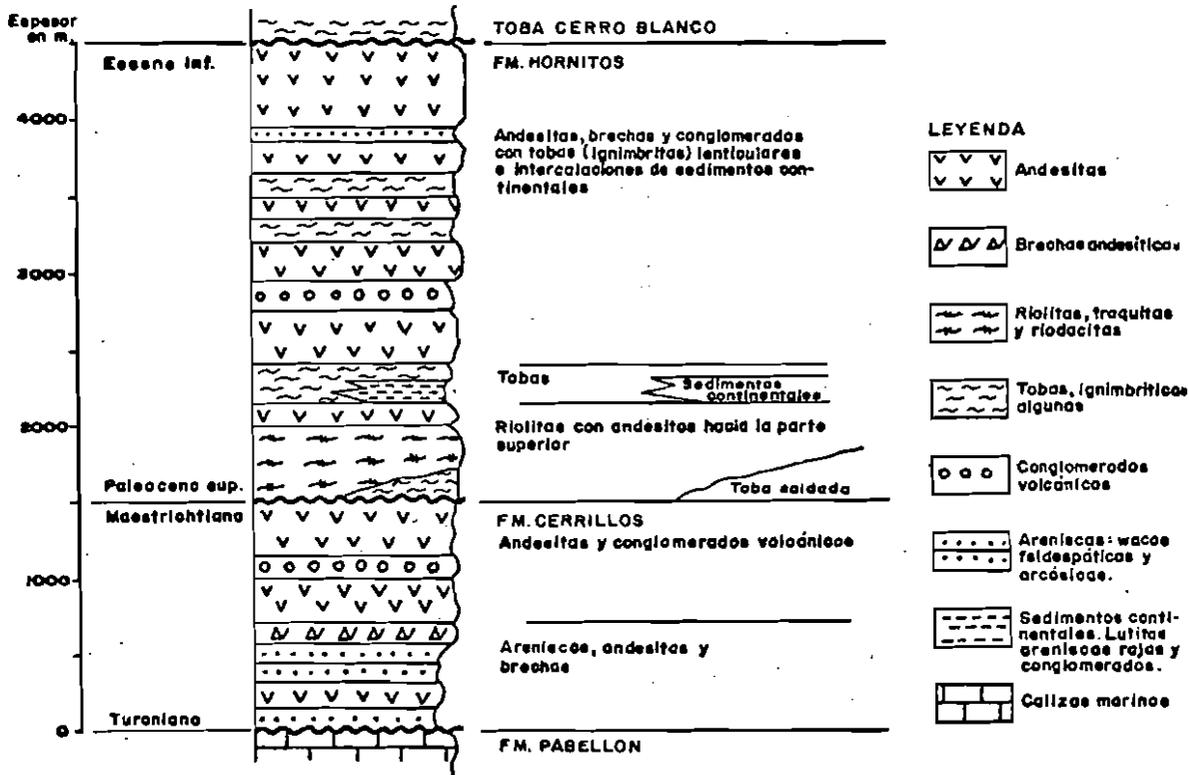
La sedimentación rítmica de las cuencas lacustres, así como sus litofacies, sugieren depositación en un lecho inestable.

Las condiciones empezadas en el Cretácico superior, Turoniano, se mantuvieron, continúa la formación de una zona montañosa en una plataforma inestable y desaparece eso si, la zona de transición que se insinuaba al oeste. Es la segunda etapa del período Tardiliminar del Geoliminar Andino.

FIG. 2

COLUMNA ESTRATIGRAFICA GENERALIZADA DE LAS FORMACIONES CERRILLOS Y HORNITOS EN LA HOJA QUEBRADA LAS CUÑAS

Basado en E. ABAD 1976



Este ciclo llego a su fin en el Eoceno inferior con la Fase Tectogénica Incaica que causa una tectónica de compresión caracterizada por plegamiento de Hornitos y sobrescurrimientos de los cuales se ha podido determinar uno en la hoja Quebrada Las Cuñas (fig. 1) pero que en zonas adyacentes al este son evidentes (Abad, 1976 b).

Durante el Oligoceno ocurre un período erosivo enérgico que da paso a un volcanismo que se caracteriza en la región por la emisión de tobas riolíticas que cubre la formación Hornitos, como es el caso de la Toba Cerro Blanco que posee grandes clastos, de hasta 3 m de tamaño, de granitos. Corresponde a un período Postliminar del Geoliminar Andino.

CONCLUSIONES

Se sugiere entonces que, en la región al Norte de Vallenar, las formaciones Cerrillos y Hornitos representan un Período Tardiliminar en el desarrollo del Geoliminar Andino en su dominio mioliminar caracterizado por:

1. Termina el Período Liminar, con sus facies marinas, con una fase orogénica, correspondiente a la Fase Subhercínica, que es acompañada por un magmatismo intrusivo diorítico.
2. Se forma una zona montañosa fuertemente emergente en que se depositan asociaciones molásicas y lavas andesíticas, que constituyen la formación Cerrillos, entre el fin del Turoniano y el Maestrichtiano, prácticamente en el Senoniano.
3. En el Paleoceno inferior ocurre una segunda fase orogénica, la Fase Larámica, junto a un magmatismo intrusivo granítico, que reactiva la formación de la zona montañosa.
4. En el Paleoceno superior y Eoceno inferior tiene lugar un volcanismo intenso que comienza con derrame de lavas ácidas y flujos de ceniza ignimbríticos, que cambia posteriormente a lavas andesíticas dando lugar a continuas emisiones de cenizas, formación Hornitos.
5. En el Eoceno superior acontece una fase tectogénica acompañada por un magmatismo intrusivo granítico, de composición menos ácida que el anterior, causando una tectónica compresiva. Marca el fin de la inestabilidad de la plataforma y del Período Tardiliminar. Corresponde a la Fase Incaica.
6. Sigue una erosión enérgica que abre paso a un Período Postliminar caracterizado por flujos de cenizas que cubren la formación Hornitos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abad, E., 1976 a. Geología de la Hoja Quebrada Las Cuñas y Cuadrángulo Estación Algarrobal. Instituto de Investigaciones Geológicas. Chile. Inédito.

