

## LOS INTRUSIVOS HIPABISALES MIOCENOS DEL CORDON CHACABUCO: ¿UN CASO DE FRACCIONAMIENTO DE HORNBLENDA?

## THE MIOCENE HYPABYSSAL INTRUSIVES OF THE CHACABUCO RANGE: A CASE OF HORNBLLENDE FRACTIONATION?

ESTANISLAO GODOY

Departamento de Geología y Geofísica, Universidad de Chile. Casilla 13518, Correo 21, Santiago.

### RESUMEN

En el cierre septentrional de la depresión central o Valle Central de Chile, una intensa actividad magmática intrusiva miocena se expresa como stocks, lopolitos y filones gabroico-diabásicos, basálticos, microdioríticos, andesíticos y de pórfidos dacítico-riolíticos de anfíbola. La mayor parte de estos cuerpos están emplazados ya sea a lo largo o cortando fallas normales de rumbo E-W o NNE-SSW. Intruyen a rocas volcanoclasticas continentales y lagunares-marinas de las formaciones Las Chilcas (cretácica) y Lo Valle (cretácica tardía a paleocena).

A pesar de la fuerte ceolitización tardimagmática presente en gran parte de las microdioritas y andesitas, los diagramas AFM y de Jensen indican una serie de diferenciación calco-alkalina en dichas rocas y en los pórfidos dacíticos-riolíticos.

La ubicación de un filón basáltico en diagramas AFM y de Jensen insinúa, para las rocas máficas, una tendencia toleítica. Su diseño de tierras raras pesadas y el de un stock gábrico difieren del que muestra un filón andesítico representativo de una serie calcoalcalina. Las rocas de esta última serie podrían resultar de fraccionamiento de hornblenda en el magma basáltico toleítico.

El control estructural de los intrusivos reafirma una edad mínima miocena temprana para, al menos, el comienzo del fallamiento que controla el borde norte de la depresión central.

### ABSTRACT

Gabbroic to diabase stocks, microdiorite to andesite lopoliths, dykes and sills, together with dacitic to rhyolite amphibole porphyries crop out in the northern closure of the Central Valley of Chile. They belong to an important miocene hypabyssal magmatic event. Most of them are emplaced along or cross cutting EW or NNE-SSW normal faults. They intrude cretaceous continental volcanoclastic to marine-lagoonal rocks (Las Chilcas formation) and dacitic welded tuffs of the diachronous late cretaceous to eocene Lo Valle formation. Despite strong late magmatic ceolitization on the andesitic members, a clear calc-alkaline trend is shown by their major element chemistry and by that of the amphibole porphyries.

Contribución N° 709 del Departamento de Geología, U. de Chile.

*A basaltic dyke plots inside the tholeiitic field in both AFM and Jensen diagrams. Its HREE-pattern and that of a gabbro differ from that of a calc-alkaline andesite, which may be derived by hornblende fractionation.*

*Following earlier suggestions, an early miocene minimum age is advanced for at least the beginning of faulting in the northern end of the Central Valley.*

## INTRODUCCION

Desde la vertiente oriental de la cordillera de la Costa y a lo largo del cordón Chacabuco, afloran numerosos cuerpos hipabisales gabroicos a dacíticos de edad oligo-miocena.

Filones (en gran parte mantiformes) y stocks de composición andesítica a dacítica de edad semejante, han sido cartografiados recientemente en la Cordillera de los Andes al este del cordón (Thiele, 1980; Padilla, 1981; Moscoso y otros, 1982, Munizaga y Vicente, 1982), reconociéndose así una extensión E-W cercana a los 100 km para este magmatismo hipabisal a subvolcánico terciario tardío. Hacia el sur del cordón Chacabuco, rocas asignables a este evento magmático han sido extendidas como una larga franja hasta las cercanías de Ancud (Cinturón Volcánico Costero de Vergara y Munizaga, 1974; Grupo o conjunto oligo-miocénico de Vergara y Drake, 1979). En la Figura 1 se aprecia la distribución de estos cuerpos hipabisales del terciario tardío dentro de un marco regional.

## MARCO GEOLOGICO

Los intrusivos hipabisales del cordón Chacabuco (Fig. 2) se encuentran emplazados en rocas de las formaciones Las Chilcas y Lo Valle (Cretácico a Paleoceno). Los cuerpos que siguen hacia el este cortan a rocas de las formaciones Abanico y Farellones (Terciario) y, en la vertiente argentina, a rocas jurásicas y neocomianas.

