

ESTUDIO GEOLOGICO DE LA FALLA LIQUIÑE – RELONCAVI EN EL AREA DE LIQUIÑE; ANTECEDENTES DE UN MOVIMIENTO TRANSCURRENTE (PROVINCIA DE VALDIVIA)

Miguel Hervé A. *

RESUMEN

Como resultado del levantamiento geológico efectuado en el área al este de Liquiñe, sector nororiental de la provincia de Valdivia, se confirmó la existencia de la traza de una falla de carácter regional con un rumbo aproximado N10E. Esta estructura se ha reconocido con una extensión de unos 300 km. En la región estudiada esta falla pone en contacto rocas pre-Carboníferas (Complejo Igneometamórfico) por el este, con rocas Permotriásicas (Batolito Panguipulli) por el oeste.

El análisis estructural de los elementos planares de esta estructura en el área de Liquiñe, indica que se trata de una falla transcurrente dextral, actualmente inactiva, que ha desarrollado una franja de rocas cataclásticas y miloníticas de unos 3 km de ancho. Es probable que esta falla se haya reactivado, con un carácter normal, en períodos de distensión que han originado el relieve actual de la Cordillera de los Andes.

Antecedentes de terreno sugieren que el período activo del movimiento transcurrente de la falla se ubica en algún lapso comprendido entre el Cretácico Superior y el Terciario Inferior. La magnitud del movimiento relativo no es conocida, pero puede suponerse importante debido a la intensa deformación que la falla produce en las rocas adyacentes.

La zona Sur de Chile a esta latitud (38-42 Lat. Sur) presenta todos los rasgos generales de un sistema de arco volcánico de borde continental: una fosa oceánica, un arco externo no-volcánico (Cordillera de la Costa), una depresión central y un arco interno volcánico (Cordillera de Los Andes). La falla Liquiñe-Reloncaví puede considerarse como una falla de arco volcánico ya que posee la misma dirección que la elongación del sistema arco-fosa y se ubica en el borde occidental del arco volcánico, características comunes con las fallas de arco volcánico modernas. El movimiento dextral fue causado por una compresión de dirección NE-SW. Esta compresión se originó probablemente por la colisión de dos placas en forma oblicua con respecto al borde continental. Para explicar la inactividad de la falla a partir del Terciario Inferior (?) se propone un mecanismo de rotación de la dirección de compresión y por consiguiente una variación en el ángulo de la colisión de las placas respecto al borde continental. Actualmente ésta sería casi normal al sistema arco-fosa.

Se intenta ubicar la falla Liquiñe-Reloncaví en un esquema general de evolución del borde sur occidental del continente sudamericano.

ABSTRACT

Geological studies east of Liquiñe, northeastern part of the Valdivia province (Chile), have confirmed the existence of a N10E regional fault of 300 km long: the Liquiñe-Reloncaví fault. This

* Instituto de Investigaciones Geológicas, Casilla 10465. Santiago - CHILE

fault separates a pre-Carboniferous terrain on the east (Igneous-metamorphic Complex) from Permian-Triassic terrain on the west (Panguipulli Batholith) in this area.

Structural analysis in the Liquiñe area strongly suggests that this structure is a sealed dextral strike-slip fault with a 3 km wide cataclastic and mylonitic shear zone. The right-lateral offset is unknown. An important displacement must be considered due to the intensive deformation observed in the fault zone. Field considerations indicate transcurrent movement occurred sometime between Late Cretaceous and Early Tertiary. This fault was probably reactivated as a gravitational fault in the distentional periods that conformed the present feature of the Andean Ranges.

Southern Chile at this latitude (38° to 42°) presents typical arc-trench system features: a trench, an external non-volcanic arc (Cordillera de la Costa), a central valley and an internal volcanic arc (Cordillera de Los Andes). The Liquiñe-Reloncaví fault can be considered as a mid-arc fault; it has the same direction of the arc-trench system and it is located in the westernmost part of the internal arc, with a great similarity to modern mid-arc faults. Dextral movement was caused by a NE-SW compression direction. This compression was probably due to the collision of two plates oblique to the continental margin. A clockwise rotation of these compressive directions is proposed to explain the inactivity of this fault since Early Tertiary. This rotation is caused by a change of the angle between the plate movement directions and the continental border. At present time this compression would be nearly normal to the arc-trench system.

An attempt to locate the Liquiñe-Reloncaví fault in a general evolution model of the southwestern part of South America is attempted.

INTRODUCCION

El área estudiada se ubica al este de la localidad de Liquiñe, en el sector nor-oriental de la provincia de Valdivia, X Región. (fig. 1).

En este trabajo se pretende definir las características de la falla Liquiñe-Reloncaví (Moreno, H., Parada, M.A., 1974), en base a evidencias de terreno y al análisis estructural de elementos planares relacionados con la falla y/o generados por ésta.

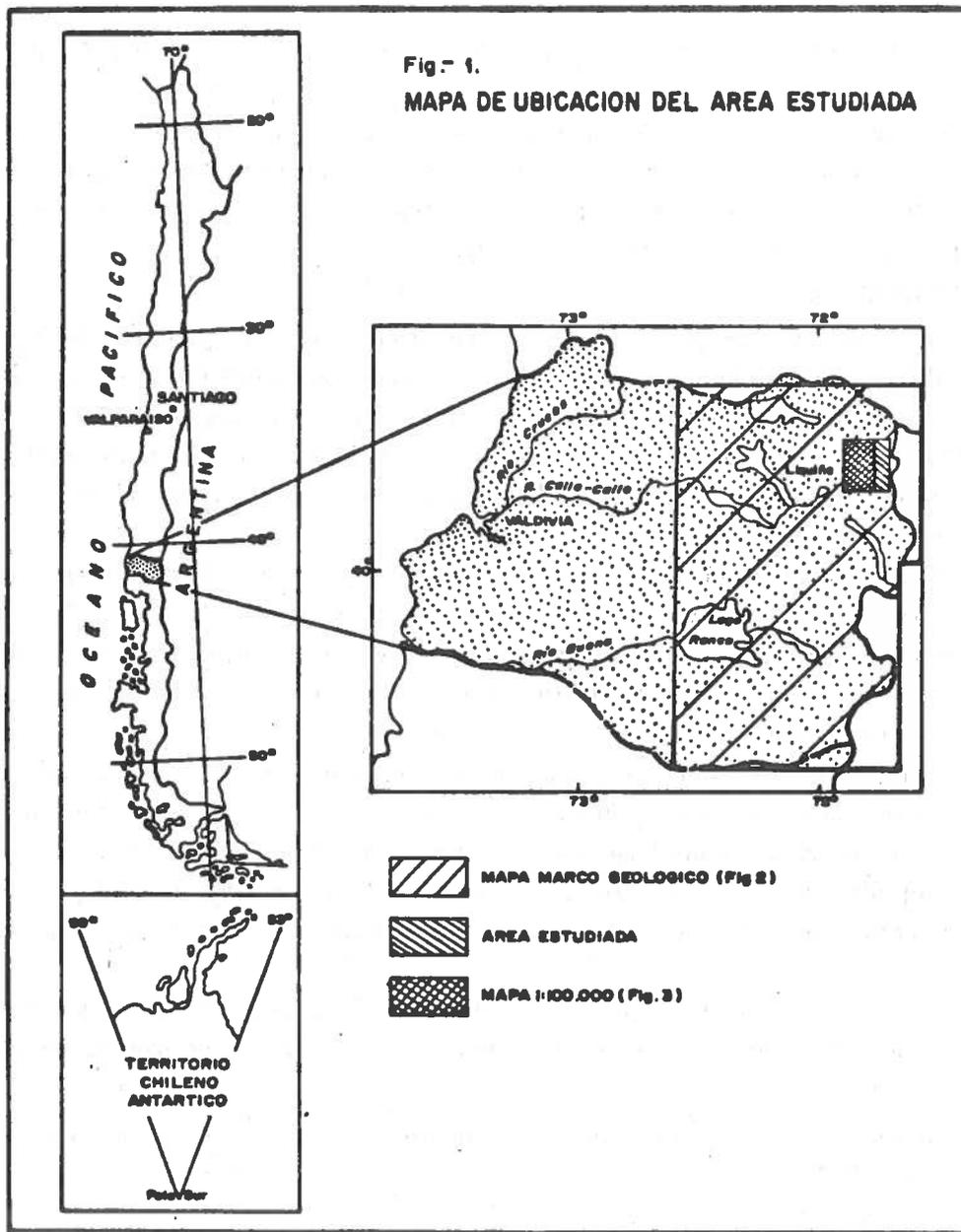
Los antecedentes utilizados en este trabajo se obtuvieron durante el levantamiento geológico de la hoya hidrográfica del Río Liquiñe, como parte del estudio del Complejo Igneo-metamórfico de la Cordillera de Los Andes allí presente.

