

# PROBABLES NUEVAS ZONAS DE INTERES POR VETAS METALIFERAS EN SIERRAS DE BELEN Y ZAPATA, CATAMARCA, ARGENTINA

Recibido 22/Marz:/98

Luis E. Papetti \*

\* Cátedra de Geología Estructural, Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, Universidad Nacional de Catamarca. Maximio Victoria 55 - (4700) San Fernando del Valle de Catamarca. Tel./Fax (0381)4345828

**Palabras Claves:** Sierras Pampeanas - Minería - Sensores Remotos.

**Key words:** Pampean Ranges - Mining - Remote Sensors.

## RESUMEN

*Sierras de Belén y Zapata, Provincia de Catamarca pertenecen a las Sierras Pampeanas Septentrionales del NO argentino y fueron antiguamente productoras de menas metálicas. En este trabajo se intenta una delimitación de probables nuevas zonas de interés por vetas metalíferas en base a análisis de lineamientos en un ambiente geológico de basamento cristalino. Levantamientos microtectónicos de campo se realizaron en la zona de trabajo, y en otras cercanas, para caracterizar estructuralmente a los lineamientos trazados.*

*En este caso el "blanco" buscado lo constituyen vetas metalíferas de escaso desarrollo espacial (espesor y desarrollo longitudinal) por lo que se ha preferido usar fotografías aéreas convencionales a escala 1:50.000 por sobre imágenes de otros sensores remotos.*

*Se detectan en la zona de trabajo nueve (9) zonas de concentración de lineamientos; de ellas, cinco (5) corresponden a grupos mineros conocidos y cuatro (4) se tipifican como de probable interés minero.*

## SUMMARY

*Located at the northern border of the Pampean Ranges (Province of Catamarca, Northwestern Argentina), Sierras of Belén and Zapata are blocks of cristaline rocks (granites, migmatites and schists) lifted up by inverse faulting during the andean orogenic. These rocks are hosts of metallic veins (mostly Sn and W) productive decades ago. Sedimentary strata of Tertiary age overlay the cristaline rocks and accompanied them during the andean deformation in a passive manner. Quaternary is represented by at least two levels of piedmont and other fluvial deposits. In the enviroment of the cristaline basement we intend in this paper a determination of new areas of interest for metallics ores by means of an analysis of photo-alignments. Since our "targets" are veins of small size, we preferred avaiable aerial pancromatic photographs at scale 1:50.000 better than other imagery such as satellital.*

*Nine zones of high concentration of photo-alignments were determined, five of them belonging to old mining districts, and four new ones are found, analized and considered as "probably interesting".*



## INTRODUCCION

La aplicación del análisis de lineamientos a la prospección minera de bajo costo implica, sin duda, numerosos aspectos a considerar y los resultados obtenidos pueden tener aplicaciones variadas; así por ejemplo permitieron inferir la presencia de un intrusivo no aflorante en la Sierra de Pie de Palo, Prov. de San Juan (Castro C.E., 1983) o asociar numerosos yacimientos metalíferos del NOA a megatrazas de fracturas o zonas de gran densidad de intersecciones (Ricci M. y Figueroa L., 1971).

En el caso que nos ocupa se intenta determinar áreas de probable interés en el basamento cristalino de las Sierras de Belén y Zapata (Sierras Pampeanas Noroccidentales) por vetas portadoras de menas metalíferas. La experiencia recogida en sierras vecinas, geológicamente similares (Papetti L., 1982 y 1985; Eremchuk J. et al, 1985; Eremchuk J., 1985; Avila J. and Papetti L., 1987) más otros antecedentes (Tezón R., 1957; González Bonorino F., 1972; Mathews P., 1966; Arospide A., 1980) nos indican que las mineralizaciones se encuentran en granitos o cerca de los contactos entre estos y las metamorfitas, alojadas en fracturas de rumbo NNO, NE y ONO las cuales generalmente no superan los 500 metros de desarrollo según el rumbo. Estos hechos obligan a ajustes metodológicos que implican la consideración de los siguientes factores:

- 1.- Es necesaria una carta de lineamientos que represente lo más fielmente posible la estructura interna del macizo.
- 2.- El tratamiento de los datos debe involucrar necesariamente tres aspectos: longitud de los lineamientos, rumbo de los mismos y localización de los lineamientos considerados "aptos" en base a los dos aspectos anteriores.