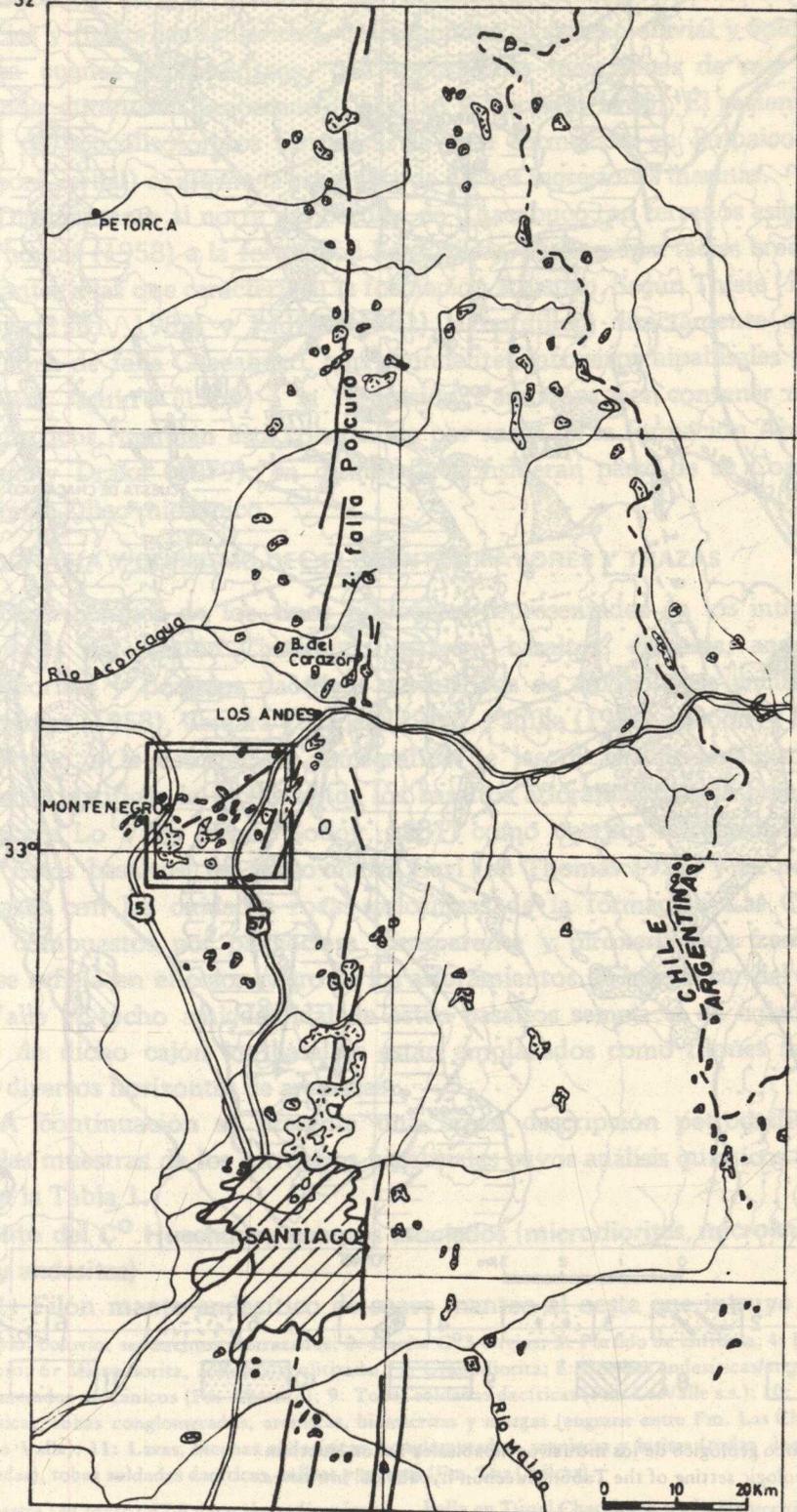
La formación Lo Valle (Thomas, 1958) ha sido considerada (Godoy, 1982) como una facies volcánica diacrónica de la sección superior de la formación Las Chilcas. Mientras al norte del río Aconcagua y en Laguna de Aculeo consiste en andesitas (Carter y Aliste, 1962; Nasi, 1981; Nasi y Thiele, 1982), desde el cordón de Chacabuco hasta los cerros al norte de Santiago y al este de La Lajuela (Vergara, 1969), predominan ampliamente las tobas soldadas dacíticas. Las edades K-Ar en las tobas soldadas dacíticas del cordón Chacabuco varían entre 64.5 y 70.5 Ma (Drake y otros, 1976) y las del sector La Lajuela, entre 90 y 116 Ma (Drake com. verbal a M. Vergara y SNGM - JICA, 1982).

Fig.1. Distribución de pórfidos oligo-miocénicos entre los 32° Lat. S. y 33° 50' Lat. S. (fuentes citadas en el texto) y ubicación área de estudio.

Fig.1. Oligo-miocene porphyries between 32° S. Lat. and 33°50' S. Lat. (references included in the text) and location of study area.

32°

70°30'



