

ANALES
DE LA
SOCIEDAD CIENTIFICA
ARGENTINA

DIRECTOR: DR. ANDRES O. M. STOPPANI

TOMO CXCIV

BUENOS AIRES
AVDA. SANTA FE 1115

1973



BIBLIOTECA

1 AGO 1973

LOS DOMINIOS TECTONICOS DE LA REGION DE TANDIL

POR M. E. TERUGGI, J. O. KILMURRAY Y L. DALLA SALDA^{1, 2, 3}

ABSTRACT

After a brief consideration of the "tectonic domain" concept and fundaments thereof, the authors apply this aerophotogeological technique to the study of the Tandil Precambrian basement.

Three tectonic domains are recognized and their structural and petrographical characteristics described. The presence of granitoid rocks and diabase dykes is also verified. The mutual relationships of the tectonic domains are used to determine a tentative sequence of deformational events and their accompanying metamorphisms and igneous processes. Four major deformational phases are detected: F1, a folding of the nappe type; F2, a strong folding with maximum metamorphism (almandine grade), where migmatization and contemporaneous or subsequent granitoid intrusions took place; F3, a folding of varying intensity, and after diabase intrusions, a localized gentle folding identified as F4 phase.

The basement, once rigid, was affected by faulting in three successive stages (*f1*, *f2* and *f3*) concordant with the main structural patterns of the tectonic domains.

RESUMEN

Sobre la base del concepto de "dominio tectónico", y tras considerar sus fundamentos, se efectúa un estudio estructural mediante interpretación aerofotogeológica del basamento precámbrico de Tandil.

Se reconocen tres dominios tectónicos, de los que se discuten sus características estructurales y petrográficas, a la vez que se verifica la presencia de rocas granitoides y diques de diabasa. Según las relaciones mutuas de los dominios tectónicos se establece una secuencia provisoria de los eventos deformacionales y sus correspondientes metamorfismos y procesos ígneos. De esta manera, se determinan cuatro fases deformacionales principales: F1, que es de plegamiento de tipo nappe; F2, un plegamiento intenso, en el que se alcanza el máximo de metamorfismo (grado almandino) y se produce la migmatización y se inician las intrusiones granitoides que prosiguen hasta la fase siguiente, F3, marcada por otro plegamiento de intensidad variable. Luego de la intrusión de diabasas, se produce un cuarto plegamiento, F4, esta vez suave y localizado.

Una vez alcanzada la rigidez, el basamento fue afectado por fallas sucesivas (*f1*, *f2* y *f3*) cuyas direcciones concuerdan con las de las estructuras de los tres dominios tectónicos descriptos.

^{1, 2, 3} Cátedra de Petrología de la Facultad de Ciencias Naturales y Musco de La Plata.

INTRODUCCION

En la investigación geológica sobre el cordón de Tandilia, que con un subsidio de la Comisión de Investigaciones de la Provincia de Buenos Aires vienen realizando los autores, uno de los problemas que se encararon fue el de reconocer las características estructurales megascópicas de la región, pues dicho reconocimiento constituye el primer paso para la interpretación de las estructuras mesoscópicas y microscópicas. Para cumplir este objetivo se contó con fotografías aéreas en escala 1:20.000 tomadas por la compañía Espartan para el INTA.

El análisis inicial de las fotografías permitió reconocer la existencia de importantes y complejas estructuras megascópicas, que era necesario interpretar para poder descifrar la historia geológica de la región. No obstante, es magro el uso que se ha hecho de las fotografías aéreas en el análisis de las características de los basamentos cristalinos y los antecedentes son por lo tanto escasos. Ante esta situación, se resolvió aplicar los criterios de Hepworth (1957), uno de los pocos investigadores que ha tratado de desarrollar una metodología adecuada para desentrañar la intrincada evolución de los terrenos precámbricos, según queda reflejada en las características estructurales de sus rocas.

En la Argentina, es la primera vez que se aplica la aerofotointerpretación para el reconocimiento de "dominios tectónicos", los que, a su vez, constituyen la base para caracterizar los cinturones orogénicos precámbricos. Por esta razón, se ha creído conveniente —previo al tratamiento específico de la región de Tandil— describir someramente los métodos y criterios utilizados. Conviene señalar que nuestra aerofotointerpretación ha sido complementada y ampliada con observaciones de campo, efectuadas a nivel mesoscópico y seguidas en laboratorio a nivel microscópico. Los resultados definitivos de esta investigación sólo estarán disponibles para fines de 1973, por lo que en el presente trabajo se dan a conocer las primeras conclusiones en tanto se completa la información petrológica, geoquímica y radiométrica que permitirá dar bases seguras a la interpretación total de la evolución geológica de Tandilia.

Tal como era de esperar, según lo que se conoce de los basamentos cristalinos de varios continentes, la historia geológica de Tandilia ha sido signada por una serie de eventos tectónicos, metamórficos e ígneos que se han ido sucediendo en el tiempo y son los responsables de las características de las rocas. El esquema estructural basado en la caracterización de los "dominios tectónicos" y la observación geológico-petrográfica, ordena las fases de deformación y fracturación que se han reconocido, a la vez que se encuadran en él los acontecimientos metamórficos e ígneos concomitantes.

