

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO

REVISTA DEL MUSEO DE LA PLATA
(NUEVA SERIE)

TOMO XI

1992

Geología N° 99

**GEOLOGIA DEL BATOLITO DE LAS CHACRAS-PIEDRAS COLORADAS
PROVINCIA DE SAN LUIS**

NORMA BROGIONI ⁽¹⁾

RESUMEN

El Batolito de Las Chacras-Piedras Coloradas aflora en las Sierras Pampeanas de San Luis y está formado por cuatro plutones semicirculares encadenados entre sí en sentido NO-SE, cuya edad K-Ar es Carbónica. Las rocas son granitos s.l., que gradan desde fuertemente porfíricos hasta equigranulares finos, con biotita, anfíbol y escasa muscovita; las características petrográficas indican el importante rol que desempeñó una fase fluida en la evolución de las rocas y posiblemente también en los fenómenos de retrogradación observados en las metamorfitas adyacentes a los contactos. La deformación y orientación de los elementos internos de los cuerpos (minerales, enclaves, schlieren, septos de basamento, fracturas, diques y "cone sheets"), así como la deformación que su intrusión causó en las rocas encajantes, son compatibles con un ascenso diapírico de los cuerpos y el emplazamiento final por "ballooning", durante un estadio tardiocinemático a postectónico. El Batolito de Las Chacras-Piedras Coloradas cerró la actividad magmática paleozoica en la Sierra de San Luis, y sus características geológicas y estructurales lo diferencian radicalmente del/los eventos graníticos previos que afloran en el mismo ambiente geológico. Las similitudes geológicas y petrográficas existentes entre el Batolito de Renca y el plutón semicircular que aflora al Este de Quines con el Batolito de Las Chacras-Piedras Coloradas permite asignarlos al mismo ciclo magmático.

Palabras clave: Batolito de Las Chacras-Piedras Coloradas - geología - ascenso diapírico - "ballooning".

ABSTRACT

GEOLOGY OF LAS CHACRAS-PIEDRAS COLORADAS BATHOLITH, SAN LUIS PROVINCE. Las Chacras-Piedras Coloradas Batholith crops out in the Pampean Ranges of San Luis Province and is made up of four nearly circular plutons interfering each to other and distributed along a NW-SE fracture; its K-Ar age is Carbonic. Rocks are granites s.l. which grade from highly

(1) División Mineralogía y Petrología. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Paseo del Bosque s/n, La Plata, y CONICET.

porphyritic, biotite and/or amphibole-bearing to fine, equigranular biotite muscovite-bearing facies; their petrographic features might have originated by a volatile migration-related evolution mechanism, the fluids might also be responsible for the retrograde metamorphism of the contact schists. The internal geometry of plutons, as well as the country rocks deformation, account for a diapiric ascent and late ballooning emplacement during late to post-tectonic deformational stages. Las Chacras-Piedras Coloradas batholith, which clearly differentiates from other previous granitic events cropping out in the same geologic environment, closed the paleozoic magmatic activity in San Luis Ranges. It is here considered that Renca batholith and the circular pluton which crops out near Quines belong to the Las Chacras-Piedras Coloradas granitic event.

Key words: Las Chacras-Piedras Coloradas Batholith - geology - diapiric ascent - ballooning.

INTRODUCCION

El Batolito de Las Chacras-Piedras Coloradas (BLCh-PC) es el cuerpo granítico más grande (500 km² ca.) de la Provincia de San Luis. Aflora en el ámbito de las Sierras Pampeanas Orientales, y forma parte del basamento ígneo-metamórfico de la Sierra de San Luis constituido, como consecuencia de fallamiento N-S, por varios bloques desplazados verticalmente y volcados hacia el Este; la pendiente general del área disminuye de Oeste a Este. Las rocas encajantes estarían incluidas dentro del denominado "Complejo gnéissico" y de las "Filitas y Esquistos antiguos" de Yrigoyen (1981).

El BLCh-PC es discordante a escala regional y está formado por cuatro stocks aproximadamente circulares que conforman "plugs" de techos planos, encadenados entre sí en sentido NO-SE (Fig. 1). La altura oscila entre 1000 y 1400 m. Su edad K-Ar es Carbónica Inferior.

El BLCh-PC ha sido mapeado a escala 1:200.000 por Pastore y González (1954) y por González (1957). En el presente trabajo se efectúa su estudio geológico mediante fotografías aéreas a escala 1:20.000, fotomosaicos 1:50.000 y reconocimientos de campo.

CARACTERES GEOLOGICOS DEL BATOLITO

Stock Potrerillos.

Este plutón cubre un área de 113 km² ca. y es explotado comercialmente como piedra ornamental. Es el único cuerpo netamente discordante (no ha deformado las rocas encajantes) y presenta un borde enfriado, discontinuo, de aproximadamente 2 m de espesor de pórfido granítico rojo (a, en Fig. 1). La mayor parte del plutón está formada por un granito de grano medio (denominado comercialmente "Rojo Dragón"), equigranulado, leucocrático (b), en el cual ocasionalmente se encuentran cristales de microclino de hasta 2-3 cm. Son frecuentes las cavidades macromiarolíticas y cuerpos pegmatíticos redondeados, turmalínicos, de 20-30 cm de diámetro. Se encuentran, además, escasos roof-pendants de las metamorfitas encajantes. Hacia el interior del stock se pasa gradualmente (c), por aumento de la cantidad de fenocristales de microclino, a un granito biotítico fuertemente porfírico (d) denominado comercialmente "Gris Perla" y "Rosa del Salto", por sus megacristales grises o rosados de microclino de hasta 7 cm de longitud. En estas rocas son abundantes los enclaves fusiformes microgranulares portadores de fenocristales de microclino y se hallan también escasos xenolitos graníticos hololeucocráticos. Ocasionalmente el paso de las facies equigranuda a la porfírica es bastante abrupto, encontrándose una zona de 1 a 2 m de ancho enriquecida en microclino con arreglo trabecular, y escaso cuarzo y biotita en los espacios intercrystalinos. Diques de aplitas de 3 cm a 3 m de espesor