## RESEÑA GEOLOGICA DEL AREA (Figura 1b)

La zona de trabajo corresponde

geológicamente a la descripción típica de las Sierras Pampeanas Noroccidentales: serranías de bloques de rocas cristalinas (basamento) limitados y volcados por fallas de alto ángulo con una cobertura terciaria que acompaña pasivamente la deformación. El análisis de fotolineamientos ha sido realizado sobre las unidades del basamento cristalino el cual es el portador de las vetas metalíferas. Por esta razón limitaremos nuestra descripción a las rocas de esa unidad. Sin perjuicio de que pueda ser conveniente considerar "interesantes" a algunas de las sedimentitas terciarias que se apoyan sobre los granitos.

### Esquistos

En Sierra de Belén afloran, en la falda noroccidental, pizarras y filitas gris claro a verdoso que alternan con filitas finas y conglomerados muy deformados. Este conjunto está afectado por dos episodios de plegamiento que generaron otros tantos clivajes, los cuales se presentan perpendiculares entre sí (Eremchuk et al, 1984). En Sierra de Zapata afloran principalmente filitas cuarzosas. En la boca de la Quebrada de la mina San Antonio predominan cuarcitas filíticas de grano fino gris-verdosas oscuras (González Bonorino F., 1972).

### Migmatitas

Al sudoeste del afloramiento de esquistos en Sierra de Belén éstos presentan un grado de inyección importante de material rico en feldespato potásico.

En Sierra de Zapata el afloramiento de migmatitas es considerablemente mayor, contorneando el contacto granito-esquistos y formando un tabique que separa a ambos (González Bonorino F., 1972). Una zona de inyección destacable se encuentra en el sector NO del Granito de San Antonio. En general el pasaje de esquistos a migmatitas es transicional.



## Granitos

Sierra de Zapata: abundan aquí las facies finas y porfíricas, aunque el principal constituyente de la sierra es un granito de grano mediano a grueso que varía de gris claro a amarillento o rosado; es notable la presencia de cristales de microclino rosado que, en algunas áreas llegan hasta los 2 cm. de largo. En la zona de la Cuesta de Zapata aflora una roca equigranular compuesta por microclino, cuarzo en grandes cristales, abundante biotita (alrededor del 7%) y escasa plagioclasa. Algo al Norte, en las cercanías del Río Quimivil, abundan los pórfiros graníticos con grandes cristales de feldespato rosado (hasta 4 cm.) en una matrix oscura de grano fino. En la zona de las minas del distrito San Salvador, se encuentra una facies blanquecina similar a adamelita intruida por abundantes diques aplíticos (Olivieri S., 1950; Papetti L., 1983). Estas rocas contienen "fajas" de greissen portador de Estaño (casiterita). Acá la estructura interna de la roca se caracteriza por ser relativamente complicada con abundantes juegos de fracturas, de los cuales se han identificado hasta siete (Papetti L., 1985).

Cerro Chincal: este pequeño bloque serrano une las sierras de Zapata y Belén. Está compuesto por dos tipos litológicos. Uno de ellos es un granito de color rosado fuerte, muy rico en feldespato de potasio en fenocristales de entre 3 y 5 cm, incluidos en una matrix más fina, compuesta por biotita, plagioclasa ácida y cuarzo. Este tipo posee una facies migmatítica rica en biotita que engloba xenolitos de esquistos. El segundo tipo litológico es grisáceo, equigranular, también rico en biotita, pero más pobre en feldespato de potasio (Papetti L., 1980). Este bloque serrano presenta una estructura interna que destaca por la abundancia relativa de fracturas horizontales a sub-horizontales, rasgo éste muy poco común en los otros bloques serranos (Papetti L., 1980).