ANTECEDENTES GEOLOGICOS

Hasta la iniciación de las investigaciones de Kilmurray (1968, 1969, 1970) en la sierra de Maz (Provincia de La Rioja) y más recientemente las de Kilmurray y Dalla Salda (1971) en la misma región y en el Cerro Valdivia (Prov. de San Juan), era tradicional en la Argentina presuponer que los terrenos metamórficos de los basamentos cristalinos se habían originado en un solo

evento deformativo y con un único impulso térmico, ambos esencialmente coetáneos. Las contribuciones de Kilmurray (op. cit.), y las de De Romer (1964) sobre el dudoso Precámbrico de Uspallata, fueron pues las primeras que demostraron que las características estructurales metamórficas de sus áreas de estudio se debían a una sucesión de fases de plegamiento y/o fracturación, acompañadas de respectivos metamorfismos. Para la región de Tandil, hasta el momento de iniciarse la presente investigación, se contaba con información de tipo mesoscópica y microscópica, Teruggi (1951), Villar Fabre (1954), González Bonorino *et al.* (1956), Teruggi *et al.* (1958), Quartino y Villar Fabre (1967), para citar sólo los más importantes, careciéndose de análisis megascópicos. La única excepción la constituye el trabajo de Pasotti (1958), en el que, sobre la base de fotografías aéreas, se reconocen las líneas tectónicas fundamentales, distribuidas en tres sistemas u orientaciones: el de Azul, de rumbo NE; el de Tandil, de rumbo SE, y el arco de Vela, en forma de curva con su concavidad hacia el Sur. Los tres "sistemas" descritos por Pasotti (op. cit.) representan estilos tectónicos reales, pero, como se verá más adelante, la citada autora se limita a una presentación puramente descriptiva y no intenta arribar a una interpretación de la tectónica que los ha generado.

CONCEPTO DE DOMINIO TECTÓNICO

La expresión "dominio tectónico" ha sido acuñada por Hepworth (1967) para designar un área de basamento en la cual, según se determina principalmente por métodos aerofotogeológicos, predominan estructuras formadas durante un determinado tectonismo. El concepto es en parte correspondiente al de "dominio estructural" de Turner y Weiss (1963), salvo que este último se determina con observaciones y mediciones precisas a escala meso y microscópica. Otros autores han reconocido también los denominados "régimenes tectónicos" (Harland y Bayly, 1958), resultantes de una correlación de estructuras meso y microscópicas.

Como quiera que sea, es evidente que la determinación de dominios tectónicos ha sido propuesta como una técnica práctica para las interpretaciones aerofotográficas y en ello difiere de los otros esquemas mencionados, aunque el apoyo de campo, en última instancia, es fundamental. Para la caracterización de los dominios tectónicos se aplican los siguientes criterios (Hepworth, *op. cit.*).

1. *Rumbos, buzamientos de planos, pliegues y sus ejes*

Representan los elementos fundamentales en la fotointerpretación de los dominios. En particular, es muy importante la determinación de la geometría de los grandes pliegues que se reconocen fácilmente en las fotografías aéreas. Incluso se deben determinar los modelos de interferencia producidos por superposición de plegamientos.

2. *Constancia en la orientación*

Aparentemente, una orientación constante indica una homogeneidad estructural, aunque no debe descartarse la posibilidad de que fajas de cinturones orogénicos de distintas edades concuerden en su orientación. Por otra parte, los estudios de los basamentos cristalinos han demostrado que con frecuencia se producen desviaciones de la tendencia regional, más o menos constantes.

No obstante estas limitaciones, la constancia en la orientación de las estructuras es un factor significativo en el reconocimiento de dominios tectónicos.

3. *Litología y grado metamórfico*

Estos criterios, que requieren la observación de campo e incluso el estudio microscópico, deben ser incluidos en la caracterización de los dominios tectónicos.

Las fotos aéreas, con el apoyo de la observación de campo, permiten en muchos casos delimitar las áreas correspondientes a los distintos tipos rocosos presentes en una región determinada.

4. *Estilo tectónico*

Los estilos tectónicos dependen de la litología y del ambiente dinámico responsable de la deformación y del metamorfismo. En consecuencia, los estilos tectónicos sirven para caracterizar los dominios y, eventualmente, para individualizar los tectonismos que le han dado origen.

5. *Secuencia tectónica*

Los criterios anteriores, al ser complementados con dataciones radiométricas, permiten finalmente el ordenamiento definitivo cronológico de los eventos tectónicos que han actuado en una región determinada.

Aún sin datos radiométricos, o con datos insuficientes, es posible en muchos casos establecer una secuencia relativa de los episodios que afectaron una zona de basamento cristalino. Para este fin, resulta muy útil el principio de la transección (Hepworth, *op. cit.*), según el cual cuando una franja deformada corta a otra, la que corta o reemplaza es la más joven. Este es el principio que hemos aplicado en el caso de las Sierras de Tandil.