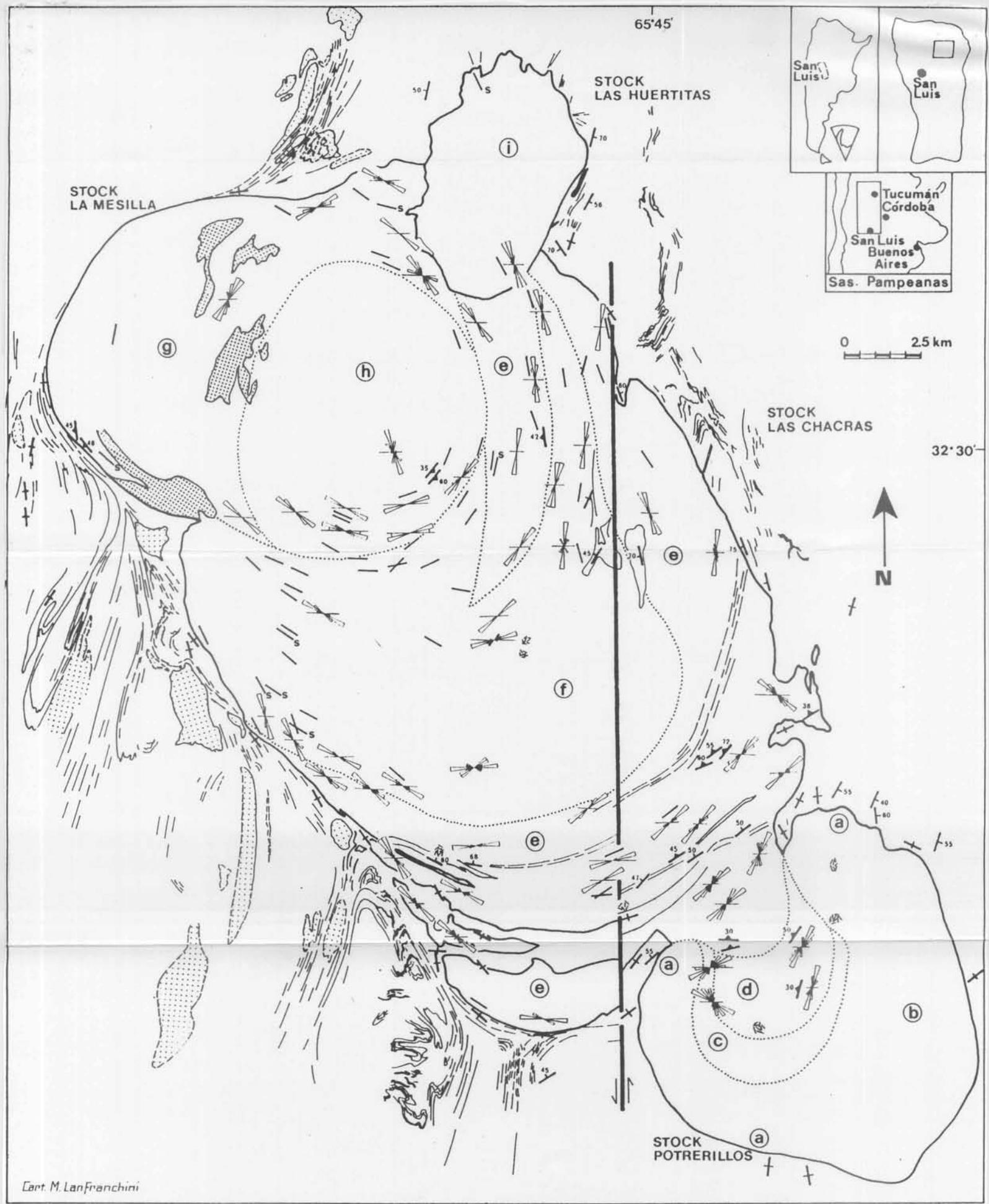


Fig.1 Mapa geológico del Batolito de Las Chacras - Piedras Coloradas



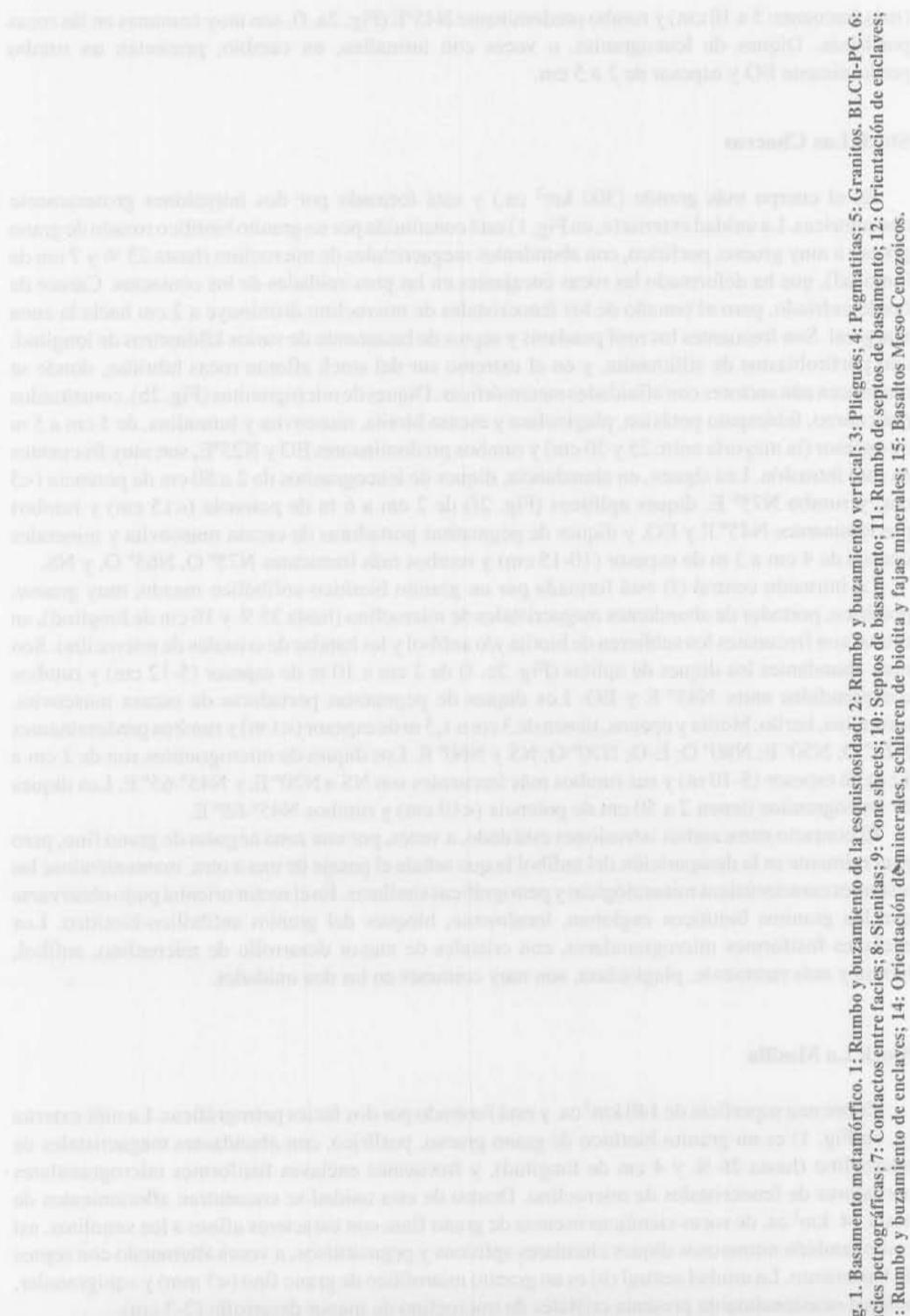


Fig. 1. Basamento metamórfico. 1: Rumbo y buzamiento de la esquistosidad; 2: Rumbo y buzamiento vertical; 3: Plegamientos; 4: Pegmatitas; 5: Granitos. BLCh-PC. 6: Facies petrográficas; 7: Contactos entre facies; 8: Siemitas; 9: Cone sheets; 10: Septos de basamento; 11: Rumbo de septos de basamento; 12: Orientación de enclaves; 13: Rumbo y buzamiento de enclaves; 14: Orientación de minerales, schlieren de biotita y fajas minerales; 15: Basaltos Mesozoicos.

(más frecuente: 5 a 10 cm) y rumbo predominante N45°E (Fig. 2a, f), son muy comunes en las rocas porfíricas. Diques de leucogranito, a veces con turmalina, en cambio, presentan un rumbo predominante EO y espesor de 2 a 5 cm.