Se estudió en detalle un perfil E-W, perpendicular a la traza de la falla a objeto de establecer los efectos de ésta en la estructura, textura y constitución mineralógica original de las rocas adyacentes. Este análisis se hizo en base al estudio de cortes transparentes de rocas del perfil y al análisis estructural de los elementos planares relacionados con la falla. Este análisis estructural se efectuó usando la red equiareal de Schmidt proyectando en el hemisferio inferior.

Los elementos planares considerados en este estudio son planos de falla, planos de esquistosidad y filones.

Se agradece al Instituto de Investigaciones Geológicas por permitir la presente publicación y al Dr. F. Hervé del Depto. de Geología, U. de Chile, quien guió este estudio.

Fig. 1.
 MAPA DE UBICACION DEL AREA ESTUDIADA



MARCO GEOLOGICO GENERAL DE LA CORDILLERA DE LOS ANDES DE LA PROVINCIA DE VALDIVIA

En la Cordillera de Los Andes de la Provincia de Valdivia afloran rocas estratificadas, intrusivas y metamórficas que comprenden edades desde el pre-Paleozoico Superior (?) hasta el reciente (Hervé, F., *et al.*, 1974). A continuación se entrega una breve descripción de las unidades litológicas mencionadas por estos autores (fig. 2).

ROCAS ESTRATIFICADAS

La unidad estratificada más antigua presente en el área es la Formación Panguipulli (Aguirre, L., Levi, B., 1964), constituida por pizarras y metaareniscas con niveles de conglomerados, arcosas y algunos lentes calcáreos, que ha sido asignada al Paleozoico Superior (Parada, M. A., 1975). Debido al intenso plegamiento que presenta esta formación en algunos sectores no se ha definido techo, base ni espesor de ella. Su distribución areal alcanza desde el Lago Calafquén por el norte hasta el Lago Ranco por el Sur.

Sobre la Formación Panguipulli, con discordancia angular y de erosión, se dispone la Formación Tralcán, (Davis, S., Karzulovic, J., 1961; Aguirre, L., Levi, B., 1964; Parada, M.A., 1975), constituida principalmente por conglomerados, areniscas y lutitas continentales de edad Triásica Superior. Esta formación aflora exclusivamente en el Cerro Tralcán, ubicado en el extremo occidental del Lago Riñihue.

La unidad estratigráfica más joven, designada Formación Curarrehue (Aguirre, L., Levi, B., 1964), está compuesta por andesitas y brechas andesíticas con intercalaciones de niveles sedimentarios continentales. Al sur del Lago Ranco, la Formación Curarrehue se dispone sobre el Batolito Panguipulli, que intruye a la formación del mismo nombre (Parada, M.A., 1975). La relación estratigráfica de la Formación Curarrehue con la Formación Tralcán no ha sido observada.

Todas las unidades descritas de la parte oriental de la Cordillera Andina están cubiertas parcialmente por rocas volcánicas y piroclásticas asignadas al Terciario Superior-Reciente (fig. 3).

ROCAS INTRUSIVAS

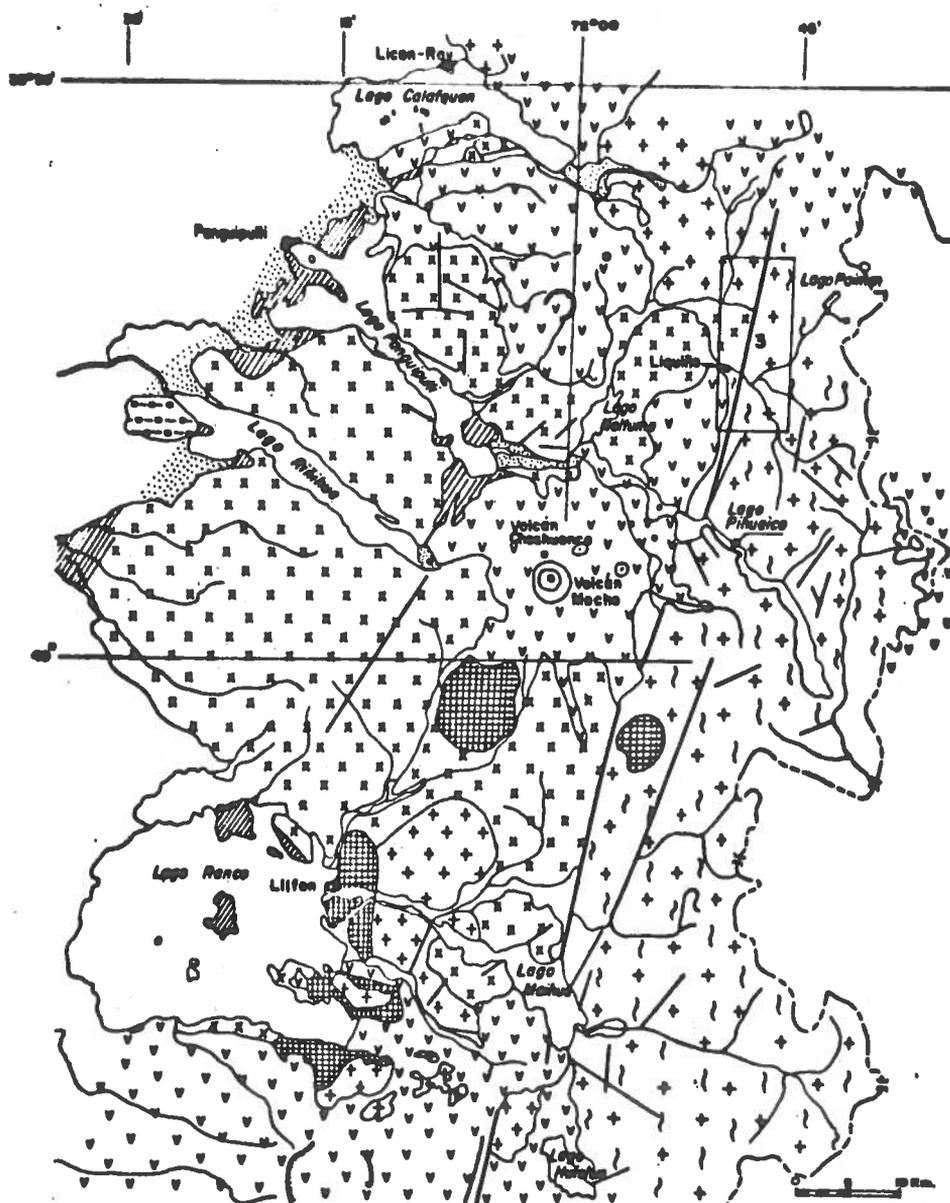
Las rocas intrusivas presentes en el área se han agrupado en 3 ciclos magmáticos intrusivos (Hervé, F., *et al.*, 1974).