LOS DOMINIOS TECTONICOS RECONOCIDOS EN TANDIL

Sobre la base de los criterios expresados, se han reconocido en Tandil tres dominios tectónicos fundamentales. Se los ha designado con letras mayúsculas siguiendo la práctica de Hepworth (*op. cit.*) y se representan en el mapa geológico estructural de la fig. 1 y block diagrama de la fig. 2.

1. *Dominio tectónico A*

Se caracteriza por una constancia de líneas y planos estructurales de rumbo E-W, con estructuras abiertas, de amplia longitud de onda. Contiene abundantes elementos planares, representados por esquistosidad en rocas de bajo grado (fig. 3).

BLOCK DIAGRAMA SIERRAS DEL TANDIL - C° SAN LUIS

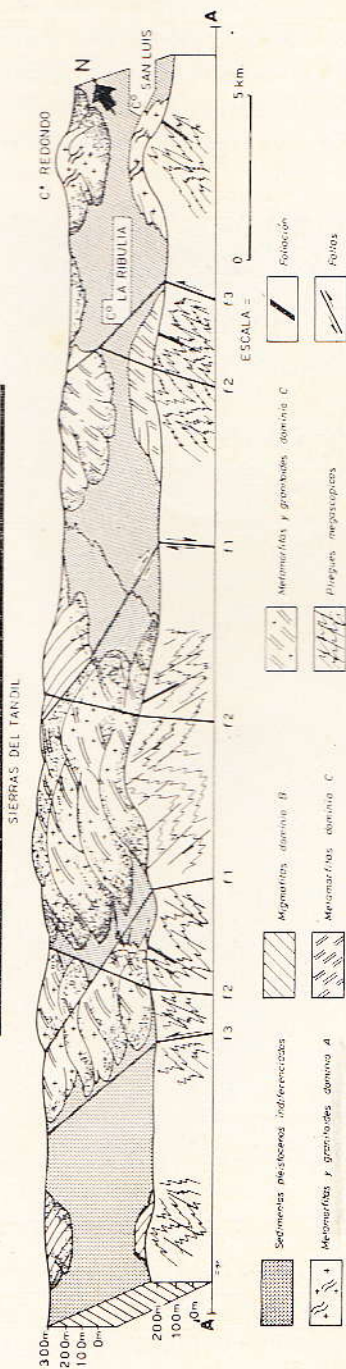


Fig. 2. — Se han tratado de representar las estructuras de los dominios tectónicos estudiados. Las trazas de las rastras utilizadas corresponden al sentido de la foliación regional. En la parte frontal central del diagrama se han representado las estructuras de pliegue, destacándose una megacstructura de tipo sinforme separada por una falla de desplazamientos de rumbo y en sentido vertical. A ambos lados de la gran fractura (F1), se observan estructuras megascópicas con planos axiales buzantes al S. O. en el flanco norte y al N. E. en el flanco sur, y fallas coincidentes con el rumbo de los planos estructurales de los dominios A, B y C, que se designan como F3, F1 y F2, respectivamente. El frente del block corresponde a la traza A-A del perfil marcado en el mapa geológico (fig. 1).

El dominio A caracteriza la región situada inmediatamente al Sur de la ciudad de Tandil, en particular la Sierra del Tigre y el Cerro Albión, además de los Cerros Independencia y Los Nogales. Falta por completo hacia el poniente de esta región, pero hacia el naciente aparece también en los Cerros Redondo y San Luis. En estos últimos cerros y también en el borde meridional del Cerro Albión, las estructuras se apartan suavemente del rumbo E-W y giran algo hacia el ENE.



Fig. 3. — Aerofoto correspondiente a la zona de la sierra del Tigre. Se observa claramente la foliación regional, apretada, de rumbo aproximado E-W. Al norte de la gran falla E-W, metamorfitas de grano fino; al sur, rocas granitoides con intercalaciones menores de metamorfitas de grano fino. En el ángulo NW de la foto se observa la intersección de dos líneas estructurales una W-E y otra NW-SE dando lugar a la formación de figuras rómbicas. Bordes verticales hacia el N (arriba). Ib. para figs. 4 y 5.