Stock Las Chacras

Es el cuerpo más grande (300 km² ca.) y está formado por dos intrusiones groseramente concéntricas. La unidad externa (e, en Fig. 1) está constituida por un granito biotítico rosado de grano grueso a muy grueso, porfírico, con abundantes megacrístales de microclino (hasta 23 % y 7 cm de longitud), que ha deformado las rocas encajantes en las proximidades de los contactos. Carece de borde enfriado, pero el tamaño de los fenocristales de microclino disminuye a 2 cm hacia la zona marginal. Son frecuentes los roof pendants y septos de basamento de varios kilómetros de longitud, con porfiroblastos de sillimanita, y en el extremo sur del stock afloran rocas híbridas, donde se reconocen aún sectores con afinidades metamórficas. Diques de microgranitos (Fig. 2b), constituidos por cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y escasa biotita, muscovita y turmalina, de 5 cm a 5 m de espesor (la mayoría entre 25 y 30 cm) y rumbos predominantes EO y N25°E, son muy frecuentes en esta intrusión. Les siguen, en abundancia, diques de leucogranitos de 2 a 50 cm de potencia (<5 cm) y rumbo N75° E; diques aplíticos (Fig. 2f) de 2 cm a 6 m de potencia (<15 cm) y rumbos predominantes N45° E y EO, y diques de pegmatitas portadoras de escasa muscovita y minerales opacos de 4 cm a 3 m de espesor (10-15 cm) y rumbos más frecuentes N75° O, N65° O, y NS.

La intrusión central (f) está formada por un granito biotítico-anfibólico rosado, muy grueso, porfírico, portador de abundantes megacrístales de microclino (hasta 35 % y 16 cm de longitud), en el cual son frecuentes los schlieren de biotita y/o anfíbol y las bandas de cristales de microclino. Son muy abundantes los diques de aplitas (Fig. 2c, f) de 2 cm a 10 m de espesor (5-12 cm) y rumbos comprendidos entre N45° E y EO. Los diques de pegmatitas portadoras de escasa muscovita, turmalina, berilo, biotita y opacos, tienen de 3 cm a 1,5 m de espesor (<1 m) y rumbos predominantes N25° O; N50° E; N80° O; E-O; N70° O; NS y N60° E. Los diques de microgranitos son de 2 cm a 12 m de espesor (5-10 m) y sus rumbos más frecuentes son NS a N20° E, y N45°-65° E. Los diques de leucogranitos tienen 2 a 50 cm de potencia (<10 cm) y rumbos N45°-65° E.

El contacto entre ambas intrusiones está dado, a veces, por una zona angosta de grano fino, pero generalmente es la desaparición del anfíbol la que señala el pasaje de una a otra, manteniéndose las restantes características mineralógicas y petrográficas similares. En el sector oriental pudo observarse que los granitos biotíticos engloban, localmente, bloques del granito anfibólico-biotítico. Los enclaves fusiformes microgranulares, con cristales de mayor desarrollo de microclino, anfíbol, biotita y más raramente, plagioclasa, son muy comunes en las dos unidades.

Stock La Mesilla

Cubre una superficie de 140 km² ca. y está formado por dos facies petrográficas. La más externa (g, en Fig. 1) es un granito biotítico de grano grueso, porfírico, con abundantes megacrístales de microclino (hasta 26 % y 4 cm de longitud), y frecuentes enclaves fusiformes microgranulares portadores de fenocristales de microclino. Dentro de esta unidad se encuentran afloramientos de hasta 14 km² ca. de rocas sieníticas oscuras de grano fino, con caracteres afines a los xenolitos, así como también numerosos diques circulares aplíticos y pegmatíticos, a veces alternando con septos de basamento. La unidad central (h) es un granito miarolítico de grano fino (<3 mm) y equigranular, aunque ocasionalmente presenta cristales de microclino de mayor desarrollo (2-3 cm).

Los diques de aplitas y pegmatitas son frecuentes (Fig. 2d, f). Los primeros son delgados (la mayoría tiene un espesor de 5 a 20 cm, aunque varía entre 3 cm y 3 m) y de rumbo predominante NS. Los segundos varían de 3 cm a 1,20 m de potencia (5-40 cm), rumbos predominantes NS y N45° E, y son portadores de muscovita, turmalina, y más raramente, sulfuros oxidados y berilo. Las aplopegmatitas son sumamente escasas y su rumbo es E-O. Los diques de microgranitos, más escasos que los anteriores, tienen 2 cm a 1,30 m de espesor y rumbo predominante N25° O. Se encuentran también venas de cuarzo o cuarzo+feldespato, de 1 a 40 cm de potencia.

Stock Las Huertitas

Este pequeño stock (30 km² ca.) está constituido por un granito rojizo homogéneo (i, en Fig. 1), miarolítico, de grano muy fino (1-4 mm), que contiene escasa muscovita (especialmente en la zona marginal) y a veces cristales de microclino de hasta 1 cm. En la parte central ha sido alterado hidrotermalmente, con mineralización de U-Th y REE, que indica temperaturas de 336°-535° (Gay y Lira, 1984; Lira y Ripley, 1990). En el fondo de las quebradas y en la zona suroriental, hacia donde desciende la pendiente, es posible observar que pasa gradualmente a un granito biotítico porfírico, de grano grueso. Los diques de pegmatitas (Fig. 2e) son de 3 a 50 cm de potencia (5-10 cm), rumbo

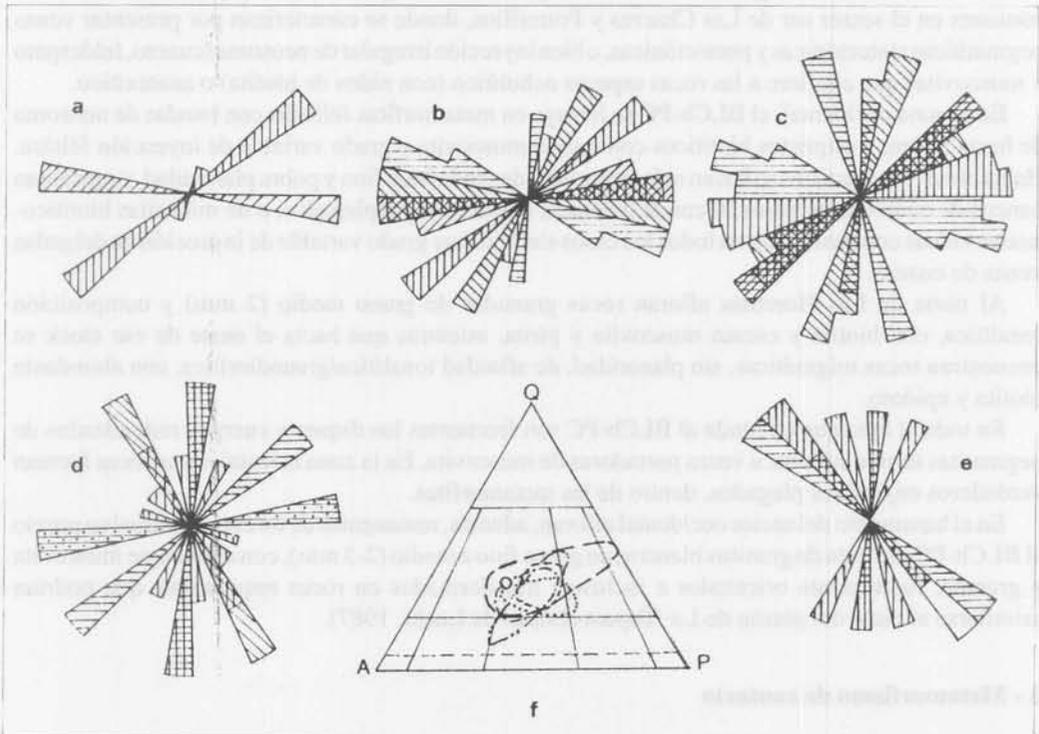


Fig. 2. Diagramas de frecuencia de diques del BLCh-PC. a: Potrerillos; b: Las Chacras (biotita); c: Las Chacras (anfíbol); d: La Mesilla; e: Las Huertitas. Pegmatitas (rayado horizontal); Aplitas (rayado vertical); Granitos hololeucocráticos (rayado inclinado a la izquierda); Microgranitos (rayado inclinado a la derecha); Aplopegmatitas (rayado horizontal y punteado); f: Clasificación modal de los diques. Potrerillos (líneas punteadas); Las Chacras, aplitas (línea cortada y dos puntos); Las Chacras, microgranitos (línea cortada, trazos largos); La Mesilla (línea cortada y punto); Las Huertitas (línea llena); Cone sheets (línea cortada, trazos cortos).