Abad, E., 1976 b. Geología de la Precordillera al Noreste de Vallemar, entre las latitudes 28° S y 28° 30' S. Tesis para optar al título de Geólogo, Universidad de Chile. En preparación.

Biese-Nickel, Walter. 1942. La distribución del cretáceo inferior al Sur de Copiapó. Anales del Primer Congreso Panamericano de Ingeniería de Minas y Geología. págs. 429-466, tomo II. Santiago de Chile.

Brüggen, J., 1950. Fundamentos de la Geología de Chile. Instituto Geográfico Militar. Santiago.

Casamiquela, R., Corvalán, J., Franquesa, F., 1969. Instituto de Investigaciones Geológicas, Chile. Boletín N° 25, 31 pág. 5 lám., 3 figs., 1 cuadro.

Conn, D., H., 1974. Geología de la hoja Chacritas. Provincia de Atacama, Chile, escala 1:50.000. Tesis de prueba para optar al título de geólogo. Universidad de Chile, Santiago.

Corvalán, J., 1974. Estratigrafía del Neocomiano marino de la región al sur de Copiapó. Revista Geológica de Chile N° 1, pp. 13-36, 8 figs. Santiago.

Dedios, P., 1967. Reconocimiento de la cordillera de los Andes en la cuenca de los ríos: Manflas, Pulido y Jorquera, Prov. de Atacama. Instituto de Investigaciones Geológicas, inédito. 1 mapa. Santiago.

Farrar, E., Clark, A.H., Haynes, S.J., Quirt, G. J., and Conn, H., Zentilli, M., 1970. K-Ar. Evidence for the Post-Paleozoic migration of granitic intrusion foci in the Andes of northern Chile. Earth and Planetary Science Letters 10 (1970) 60-66. North-Holland Publishing Company.

Jensen, O., 1972. Estudio Geológico Preliminar del Area de Juntas, Río Copiapo. Departamento de Geología, Universidad de Chile, Proyecto I. 39 pág. 13 figs, 1 mapa geológico. Inédito.

Krumbein, W.C., y Sloss, L.L., 1969. Estratigrafía y Sedimentación Primera Edición en Español. UTEHA. México.

Pettijohn, F.J., 1963. Rocas Sedimentarias. EUDEBA. Argentina.

Ruiz, C., Aguirre, L., Corvalán, J., Klohn, C., Klohn, E., Levi, B., 1965. Geología y Yacimientos metalíferos de Chile. Santiago, Instituto de Investigaciones Geológicas, 386 pp., 24 figs, 1 mapa, 1 cuadro, 1 tabla.

Segerstrom, Kenneth, 1959. Geología del Cuadrángulo Los Loros. Instituto de Investigaciones Geológicas, Carta Geológica de Chile. vol. I N° 1. 1 mapa. Santiago.

Segerstrom, K., y Parker, R., L., 1959. Geología del Cuadrángulo Cerrillos, Instituto de Investigaciones Geológicas, Carta Geológica de Chile, vol. I N° 2. 1 mapa, Santiago.

Segerstrom, K., 1960. Geología del Cuadrángulo Quebrada Paipote. Instituto de Investigaciones Geológicas, Carta Geológica de Chile. vol. II N° 1, 1 mapa, Santiago.

Segerstrom, K., 1962. Geología de la precordillera de Copiapó. Revista Minerale, Año XVII, N° 76, pp. 11-16, Santiago de Chile. Instituto de Investigaciones Geológicas, apartado N° 15.

Segerstrom, K., 1963. Engranaje de Sedimentos calcáreos con rocas volcánicas y clásticas en el Neocomiano del Geosinclinal Andino. Sociedad Geológica de Chile, Symposium sobre el Geosinclinal Andino, 1962, N° 1, 5 figs. Santiago.

Segerstrom, K. y Moraga, A., 1964. Geología del Cuadrángulo Chañarcillo. Instituto de Investigaciones Geológicas, Carta Geológica de Chile, N° 13. 1 mapa, Santiago.

Segerstrom, K., 1968. Geología de las hojas Copiapó y Ojos del Salado. Instituto de Investigaciones Geológicas, boletín N° 24. 1 mapa, Santiago.

Streckeisen, A., 1967. Clasificación y Nomenclatura de Rocas Igneas, (Informe final de una Investigación). N.Jb. Miner ABh. 107, pp. 144-240.

Streckeisen, A., Presidente I.U.G.S. Subcomisión en Sistemática de Rocas Igneas, 1974. Rocas Plutónicas. Clasificación y Nomenclatura Recomendada. Traducción y publicación de Instituto de Investigaciones Geológicas, (Circulación Restringida). Santiago de Chile. 10 págs. 6 figs.

Volkheimer, W., 1968. En " Versión completa de la discusión del relato sobre Problemas del Chubutiano". Inédito. Mesa Redonda (en Ameghiniana, T. VI, N° 2, 1969). Argentina.

Zentilli, M., 1974. Geological Evolution and Metallogenetic Relationships in the Andes of Northern Chile Between 26° and 29° South. A thesis of degree of Doctor of Philosophy. Queen's University, Canada.