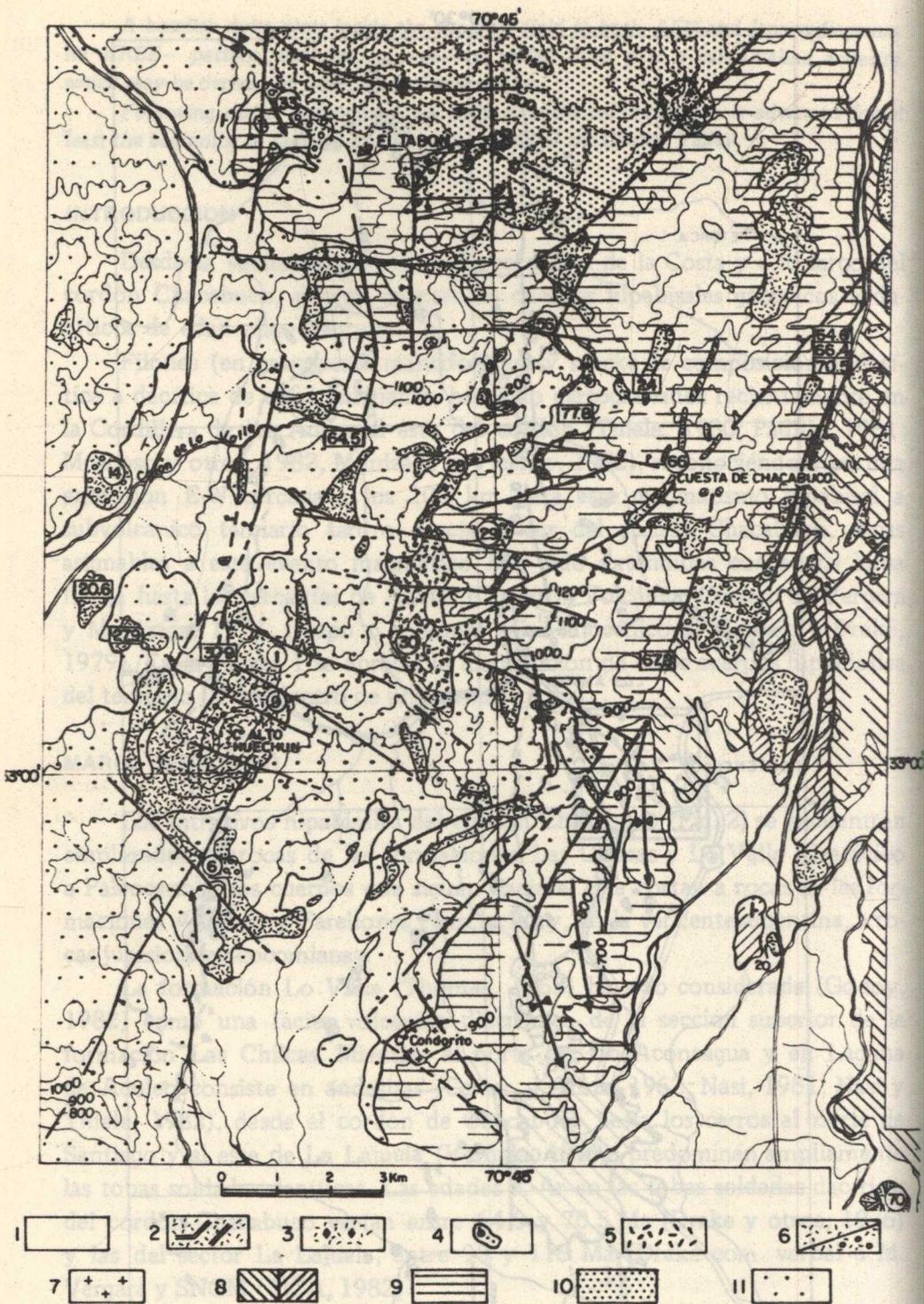


Fig.2. Marco geológico de los intrusivos hipabisales Tabón-Huechún.  
 Fig.2. Geologic setting of the Tabón-Huechún hypabyssal intrusives.

Las rocas de la formación Las Chilcas, de bruscos cambios laterales de facies y fuerte lenticularidad, corresponden al relleno aluvial y volcánico de una cuenca intermontana, con esporádicas incursiones de mar poco profundo durante el Senoniano (Corvalán y Vergara, 1980). El reciente hallazgo de coccolitofóridos en calizas de esta formación en Polpaico (M. Pino, com.verbal) confirma la presencia de dichas ingresiones marinas.

Directamente al norte del cordón de Chacabuco, en terrenos asignados por Thomas (1958) a la formación Las Chilcas, predominan facies brechosas semejantes a las que caracterizan la formación Abanico. Según Thiele (1980), Godoy (1981, 1982) y Padilla (1981) la cordillera directamente al este de la zona de falla Chacabuco, con abundantes intrusivos hipabisales y asignada por Aguirre (1960) a la formación Farellones por contener niveles ignimbríticos, también está constituida por rocas de la formación Abanico. Vergara y Drake (1979), en cambio, la consideran parte de su Complejo Volcánico Oligo-miocénico.

#### PETROGRAFIA Y QUIMISMO DEL ELEMENTOS MAYORES Y TRAZAS

Descripciones de los tipos litológicos representados en los intrusivos hipabisales del cordón Chacabuco (gabros, basaltos, diabasas, andesitas, microdioritas y pórfidos dacíticos a riolíticos de anfíbola) se encuentran en Thomas (1958), Vergara y López (1980), Padilla (1981) y Godoy (1982).

Previo a la descripción petrográfica de las rocas aquí analizadas es necesario justificar la inclusión de los basaltos aflorantes bajo la base de la formación Lo Valle (sensu Godoy, 1981) como cuerpos intrusivos hipabisales. Estos basaltos, tal como indica Levi (en Thomas 1958) y en notable contraste con las oxidadas rocas volcánicas de la formación Las Chilcas, están compuestos por plagioclasa transparente y piroxena muy fresca, lo cual se refleja en el color negro de los afloramientos. Si bien al sur del Cajón Lo Valle el techo amigdaloidal de estos basaltos semeja el de coladas, al norte de dicho cajón los basaltos están emplazados como filones mantos entre diversos horizontes de areniscas.

A continuación se presenta una breve descripción petrográfica de aquellas muestras de los intrusivos hipabisales cuyos análisis químicos aparecen en la Tabla 1.

#### Lopolito del C<sup>o</sup> Huechún y cuerpos asociados (microdioritas, microleucogabros y andesitas)

##### (EG-1) Filón manto andesítico de suave manteo al oeste que intruye tobas

1: Aluvio, coluvio, sedimentos aterrizados; 2: Dacita C<sup>o</sup>3 Orejas; 3: Pórfido de anfíbola; 4: Basalto; 5: Gabro; 6: Microdiorita, andesita/ceolitizada; 7: Granodiorita; 8: Brechas andesíticas/areniscas y conglomerados volcánicos (Fm Abanico); 9: Tobas soldadas dacíticas (Fm. Lo Valle s.s.); 10: Brechas andesíticas, tobas conglomerados, areniscas, biomicritas y margas (engrane entre Fm. Las Chilcas y Fm. Lo Valle); 11: Lavas, brechas andesíticas, conglomerados, areniscas y lutitas (todas localmente argilizadas), tobas soldadas dacíticas, calizas y margas (Fm. Las Chilcas).

(6) Muestra (en texto) 67.8 datación radiométrica. Falla en Túnel Chacabuco según Delucchi (1972).

ANÁLISIS DE ELEMENTOS MAYORES Y Sr, Rb, Y, Zr, Nb DE LAS MUESTRAS DESCRITAS EN EL TEXTO  
 MAJOR ELEMENT AND Sr, Rb, Y, Zr, Nb ANALYSES OF SAMPLES DESCRIBED IN THE TEXT