El ciclo más antiguo está representado por granitos, granitos gnéissicos y migmatitas, asociados con gneisses y esquistos. A este grupo litológico se le denominó Complejo Igneo metamórfico de la Cordillera de Los Andes, más antiguo que la Formación Panguipulli, considerando las relaciones estratigráficas y estructurales con esta formación. Este complejo se ha reconocido desde el área del Lago Paimún por el norte hasta el sector del Volcán Puyehue por el sur (Moreno, H., *en prep.*).

El segundo episodio intrusivo se manifiesta con el emplazamiento del Batolito Panguipulli formado por tonalitas y granodioritas de anfíbola y biotita, que intruye a la Formación Panguipulli. La edad de este Batolito alcanza a 225 ± 15 m.a., edad determinada por una isócrona Rb/Sr en roca total (Parada M.A., *et al.*, *en prep.*). Este Batolito se extiende desde el Lago Calafquén hasta el Lago Ranco.

El tercer ciclo intrusivo está representado por dioritas y filones andesíticos que intruyen a

FIG. 2 MAPA GEOLOGICO DEL AREA DE LA CORDILLERA DE LOS ANDES EN LA PROVINCIA DE VALDIVIA



F. HERVE et al 1974, Modificado.

LEYENDA

-  Sedimentos Cuaternarios
-  Rocas volcánicas Terciaria Cuaternaria
-  Formación Currahué Cret. Sup. - Terc. Inf.
-  Formación Traicén Terciario Sup.
-  Formación Panguipulli Paleozoico. Sup.

-  Diorita de piraxeno, post. Currahué.
-  Tonalita de Hornblenda y biotita. Post. Panguipulli
-  Complejo Igneometaórfico Pre-Panguipulli

Simbología

-  Fracturas y Fallas
-  Cráteres y Volcánes
-  Cráteres espejados

Fig. 3

la Formación Curarrehue, con una edad estimada Cretácico Superior - Terciario. Los cuerpos dioríticos se ubican principalmente al oriente del Lago Calafquén mientras que los filones andesíticos se distribuyen regularmente en toda el área. En el sector de Neltume, afloran pequeños intrusivos microgranodioríticos, pórfido andesíticos y dacíticos que pueden asignarse a este ciclo (Moreno, H., y Parada, M.A., 1974).

ESTRUCTURA REGIONAL

La estructura dominante del sector cordillerano es la falla Liquiñe-Reloncaví que aparece bien expuesta en esta área (Moreno, H. y Parada, M.A., 1974). Fue denominada así por estos autores debido a que reconocieron su extensión desde el sector de Liquiñe por el norte hasta el Estuario de Reloncaví por el sur, es decir unos 300 km de largo.

Esta estructura regional, de rumbo general variable entre N-S y N20°E, afecta claramente a las unidades litológicas pre-Triásico Superior.

La Formación y el Batolito Panguipulli afloran exclusivamente al oeste de la falla mientras que el Complejo Igneo-metamórfico de la Cordillera de Los Andes lo hace exclusivamente al este de ella.

GEOLOGIA DEL AREA AL ESTE DE LIQUIÑE

La traza de la falla Liquiñe-Reloncaví se ubica a unos 2 km al este de la localidad de Liquiñe, en donde posee una marcada expresión morfológica y estructural (fig. 3).

Al oeste de la falla aflora el Batolito Panguipulli (Moreno, H., Parada, M.A., 1974) formado por tonalitas y granodioritas de anfíbola y biotita de grano medio a grueso, en parte gnéissicas. Al este de la falla aflora el Complejo Igneometamórfico de la Cordillera de Los Andes.

La secuencia metamórfica de este Complejo, compuesta principalmente por gneisses con algunos niveles esquistosos, que incluyen alternancias de bandas cuarzofeldespáticas leptíticas, niveles anfibólicos y micáceos plegados isoclinalmente, aflora hasta 8 o 9 km al este de la falla. Al oriente de esta secuencia metamórfica aflora el complejo Igneo, formado por granodioritas y dioritas de anfíbola y magmatitas, que en esta latitud (39°47'S) alcanza por lo menos hasta la frontera con la República Argentina. El contacto entre estas dos unidades no ha sido observado y se desconoce su naturaleza.

La secuencia metamórfica está intruida por cuerpos ígneos de variada litología; hacia el norte se observa afectada por una granodiorita de grano medio; en el curso inferior del Río Carranco y curso medio del Río Llizán lo está por una diorita y/o gabro de anfíbola; mientras que en el curso inferior de los Ríos Rañintulelfu y Paimún aflora un granito de biotita y anfíbola.

Todas estas unidades están atravesadas por filones andesíticos de hasta 50 cm de ancho.

En el curso superior del Río Llizán el valle está relleno con lavas modernas que no han sufrido la acción erosiva de los glaciares Cuaternarios.

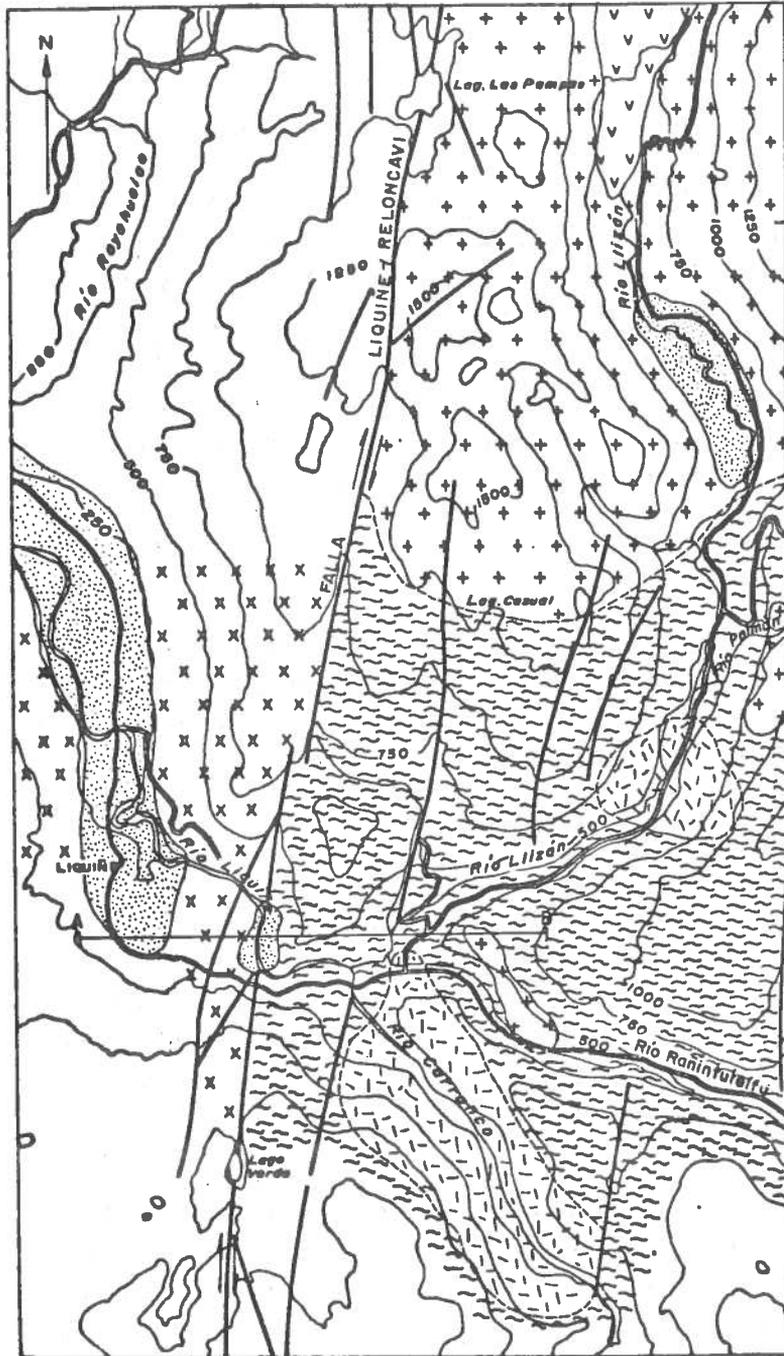
La mayor estructura del área es una zona de falla que tiene su mayor expresión en la falla Liquiñe-Reloncaví con un rumbo general N10°E.