predominante N45° O, y contienen turmalina y más raramente muscovita y opacos. Los diques de aplitas (Fig. 2f) son menos frecuentes que los anteriores; tienen 2 cm a 1,20 m de espesor (10-50 cm) y rumbo N35° O, aunque numerosos se hallan comprendidos entre N25° E y N15° O. Ocasionalmente se encuentran venas de 1 a 60 cm de potencia (aunque generalmente no superan los 5 cm) de cuarzo; cuarzo+turmalina; cuarzo+faldespato; o bien cuarzo+minerales de hierro.

CARACTERISTICAS DEL EMPLAZAMIENTO DE LOS STOCKS

Relaciones con las rocas encajantes

a - Litología del basamento.

Los contactos del BLCh-PC con las rocas encajantes son netos (Fig. 1, 4). Las **metamorfitas** están representadas, en el sector NE, por esquistos biotíticos oscuros y esquistos filíticos verdosos de grano fino, ocasionalmente con inyección lit par lit, que a veces alternan con esquistos cuarcíticos. Hacia el sur, los esquistos con folias de biotita (de hasta 3 mm de espesor) y muscovita, presentan fenómenos de inyección cuarzo-plagioclásica en grado variable, desde lit par lit (hasta 5 mm de espesor), en forma de ojos, o bien como bandas o folias discontinuas de hasta 1 cm, constituyendo, en este caso, verdaderos gneisses. Las rocas gnéissicas de grano medio y pobre foliación son comunes en el sector sur de Las Chacras y Potrerillos, donde se caracterizan por presentar venas pegmatíticas sintectónicas y postectónicas, o bien inyección irregular de neosoma (cuarzo, faldespato y muscovita) que confiere a las rocas aspecto nebulítico (con nidos de biotita) o anatexítico.

En la zona occidental, el BLCh-PC se intruye en metamorfitas foliadas con bandas de neosoma de hasta 5 mm, y esquistos biotíticos con escasa muscovita y grado variable de inyección félsica. Hacia el sur, los esquistos se hacen más cuarcosos, de grado muy fino y pobre planaridad, y presentan bancos de cuarcitas de hasta 20 cm de potencia, a veces muy replegados, o de micacitas biotítico-muscovíticas con turmalina; en todos los casos siempre hay grado variable de inyección de delgadas venas de cuarzo.

Al norte de Las Huertitas afloran rocas granudas de grano medio (2 mm) y composición tonalítica, con biotita y escasa muscovita y pirita, mientras que hacia el oeste de ese stock se encuentran rocas migmatíticas, sin planaridad, de afinidad tonalítica/granodiorítica, con abundante biotita y epidoto.

En toda el área que circunda al BLCh-PC son frecuentes los diques y cuerpos redondeados de pegmatitas turmalíferas, a veces portadoras de muscovita. En la zona oriental, estas rocas forman verdaderos enjambres plegados, dentro de las metamorfitas.

En el basamento del sector occidental afloran, además, remanentes de un evento intrusivo previo al BLCh-PC. Se trata de granitos blancos, de grano fino a medio (2-3 mm), con abundante muscovita y granate, fuertemente orientados e inclusive transformados en rocas esquistosas, que podrían asimilarse al ciclo del plutón de La Tapera (López de Luchi, 1987).

b - Metamorfismo de contacto

Es difícil establecer la existencia de efectos de metamorfismo de contacto sobre rocas que carecen de un estudio petrológico regional, tal como ocurre con el basamento metamórfico en el área de BLCh-PC. No obstante ello, y si bien los diversos tipos litológicos aflorantes conservan casi inalteradas sus características regionales, existen ciertas particularidades que pueden atribuirse a fenómenos de contacto. Por ejemplo, en el contacto occidental del stock Las Chacras se encuentran

esquistos muscovítico-biotíticos con nódulos de sericita en cuyos núcleos se conservan relictos de sillimanita. Aunque el origen de esta última podría ser tanto regional como de contacto, la transformación a sericita está indicando un fenómeno de hidratación durante un estadio de retrogradación que pudo haber sido provocado por fluidos provenientes de la intrusión granítica. La presencia de cristales de turmalina dispuestos al azar puede significar, igualmente, la existencia de efectos metasomáticos. Finalmente, el carácter poikilítico que adoptan a veces la biotita y muscovita (también la turmalina), así como el desarrollo de motas de biotita en esquistos, son indicativos de metamorfismo de contacto.

c - Deformación de las rocas encajantes

El rumbo regional NNE-SSO de la esquistosidad y/o foliación de las rocas metamórficas en el área del BLCh-PC, desarrollado durante el ciclo Famatiniano y asignado al dominio tectónico D3 (Ordovícico y/o Silúrico) por Dalla Salda (1987), ha sido truncado por el emplazamiento granítico. Sin embargo, tanto la fábrica planar como los flancos de los pliegues existentes en las metamorfitas se adaptan localmente a los contornos de los stocks de modo tal que resultan paralelos a los contactos (Fig. 1, 4). Al sur del plutón Las Chacras se observa que los diques de pegmatitas intruidos en el basamento tuercen su rumbo regional NS hasta la dirección EO, que es la del contacto granítico, y lo mismo ocurre con la esquistosidad de las metamorfitas. Otros elementos litológicos del basamento que se hallan deformados como consecuencia de la intrusión son los granitos muscovítico-granatíferos y cuerpos pegmatíticos que afloran en el sector occidental (Fig. 1, 4), los cuales presentan una esquistosidad de rumbo coincidente con la dirección de los contactos graníticos.

Estructura interna de los plutones

Una particularidad de los stocks que conforman el BLCh-PC es su forma aproximadamente circular y la disposición de los diversos elementos que los componen según un modelo del mismo tipo; ambas características los diferencian radicalmente de otros intrusivos graníticos de la Sierra de San Luis.

Las rocas del stock Las Chacras y de la unidad porfírica de La Mesilla se caracterizan por la **orientación preferencial** de los megacristales de microclino y, en menor medida, del anfíbol (Fig. 1). Este fenómeno es particularmente notable en las zonas próximas al contacto entre ambos stocks; hacia los contactos con las rocas encajantes la orientación es paralela a ellos pero no se observa un acentuamiento de la misma. La lineación de los cristales de microclino coincide con el rumbo de la **foliación** dada por fajas de cristales de microclino o anfíbol, de microclino+anfíbol, de microclino+anfíbol+biotita, y con el rumbo de schlieren de biotita.

Los **enclaves** (Fig. 1) son muy frecuentes en las unidades porfíricas de todos los stocks. Los más abundantes son fusiformes o lenticulares, de hasta 2 m de longitud (aunque generalmente tienen menos de 50 cm), grano fino, índice de color más alto que el de las rocas que los contienen, y corresponden a sienitas y monzonitas modales (Brogioni, 1991). Se caracterizan por presentar una foliación débil y grado variable de porfiroblastes de microclino (estos cristales a veces orientados según la orientación del enclave), aunque también se encuentra plagioclasa, anfíbol o biotita (Fig. 3). El crecimiento de algunos de estos cristales en la interfase enclave/granito indica que provienen del magma granítico y que el enclave se hallaba en estado plástico al momento de la cristalización de los porfiroblastos.