	Microclorita del Co Huechun y cuerp os asociados				Gabro Destin- de	Gabro Los Hun- didos	Filon Basáltico	Porfidos de		Andesita Intrusiva Tabon	Dacita Co Tres Orejas
	EG-1	EG-9	EG-6	EG-14				EG-30	EG-29		
SiO <sub>2</sub>	56.32	53.55	50.94	49.66	51.16	49.43	48.39	54.75	63.20	52.48	58.49
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.89	18.67	18.29	17.90	16.74	14.74	16.28	19.35	17.65	18.88	18.90
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	6.99	8.15	8.40	10.25	9.57	10.50	14.15	6.25	4.40	7.35	5.90
CaO	6.96	8.77	8.86	8.35	9.93	10.71	8.71	6.71	4.39	7.12	6.39
MgO	3.20	4.83	5.03	5.58	7.02	10.78	3.53	2.73	1.30	3.88	1.28
Na <sub>2</sub> O	3.53	3.09	2.68	2.71	2.59	1.92	3.11	3.96	4.81	3.88	3.31
K <sub>2</sub> O	1.09	1.06	1.00	0.69	0.62	0.56	1.21	1.39	1.96	1.04	0.60
TiO <sub>2</sub>	1.28	1.10	1.02	0.70	0.93	0.97	1.76	0.83	0.36	0.93	0.20
MnO	0.09	0.14	0.14	0.17	0.16	0.18	0.23	0.11	0.08	0.10	0.17
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.27	0.30	0.22	0.19	0.14	0.11	0.49	0.20	0.21	0.21	0.18
p.p.c.	1.76	1.02	4.46	5.08	2.07	1.06	2.98	3.77	1.95	5.25	4.38
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	0.10	—	—	—	—	—
Total	99.98	100.19	100.58	100.56	100.37	100.17	100.15	99.90	100.23	100.79	99.74
Mg/Mg + Fe	.47	.54	.54	.52	.59	.68	.33	.47	.33	.53	.30

Analista: Lidia Rosas P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y SiO<sub>2</sub> por colorimetría, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> por colorimetría y Abs. atómica, el resto por Abs. atómica.  
 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\* = hierro total como Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

	Sr	Rb	Y	Zr	Nb
322	827	1036	633	561	448
18	12	13	9	7	6
4	11	10	12	11	10
200	61	28	23	47	31
—	—	—	4	—	—
—	—	—	5	—	—
—	—	—	4	—	—
—	—	—	3	—	—
—	—	—	2	—	—

Los análisis EG-1, EG-29 y EG-56 fueron repetidos por S. Kay utilizando una Microsonda JEOL-733 y los resultados concuerdan estrechamente con los de vía húmeda. El Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> de EG-29 proviene de dicho análisis Sr, Rb, Y, Zr y Nb por fluorescencia Rayos X, Lab. Div. Salvador CODELCO.  
 \* Determinado por colorimetría y gravimetría.

soldadas 1 km al norte de M<sup>o</sup> El Guindo. Su textura fluidal está dada por cristales (0.2 mm) de plagioclasa orientados en una masa vítrea que dejan espacios con clinopiroxenos (0.2 - 1.0 mm) y ortopiroxenos (0.1 mm). Las dos muestras de edad oligocena tardía que Drake y otros (1976) describen como flujos de andesita de piroxeno al NNW del C<sup>o</sup> Huechún podrían corresponder a este tipo de intrusivos, probablemente asociados al cuerpo principal del C<sup>o</sup> Huechún.

(EG-9) Microdiorita de la ladera norte del C<sup>o</sup> Huechún; corresponde a una facies más oscura que la del resto del cuerpo, debido a la mayor abundancia de piroxenos y minerales opacos. La plagioclasa (0.5 mm) presenta zonación oscilatoria con los núcleos ricos en opacos y piroxenos en diseño tipo panal de abeja. Contiene, además, agregados simplectíticos alargados (1 mm) de clinopiroxenos y magnetitas que corresponden a pseudomorfos de anfíbola.

(EG-6) En el microleucogabro del pie meridional del C<sup>o</sup> Huechún, las ceolitas (chabacita y heulandita) se encuentran, no sólo en amígdalas de 2 a 3 cm o en intersticios junto a calcita, sino también reemplazando plagioclasas (0.6 - 0.8 mm) o sus núcleos. La augita es más abundante y se presenta junto a opacos y probable olivina alterada, en cúmulos de 1 mm de diámetro. Ortopiroxeno aparece como pequeños cristales con una aureola verde isótropa (bowlingita?). Cristales de hasta 0.7 mm de apatita muestran avanzada corrosión.

(EG-14) Las rocas del microleucogabro glomerulítico de C<sup>o</sup> Posada, cuerpo satélite del intrusivo de C<sup>o</sup> Huechún, se encuentran completamente ceolitizadas, presentando - al igual que algunos intrusivos de la cuesta Chacabuco - una descomposición esferoidal controlada por glomérulos (1 cm) de plagioclasa ceolitizada. Tal como EG-6, contiene abundantes pseudomorfos simplectíticos según anfíbola (1 mm), algunos de los cuales conservan la zonación original. En este cuerpo el hipersteno (0.2 - 1 mm) supera ampliamente en abundancia a la augita.

Las características mineralógicas de las rocas de esta unidad se correlacionan bien con las composiciones químicas respectivas. Así, por ejemplo, el alto contenido en volátiles y el bajo contenido de sílice de las dos últimas (EG-6 y EG-14) coinciden con la ceolitización de sus plagioclasas, proceso más avanzado en la segunda. En el microleucogabro (EG-6) los abundantes pseudomorfos de anfíbola resorbida y la alta proporción de hipersteno explican su contenido más alto de óxido de hierro y magnesio. Su alto contenido en Sr (1036 ppm) estaría ligado a las ceolitas. Por otra parte, el carácter más diferenciado del filón manto EG-1 se refleja en su abundante plagioclasa de composición oligoclasa-andesina y consecuente alto sodio y sílice contra un bajo hierro, magnesio y calcio. También el circonio alcanza en esta roca un alto valor (200 ppm).

## Stock de gabro y filón basáltico de Cajón Lo Valle

(EG-30) En el sector central del stock gábrico de C<sup>o</sup> Deslinde la roca es de grano medio a grueso con fenocristales de hasta 4 mm de plagioclasa (labradorita cálcica) y abundantes cúmulos de augita en una matriz subofítica de plagioclasa (2-6 mm), augita (1-3 mm) y un agregado fino amarillo - marrón isótropo. Los cúmulos constan de hasta 10 individuos maclados entre sí y presentan una zonación dada por cristales pequeños de clinopiroxeno.

(EG-29) Este gabro de C<sup>o</sup> Los Hundidos, fase distal septentrional de textura ofítica del intrusivo máfico, presenta menor cantidad y tamaño (0.1 - 0.3 mm) de sus fenocristales y cúmulos, pero abundantes clinopiroxenos en la matriz. Su carácter más primitivo se refleja en su contenido de cromo y magnesio.