Existen numerosas fallas de menor importancia en todas las unidades litológicas descritas,

Fig-3 MAPA GEOLOGICO SECTOR AL ESTE DE LIQUINE

71°52'

71°45'



LEYENDA

-  Sedimentos Cuaternarios
-  Rocas volcánicas no Glaciadas
-  Granodioritas
-  Dioritas de enfriado.
-  Batolito Panguipulli
-  Gneises del complejo metamórfico

SIMBOLOGIA

-  Fallas
-  Fallas con sentido del movimiento relativo
-  Contacto
-  Contacto inferido
-  A-B Perfil detallado

Escala 1:100.000

Base topográfica I.G.M., proyección 1:50.000 reduc. a 1:100.000
Geología M. HERVE, 1975

que fueron las utilizadas en el estudio estructural de la falla Liquiñe-Reloncaví en este sector. En algunas de ellas se pudo observar incluso el sentido del desplazamiento horizontal relativo.

CARACTERISTICAS DE LA ZONA DE LA FALLA LIQUIÑE-RELONCAVI EN EL SECTOR AL ESTE DE LIQUIÑE

En el área estudiada la falla Liquiñe-Reloncaví mantiene un rumbo regional N10°E. Las rocas adyacentes a la falla, el Batolito Panguipulli por el oeste y el Complejo Igneo metamórfico por el este, presentan una intensa deformación y características estructurales y mineralógicas especiales. En base a estas características se han definido dos series de rocas. Al este de la falla aflora una serie milonítica, definida así en base a la presencia de estructuras de flujo bien desarrolladas; en cambio, al oeste de la falla se define una serie cataclástica que no presenta desarrollo de estructuras de flujo. Según la intensidad de la deformación relacionada con esta falla es posible distinguir diferentes zonas en cada serie (fig. 4).

CARACTERISTICAS DE LAS ROCAS ADYACENTES A LA FALLA

SERIE MILONITICA

ZONA DE DEFORMACION PENETRATIVA ().* Esta zona se extiende desde la traza de la falla hasta unos 1.000 m al este de ella y se caracteriza por la presencia de gneisses y esquistos miloníticos con estructura fluidal. La alternancia de niveles micáceos con bandas ricas en anfíbola y niveles cuarzofeldespáticos, define una foliación marcada y uniforme. El estudio de cortes transparentes permitió comprobar la existencia de texturas miloníticas muy desarrolladas, con cristales de plagioclasa redondeados por rotación, cuarzo con extinción muy ondulosa y con textura de mortero. Estos porfiroclastos están rodeados por una masa fluidal compuesta por biotita, muscovita y cuarzo. La estructura metamórfica primitiva está totalmente obliterada y los porfiroclastos son los únicos remanentes de la roca original.

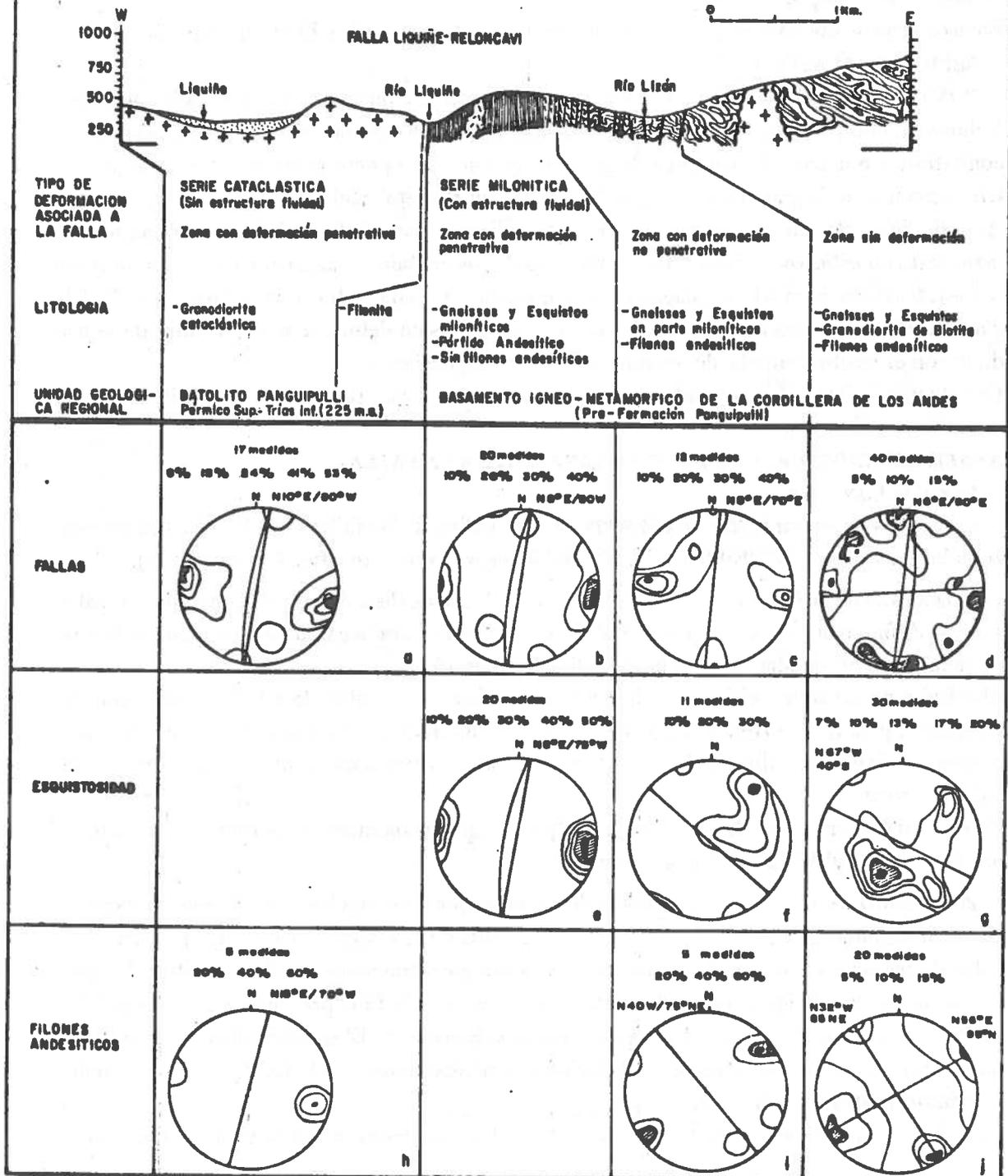
En esta zona no se observaron filones andesíticos pero se constató la existencia de un intrusivo pórfidoandesítico de 15 m de ancho en el perfil, que no presenta deformación de ningún tipo. Este cuerpo se ubica a unos 600 m de la traza de la falla.