Fuera de las zonas descriptas, existen evidencias del dominio A en otras partes de las Sierras de Tandil, pero en todos estos casos se presentan como pequeños remanentes, ya sea porque los afloramientos lo son o porque aparecen como porciones dentro de otros dominios. Así, por ejemplo, se ha observado la típica orientación E-W en el Cerro Lorenzo, en dos lugares al NE y NW de la Estancia La Pacífica, en la Sierra de Vela, tanto en la margen sur del arroyo Chapaleufú Grande, como en sus dos extremos, el meridional y el septentrional. Las orientaciones preferidas del dominio A se caracterizan como superficies S1. Al oeste de la cantera La Movediza se ha podido constatar la presencia de estructuras E-W integradas por relictos lenticulares de metamor-

fitas micáceas alineadas en forma paralela y envueltas por un material foliado con porfiroblastos de plagioclasa a su vez rodeados por la matriz (lámina I, fig. d). Dentro de las metamorfitas de grano fino estudiadas se han reconocido pliegues menores de tipo asimétrico con crestas rellenas con material pelítico-calcareo. En otros sectores del dominio A. se encuentran metamorfitas como las que se ilustran en la lámina I, fig. a. Además, se observa en algunas rocas una marcada deformación plástica dada por el estiramiento de los elementos componentes, destacándose además la presencia de fracturas que cortan la apretada foliación principal. En la figura a hay un intenso estiramiento, con micropliegues de tipo similar, apreciables en la parte inferior izquierda de la foto.

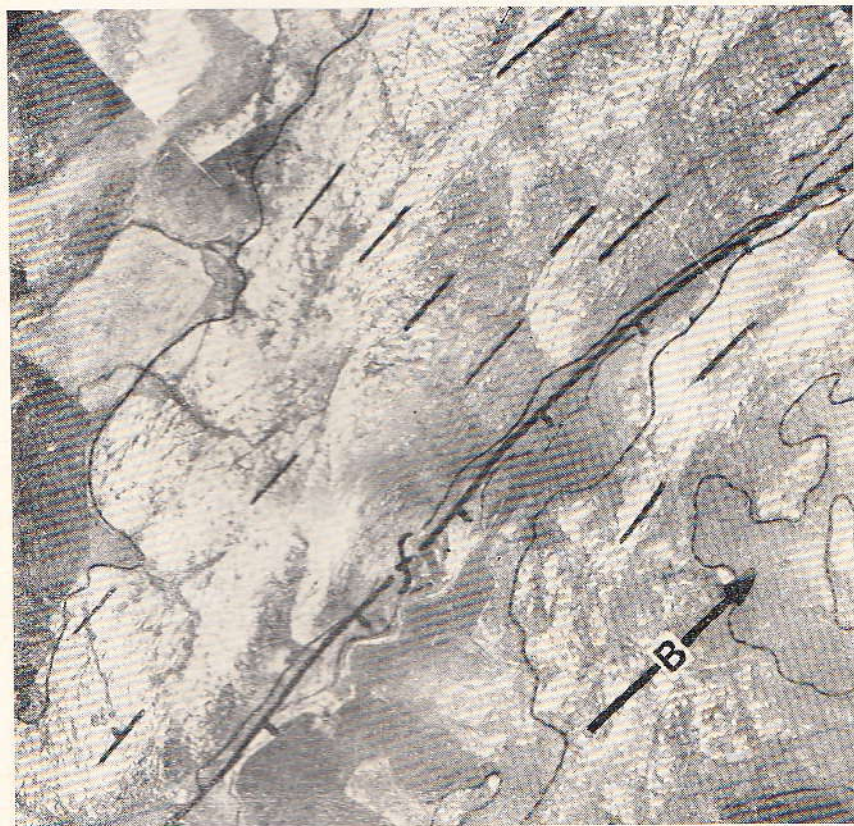


Fig. 4. — Aerofotografía correspondiente al sector sur de la Sierra de Vela. Se observa una marcada foliación regional, que es más apretada con el contacto con la falla NE-SW. Hacia el oeste de la misma las rocas son marcadamente granitoides. Escala aproximada 1 : 40.000.

2. Dominio tectónico B

Se reconoce por sus direcciones predominantes NE-SW (fig. 4). Las estructuras son antiformes y sinformes de hasta 2.000 m de longitud de onda, con hundimiento de ejes hacia el NE y plano axial buzando al oeste. Las estructuras mesoscópicas reconocidas en el campo son del orden de metros a centímetros y presentan un estilo disarmónico a similar, con orientaciones de ejes y planos concordantes con las estructuras mayores (lám. I, fig. c).

Litológicamente, está caracterizado por migmatitas de tipo epibolitas, plegadas, con folias bien definidas de melanosoma constituido esencialmente por material biotítico, que en el sector sur del área investigada es en parte granatífero, y folias leucocráticas alternantes, engrosadas en las crestas de las estructuras mesoscópicas, compuestas de cuarzo y feldespatos (lám. II, figs. e y g).

La disposición de los minerales planares dentro de las folias melanocráticas es paralela a las superficies deformadas y revela un crecimiento sobre planos S anteriores (S1); los planos axiales de los pliegues nuevos serán por lo tanto superficies S2, las que determinan la orientación regional NE-SW.

En el sur del Cerro La Ribulia también se han observado deformaciones de tipo "kink", donde se han identificado estructuras acodadas de rumbo de plano axial N270°, con buzamientos al sur, notándose asimismo fracturas de rumbo N310° y buzamiento de alto grado al W. La primera dirección se clasifica como S3 y la segunda como S4.