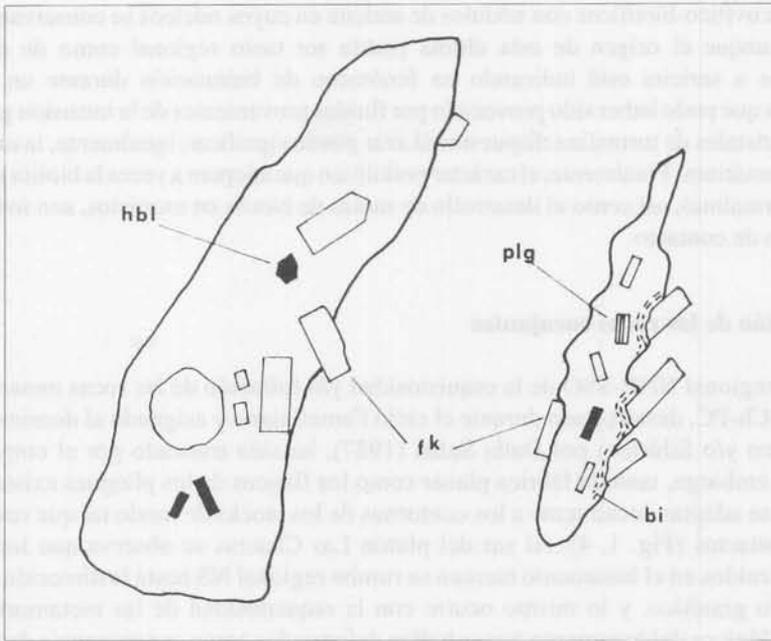


Fig. 3. Dibujo esquemático de enclaves en el BLCh-PC. hbl: hornblenda; plg: plagioclasa; fk: feldespato alcalino; bi: biotita orientada.

En la unidad porfírica del stock Potrerillos se encuentran, además, xenolitos graníticos félsicos, de grano medio, elongados o redondeados (hasta 1,5 m de diámetro).

Los xenolitos de metamorfitas son escasos y suelen estar atravesados por venas de material granítico. En el stock Potrerillos, un xenolito de aproximadamente 5 m de longitud muestra efectos de metamorfismo de contacto, con abundantes cristales poikilíticos de biotita y en menor proporción muscovita. En el plutón de Las Chacras se encuentran ocasionalmente xenolitos de cuarcitas.

En las unidades equigranulares finas la cantidad de enclaves disminuye notoriamente; su forma es generalmente redondeada y de menor tamaño.

Los **septos de basamento** son frecuentes en el stock Las Chacras y al norte de La Mesilla, pudiendo alcanzar varios kilómetros de longitud (Fig. 1). En Las Chacras se disponen circularmente y buzan hacia el interior del cuerpo con un ángulo que varía de 45° a 70°, raramente verticales. Las rocas son esquistos biotítico-muscovíticos finos que gradan a micacitas con abundante muscovita, o bien esquistos cuarcíticos o cuarcitas, de origen indudablemente regional, en los cuales suelen encontrarse delgadas capas o lentes de material granítico proveniente de los intrusivos. La existencia de nódulos de sericita que pseudomorfizan a sillimanita (preservada en los núcleos); el carácter poikilítico que adoptan a veces la muscovita y biotita, y la presencia de turmalina poikilítica dispuesta al azar podrían ser indicativos, sin embargo, de fenómenos térmicos y metasomáticos a los cuales habrían seguido fenómenos de retrogradación.

Las **fracturas** son muy conspicuas en todos los stocks (Fig. 4). Se distinguen fracturas concéntricas, siguiendo la forma circular de los cuerpos, que suelen estar rellenadas por aptitas o pegmatitas, como sucede especialmente en el borde occidental de La Mesilla. Otro grupo es el de las fracturas subhorizontales, muy conspicuas en el stock de Las Huertitas, cuyo origen es posterior a la consolidación del granito. Por último, se encuentran también familias de diaclasas de rumbo NO-SE; NO-SE a EO; NE-SO y NS, todas ellas generalmente verticales o subverticales.

Los **diques** son muy abundantes en todos los cuerpos (Fig. 4) y solamente en las rocas finas de Potrerillos son más frecuentes masas pegmatíticas redondeadas que cuerpos tabulares. En general, son de poco espesor, contactos netos y rectos, y están constituidos por aplitas, microgranitos, pegmatitas, venas de cuarzo y raramente porfiritas graníticas. Los diques de leucogranitos son muy finos (<5 cm) y de contactos no tan marcadamente rectos como los anteriores; microfallas que han permitido su inyección cortan y desplazan a megacristales de microclino del granito. Los diques de porfiritas presentan aspecto riolítico sólo en La Mesilla; en Las Chacras son aplíticos o micrograníticos, con fenocristales de microclino y biotita a veces orientados. Algunos diques aplíticos y micrograníticos de Las Chacras y La Mesilla presentan enclaves orientados de rocas oscuras y/o schlieren de biotita. La distribución radial que, en su conjunto, presentan los diques de La Mesilla y Las Chacras (Fig. 2b, c) probablemente sea la expresión de su naturaleza concéntrica en vez de radial, aunque en las zonas marginales de los plutones suelen aflorar diques perpendiculares a los contactos y por consiguiente, radiales (Fig. 4). Se estima que es necesario un estudio exhaustivo de los cuerpos tabulares del BLCh-PC para establecer fehacientemente la naturaleza del mecanismo de fracturación.

Una faja de **"cone sheets"** (capas cónicas) se intruye en el granito biotítico del stock Las Chacras (Fig. 1). Está constituida por 24 diques aplíticos aproximadamente paralelos, cuyo espesor varía desde 10 cm hasta 12 m, verticales o subverticales; en este último caso, se inclinan hacia el interior del stock. Las rocas presentan coloración rosada o blanca, y varían de aplitas a microgranitos, encontrándose diferenciados pegmatíticos irregulares ya sea centrales o marginales en los cuerpos de mayor espesor. Están compuestas por cuarzo, feldespatos alcalinos, plagioclasa, biotita a veces orientada, y muscovita, y suelen estar atravesadas por venillas de turmalina de hasta 5 mm, mineral que también se encuentra en los sectores pegmatíticos. Modalmente se clasifican como monzogranitos (Fig. 2f).

INTERPRETACION

La mayoría de los caracteres estructurales y rasgos geológicos que se presentan en el BLCh-PC, tales como la forma de los cuerpos, distribución de minerales, enclaves, schlieren, fracturas, "cone sheets" y septos de basamento, y la deformación de la roca de caja (Fig. 1,4), son considerados por diversos autores como indicadores típicos de emplazamiento concordante o diapírico de plutones (Coward, 1981; Castro, 1987).

En algunos sectores restringidos, al sur del stock Las Chacras, las rocas graníticas se mezclan íntimamente con las metamorfitas regionales hasta constituir verdaderas migmatitas (agmatitas/anatexitas), lo cual indica que las rocas de caja alcanzaron temperaturas elevadas. Marsh (1982) considera que ésta es una condición indispensable para que el magma pueda ascender en forma diapírica.