Sierra de Belén: el granito predominante aquí

es de color gris y grano grueso. Los cristales de microclino pueden llegar hasta los 13 cm. de largo, la matrix es de grano grueso y está compuesta de cuarzo, biotita y muscovita principalmente. Todo el conjunto tiene filones pegmatíticos, diques aplíticos y xenolitos de metamorfitas. La composición mineral es: microclino, oligoclasa, biotita, muscovita, apatito y circón (Eremchuk J. et al, 1984). Al análisis microscópico la plagioclasa muestra sericitización avanzada en algunos cristales y nula en otros (González Bonorino F., 1972). Se han distinguido en la Sierra de Belén dos importantes fajas de milonitización, una en las cercanías del Cerro Pampa y otra a lo largo de la Quebrada de Belén; esta última tiene rumbo NO, un ancho variable entre 500 y 800 metros y consiste en una zona de intensa deformación. La roca está compuesta por cristaloclastos de microclino y cuarzo (a veces azulado) inmersos en pasta de sericita, muscovita y biotita con estructuras de fluxión.

Donde el granito no se encuentra afectado por la cataclasis, presenta esquemas de fracturación relativamente sencillos, con predominio de fracturas de rumbo NE-SO y muy escaso diaclasamiento horizontal (Eremchuk J. et al, 1984).

## METODOLOGIA

La cuestión de la Escala: Se realizaron dos cartas de lineamientos, una a partir de imagen LANDSAT a escala 1:250.000 y otra a partir de fotografías aéreas convencionales a escala 1:50.000. Elegimos la segunda para hacer nuestro análisis porque estimamos que representa más fielmente la estructura interna del macizo (Papetti L. y Eremchuk J., 1989) lo cual es de capital importancia para el objetivo buscado.

Criterios de Fotointerpretación: La inclusión de lineamientos que no correspondieran a rasgos estructurales de existencia comprobada implicaría la presencia en la carta de un "background" indeseable a efectos del tratamiento de datos. Para evitar este efecto se prefirió



considerar como lineamientos sólo a aquellos que, a juicio del fotointérprete (este autor) correspondieran a algún elemento estructural (fallas, sistemas de diaclasas, esquistosidad). Si bien esto implica la introducción de un criterio subjetivo, entendemos que se traduce en una mayor confiabilidad de los datos obtenidos.

Las estructuras planares verticales a subverticales aparecen en la foto como verdaderos lineamientos, pero aquellas con menor inclinación, en una topografía abrupta adoptan la configuración lógica que dicta la "regla de la V"; en estos casos se "promedió" el rumbo del rasgo de manera que fuera representado en la carta en forma subjetiva pero geológicamente correcta.

Tratamiento de Datos: la necesidad de localizar las concentraciones de lineamientos "apotos" para contener mineralizaciones nos llevó a ordenar el procesamiento en base a una cuadrícula de malla pequeña; se diseñó una para cada sierra que tuviera una superficie igual al 1% de la superficie total analizada en cada macizo; ésto generó los cuadros o unidades de conteo. En cada cuadro se contabilizaron el número de lineamientos, sus longitudes, sus rumbos y la cantidad de intersecciones. La magnitud de información generada se maneja con más eficiencia por computadora. Para ello se desarrolló un software para PC que agrupara los datos en cuadros como el siguiente:

RUMBOS	0.5	1	1.5	<- Km	L%				
W					.000				
80°		.044		.044	.132				
70°	.044				.044				
60°	.088				.088				
50°	.044				.044				
40°					.000				
30°		.044	.044		.088				
20°	.044		.088		.132				
10°					.000				
N		.044	.044		.088				
10°	.044			.044	.088				
20°			.044		.044				
30°				.088	.088				
40°	.044	.088	.088	.044	.264				
50°					.000				
60°					.000				
70°	.044				.044				
80°					.000				
E					.000				
	.132	.308	.220	.220	.132	.088	.044	.000	L%



La primera columna de la izquierda indica los rumbos de los lineamientos en intervalos de 10°. Las restantes columnas van marcando en intervalos de 0.25 Km las longitudes de los lineamientos. La columna del extremo derecho es la suma del largo total de lineamientos (de un rumbo determinado) expresado en un porcentaje del total de los lineamientos de la zona de trabajo.

En cada cuadro los lineamientos están clasificados por rumbos y longitudes según porcentajes. Los porcentajes se pueden calcular sobre el total de datos (lineamientos) de cada macizo serrano o sobre el total de cada unidad de conteo. Se ha realizado un cuadro de estos para cada unidad de conteo y uno total. Un segundo programa de computación habilita para dibujar las rosetas de rumbos que fueran necesarias (figuras 2a, 2b y 2c).