ZONA CON DEFORMACION NO PENETRATIVA. Esta zona se ubica inmediatamente al este de la zona con deformación penetrativa y tiene unos 1.000 m de ancho.

Los efectos dinámicos se manifiestan en esta zona como fallas espaciadas irregularmente, con movimientos relativos de unos pocos cm. Estas fallas deforman la estructura metamórfica, replegándola y produciendo variaciones texturales y mineralógicas muy locales en las zonas de mayor fallamiento. Por esta razón afloran principalmente gneisses sin deformación dinámica, que conservan la litología primitiva y algunos gneisses miloníticos con porfiroclastos constituidos por fragmentos de gneisses de contornos muy redondeados. El tamaño de estos porfiroclastos puede alcanzar a algunos cm. Al igual que en la zona con deformación penetrativa éstos están rodeados por una masa fluidal compuesta principalmente por biotita y

* Esta deformación se refiere exclusivamente a la relacionada con la falla Liquiñe-Reloncaví.

FIG. 4.- PERFIL ESQUEMATICO A-A', PERPENDICULAR A LA F.L.R. Y CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES Y LITOLOGICAS DE LAS DISTINTAS ZONAS DE DEFORMACION



muscovita fina bien orientada. Debido a la irregularidad del fallamiento ya mencionado, las bandas fluidales no definen una foliación rectilínea ni uniforme.

En esta zona se encontraron filones andesíticos de 10 a 30 cm de ancho.

ZONA SIN DEFORMACION. Esta zona se extiende al este de la zona con deformación no penetrativa, es decir, desde unos 2.000 m de la falla hacia el este. En esta zona aflora la secuencia metamórfica compuesta por rocas cuya textura no muestra una influencia significativa de la falla Liquiñe-Reloncaví.

En esta zona se observaron numerosos filones andesíticos de 10 a 40 cm de espesor.

SERIE CATACLASTICA

ZONA CON DEFORMACION PENETRATIVA. Esta zona se ubica al oeste de la falla Liquiñe-Reloncaví, comprendiendo unos 1000 m de ancho. Los 20 m más cercanos a la falla están constituidos por una filonita, roca de grano muy fino, de aspecto pizarroso, formada por trituramiento de la granodiorita y prácticamente sin recristalización.

Al oeste del sector filonítico se extienden granodioritas cataclásticas. El efecto dinámico se manifiesta en estas rocas como fracturamiento de los cristales, cuarzo con extinción muy ondulosa, texturas de mortero, plagioclasas con maclas curvadas y biotitas deformadas. En algunos sectores, la roca adquiere un ligero aspecto gnéissico debido a la alineación que se produce con el fracturamiento de los minerales ferromagnesianos.

En esta zona afloran filones andesíticos, algunos de los cuales presentan sus bordes foliados.

ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA ZONA ADYACENTE A LA FALLA

SERIE MILONITICA

ZONA CON DEFORMACION PENETRATIVA. El análisis de las fallas y de la foliación en esta zona indican planos $N5^{\circ}E/80W$ y $N10^{\circ}E/80W$ respectivamente (fig. 4, diagr. b y e).

ZONA CON DEFORMACION NO PENETRATIVA. En el análisis de las fallas medidas en esta zona se define claramente un plano $N5^{\circ}E/70E$. Se vislumbra la existencia de otros sistemas de fallas pero no quedan bien definidos (fig. 4, diagr. c).

El estudio de la esquistosidad presente revela una disposición distinta a la de la zona con deformación penetrativa (fig. 4, diagr. f). Se observa una mayor dispersión de las medidas, seguramente debido al fallamiento irregular que ha afectado a la estructura metamórfica original de la zona.

En el análisis estructural de los filones, aunque hay pocas medidas, se define una dirección preferencial $N40^{\circ}W/75NE$ (fig. 4, diagr. i).

ZONA SIN DEFORMACION. El análisis de las fallas presentes en esta zona indica la existencia de 2 sistemas principales: un sistema $N5^{\circ}E/80E$ y otro $N85^{\circ}E/Vert.$ (fig. 4, diagr. d). Estas direcciones corresponden a las dos mayores concentraciones, existiendo otras de menor importancia. Al igual que en las zonas más cercanas a la falla predomina el sistema $N5-10^{\circ}E$, que es el rumbo regional de la falla Liquiñe-Reloncaví. El segundo sistema sólo se observa aquí ya que los fenómenos de deformación relacionados con la falla principal no han sido importantes en esta zona.

La foliación, que en este caso corresponde a la foliación metamórfica original, se concentra

en un plano $N65^{\circ}W/40NE$, que es totalmente diferente con la obtenida en las zonas estudiadas anteriormente (fig. 4, diagr. g).

Los filones encontrados en esta zona se disponen en dos direcciones preferenciales: $N30^{\circ}W/85NE$ y $N60^{\circ}W/85NW$ (fig. 4, diagr. j). La primera coincide aproximadamente con la obtenida en la zona con deformación no penetrativa, pero la segunda es exclusiva de esta área sin deformación dinámica.

SERIE CATACLASTICA

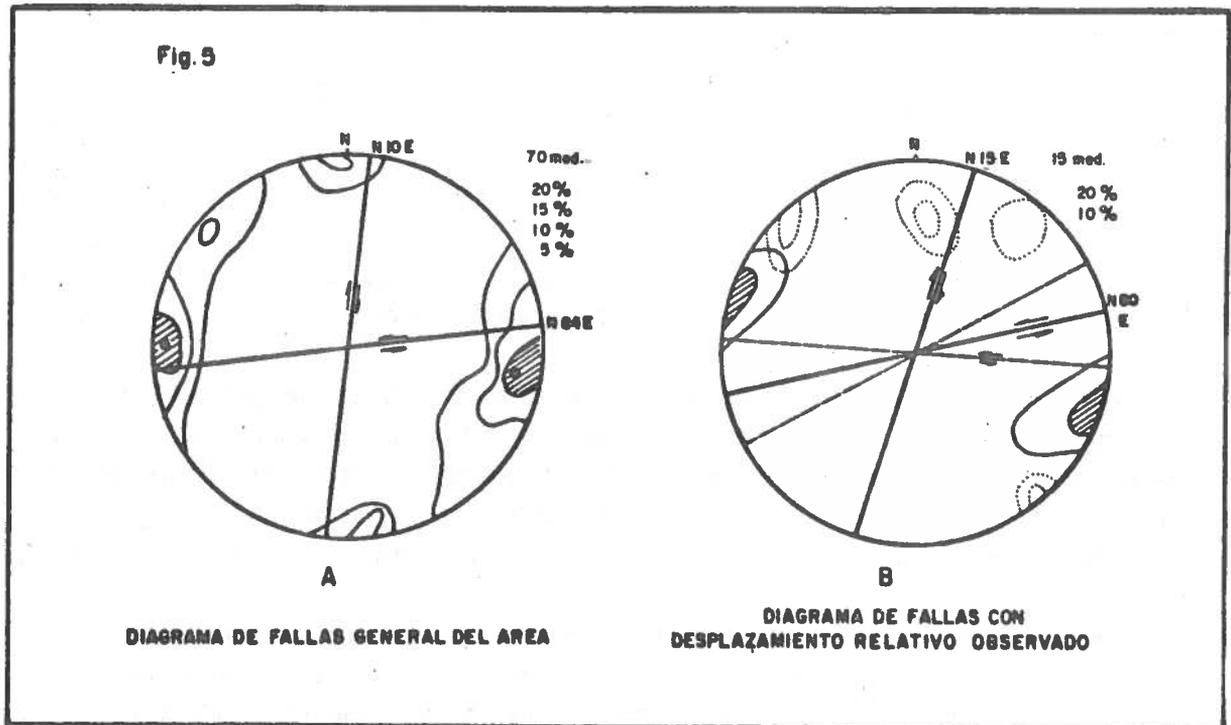
ZONA CON DEFORMACION PENETRATIVA. El análisis de las fallas de esta zona define claramente un plano $N10^{\circ}E/80W$, prácticamente igual al definido en la zona con deformación penetrativa al este de la falla (fig. 4, diagr. a).