Bateman (1984) y Castro (1987) sostienen que el ascenso a través de sistemas de fracturas (generadas por extensión horizontal) es el mecanismo más viable en la corteza y limitan el diapirismo al manto. Una vez que el magma ha ascendido por fracturas hasta reservorios ubicados en niveles superiores de la corteza, si existe una deformación regional que provoque acortamiento horizontal, dicho magma se emplazaría forzosamente por "ballooning". El concepto de "ballooning" fue introducido por Ramsay (1981, 1989) para describir el mecanismo por el cual sucesivos aportes de magma con alto grado de cristalización, que empujan lateralmente a los pulsos ígneos previos, provocan la deformación de las rocas encajantes y de los elementos internos de los plutones.

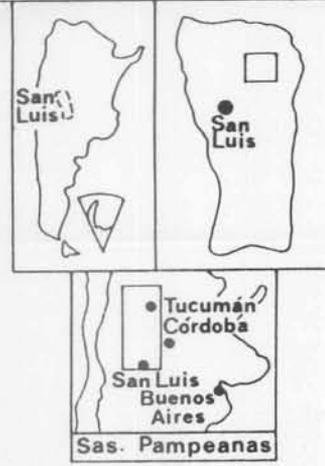
La distribución de los plutones que constituyen el BLCh-PC según una línea NO-SE (en cuyo extremo SE habría que incluir al Batolito de Renca, con características afines al BLCh-PC, López

de Luchi, 1987), fue atribuida a la existencia de una megafractura en esa dirección, y la disposición transversal con respecto a la esquistosidad regional, de rumbo NNE-SSO, se consideró como indicativa del carácter postectónico del batolito (Brogioni, 1987). Sin embargo, Brun y Pons (1981a; 1981b) demostraron que una característica de la interferencia entre un campo deformacional local (provocado por "ballooning") y un campo deformacional regional, es la aparición de los puntos triples, cuya posición es controlada por la cantidad de "ballooning". Del mismo modo, Bateman (1984) sostiene que cuando los "trends" de la foliación son circulares en las adyacencias del plutón pero rectilíneos más lejos, el plutón debe considerarse un diapiro sintectónico. La existencia de un punto triple al sur del stock Las Chacras, particularmente notable debido a la deformación sufrida por los filones pegmatíticos del basamento, y otro en el plutón ubicado al Este de Quines (no incluido en el BLCh-PC en este estudio, pero que por sus características geológicas corresponde al mismo ciclo granítico), pondría de manifiesto que el BLCh-PC es, al menos en parte, sintectónico. Una excepción sería el stock Potrerillos, el cual no ha deformado las metamorfitas encajantes y presenta un borde enfriado, lo cual es indicativo del contraste térmico existente entre ambas rocas al momento de la intrusión. La escasez de información sistemática sobre la estructura del basamento de la Sierra de San Luis no permite avanzar aquí en el análisis de la deformación regional; solamente se estima conveniente mencionar que la intrusión de cuerpos graníticos, en algunos macizos metamórficos, es vinculada con zonas de cizalla regionales (Castro, 1987; Castro, 1986; Brun y Pons, 1981a, 1981b).

La deformación de las rocas de caja y la orientación y foliación de los enclaves en el BLCh-PC indican la existencia de un campo deformacional local, cuyo origen debe encontrarse en el mecanismo de emplazamiento. Precisamente, la forma de los enclaves permite establecer la cantidad de deformación en los plutones y el mecanismo por el cual se han emplazado (Ramsay, 1981, 1989). En el BLCh-PC no se han llevado a cabo estudios estructurales en los enclaves, tales como los sugeridos por Ramsay (1981, 1989), para establecer su grado de elipsidad, pero es evidente que la mayoría de ellos están más deformados y se orientan según una dirección predominante, en la zona de contacto con el basamento y en las zonas adyacentes entre stocks, siguiendo la forma de los plutones (Fig. 1). Hacia las zonas centrales de los cuerpos dicha orientación predominante no es tan notable y aparecen otras orientaciones secundarias. En el stock Las Chacras se pudo establecer que a veces los enclaves buzan hacia el interior del cuerpo, del mismo modo que los septos de basamento, lo cual indicaría que hubo movimiento lateral del material granítico. Las características petrográficas (porfiroblastesis de feldespatos alcalinos, foliación) y geoquímica (composición química e isotópica) (Brogioni, 1991), y la orientación de los enclaves (coincidente con la orientación de los megacrístales de microclino de las rocas porfíricas) permite inferir que fragmentos de rocas más básicas fueron arrastrados por el material granítico, ambos en estado plástico, e interaccionaron con él hasta el lugar de emplazamiento. La ausencia, en general, de bordes enfriados y contornos irregulares en los enclaves, y la presencia de schlieren de biotita en diques portadores de enclaves oscuros indicaría que el transporte de los fragmentos fue prolongado y que los efectos de asimilación fueron casi completos en las porciones residuales del magma granítico (Didier, 1973; 1987).

En el BLCh-PC las rocas se distribuyen dentro del campo de los granitos s.l. (Brogioni et al., 1988; Brogioni, 1991). Las facies porfíricas evidencian el importante rol que desempeñó una fase fluida tardía en el aspecto definitivo de las rocas. La potasificación póstuma de la cristalización inicial condujo, en dichas facies, al crecimiento de megacrístales poikilíticos de microclino, con reacciones de reemplazo parcial de la plagioclasa y abundante mirmequitización, y deformación, orientación y cloritización de las láminas de biotita adyacentes. La orientación paralela a los contornos de los plutones que exhiben los megacrístales de microclino y los de anfíbol (éstos en menor proporción), las fajas minerales constituidas por ellos y los schlieren de biotita (Fig. 1, 4), sería consecuencia del mecanismo de intrusión y no atribuibles a flujo magmático (Balk, 1937), y va acompañada por escasa deformación microscópica de los minerales (flexuración y planos kink en

65°45'



