



## **Evolución termotectónica de la cuenca terciaria entre Parral y Chillán: análisis por trazas de fisión en apatitas.**

M. Vergara\*

J. Moraga\*\*

M. Zentilli\*\*\*

### **Introducción.**

En el Valle Central entre los 34° y 38° S. se ha documentado una cuenca terciaria extensional internamente estructurada en bloque con geometría de de hemigrábenes (1,2.) El desarrollo de estas cuencas extensionales intermontanas asociado a una relativamente reducida actividad volcánica durante el Oligoceno, en relación al Mioceno, coincide con la baja velocidad de convergencia de la placa oceánica (3,4) inferida para esta época. Sin embargo de acuerdo a la estratigrafía del área, el evento extensional se habría desarrollado a partir del Eoceno como edad mínima, sobre un basamento consistente en rocas metamórficas y graníticas paleozoicas y unidades sedimentarias marinas, continentales y volcánicas mesozoicas

En el Valle Central se han documentados las subcuencas intermontanas de Rancagua-Los Angeles (5,6) y las de Angol y Temuco-Los Angeles (7,8). Estas subcuencas tuvieron un desarrollo de sistemas depositacionales independientes y de acuerdo a antecedentes gravimétricos, su relleno alcanzaría en algunos casos hasta 4000m de espesor (1). El relleno de las cuencas consiste en depósitos de origen lacustre, aluvial, fluvial y volcánico (6,7), predominando durante el Mioceno los depósitos de origen volcánicos.

Los pozos de Parral y Ñuble (figs. 1 y 2) fueron perforados en el extremo sur de la subcuenca de Rancagua-Los Angeles y localizados en torno a altos gravimétricos. La profundidad alcanzada por ellos sólo permitió registrar rocas de edad miocena de acuerdo a antecedentes geocronológicos K/Ar de ENAP, corroborado por las edades termocronológicas aquí expuestas. Su estratigrafía muestra una evolución predominantemente volcanoclástica para el Mioceno que contrasta con las unidades lacustres del miembro Malla-Malla de la Formación Cura-Mallín (6) en la Cordillera Principal (Subcuenca de Lonquimay) y confirma un desarrollo de sistemas depositacionales independientes entre subcuencas extensionales coetáneas. Este rasgo parece ser común durante el Terciario en Chile central al sur de los 33° S. de latitud.

El objetivo de este trabajo es caracterizar la evolución termotectónica de una de las tantas cuencas intermontanas de relleno volcanoclástico del Terciario de Chile central sur.

\*Departamento de Geología, Universidad de Chile, Casilla 13518, Santiago, Chile

\*\*Empresa Nacional del Petróleo (ENAP), Casilla 3556, Santiago, Chile

\*\*\* Fission Track Research Laboratory, Dalhousie University, Canada

## Trazas de fisión

Solamente 5 de las 17 muestras seleccionadas de los pozos de Parral y Ñuble aportaron apatita suficiente para análisis por trazas de fisión (fig.2).

El método termocronológico trazas de fisión (TF) se basa en la medición de la densidad (trazas/cm<sup>2</sup>) y largo corroible de trazas lineales en la estructura cristalina producidas por el decaimiento espontáneo por fisión de <sup>238</sup>U contenido en ppm en apatita (9,10). La densidad de trazas es función de la cantidad de uranio y del tiempo geológico transcurrido desde que la apatita se enfrió por última vez bajo una temperatura de 150-100°C, ya sea su edad de formación, o de un recalentamiento posterior. El histograma de la longitud de las trazas medibles en cada muestra contiene información valiosa sobre la historia térmica del mineral porque el acortamiento de las TF responde a la función temperatura-tiempo.

Edades de TF en apatitas fueron determinadas utilizando el método de detector externo (11,12). Se utilizó una lámina de muscovita en contacto con la superficie pulida de las briquetas con cristales de apatita como detector de fisión inducida durante la irradiación en el reactor. Las muestras fueron irradiadas en el reactor Slowpoke de Dalhousie University (13) junto con el docímetro CN5 (12.4±0.3 ppm U). La densidad de trazas de fisión para trazas fósiles e inducidas se contó bajo el microscopio con aumento 1000x equipado con una platina robótica Autoscan® AS3000. Las edades fueron calculadas utilizando el factor de calibración zeta (11,14), apatita de Fish Canyon y Durango. Todos los análisis fueron realizados por A. Grist, de FTRL.