(EG-56) En el filón basáltico de Agua de Las Barreras (Norte de Cajón Lo Valle), fenocristales (2 mm) de plagioclasa están incluidos en una masa subofítica de plagioclasa, clinopiroxeno (0.2 - 0.5 mm) y un agregado intergranular iddingsítico. Tanto dentro de los fenocristales de plagioclasa como en la matriz aparece un 10% de magnetita (0.1 mm) responsable del alto contenido en óxido de hierro de la muestra. Al igual que el filón andesítico EG-1, esta muestra presenta un alto contenido de circonio (174 ppm).

## Pórfidos de anfíbola del Cordón de Chacabuco

(EG-28) Este pórfido aflora como un potente filón, en parte mantiforme, que corta tanto rocas de la formación Las Chilcas como Lo Valle, al sur del Cajón Lo Valle. Su quimismo lo ubica, en el diagrama de Jensen, cerca del límite máfico de las dacitas. Contiene fenocristales zonados de anfíbola, parcialmente resorbida, y de plagioclasa (ambos de 1-2 mm) en una masa suborientada de plagioclasa (0.2-0.3 mm) fresca e idiomorfa y anfíbola, la más fina de las cuales (0.1 mm) está alterada a un agregado micáceo. Algunos fenocristales de plagioclasa se presentan alterados a ceolita dentro de un delgado borde fresco. En la mayoría de ellos, sin embargo, la alteración corresponde a arcilla con calcita y prehnita tanto hacia el borde como en manchas.

(EG-66) La roca más diferenciada del área se recolectó en un filón de 2 metros de espesor que aflora al norte de Cuesta Chacabuco. Contiene el mayor contenido de Rb (45 ppm) y, según la clasificación aquí utilizada, se presenta en el campo riolítico. De textura afieltrada fina, su masa fundamental está constituida por microlitos de plagioclasa (0.1 mm), un agregado micáceo resultante de alteración de anfíbola y en menor proporción, cuarzo microcristalino (cuarzo normativo = 16.8%). Sus fenocristales de anfíbola son más pequeños que en la muestra anterior (0.5-

1 mm) y menos resorbidos. Dentro de las plagioclasas se distinguen dos generaciones; la más abundante corresponde a individuos frescos maclados en cuña de fina zonación normal a oscilatoria (oligoclasa-andesina) con una etapa de reabsorción marcada por una distribución elipsoidal de inclusiones. Las plagioclasas de la otra generación son semejantes a las de EG-28, pero su alteración corresponde a sericita y mica verde-marrón. Clinopiroxeno con delgado borde uralítico completa la asociación mineralógica.

#### **Filón andesítico ceolitizado de El Tabón**

(EG-33) Esta roca de grano fino consiste principalmente de plagioclasa ceolitizada sub-orientada y de clinopiroxeno.

#### **Cuello dacítico de Cerro Tres Orejas**

(EG-70) La dacita de Cerro Tres Orejas corresponde al único aparato volcánico reconocido en el área y de él se conservan tres cuellos con diaclasas columnares verticales que cortan domos de similar color gris verdoso y textura. La muestra analizada proviene de un filón radial con diaclasamiento horizontal asociado al cuello más oriental y presenta plagioclasa cálcica junto con escaso ortopiroxeno (0.5 - 1 mm) en una masa fundamental de plagioclasa y ortopiroxeno en parte cloritizado. No se reconoce cuarzo al microscopio, pero sí ceolita, calcedonia, albita y pumpellita en abundantes geodas irregulares de 1-3 mm.

### **GEOQUIMICA DE TIERRAS RARAS Y CONSIDERACIONES PETROLOGICAS**

Los contenidos en tierras raras y Hf, Sc, Th, U, Ba y Cs de tres muestras frescas aparecen en la Tabla 2.

La Fig. 3, por su parte, corresponde al diagrama normalizado respectivo. En él se aprecia que el gabro y el basalto, aún cuando difieren notablemente en la abundancia absoluta de TR, presentan un diseño y una razón La/Yb semejante, lo cual puede interpretarse como indicativo de un origen común. La leve anomalía negativa de Eu del basalto debe relacionarse a cristalización fraccionada de plagioclasa, la cual explicaría-junto con un fraccionamiento de olivina-el empobrecimiento parejo de las tierras raras. La andesita, en cambio, de alta razón La/Yb, podría derivarse del gabro por fraccionamiento de hornblenda, mineral que presenta un alto coeficiente de partición para las tierras raras pesadas. Un origen semejante es propuesto por López (1984) para un pórfido de anfíbola de una localidad cercana, el cual presenta un empobrecimiento similar de tierras raras pesadas.

En los diagramas AFM y de Jensen (1976) Fig. 4, el basalto cae de lleno en el campo toleítico y es probable que los gabros pertenezcan a

TABLE 2

ANALISIS DE ELEMENTOS EN TRAZAS DE 3 MUESTRAS SELECCIONADAS  
TRACE ELEMENT ANALYSES OF 3 SELECTED SAMPLES

	Andesita EG - 1	Gabro EG-29	Basalto EG-56
La	10.5	7.73	20.6
Ce	23.5	15.3	45.0
Nd	11.9	7.00	27.5
Sm	2.75	20.1	7.36
Eu	0.968	0.772	1.83
Tb	0.307	0.403	1.31
Yb	0.482	1.40	4.07
Lu (no corregido)	0.089	0.256	
La/Yb (normalizado)	13.25	3.34	3.05
Hf	2.09	1.31	4.92
Sc	13.5	26.6	40.9
Th	0.507	0.935	3.4
U	0.273	0.316	1.35
Ba	418	170	415
Cs	1.30	0.331	0.923