0 2.5 km



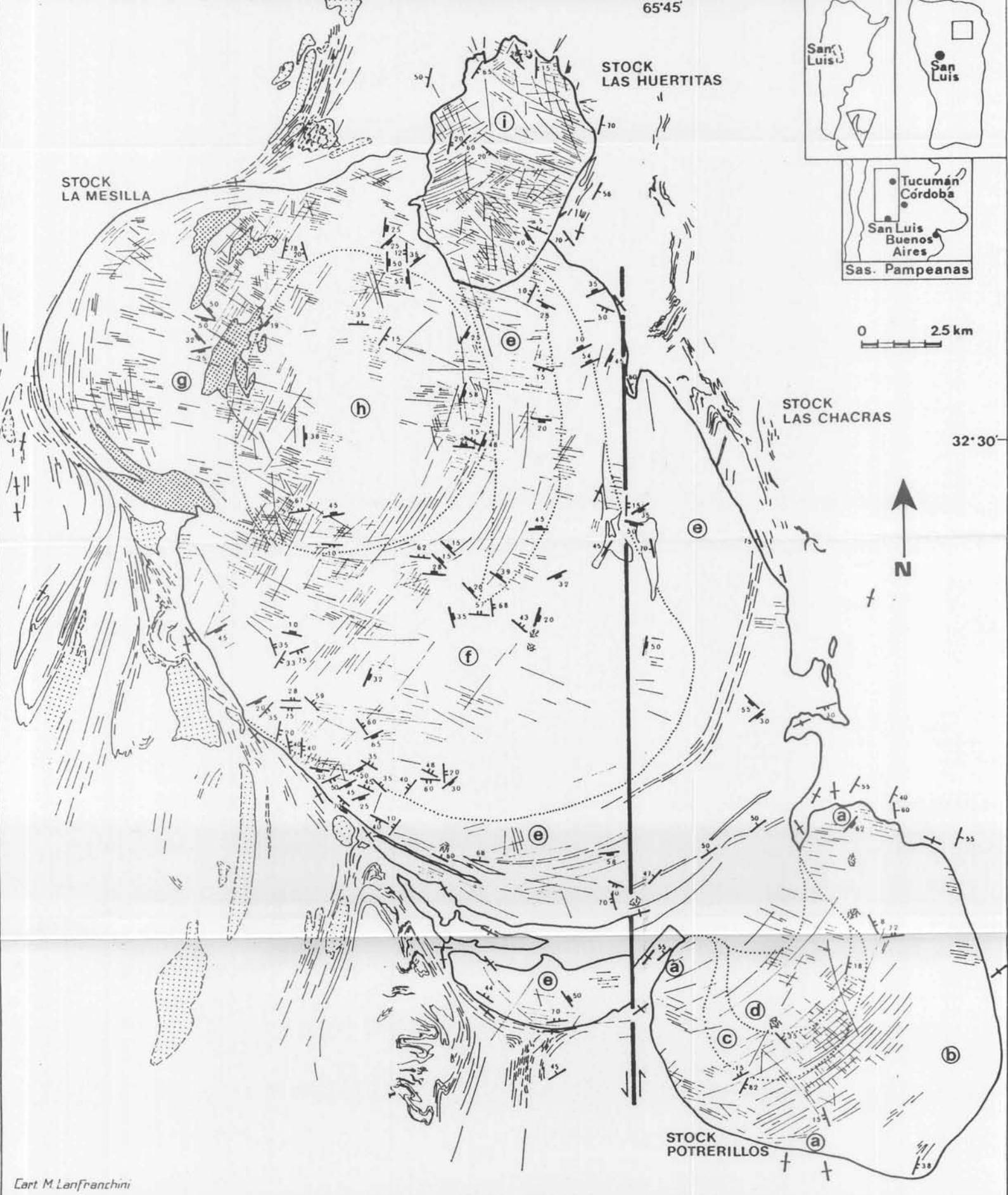
32°30'

STOCK LA MESILLA

STOCK LAS HUERTITAS

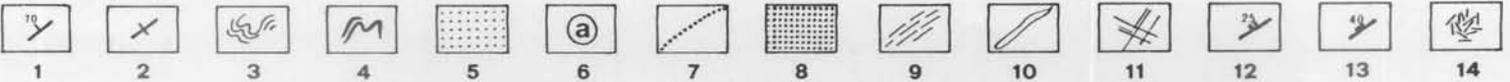
STOCK LAS CHACRAS

STOCK POTRERILLOS



Cart. M. Lanfranchini

Fig.4 Mapa geológico del Batolito de Las Chacras-Piedras Coloradas



La figura 4 muestra un ejemplo de un sistema de fracturas que se desarrolló en un batolito granodiorítico durante su ascenso y consolidación. Las fracturas principales son de tipo normal y se orientan en dirección N-S, con un ángulo de inclinación que varía entre 30° y 60°. Estas fracturas están asociadas con un sistema de fallas que se desarrolló en un momento posterior, durante el enfriamiento y consolidación del batolito. El sistema de fallas está formado por fallas normales y fallas inversas, que se orientan en dirección E-W y N-S. El sistema de fracturas y fallas está asociado con un sistema de diques que se desarrolló en un momento posterior, durante el enfriamiento y consolidación del batolito. El sistema de diques está formado por diques de tipo normal y diques de tipo inverso, que se orientan en dirección E-W y N-S. El sistema de fracturas y fallas está asociado con un sistema de diques que se desarrolló en un momento posterior, durante el enfriamiento y consolidación del batolito. El sistema de diques está formado por diques de tipo normal y diques de tipo inverso, que se orientan en dirección E-W y N-S.

CONCLUSIONES

La figura 4 muestra un ejemplo de un sistema de fracturas que se desarrolló en un batolito granodiorítico durante su ascenso y consolidación. Las fracturas principales son de tipo normal y se orientan en dirección N-S, con un ángulo de inclinación que varía entre 30° y 60°. Estas fracturas están asociadas con un sistema de fallas que se desarrolló en un momento posterior, durante el enfriamiento y consolidación del batolito. El sistema de fallas está formado por fallas normales y fallas inversas, que se orientan en dirección E-W y N-S. El sistema de fracturas y fallas está asociado con un sistema de diques que se desarrolló en un momento posterior, durante el enfriamiento y consolidación del batolito. El sistema de diques está formado por diques de tipo normal y diques de tipo inverso, que se orientan en dirección E-W y N-S.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desearían agradecer a los señores D. Brogioni y J. Brogioni por su colaboración en la realización de este trabajo.

Fig. 4. Para simbología 1 a 10 ver Fig. 1. 11: Fracturas; 12: Rumbo y buzamiento de fracturas; 13: Rumbo y buzamiento de diques. 14: Basaltos Meso-Cenozoicos.

la biotita, extinción ondulosa en el cuarzo y ocasionalmente en la plagioclasa). La fase fluida también ha sido responsable, posiblemente, de los fenómenos de retrogradación observados en las metamorfitas de los contactos y septos.

Las variaciones litológicas en el interior de los plutones de La Mesilla y Potrerillos están dadas por el aumento de la cantidad y tamaño de los megacristales de microclino, y en Las Chacras, por la existencia o no de anfíbol. Los contactos entre las facies no son netos sino graduales, lo cual podría atribuirse a que la más antigua estaba sólida pero caliente al momento de ser intruida por la más joven. En La Mesilla y Las Huertitas, localmente, las rocas porfíricas gradan hacia arriba a las finas (los megacristales de microclino se hacen esporádicos y de menor tamaño, y en pocos centímetros desaparecen), pero esto puede ser sólo aparente y debido al nivel de erosión. Se estima que la facies de grano fino en ambos plutones intruye a la porfírica (argumentos favorables a esta hipótesis son la falta de orientación de sus elementos internos y la escasez, pequeño tamaño y forma redondeada de los enclaves); el empuje lateral de esta facies sería responsable de los efectos deformacionales en las rocas porfíricas de La Mesilla, aunque la composición química de ambas sea similar. En Las Huertitas, el carácter miarolítico de la facies fina y su conspicua fracturación subhorizontal indica que constituye, además, el techo del plutón; en el sector norte y este del stock Las Chacras, esas rocas se intruyen en forma de diques subhorizontales. En el plutón Potrerillos, la facies porfírica es portadora de xenolitos de granitos finos muy similares a la facies Rojo Dragón, y la faja enriquecida en microclino que suele aparecer entre las rocas transicionales y las porfíricas podría indicar acumulación de volátiles, vinculados con la facies porfírica, en la zona de contacto entre ambas.

Finalmente, tanto la faja de "cone sheets" del plutón Las Chacras como los diques radiales se habrían producido por fracturación puramente extensional (Castro, 1984); en el primer caso por empuje vertical del magma y en el segundo por empuje lateral ("ballooning"); la fracturación concéntrica, en cambio, es atribuida por dicho autor a extensión con cizalla, y se producirían también por empuje lateral.