A lo largo del borde oriental de la Sierra de Vela se observa que las estructuras regionales se hacen muy apretadas y juntas, por lo que adquiere el carácter de una "zona de estiramiento" ("straightening zone") de Hepworth, 1967). Esta franja estirada se reconoce fácilmente en las fotografías aéreas y representa, aparentemente, una zona de milonización, con típico desarrollo de milonitas, que salvo la presencia de porfiroclastos muy dformados, semejan a ultramilonitas.

3. Dominio tectónico C

Su desarrollo más típico se presenta en el sector del Cerro La Ribulia, donde se advierte una megaestructura con pliegues megascópicos de hasta 300 m de longitud de onda, de tipo similar y apretado, con ejes que presentan hundimiento hacia el SE (fig. 5).

La foliación regional (que denominamos S3), representada por esquistosidad de plano axial en las rocas de grano fino, es constante en su rumbo NW-SE y deforma e intersecta superficies del dominio B. Los pliegues menores investigados en esquistos de inyección (lámina II, figura f), en el sur del Cerro La Ribulia presentan orientaciones de ejes en el sentido NW-SE; son de estilo disarmónico y de tipo similar con rellenos de material felsítico en las crestas y porfiroblastesis marcada, observándose asimismo un adelgazamiento lateral de los flancos que terminan en una masa oscura de naturaleza micáceo-feldespática. Las rocas que constituyen este dominio son esquistosas y se distinguen dos grupos: uno, de grano fino (lámina II, figuras h e i), cuya filiación todavía no ha podido ser determinadas y otro representado por esquistos inyectados (lámina II, fig. f).

Del Cerro La Ribulia, el dominio tectónico C se extiende hacia el NW en dirección a la ciudad de Tandil, formando una franja que acompaña, a ambos lados, el valle que separa la Sierra del Tigre del Cerro Albión.

El dominio C aparece también en el borde meridional de la llamada Sierras del Tandil, con similares características estructurales y litológicas.

Debe mencionarse que los planos estructurales NW-SE del dominio tectónico C son los que han controlado la inyección de diques de diabasa, de espesor apreciable (cerca de 50 m y más). Estos diques diabásicos, que también

atraviesan las rocas granitoides, demuestran, por un lado, la existencia de un magmatismo básico post-granítico, y por otro lado, resultan muy útiles para descifrar la tectónica de plegamiento o de fallas que afectó posteriormente a la región. En un trabajo en elaboración sobre estos cuerpos intrusivos básicos se tratarán con mayores detalles estas cuestiones.



Fig. 5. — Sector del Cerro La Ribullia. Dominio tectónico C. En los afloramientos se observan estructuras megascópicas antiformentes, con hundimiento de ejes al SE. Separado por la falla NW-SE, hacia el oeste se destaca una estructura sinforme de eje casi horizontal. Escala aproximada 1 : 40.000.

4. Rocas granitoides

Además de los dominios tectónicos descritos, en las fotografías aéreas es posible reconocer las rocas granitoides, que constituyen afloramientos en varios puntos de las sierras.

Este reconocimiento es fácil cuando los granitoides son de tipo macizo, o sea que tienen aspecto "ígneo", pues en la fotografías aéreas y aún en las observaciones mesoscópicas (lámina I, fig. b) se borra o se esfuma la esquistosidad que caracteriza los dominios constituidos por migmatitas o ectinitas. Este es el ejemplo de algunos de los cerros que bordean las ciudades de Tandil por el NW, S y SE; en la figura b, lámina I, se observa el contacto neto entre granitoide (arriba) y la roca de grano fino con S_1 marcada. En otros casos, cuando los granitoides se emplazaron de manera penetrativa en el

material encajante, se producen variaciones o gradaciones insensibles hacia las migmatitas o ectinitas. Esta es la situación que caracteriza, entre otros, al Cerro San Luis. Por lo tanto, desde el punto de vista de las aerofotointerpretación, se reconocen bien los extremos granitoide y rocas esquistosas, pero en los tipos intermedios entre ambos (gneis-granitos, p.e.), la distinciones son imposibles sin el auxilio de las observaciones de campo.

Las rocas granitoides son en buena parte de composición granodiorítica, pero existen también las de naturaleza tonalítica, adamelítica y granítica. El estudio petrográfico detallado que se viene realizando permitirá conocer la distribución areal de los distintos tipos de roca.

Las variedades granitoides alcanzan extensión regional en la zona próxima a la ciudad de Tandil. También aparecen en el extremo sur de la sierra de Vela. En otros sitios, los afloramientos son casi siempre imposibles de reconocer, por las razones apuntadas, en las fotografías aéreas.

TECTONICA DE FALLAS

Aparte de los dominios tectónicos, las fotografías aéreas han permitido comprobar que la región investigada se halla afectada, esencialmente, por tres sistemas de direcciones fundamentales de fallas que atraviesan el complejo deformado y metamorfozido. Estas tres direcciones son coincidentes con las alineaciones principales que caracterizan los dominios que se acaban de describir (Block diagrama fig. 2).