Los filones se concentran en una dirección preferencial $N15^{\circ}E/70W$ (fig. 4, diagr. h).

ANALISIS GENERAL DE LAS FALLAS DEL AREA

El análisis estructural de todas las fallas medidas en el área al este de Liquiñe indica que éstas se disponen en dos sistemas preferenciales: $N10^{\circ}E$ y $N85^{\circ}E$, ambos verticales (fig. 5, diagr. a). El ángulo entre estos dos sistemas es de 75° .

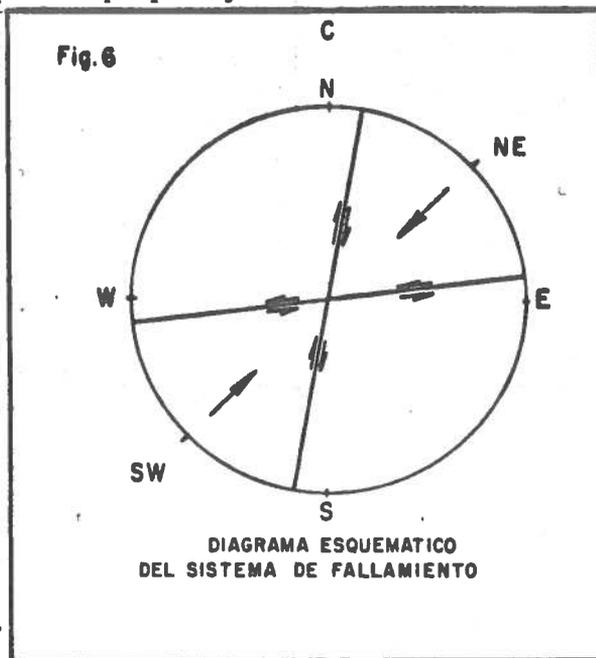
Analizando todas las fallas en las cuales se pudo observar el movimiento relativo, se pudo definir claramente una dirección preferencial $N10^{\circ} - 15E$ para las fallas de tipo dextral y con menor claridad un sistema variable entre $N60^{\circ}E$ y $N85^{\circ}W$ para las fallas sinestrales (fig. 5, diagr. b).



CONCLUSIONES

Es notable el paralelismo entre la falla Liquiñe-Reloncaví, las fallas de las zonas con deformación penetrativa y la foliación de la zona con deformación penetrativa de la serie milonítica. Todas las direcciones coinciden en un plano N5-10E/80W aproximadamente (fig. 4, diagr. a, b y e). Esta similitud sugiere una relación genética directa entre estas estructuras planares. El hecho que la falla tenga rumbo rectilíneo, manteo prácticamente vertical y que esté asociada a una extensa franja de rocas cataclásticas y miloníticas, permite suponer que se trata de una falla de tipo transcurrente.

Por la evidente analogía existente entre el diagrama de fallas en las cuales fue posible determinar el sentido de movimiento relativo y el diagrama general (fig. 5, diagr. B y A respect.) es posible visualizar la existencia de dos sistemas de fallamiento transcurrente: un sistema dextral de rumbo N10-15E, cuya máxima expresión sería la falla Liquiñe-Reloncaví, y un sistema sinistral secundario de rumbo N80-85E. Del análisis de este esquema de fallamiento se deduce que la compresión que produjo este sistema tuvo una dirección NE - SW (fig. 6).



Es difícil precisar la edad de la falla - edad del movimiento transcurrente - pero se pueden hacer algunas consideraciones al respecto:

- El intrusivo pórfido andesítico que corta a la serie milonítica en la zona con deformación penetrativa es sin duda posterior a la deformación ya que no presenta efectos de ella. Cuerpos semejantes a éste, encontrados en el área de Neltume unos 10 km al SW, han sido asignados al Cretácico Superior-Terciario Inferior (Moreno, H., Parada, M.A., 1974). La falla Liquiñe-Reloncaví es por lo tanto pre Cretácico Superior-Terciario Inferior, si esta correlación es válida.

- Los filones andesíticos existentes a ambos lados de la falla representarían la edad máxima de esta estructura. Evidencias de terreno permiten afirmar que existe por lo menos un ciclo filoniano anterior al fallamiento transcurrente ya que siempre se ve afectado por

las fallas menores. Existen también filones paralelos a la falla principal que presentan sus bordes foliados y que producen discontinuidad en la foliación de los gneisses a los cuales atraviesan. Estos filones podrían pertenecer a un ciclo contemporáneo con el fallamiento transcurrente.

Por otro lado, el hecho que no se encuentren filones en la zona con deformación penetrativa de la serie milonítica podría indicar que los que allí había emplazados han sido totalmente obliterados, al igual que la estructura metamórfica original de los gneisses. Estos filones han sido asignados, en el área de Neltume, al mismo ciclo intrusivo representado por los porfidos andesíticos, con una edad Cretácico Superior-Terciario Inferior (Moreno, H., Parada, M.A., 1974). La edad del movimiento transcurrente de la falla Liquiñe-Reloncaví estaría comprendida, por lo tanto, dentro del rango asignado a este ciclo intrusivo, es decir, entre el Cretácico Superior y el Terciario inferior.

La magnitud del desplazamiento horizontal no es conocida, ya que no se ha podido correlacionar unidades litológicas a ambos lados de la falla. Debido a la extensa zona con deformación asociada a la falla es posible suponer un movimiento horizontal de importancia regional.