CONCLUSIONES

La forma semicircular de los plutones que integran el BLCh-PC, así como las características deformacionales y orientación de sus elementos internos (minerales, enclaves, schlieren, septos de basamento, fracturas, diques, "cone sheets") y deformación de las rocas encajantes, son compatibles con un ascenso diapírico de los cuerpos y su emplazamiento final por "ballooning" según una megafactura de rumbo NO-SE, durante estadios tardíocinemáticos a postectónicos. La composición petrográfica del BLCh-PC es granítica s.l., con facies tempranas altamente porfíricas, ricas en microclino, biotita y/o anfíbol, y facies más tardías equigranulares finas, con escasa biotita y muscovita; una fase volátil particularmente importante controló la evolución magmática de las rocas. El BLCh-PC cerró la actividad granítica paleozoica en las Sierras Pampeanas Orientales de San Luis, y se diferencia radicalmente, desde el punto de vista geológico y estructural, del/los ciclos graníticos sincinemáticos previos que se intruyeron en el basamento de la Sierra de San Luis. Se sugiere ampliar el nombre de BLCh-PC para incluir dentro del mismo al Batolito de Renca y al plutón aflorante al Este de Quines, ya que las características geológicas y petrográficas del primero, y las geológicas del segundo, permiten asignarlos al mismo ciclo granítico.

AGRADECIMIENTOS

Las tareas llevadas a cabo en este trabajo fueron financiadas por el CONICET a través del PID N° 3912005/85. Se agradece muy especialmente a los Lic. Ariel Ortiz Suárez, Alejandro Palma,

David Aguilera y José Pérez, y al Dr. E. Llambías por la colaboración en diversas etapas del trabajo de campaña; a las autoridades del Departamento de Geología y Minería de la Universidad Nacional de San Luis por permitir el uso del vehículo para la realización de dichas tareas; a la Cartógrafa M. Lanfranchini por la ejecución del material gráfico, y al Dr. M. Caballé por la lectura crítica del manuscrito. El procesamiento de parte de los datos estructurales fue llevado a cabo con programas de computación cedidos gentilmente por el Dr. Boccaletti, de la Università degli Studi de Florencia, durante la estada de la autora en dicho centro de estudios con una Beca Externa del CONICET.

REFERENCIAS

- BALK, R., 1937. Structural behavior of igneous rocks. *Geol. Soc. Am., Memoir* 5, 176 p.
- BATEMAN, R., 1984. On the role of diapirism in the segregation, ascent and final emplacement of granitoid magmas. *Tectonophysics*, 110:211-231.
- BROGIONI, N., 1987. El Batolito de Las Chacras-Piedras Coloradas; Provincia de San Luis. Geología y edad. En: Intl. Symp. Circum-Pacific Phanerozoic Granites: *X Congr. Geol. Arg., Actas*, IV:115-118.
- BROGIONI, N., 1991. Caracterización petrográfica y geoquímica del Batolito de Las Chacras-Piedras Coloradas, San Luis (Argentina). *6° Cong. Geol. Chileno, Actas*: 766-770.
- BROGIONI, N.; POLI, G. y MANETTI, P., 1988. Preliminary petrological data of Las Chacras-Piedras Coloradas Batholith, Central Argentina. Società Italiana di Mineralogia e Petrologia (Convegno di Trieste), *Abstracts*: 16-17.
- BRUN, J. P. y PONS, J., 1981a. Patterns of interference between granitic diapirism and regional deformation. En: Coward, M. P.: Diapirism and Gravity Tectonics: Report of a Tectonic Studies Group conference held at Leeds University. *J. Struct. Geol.*, 3, 93.
- BRUN, J. P. y PONS, J., 1981b. Strain patterns of pluton emplacement in a crust undergoing non-coaxial deformation, Sierra Morena, Southern Spain. *J. Struct. Geol.*, 3(3): 219-229.
- CASTRO, A., 1984. Emplacement fractures in granite plutons (Central Extremadura batholith, Spain). *Geologische Rundschau*, 73(3): 869-880.
- CASTRO, A., 1986. Structural pattern and ascent model in the Central Extremadura batholith, Hercynian belt, Spain. *J. Struct. Geol.*, 8(6): 633-645.
- CASTRO, A., 1987. On granitoid emplacement and related structures. A review. *Geologische Rundschau*, 76/1: 101-124.
- COWARD, M. P., 1981. Diapirism and gravity tectonics: Report of a Tectonic Studies Group conference held at Leeds University, 25-26 March 1980. *J. Struct. Geol.*, 3(1): 89-95.
- DALLA SALDA, L., 1987. Basement tectonics of the Southern Pampean Ranges, Argentina. *Tectonics*, 6(3): 249-260.
- DIDIER, J., 1973. *Granites and their enclaves*. Elsevier, 393 p.
- DIDIER, J., 1987. Contribution of enclave studies to the understanding of origin and evolution of granitic magmas. *Geologische Rundschau*, 76/1: 41-50.
- GAY, H. y LIRA, R., 1984. Mineralización thorífera y de tierras raras en el extremo septentrional del Batolito de Las Chacras, San Luis. *IX Congr. Geol. Arg., Actas*, VII: 342-356.
- GONZALEZ, R., 1957. Descripción de la Hoja 22g, Quines, Provincia de San Luis. *Bol. Dir. Nac. Min.*, 87: 1-50.
- LIRA, R. y RIPLEY, E., 1990. Fluid inclusion studies of the Rodeo de Los Molles REE and Th deposit, Las Chacras Batholith, Central Argentina. *Geoch. et Cosmoch. Acta*, 54: 663-671.
- LOPEZ de LUCHI, M. G., 1987. Caracterización geológica y geoquímica del plutón de La Tapera y del Batolito de Renca, Sierra de San Luis, República Argentina. En: Intl. Symp. Circum-Pacific Phanerozoic Granites, *X Congr. Geol. Arg., Actas*, IV: 84-88.
- MARSH, B. D., 1982. On the mechanics of igneous diapirism, stoping, and zone melting. *Am. J. Sci.*, 282: 808-855.
- PASTORE, F. y GONZALEZ, R., 1954. Descripción geológica de la Hoja 23g, San Francisco, Provincia de San Luis. *Bol. Dir. Nac. Min.*, 80: 1-62.

- RAMSAY, J., 1981. Emplacement mechanics of the Chindamora Batholith, Zimbabwe. *En.: Coward, M. P.: Diapirism and gravity tectonics: Report of a Tectonic Studies Group conference held at Leeds University. J. Struct. Geol.*, 3(1): 93.
- RAMSAY, J., 1989. Emplacement kinematics of a granite diapir: the Chindamora batholith, Zimbabwe. *J. Struct. Geol.*, 11(1/2):191-209.
- YRIGOYEN, M., 1981. Síntesis. *En: Geología y Recursos Naturales de la Provincia de San Luis, VIII Congr. Geol. Arg., Relatorio: 7-32.*

APENDICE

La distribución de enclaves fue efectuada sobre 1700 mediciones, pero a los fines de la Fig. 1 se realizó una selección de las estaciones en función de su representatividad y del espacio disponible; los porcentajes máximos que se muestran en los diagramas oscilan entre 29 y 100.

Las fracturas de la Fig. 4 fueron tomadas del fotomosaico 1:50.000 y su cantidad simplificada a los efectos gráficos; la gran mayoría de las diaclasas medidas en campaña son verticales y no se muestran en la figura.

Los diques cuyos rumbos se grafican en la Fig. 2 son en su mayor parte verticales. El número de cuerpos medidos es el siguiente: Potrerillos, 27 (12 aplitas y 15 granitos hololeucocráticos); Las Chacras (biotita), 295 (54 aplitas, 41 pegmatitas, 65 granitos hololeucocráticos y 65 microgranitos); Las Chacras (anfíbol), 256 (108 aplitas, 69 pegmatitas, 91 granitos hololeucocráticos y 54 microgranitos); La Mesilla, 100 (44 aplitas, 40 pegmatitas, 11 microgranitos y 5 aplopegmatitas); Las Huertitas, 69 (20 aplitas y 49 pegmatitas).

Manuscrito recibido el 4 de julio de 1991.