Las fallas NE-SW delimitan bloques que se orientan en el sentido de las fracturas. Por lo que se ha podido interpretar hasta el presente, estas fallas, que denominamos f1, han provocado rechazos horizontales de varios kilómetros.

El otro sistema de fallas es el NW-SE (ver fig. 5), o sea normal al anterior. Ellas dan como resultado la elevación de bloques en el sentido de las fallas, (fig. 1). De esta manera, la configuración general de las tierras presenta como modelo primordial la forma de una V invertida, con vértice en la ciudad de Tandil. Las fallas f2 presentan características de rechazo en pivote, ya que ponen en contacto unidades litológicas de similar composición pero netamente diferentes en cuanto al hundimiento de los ejes de pliegues, tanto menores como mayores (Fig. 5).

El tercer sistema de fallas (f3) tiene dirección aproximada E-W, y se pone de manifiesto, especialmente al sur de la ciudad de Tandil (figura 3).

El desplazamiento de los bloques a lo largo de los sistemas de fallas complica en gran manera la interpretación tectónica general.

ENSAYO DE INTERPRETACION DE LOS DOMINIOS TECTONICOS

Hasta que no se hayan obtenido las dataciones radiométricas de rocas pertenecientes a los distintos dominios, la interpretación de la sucesión de eventos deformacionales, metamórficos e ígneos se resiente por la carencia de puntos cronológicos bien establecidos. Con todo, la caracterización de los dominios tectónicos tiene la ventaja de permitir efectuar una ordenación de las

fases deformaciones que, eventualmente, con el apoyo de dataciones y estudios petrológicos y estructurales detallados, conducen a la dilucidación de las secuencias tectónicas-térmicas.

El ensayo interpretativo que aquí se ofrece —sujeto a posibles ajustes, correcciones o modificaciones— es por lo tanto provisorio y está basado en las relaciones mutuas de los dominios tectónicos reconocidos. Creemos, de esta manera, ofrecer un ejemplo de la utilidad de la fotointerpretación en el estudio de los basamentos cristalinos, a la vez que hemos alcanzado un enfoque más elaborado que los propuestos anteriormente. La secuencia tectónica, según los principios comentados, sería la siguiente:

El dominio tectónico A es considerado el más antiguo, por cuanto es transectado tanto por el dominio B como por el C. En algunas partes —sierras del sur de la ciudad de Tandil— este dominio está bien desarrollado, pero en el resto de las serranías sólo aparece bajo la forma de remanentes, de poca extensión y más o menos dispersos en las áreas de los otros dominios. Entendemos que el dominio A es el resultado de un plegamiento (F1) que afectó sedimentos geosinclinales grauváquicos y escasos derrames o intrusiones básicas. El tipo de plegamiento parece haber sido de grandes nappes, volcados hacia el N-NE. Es posible que la esquistosidad S1 resultante corresponda a estratificación (So), pero no hay indicios para poder determinar con seguridad esta cuestión. La fase de deformación F1 estuvo acompañada de un metamorfismo (M1) de bajo rango (facies de esquistos verdes, grado biotita).

El dominio tectónico B correspondería a una nueva fase de deformación (F2), que ha vuelto a plegar las estructuras de la fase previa y ha producido el desarrollo de la esquistosidad S2, de carácter regional. La nueva esquistosidad, en muchos sitios, ha obliterado por completo las superficies S1, pero pueden en algunos lugares observarse aún remanentes de ella. El plegamiento F2 fue intenso y estuvo acompañado de un metamorfismo (M2) de la facies de esquistos verdes (grado biotita-granate).

El dominio tectónico C representaría otra nueva fase de deformación F3, que ha actuado preferentemente en una faja NW-SE y que corta por lo tanto a las estructuras S1 y las S2. La caracterización de esta franja está oscurecida por el desplazamiento posterior de los bloques a lo largo de planos de fallas. La deformación que ha creado el dominio C ha provocado el desarrollo de planos de esquistosidad NW-SE, que corresponden a superficies S3. Esta esquistosidad no tiene un gran desarrollo areal, pues está limitada a la franja delgada antes mencionada; fuera de ella, a ambos lados, la fase deformacional pasa a una fase de fracturas. La deformación F3 ha provocado un nuevo metamorfismo (M3), de la facies de esquistos verdes (grados clorita a biotita).

En lo que se refiere a las rocas granitoides, aparentemente se han generado al cierre de la Fase F2, con la culminación metamórfica, pero su emplazamiento ha proseguido hasta el final de esta fase e incluso hasta bastante después de la fase F3. Las dataciones radimétricas de muestras seleccionadas permitirán dilucidar esta cuestión. Presuponemos que existen al menos tres generaciones de rocas granitoides, sin contar los cuerpos filonianos menores (pegmatitas, aplitas, microgranitos).