La densidad de TF espontáneas es muy baja en todas las muestras, y por lo tanto el número de longitudes medibles es insuficiente para un análisis significativo. Preparaciones especiales con irradiación de <sup>252</sup>Cf para 4 de las 5 muestras permitirán un análisis de longitudes de TF, pero no estuvieron disponibles al redactar este trabajo.

Un resumen de los datos de edad TF se da en la Tabla 1. Todas las muestras pasan el test de Chi<sup>2</sup> con un nivel de confianza de 95%. Las edades TF reportadas son la "edad central" (15), que es igual a la "pooled age" estadística. Las edades obtenidas tienen un rango de 9.6 ± 6 a 22.0 ± 8.2 Ma (errores 2-). Cada muestra parece corresponder a una población de apatitas de composición algo rica en cloro, por lo que los resultados son internamente consistentes.

Para las muestras del Pozo Ñuble N°3 y N°6 (números FT95-110 y FT95-113 en Tabla 1) se indican edades de 22.0 ± 8.2 Ma y 21.6 ± 8.6 Ma compatibles con la edad depositacional Oligoceno Superior a Mioceno Inferior de los estratos, indicando que las rocas no han sido recalentadas a temperaturas suficientemente altas como para generar petróleo (60-120° C). Lo mismo se puede concluir de la muestra P8 (número FT95-119 en Tabla 1) del Pozo de Parral, que por lo demás concuerda con las edades K/Ar de dos muestras en el mismo pozo: 19.6 ± 1.4 y 21.6 ± 1.9 Ma. Sin embargo, las muestras P13 y P16 (números FT95-123 y FT95-125 en la Tabla 1) en el mismo pozo dan una edad TF Mioceno (9.6 ± 6.0 y 12.0 ± 7.2 Ma). Interpretamos esta edad 10 millones de años más joven que la edad depositacional (K/Ar 21.6 Ma) como una indicación de que las rocas a 2 y 2.6 km de profundidad respectivamente fueron recalentadas a temperaturas mayores de 100° en el Mioceno. La causa de este recalentamiento podría ser la intrusión de diques atravesados a esa profundidad en el pozo Parral, que correspondería a actividad magmática derivada de un centro volcánico/intrusivo mioceno que estaría localizado en la cuenca al este

de Parral. En estas condiciones, de haber existido rocas madres para petróleo en esta parte de la cuenca, éstas podrían haber generado hidrocarburos durante el Mioceno.

### Agradecimientos

Se agradece al Proyecto Fondecyt 1950568 el financiamiento para realizar los análisis de trazas de fisión en apatitas. Se agradece también a ENAP por la gentileza de facilitarnos testigos de los Pozos y la revisión bibliográfica de informes inéditos.

### Referencias

- 1.-Robertson,R.,1989.Interpretación gravimétrica del Valle Central entre Los Angeles y Loncoche.Informe Inédito,ENAP.
- 2.-Giavelli,A.1992.Estudio gravimétrico del Proyecto Rancagua- Los Angeles.Informe inédito ENAP.
- 3.-Pilger,R.H.1981.Plate reconstruction,aeismic ridges,and,low-angle subduction beneath tge Andes:Geological Society of Amm.Bull.,v.92,p.448-456.
- 4.-Pilger,R.H.Cenozoic plate kinematics,subduction,and magmatism,South American Andes.Journal of the Geological Soc. of London.V.141,p.793-802.
- 5.-Arcos,R.;De la Cruz,R. y Spichiger,S.1991.Proyecto Rancagua-Los Angeles.Informe inédito ENAP.
- 6.-Muñoz,N. y Harambour,S.1992.Informe Geológico Proyecto Rancagua-Los Angeles.Informe inédito 622.12/1070-0717.Gerencia de exploraciones ENAP.
- 7.-Elgueta,S. y Rubio,X.1989.Estudio del potencial petrolero de la Cuenca Temuco-Los Angeles con énfasis en la estratigrafía y sedimentología.Parte I:Prospecto Temuco-Huichahue.Informe inédito ENAP.
- 8.-Elgueta,S. y Rubio,X.1991.Estudio del potencial petrolero de la Cuenca Temuco-Los Angeles con énfasis en la estratigrafía y sedimentología.Parte II:Prospecto Mulchén-Los Angeles.Informe inédito ENAP.
- 9.-Wagner, G.A., 1968. Fission track dating of apatites. Earth and Planetary Science Letters. v. 4, p. 411-415.
- 10.-Wagner, G. and Van den Haute, P, 1992. Fission-track dating. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht,The Netherlands, 285 p.
- 11.- University of Fleischer, R.L., Price, P.B., and Walker, R.M., 1975. Nuclear Tracks in Solids: Principles and Applications California Press, Berkeley, California, 605p.
- 12.- Hurford, A.J., and Green, P.F., 1982. A users' guide to fission track dating calibration. Earth and Planetary Science Letters, v. 59, p. 343-354.
- 13.-Chatt, A., and Holzbecher, J., 1992. Geoanalytical usage of Dalhousie University Slowpoke-2 Reactor. InShort Course on low temperature thermochronology, (Eds. M. Zentilli and P.H. Reynolds) MineralogicalAssociation of Canada Short Course V. 20, Appendix 3. p. 211-224.
- 14.-Hurford, A.J., and Green, P.F., 1983. The zeta age calibration of fission track dating. Chemical Geology (Isotope Geoscience Section), v. 1, p. 285-317.
- 15.-Galbraith,R.F. and Laslett,G.M.,1993.Statistical models for mixed fission track ages. Nuclear Tracks and Radiation Measurements,V.21,Nº24,p.459-470.