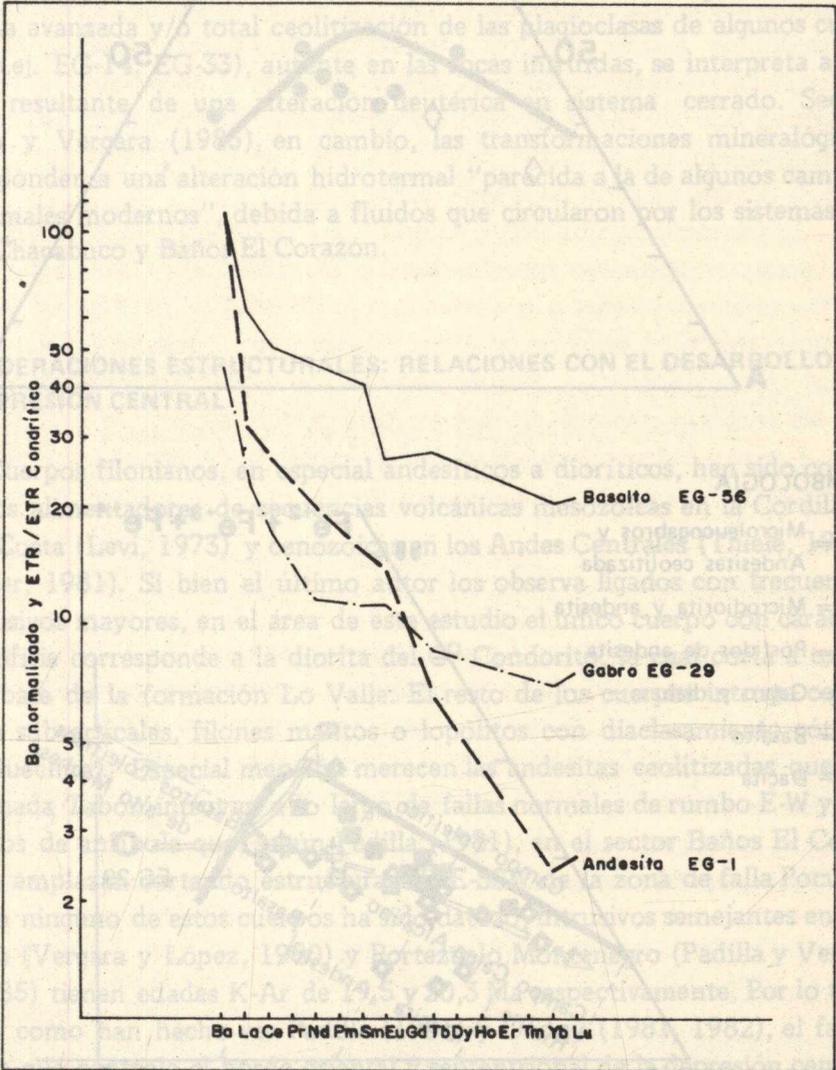
Determinación por S. Kay mediante activación neutrónica. La irradiación se llevó a cabo en el reactor Triga de la U. de Cornell, EE.UU. y para el análisis se utilizó un detector intrínscico coaxial de Ge-Li ORTEC Estandar interno, excepto para Sm y Nd = SAR II. Estandar interno para Sm y Nd = GSPI.

miembros primitivos de dicha tendencia de diferenciación. El resto de las muestras de este estudio, a pesar de la alteración de algunas de ellas, presenta una tendencia lineal dentro del campo calco-alcalino.

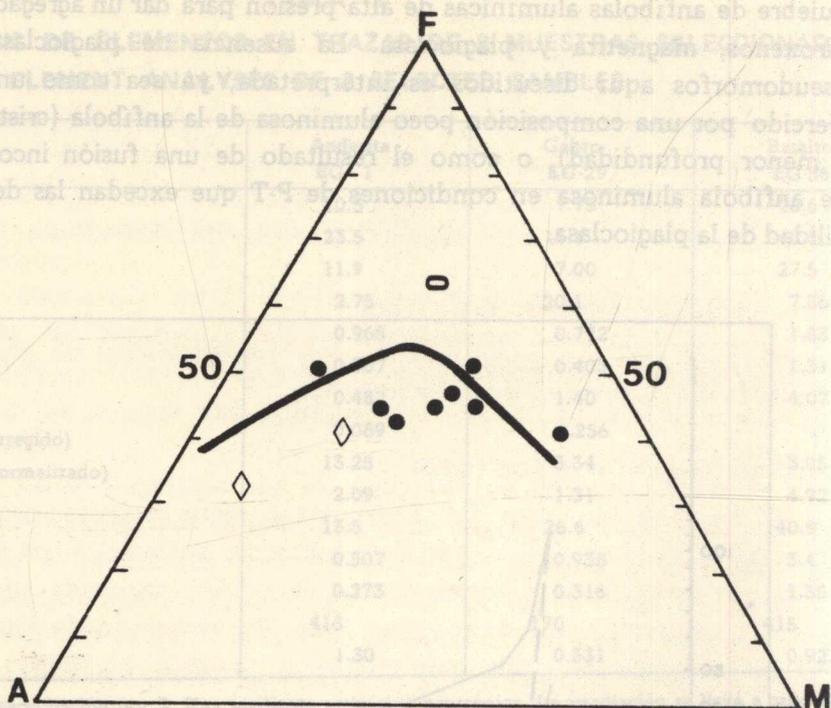
Según Vergara y López (1980) el alto Mg/Mg +  $\Sigma$  Fe de los pórfidos de anfíbola al este de la cuesta de Chacabuco "restringe la posibilidad de que los pórfidos de anfíbola constituyan una etapa más avanzada en la evolución genética que los porfidos de piroxeno". En los dos pórfidos de anfíbola (Tabla 1) tanto su baja razón Mg/Mg +  $\Sigma$  Fe como su ubicación colineal más diferenciada con respecto al resto de las muestras sugiere, en cambio, dicha relación genética. La composición basáltica dada a conocer por Padilla (1981) para pórfidos de anfíbola en la misma área y las dos generaciones de plagioclasa en EG-66 favorecen, sin embargo, una génesis más complicada, la cual podría incluir contaminación y/o hidratación profunda de magma basáltico.