CUADRO 1
Esquema estructural de Tandil

Fase deformacional	Estructuras	Metamorfismo	Eventos ígneos
—	Sedimentarias (S ₀) Inferida	—	Escasos derrames y/o intrusiones básicos
F1 : Plegamiento tipo nappe (Dominio A)	S1 (= S ₀ ?)	M1 Esquistos verdes (grado biotita)	—
F2 : Plegamiento intenso (Dominio B)	S2, deformando S1	M2 Esquistos verdes (grado almandino) Migmatización	—
F3 : Plegamiento suave, a intenso en sectores (Dominio C)	S3, deformando S1 y S2	M3 Esquistos verdes (clorita a biotita)	Granitoides y filonías ácidas
—	—	—	Intrusiones de diabasas a lo largo de S3
F4 : Plegamiento suave, confinado	S4, deformación de diques de diabasa	M4 Esquistos verdes (grado clorita)	Cuerpos granitoides menores
Fracturaciones f1, f2 y f3	—	—	—

Terminada la deformación F3, se produjo a lo largo de la esquistosidad S3, o de sus fallas, la intrusión de diques diabásicos con rumbo concordante con el de la esquistosidad. Estos diques diabásicos han sido posteriormente deformados, lo que lleva a reconocer una fase final de deformación F4, cuya impronta ha quedado poco marcada —al menos en las fotos aéreas— en los terrenos multideformados y polimetamorfizados. El tipo de plegamiento de la fase F4 ha sido suave y confinado, mientras que el metamorfismo correspondiente fue el de grado clorita. (Facies de Esquistos Verdes).

Con posterioridad a las deformaciones se originan las tectónicas de falla ya comentadas, que se implantan sobre los planos estructurales resultantes de las tres principales deformaciones.

Resumiendo el esquema anterior, se tendría la secuencia de episodios de deformación y metamorfismo propuestos para la región de Tandil que se muestra en el Cuadro 1.

CONCLUSIONES

La interpretación ofrecida constituye el primer paso en la intrincada tarea de descifrar la historia precámbrica del basamento tandiliano. En ella, se trata de explicar, de manera genéticamente coherente, las orientaciones estructurales megascópicas que fueron entrevistas por Pasotti (1958).

Hemos encontrado que la técnica de determinar dominios tectónicos sobre la base de fotografías aéreas, constituye un método de gran utilidad para reconocer y caracterizar la sucesión de fases de deformación. Naturalmente, esa primera información debe ser complementada para arribar a interpretaciones definitivas.

Sobre la base de lo analizado hasta el presente, hemos elaborado un cuadro de secuencias tectónicas-metamórficas-ígneas que difiere notablemente de los esquemas anteriores (cf. González Bonorino *et al.*, 1956; Teruggi *et al.* 1958; Quartino y Villar Fabre, 1967) e incluso de los propuestos para áreas del basamento uruguayo (Cardellino y Ferrando, 1969). Puede apreciarse que, con las evidencias halladas hasta el presente, se definen cuatro fases de deformación con sus respectivas estructuras y metamorfismos, lo que contrasta con la postulación anterior de un único evento deformacional-metamórfico.

Los fechados radimétricos disponibles hasta el presente (Stipanovic y Linares, 1969), han demostrado que la historia geológica de las rocas de Tandil se extiende por un período de unos 1.500 millones de años. Un grupo de rocas "graníticas" tiene edades que van de 2200 a 2000 m.a., en tanto que las rocas gnéissicas y anfibólicas caen en las proximidades de los 1800 m.a. Sigue un conjunto granítico y anfibólico que corresponde a los 1600-1550 m.a., y luego un séquito de filonianas graníticas ubicadas entre los 1200 y 1000 m.a., aparte de una edad "granítica" de 600 m.a.

Todas estas dataciones han carecido de controles estructurales y/o geológicos, por lo que resulta imposible darles un significado genético correcto y, mucho menos, ubicarlas dentro de nuestro esquema. No obstante eso, la dispersión de los fechados, constituye una clara evidencia de que en el basamento de Tandilia se han sucedido actividades deformacionales, metamórficas e ígneas, que han dejado su propia impronta en las rocas componentes.

Un aspecto importante es la vinculación del área de Tandil con la de Balcarce. En esta última, son reconocibles las mismas fases deformacionales, pero existen omisiones y otras diferencias sensibles que han determinado una petrología estructural distinta. Esta cuestión será, por lo tanto, motivo especial de un próximo trabajo.

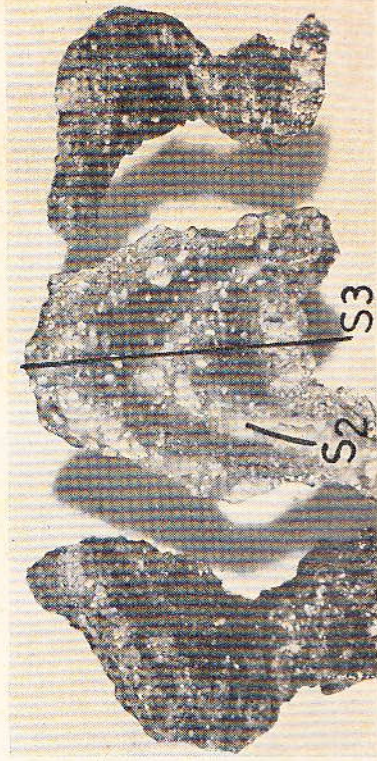
AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los señores C. A. Tremouilles y C. R. Tremouilles¹, la confección de mapas y gráficos que ilustran el presente trabajo.