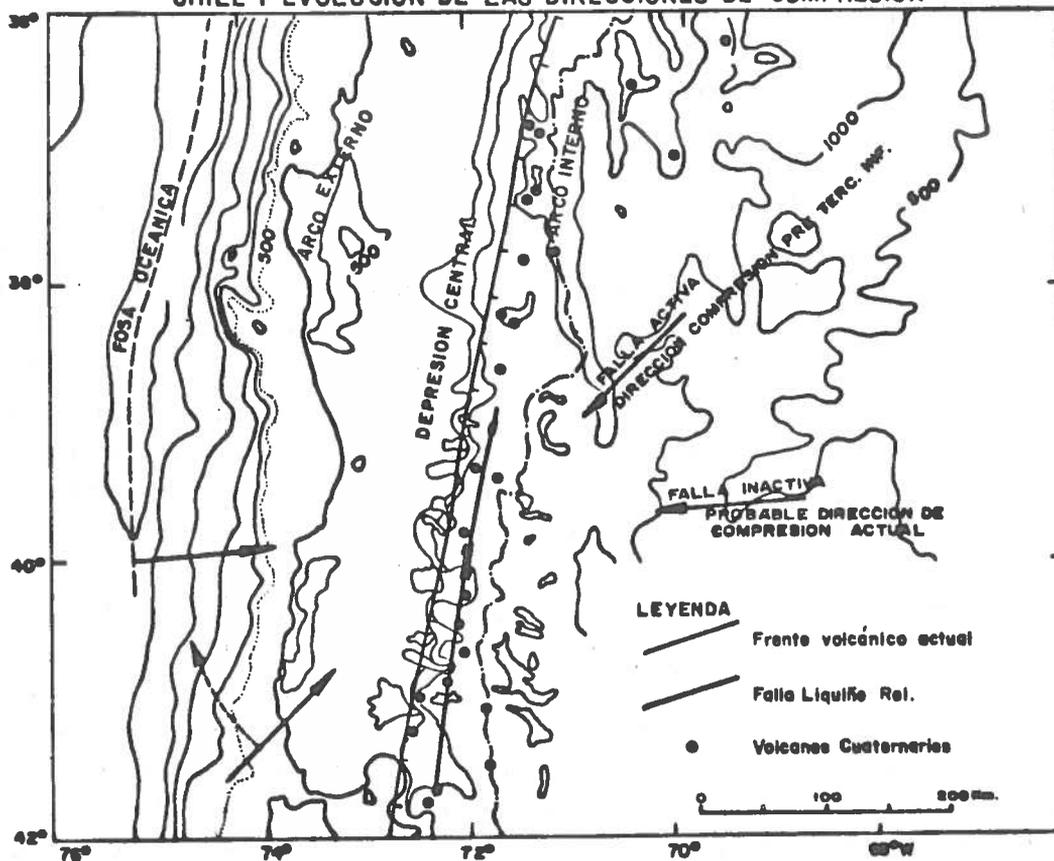
Del estudio de las características mineralógicas en la fracción recrystalizadas de las rocas miloníticas se deduce que este proceso se produjo en profundidad. Este hecho insinúa la posibilidad que la falla Liquiñe-Reloncaví se haya reactivado durante el período de distensión en el cual se originó la tectónica de bloques que formó el relieve actual de la Cordillera de Los Andes. Esta tectónica de bloques se habría manifestado en la falla Liquiñe-Reloncaví como una falla de carácter normal, con alzamiento del bloque oriental. Se desconoce la posible componente vertical del movimiento transcurrente que puede haber contribuido a este alzamiento del bloque oriental de la falla.

RELACION DE LA FALLA LIQUIÑE-RELONCAVI CON EL BORDE CONTINENTAL DEL SUR DE CHILE

Numerosos autores consideran el sur de Chile como un sistema de arco volcánico de borde continental (Dickinson, W.R., 1973; Frutos y Tobar, 1975, Kaizuka, 1975). Los rasgos fisiográficos de la zona confirman esta idea, ya que de oeste a este se observa: una fosa oceánica, un arco externo (la Cordillera de la Costa), una depresión central (Valle Central) y un arco interno volcánico (Cordillera de Los Andes), características que en general conforman un sistema de arco volcánico (fig. 7). Otras características, como por ejemplo, la existencia de rocas metamórficas de alta P/T en el arco externo y de baja P/T en el arco interno, la ubicación de focos sísmicos principalmente en el arco externo y la distribución de fuentes termales y del volcanismo en el arco interno son típicas de una estructura de esta naturaleza (Kaizuka, 1975).

Kaizuka (1975) define el "frente volcánico", que es el límite entre la depresión central y el arco interno volcánico. Este frente queda determinado por la máxima extensión de los centros volcánicos hacia la depresión central. La ubicación del "frente volcánico" en el sur de Chile se puede observar en la figura 7. En numerosos arcos volcánicos este autor ha consta-

Fig. 7: ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA DE ARCO VOLCANICO DEL SUR DE CHILE Y EVOLUCION DE LAS DIRECCIONES DE COMPRESION



tado la presencia de fallas transcurrentes en las inmediaciones de estos frentes y con una dirección paralela a ellos. Estas fallas transcurrentes de arco volcánico se originan por la colisión de dos placas en forma oblicua con respecto a la línea de costa. Esta compresión produce, además, una lineación en el volcanismo sincrónico que se dispone dextral o sinistralmente según sea el sistema transcurrente al cual está ligado.

Es notable la concordancia, en dirección y ubicación, entre la falla Liquiñe-Reloncaví, supuestamente inactiva por lo menos desde el Terciario Inferior (?) y el frente volcánico actual. Esta relación indicaría que las características generales del sistema fosa-arco volcánico se han mantenido sin grandes variaciones por lo menos desde la época en que la falla Liquiñe-Reloncaví estuvo activa. Es seguro que el frente volcánico estuvo ubicado en esa época más cerca del actual arco externo, pero conservando siempre la dirección actual por lo que la interrelación seguiría siendo válida.

Por estas razones y por el hecho que la falla Liquiñe-Reloncaví mantiene un paralelismo evidente con todas las estructuras y rasgos fisiográficos del sistema arco-fosa, se puede afirmar que esta falla se trata de una falla transcurrente de arco volcánico, con una edad pre-Terciario Inferior (?), generada de la misma forma ya descrita para las fallas transcurrentes de arcos volcánicos actuales.

El arco volcánico está activo en el presente mientras que la falla Liquiñe-Reloncaví, que fue parte activa del sistema, ya no lo está. Para explicar este fenómeno se propone un giro en la dirección de la compresión que dió origen a la falla, compresión que se ha ido haciendo cada vez más normal a la falla y al sistema en general (fig. 7). Esto implica, obviamente, una variación del ángulo de la colisión entre la placa oceánica y la continental con respecto al margen continental. De esta forma se puede decir que la componente paralela a la falla ha ido disminuyendo con el tiempo, probablemente en forma gradual. En alguna época pre-terciaria inferior esta componente de la fuerza de compresión ya no fue suficiente para activar la falla. Su energía se liberó probablemente mediante otros procesos, como por ejemplo mediante una componente horizontal importante en el mismo plano de subducción, proceso que podría verificarse hasta la época actual.