Los cúmulos irregulares de clinopiroxeno en el leucogabro EG-6, y en los gabros, representan agregados glomeroporfídicos sin aparentes connotaciones genéticas. Distinto es el caso para los abundantes pseudo-morfos simplectíticos de anfíbola constituidos por clinopiroxeno y opacos contenidos en varios de los tipos litológicos intermedios. Según la interpretación de Stewart (1975), pueden ser considerados como resultantes del

quiebre de anfíbolos aluminicos de alta presión para dar un agregado de dos piroxenos, magnetita y plagioclasa. La ausencia de plagioclasa en los pseudomorfos aquí discutidos es interpretada, ya sea como un control, ejercido por una composición poco aluminosa de la anfíbola (cristalización a menor profundidad), o como el resultado de una fusión incongruente de anfíbola aluminosa en condiciones de P-T que excedan las de la estabilidad de la plagioclasa.



Tierras raras normalizadas según Freyetal (1968). Ba según Mason (1962).  
 Fig.3. Diagrama normalizado de Ba y Tierras Raras en tres muestras seleccionadas.  
 Fig.3. Normalized REE and Ba patterns of three selected samples.



**SIMBOLOGIA**

- ⊕ = Microleucogabros y Andesitas ceolitizada
- = Microdiorita y andesita
- = Pórfidos de andesita
- = Gabro y diabasa
- = Basalto
- ◇ = Dacita

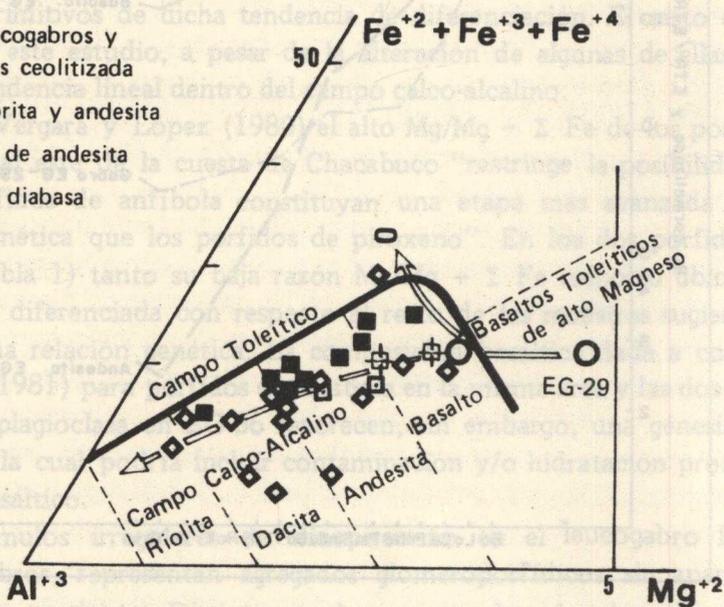


Fig.4. a) Diagrama AFM. y b) Diagrama Catiónico de Jensen (1966).  
 Fig.4. a) AFM Diagram and b) Jensen (1966) Cationic Diagram

Las observaciones aquí expuestas apoyan al fraccionamiento de hornblenda como mecanismo controlador de una tendencia calcoalcalina a partir de rocas máficas toleíticas. Según García y Jacobson (1979), sin embargo el ya tradicional fraccionamiento de minerales de la serie magnetita-espinela constituye una explicación más plausible para dicha tendencia.

En rocas semejantes del área cuesta Chacabuco-Baños El Corazón, Vergara y López (1980) y Padilla (1981) han demostrado, mediante el uso de diagramas logarítmicos de razones catiónicas, una relativa inmovilidad de los elementos mayores durante el proceso de alteración que las afecta.

La avanzada y/o total ceolitización de las plagioclasas de algunos cuerpos (p.ej. EG-14, EG-33), ausente en las rocas intruídas, se interpreta aquí como resultante de una alteración deutérica en sistema cerrado. Según Padilla y Vergara (1985), en cambio, las transformaciones mineralógicas corresponden a una alteración hidrotermal "parecida a la de algunos campos geotermales modernos", debida a fluidos que circularon por los sistemas de fallas Chacabuco y Baños El Corazón.

#### **CONSIDERACIONES ESTRUCTURALES: RELACIONES CON EL DESARROLLO DE LA DEPRESION CENTRAL**

Cuerpos filonianos, en especial andesíticos a dioríticos, han sido considerados alimentadores de secuencias volcánicas mesozoicas en la Cordillera de la Costa (Levi, 1973) y cenozoicas en los Andes Centrales (Thiele, 1975; Charrier, 1981). Si bien el último autor los observa ligados con frecuencia a intrusivos mayores, en el área de este estudio el único cuerpo con carácter de apófisis corresponde a la diorita del C<sup>o</sup> Condorito, la cual corta a tobas de la base de la formación Lo Valle. El resto de los cuerpos intruye como diques subverticales, filones mantos o lopolitos con diaclasamiento cónico (C<sup>o</sup> Huechún). Especial mención merecen las andesitas ceolitizadas que en Rinconada Tabón intruyen a lo largo de fallas normales de rumbo E-W y los pórfidos de anfíbola que, según Padilla (1981), en el sector Baños El Corazón se emplazan cortando estructuras NNE-SSW de la zona de falla Pocuro. Si bien ninguno de estos cuerpos ha sido datado, intrusivos semejantes en C<sup>o</sup> Pocuro (Vergara y López, 1980) y Portezuelo Montenegro (Padilla y Vergara, 1985) tienen edades K-Ar de 19,5 y 20,3 Ma respectivamente. Por lo tanto, tal como han hecho ver Padilla (1981) y Godoy (1981, 1982), el fallamiento que controla el borde oriental y septentrional de la depresión central tiene un desarrollo que comienza, al menos, a principios del Mioceno.

Si consideramos que las montañas al este de las zonas de falla Chacabuco y Pocuro, compuestas en alta proporción por rocas de las formaciones Abanico y Farellones junto a abundantes filones mantos, alcanzaron gran

parte de su actual relieve como cadenas constructivas (cordilleras de apilamiento volcánico de Davidson y Godoy, 1976), los saltos de dichas estructuras no representan necesariamente desplazamientos notables.