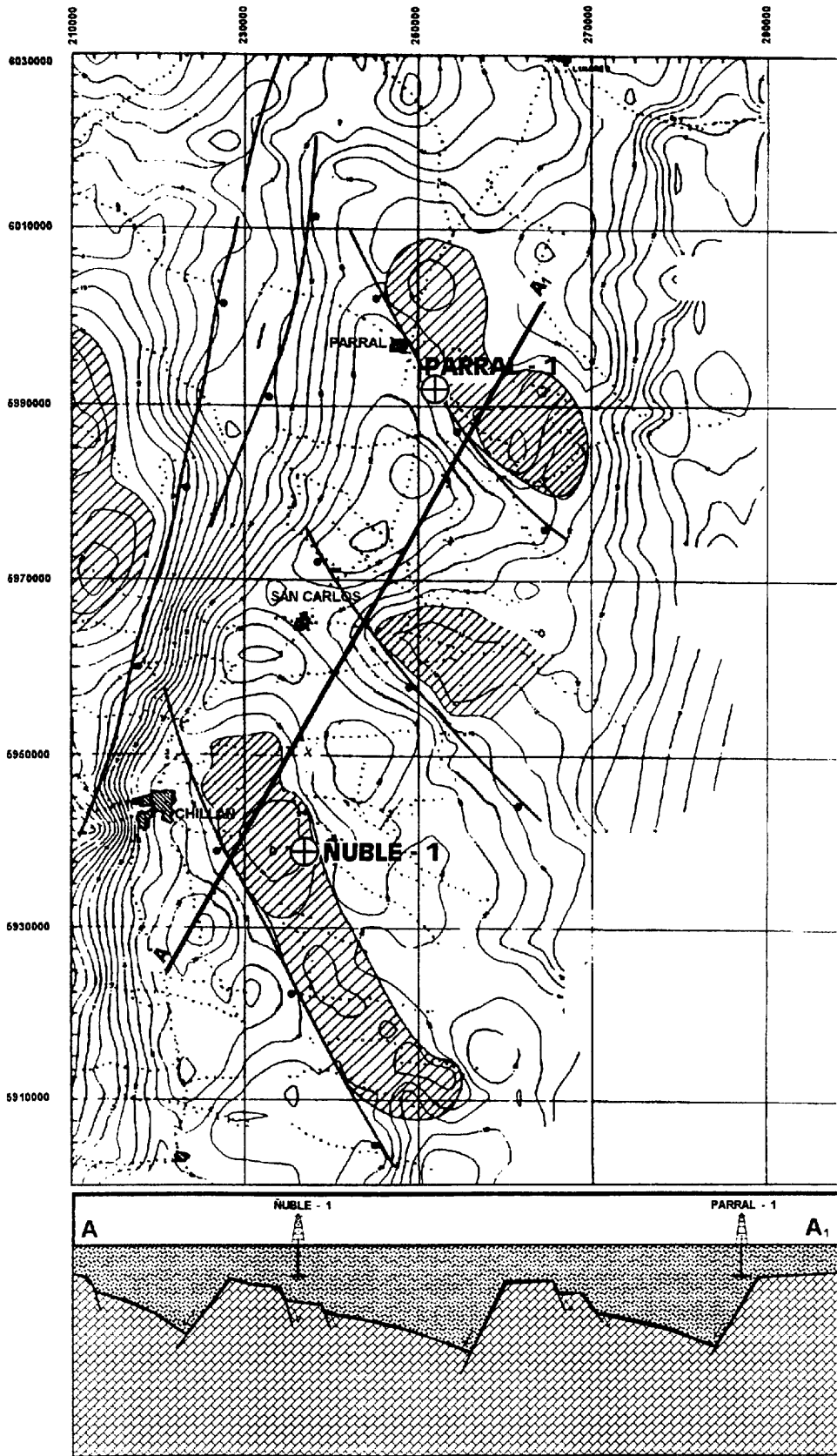


Fig. 1

ESCALA 1 : 600.000

**ESQUEMA ESTRUCTURAL (Gravimetria)  
Y UBICACION DE POZOS PARRAL - 1 Y ÑUBLE - 1**

- Falla Normal indicando bloque hundido, lineamiento en imagen Landsat
- Alto Gravimétrico
- Perfil Geológico

Coordenadas UTM

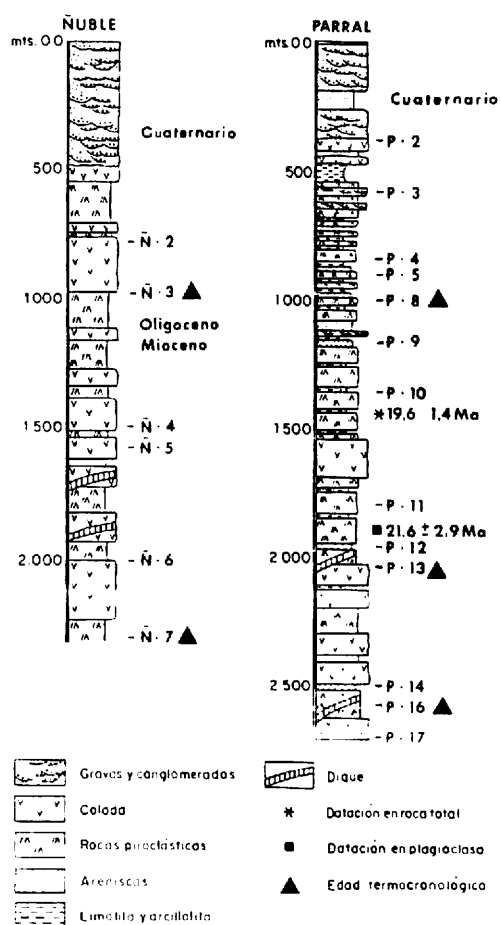


Figura 2.- Estratigrafía de los Pozos de Ñuble y Parral del Valle central de Chile. Se indican los testigos con edades K/Ar y de trazas de fisión en apatitas (termocronológica).

Muestra	No.	$N_s$	$N_i$	$\rho_s$	$\rho_i$	$\chi^2$	Edad (Ma)	$N_d$	$\rho_d$
FT95-110	28	33	275	.0279	.233	.9957	$22.0 \pm 8.2$	8000	1.065
FT95-113	29	29	247	.0281	.239	.9840	$21.6 \pm 8.6$	8000	1.065
FT95-119	30	24	203	.0218	.185	.9978	$21.7 \pm 9.6$	8000	1.065
FT95-123	32	11	211	.0116	.223	.7046	$9.6 \pm 6.0$	8000	1.065
FT95-125	30	12	184	.0112	.171	.9811	$12.0 \pm 7.2$	8000	1.065

**Tabla 1:** Resumen del conteo de trazas de fisión. Todas las muestras pasan el test de  $\chi^2$  con un nivel de confianza de 95%. Las edades reportadas corresponden a la edad "central" (Galbraith y Laslett, 1993), la cual es idéntica a la edad "pooled" para muestras que pasan el test de  $\chi^2$ . Abreviaciones como sigue:  $N_s$ ,  $N_i$ ,  $N_d$  = el número de trazas espontáneas ("fosiles"), número de trazas inducidas, y número de trazas inducidas en el reactor por el vidrio dosimetro (CN-5), respectivamente;  $\rho_s$ ,  $\rho_i$ ,  $\rho_d$  = densidad (trazas  $\times 10^6/\text{cm}^2$ ) de trazas espontáneas ("fosiles"), inducidas, y en el dosimetro (CN-5), respectivamente. Un valor de  $345.3 \pm 12$  se usó como factor zeta ( $\zeta$ ). El error indicado se da con 95% (2- $\sigma$ ). Trabajo analítico por Alexander (Sandy) M. Grist