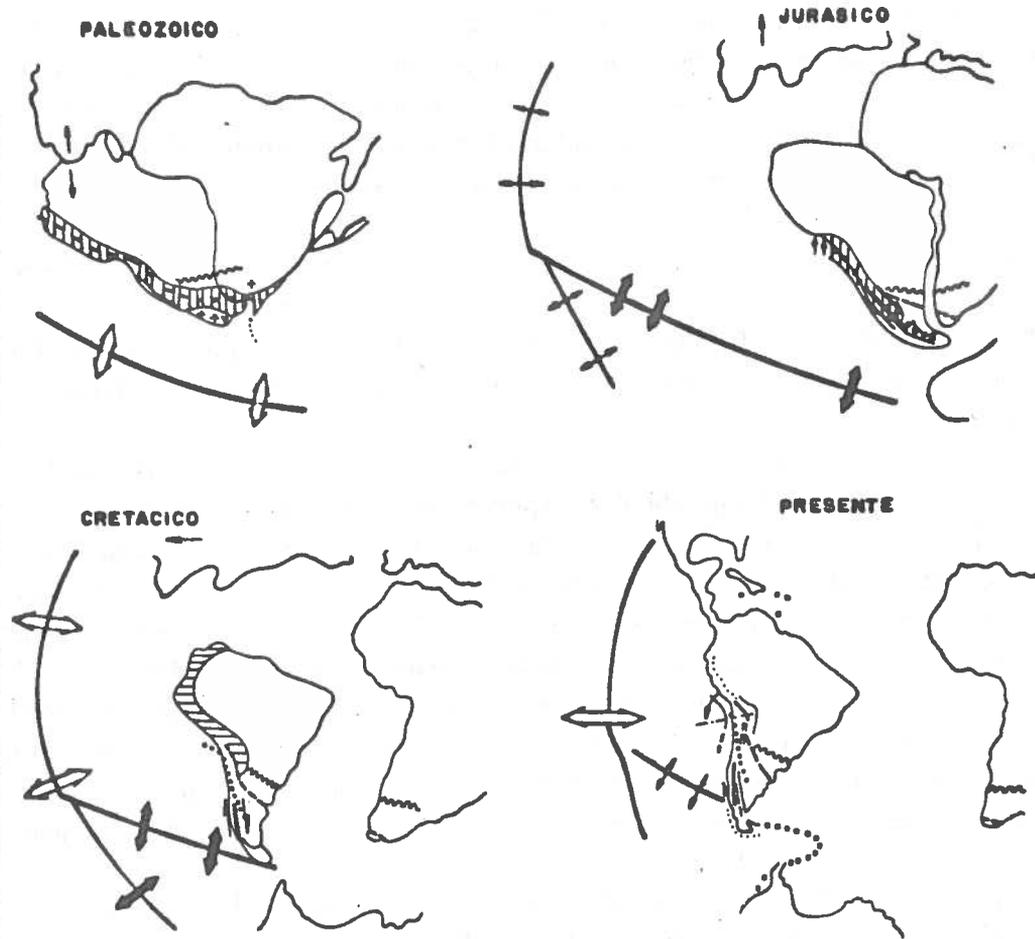
Considerando las características de la falla Liquiñe-Reloncaví anteriormente descritas, su evolución en el tiempo geológico y la ubicación que le corresponde en el sistema de arco volcánico de borde continental, se puede incorporar al esquema general de evolución del margen suroccidental de Sudamérica propuesto por Frutos y Tobar (1975), (fig. 8). Este planteamiento propone una interacción entre el "Chile Rise" y el "East Pacific rise" para explicar el giro de las direcciones de compresión, desde el Precámbrico hasta el presente. La velocidad de expansión del fondo oceánico del "Chile Rise" habría disminuido con el tiempo a la vez que la del "East Pacific Rise" habría aumentado. Durante el lapso Jurásico-Cretácico se hubieran dado las condiciones para la activación de la falla Liquiñe - Reloncaví según este esquema general.

RECOMENDACIONES ESPECIFICAS

Con el fin de completar y ampliar la información referente a la falla Liquiñe-Reloncaví se

Fig.-8.

MIGRACION DE LOS BLOQUES DE PANGAEA Y GONDWANA EN RELACION A ANTIGUOS CENTROS DE EXPANSION DE FONDO OCEANICO Y PALEO FOSAS



LEYENDA

~~~~~ Dirección eixales Precámbrico  
----- Dirección eixales Paleozoico  
..... Dirección eixales Jurásico  
===== Dirección eixales Cretáceo

..... Direcciones eixales reciente  
⊖ Velocidad de expansión alta  
⊕ Velocidad de expansión media  
⊗ Velocidad de expansión baja

FRUTOS, TOBAR 1975

proponen distintas líneas de investigación:

- La edad de la falla es incierta aún. Esta se puede obtener en forma directa datando la fracción recristalizada de las rocas miloníticas por el método K/Ar o Rb/Sr y en forma indirecta completando la información existente sobre la edad de las rocas relacionadas con la falla.
- La extensión de la falla, especialmente hacia el norte, no ha sido estudiada. Sería recomendable verificar su existencia en el área al oriente de Pucón - Lago Caburgua. Al norte de este sector comienzan a aflorar las rocas sedimentarias pertenecientes al Ciclo Andino y se desconoce en que forma la falla Liquiñe-Reloncaví las afecta.
- El estudio geológico en detalle del sector cordillerano del sur de Chile permitiría intentar correlaciones de unidades para cuantificar el movimiento horizontal relativo de la falla. Especialmente interesante sería el estudio de la relación entre la Formación Curarrehue y la falla Liquiñe-Reloncaví ya que si la formación es afectada por la falla debería presentar rasgos estructurales relacionados con la compresión NE-SW que originó la falla.
- El estudio de la petrofábrica y petrología de las rocas deformadas por la falla puede aportar valiosos antecedentes sobre las condiciones de P y T<sup>0</sup> a la cual se produjo la deformación y sobre la dirección de los esfuerzos que la ocasionaron.
- En forma preliminar se ha constatado una relación entre la traza de la falla Liquiñe-Reloncaví y la existencia de fuentes de aguas termales. Interesante sería confirmar esta relación. Asimismo, el estudio de la composición, temperatura, etc. de estas aguas termales y su probable relación con el volcanismo moderno pueden ayudar al conocimiento de la geología del Cuaternario en esta región.
- Un estudio en base a perfiles gravimétricos perpendiculares a la traza de la falla ayudaría al conocimiento de ésta.

Una vez determinada la edad, magnitud y duración del movimiento transcurrente de la falla Liquiñe-Reloncaví se podrá integrar esta estructura a la evolución tectónica del sur de Chile con mayor precisión.

#### REFERENCIAS

- Aguirre, L., y Levi, B., 1964, Geología de la Cordillera de Los Andes de las provincias de Cautín, Valdivia, Osorno y Llanquihue. Inst. Invest. Geol., Bol. N° 17, 37 p.
- Davis, S., y Karzulovic, J., 1961, Deslizamientos en el Valle del Río San Pedro, Provincia de Valdivia, Chile. Depto. Geología, Univ. Chile, 26 p. Publicación N° 20.
- Dickinson, W. R., 1973, Widths of modern arc-trench gaps proportional to past duration of igneous activity in associated magmatic arcs. Journ. of Geophysical Research. v. 78, p. 1201 - 1216.

- Frutos, J., y Tobar, A., 1975, Evolution of the Southwestern continental margin of South America. III International Gondwana Symposium, Canberra, Australia.
- Hervé, F., Moreno, H., and Parada, M.A., 1974, Granitoids of the Andean Range of Valdivia Province, Chile. *Pacific Geology* 8, p. 39 - 45.
- Kaizuka, S., 1975, A tectonic Model for the Morphology of Arc-Trench Systems, Especially for the Echelon Ridges and Mid Arc Faults. *Japanese Journal of Geology and Geography*. Vol. XLV, N° 1-4, p. 9- 28.
- Moreno, H., (en prep), Geología del área volcánica Puyehue-Carrán en Los Andes del Sur de Chile.
- Moreno, H., Parada, M.A., 1974, Geología del área de Liquiñe, Neltume y Lago Pihueico. *Inst. Invest. Geol., para ENDESA, inédito.*
- Parada, M.A., 1975, Estudio geológico de los alrededores de los lagos Calafquén, Panguipulli y Riñihue, Provincia de Valdivia. Tesis de Grado. Depto. Geología, Univ. Chile, Santiago. Inédito.
- Parada, M.A., Hervé, M., y Menares, P., (en prep.) Datación preliminar Rb/Sr en roca total del Batolito Panguipulli, Provincia de Valdivia. Chile (39°30' a 39°58' Lat. Sur).