## CONCLUSIONES

Los pórfidos miocenos de Cuesta Chacabuco pertenecen a un evento intrusivo de gran extensión E-W dentro del cual en las rocas más orientales predominan los tipos dacíticos. Constituyen un conjunto de basaltos, andesitas, dacitas y riolitas porfídicas que conforman una serie de diferenciación calcoalcalina, dentro de la cual los pórfidos de anfíbola muestran la mayor variabilidad (basalto o riolitas). Stocks gábricos y un aislado filón manto basáltico rico en hierro representan, en cambio, miembros de una serie de diferenciación toleítica que probablemente por fraccionamiento de hornblenda originó las rocas de la serie calcoalcalina.

Los intrusivos hipabisales de esta zona resultarían de inyección tanto en cámaras magmáticas superficiales (C<sup>o</sup> Huechún y C<sup>o</sup> Tres Orejas) como en fracturas conectadas con niveles más profundos. Es posible que las rocas máficas toleíticas aquí reconocidas representan el segundo caso. Nuevos datos geocronológicos y geobarométricos son necesarios para entender mejor las primeras etapas de formación del extremo norte de la depresión central. Los antecedentes actuales permiten acotar su comienzo a principios del Mioceno.

## Agradecimientos

El presente trabajo, una contribución al proyecto IGCP 249, forma parte del proyecto E-702 de la Dirección de Investigación y Bibliotecas de la Universidad de Chile. Se agradece la colaboración de L. Olcay y N. Chiang (División El Salvador, CODELCO) y de S. Kay, U. de Cornell, por los análisis de elementos trazas y tierras raras, respectivamente. H. Padilla y R. Charrier contribuyeron con comentarios, mientras M. Vergara, H. Moreno, R. Thiele y en especial L. López, leyeron críticamente el texto.

## REFERENCIAS

- Aguirre, L. (1960). Geología de los Andes de Chile Central, Prov. de Aconcagua. IIG, Bol. 9:70, Santiago
- Carter, W.D. y Aliste, N. (1962). Cuadrángulo Ñilhue, Provincia de Aconcagua. IIG. Informe Inédito. Santiago.
- Charrier, R. (1981). Geologie der chilenischen Hauptkordillere zwischen 34° und 34°30'

- südlicher Breite und ihre tektonische, magmatische und paläogeographische Entwicklung. Berl. Geowiss. Abh. Reihe A/Band 36. Verlag. D. Reimer, Berlin.
- Corvalán, J. y Vergara, M. (1980). Presencia de fósiles marinos en las calizas de Polpaico, implicaciones paleoecológicas y paleogeográficas. *Rev. Geol. de Chile*, 10:75-83.
- Davidson, J. y Godoy, E. (1976) Observaciones sobre un perfil geológico de los Andes chilenos en la latitud 25°45' S. *Actas VI Cong. Geol. Arg. Bahía Blanca*, I, 69-89
- Delucchi, H. (1972). Geología y Geotecnia del Túnel de Chacabuco. Memoria de título. Departamento de Geología, Universidad de Chile, Santiago.
- Drake, R.E., Curtiss, G. and Vergara, M. (1976). Potassium-Argon dating of igneous activity in the central Chilean Andes-Lat. 33° S. *Jour. Volc. and Geoth. Res.*:1, 285-295.
- Frey, F., Haskin, M., Poetz, S. and Haskin, L. (1968). Rare-earth abundances in some basic rocks. *J. Geophys. Res.*, 73:6085-6097.
- García, M. and Jacobson, S. (1979) Crystal clots, amphibole fractionation and the evolution of calc-alkaline magmas. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 69:319-327.
- Godoy, E. (1981). Sobre la discordancia intrasenoniana y el origen de los depósitos de caolín de Montenegro, Región Metropolitana, Chile. *Actas VIII Cong. Geol. Arg., San Luis*, III: 733-741, Buenos Aires.
- Godoy, E. (1982). Geología del área de Montenegro-Cuesta de Chacabuco. Región Metropolitana: el "problema" de la formación Lo Valle. *Actas III Cong. Geol. Chile*, I(A):124-145. Concepción.
- Jensen, L.S. (1976). A new cation plot for classifying subalkalic volcanic rocks. *Ontario Div. of Mines. Miscellaneous Paper*, 66: 1-22.
- Levi, B. (1973). Eastward shift of Mesozoic and early Tertiary volcanic centers in the Coast Range of Central Chile. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 84: 3901-3910.
- López, L. (1984). Petrology and chemistry of volcanic rocks of the southern Andes: in *Andean Magmatism, chemical and isotopic constraints*. Harmon and Barreiro (Ed), *Shiva Geol. Series*, 47-71.
- Mason, B. (1962). *Meteorites*. J. Wiley and Sons. N. York.
- Moscoso, R.; Padilla, H. y Rivano, S. (1982). S.N.G.M. Carta Geol. de Chile, Escala 1:250.000, Hoja Los Andes, N° 52.
- Munizaga, F. y Vicente, J.C. (1982). Acerca de la zonación plutónica y del volcanismo miocénico en los Andes de Aconcagua (Lat. 32° - 35°): Datos Radiométricos K-Ar. *Rev. Geol. de Chile*, 16:3-21.
- Nasi, C. (1981). Estratigrafía del Jurásico y Cretácico de la Cordillera de la Costa al sureste de Melipilla (Chile Central). Santiago. Departamento de Geol., Universidad de Chile, Memoria de Título, Santiago.
- Nasi, C. y Thiele, R. (1982). Estratigrafía del Jurásico y Cretácico de la Cordillera de la costa al sur del río Maipo, entre Melipilla y Laguna de Aculeo (Chile central). *Rev. Geol. de Chile*, 16:81-99.
- Padilla, H. (1981). Contribución a la geología y petrología de las rocas volcánicas e intrusivas de los Andes Chilenos entre las latitudes 32°45' y 33°00' Sur. Depto. de Geol., Univ. de Chile, Memoria de Título, Santiago
- Padilla, H. y Vergara, M. (1985). Control estructural y alteración tipo campo geotérmico en los intrusivos subvolcánicos miocénicos del área Cuesta Chacabuco-Baños El Corazón, Chile. *Rev. Geol. de Chile*, 24:3-17.
- SNGM-JICA (1982). Informe sobre reconocimiento geológico y exploración geoquímica del área andina entre los 34° y 35° Lat. S. Primera Fase. Inédito, SNGM.