BIBLIOGRAFIA

1. Cardellino, R. y Ferrando, L., 1969. Carta geológica del Uruguay a escala 1:100.000, 2 segmento Montevideo, sector XCVII.
2. De Romer, H., 1964. Sobre la geología de la zona de El Choique, entre el cordón de Los Farallones y el Cordón de Bonilla, Quebrada de Santa Elena, Uspallata (Prov. de Mendoza). *Rev. Asoc. Geol. Arg.* XIX, 1, pp. 9-18.
3. González Bonorino, F.; Zardini, R. A. y Limousin, T. A., 1956. Estudio geológico de de las sierras de Olavarría y Azul. LEMIT, Serie II, 63.
4. Harland, W. B. y Bayly, M. B., 1958. Tectonic regimes. *Geol. Mag.* 95, pp. 89-104.
5. Hepworth, J. V., 1967. The photogeological recognition of ancient orogenic belts in Africa. *Quart. J. Geol. Soc. London*, 491, 123, pp. 253-292.
6. Kilmurray, J. O., 1968. Los gneises escapolíticos de Las Ramaditas La Rioja. *Rev. Museo de La Plata, Geol.* VII, 52 pp. 13-29.
7. Kilmurray, J. O., 1969. Petrología de las rocas metamórficas del sector noreste de la Sierra de Maz. La Rioja. *IVas. Jorn. Geol. Arg.*, t. 1, pp. 409-428.
8. Kilmurray, J. O. 1970. Las facies del metamorfismo en la Sierra de Maz. La Rioja. República Argentina. *Rev. Asoc. Arg. Min. Petrol. Sed.*, t. 1, 3-4, pp. 57-70.
9. Kilmurray, J. O. y Dalla Salda, L., 1971. Las fases de deformación y metamorfismo en la Sierra de Maz. La Rioja. *Rev. Asoc. Geol. Arg.* XXVI, 2, pp. 246-263.
10. Kilmurray, J. O. y Dalla Salda, L., 1971. Las fases de deformación y metamorfismo en el área del Cerro Valdivia. Prov. de San Juan. *Rev. Asoc. Geol. Arg.* XXVI, 1, pp. 25-39.
11. Pasotti, P. 1958. Rasgos tectónicos de las Sierras de Tandil. *Inst. Fisiografía y Geología, Rosario*. XLIII, pp. 28.
12. Quartino, B. J. y Villar Fabre, J. F., 1967. Geología y Petrología del Basamento de Tandil y Barker, Prov. de Buenos Aires, a la luz del estudio de localidades críticas. *Rev. Asoc. Geol. Arg.* XXII, pp. 223-251.
13. Stipanovic, P. N. y Lipares, E., 1969. Edades radiométricas determinadas para la República Argentina y su significado geológico. *Bol. Acad. Nac. Córdoba*. XLVII.
14. Teruggi, M. E., 1951. Contribución a la petrología del Partido de Tandil, el Cerro Noceti, Prov. de Buenos Aires. *Rev. Museo Argentino Cs. Nat. Bernardino Rivadavia. Cs. Geol.* t. III, 1.
15. Teruggi, M. E., Mauriño, V. E., Limousin, T. y Schauer, O., 1958. Geología de las Sierras de Tandil. *Rev. Asoc. Geol. Arg.* XIII, 3, pp. 185-204.
16. Villar Fabre, J. F., 1954. Resumen geológico de la hoja 32 q, Sierras del Tandil. *Rev. Asoc. Geol. Arg.* IX, pp. 109-130.
17. Turner, F. J. y Weiss, L. E., 1963. Structural analysis of metamorphic tectonites. Mc Graw-Hill Co.

¹ De la Sección Dibujo del Museo de La Plata.



Lám. II. — *e*, Estructuras de pliegues mesoscópicos en gneises de inyección del dominio B. Nótese una marcada porfiroblastesis que sigue a una deformación de estructuras planares S_1 . Los planos axiales de los pliegues se refieren a S_2 ; *f*, Estructuras plegadas del dominio C, deformando estructuras S_2 en rocas de tipos: equistos de inyección. Nótese una porfiroblastesis marcada sobre las folias deformadas cuyos planos axiales se refieren a S_3 ; *g*, Estructuras de deformación del dominio B en gneises, con el desarrollo de intensa porfiroblastesis. Los planos axiales de los pliegues se designan como S_2 ; *h*, Estructuras planares del dominio C, en rocas de grano fino, con porfiroblastos de plagioclasa rotados y envueltos por una matriz esquistosa con estructura S_3 ; *i*, Estructuras planares del dominio C, en roca de grano fino, mostrando estiramiento de componentes máficos (biotita-clorita). La esquistosidad resultante se refiere a S_3 .