Este sistema presenta las siguientes ventajas: a) permite seleccionar unidad por unidad los lineamientos considerados interesantes, volcar los datos a la cartografía base y trazar curvas de densidad para lineamientos de cualquier rumbo y/o longitud elegidos.

b) habilita para reagrupar datos por zonas o unidades litológicas. La figura 2a es la roseta obtenida para las metamorfitas y migmatitas aflorantes en la Sierra de Belén; la roseta de la figura 2b representa sólo a los lineamientos que conforman el máximo de concentraciones detectado en el extremo Norte de la Sierra de Belén. La figura 2c representa los lineamientos totales para la Sierra de Zapata.

### **ZONAS DETECTADAS (Figura 3)** **Sierra de Belén**

El análisis de la carta de fotolineamientos concluye en cuatro áreas de máximas concentraciones. No pretendemos clasificar como "de interés" a ninguna de ellas por el simple hecho de ser zonas de concentraciones importantes. Debemos atender a los factores que inciden en su conformación.

En el área que llamaremos (1) de la Figura 3, existen manifestaciones vetiformes conocidas (minas Eros, Messalina, Del Valle, Mary Luz y Santa Rosa), por lo que consideramos que la metodología ha resultado exitosa aquí.

La zona (2) engloba dos máximos secundarios que comprenden también manifestaciones conocidas (minas San José de Luna Aguada, Pilarica, San Carlos, Erásquito y Santa Rosa) aunque supuestamente de menor interés económico.

Al noroeste de la línea de cumbres aparece un amplio máximo de concentraciones (zona 3 de la figura 3) al cual consideramos con reservas puesto que su ocurrencia puede deberse no a la relativa abundancia de estructuras sino al hecho de que, al ser la sierra un macizo volcado al NO por el fallamiento ándico, esta zona presenta menor disección por el drenaje permitiendo visualizar mejor las estructuras. Este fenómeno podría, lógicamente traducirse en más lineamientos en la carta. Sin embargo, debemos considerar que esta zona representa la parte original más alta del intrusivo y es conocida la "preferencia" de las vetas de estaño y tungsteno por esas partes de los intrusivos.

Una cuarta zona de alta concentración (zona 4) se ubica en el extremo Norte de la Sierra. Observando la roseta de la figura 2b que representa los lineamientos del área, se nota que aparece compuesta por rumbos potencialmente aptos para estar mineralizados (tendencias NE y ONO). Aunque consideramos a esta zona como de probable interés, es necesario destacar que algunos autores (Eremchuk J. et al, 1984; Allmendinger R. y Eremchuk J., 1987) señalan la existencia de fases de deformación ándica compresivas de orientación N-S que podrían reactivar o generar nuevas fracturas con las orientaciones mencionadas. Como las mineralizaciones con las que estamos tratando son de origen mucho más antiguo (última fase del enfriamiento de los granitos) nos vemos en la obligación de mantener una cierta reserva respecto de las



posibilidades de esta zona.

En Sierra de Belén la metodología ha resultado en cuatro zonas destacadas, dos de ellas coinciden con áreas de manifestaciones vetiformes conocidas, a las dos restantes consideramos con ciertas reservas como de "probable interés".

### Sierra de Zapata

En el área considerada, el análisis de lineamientos marca cinco zonas de concentraciones a las cuales identificaremos de Norte a Sur como (5), (6), (7), (8) y (9) en la figura 3.

El área (5) comprende el extremo noroccidental de la sierra contorneando el faldeo occidental desde el Río Quimivil al Sur. En parte abarca un grupo minero de manifestaciones de escasa importancia económica, entre las cuales se encuentran las minas Mary, La Rosa, El León, Inquisidora, El Papel y Porvenir Argentino.

La zona (6) corresponde parcialmente a afloramientos graníticos tallados por la erosión en forma de una antigua peneplanicie hoy inclinada sobre la cual se apoyan estratos terciarios. En esta zona están presentes una serie de manifestaciones de Sn, productivas en el pasado, que conforman el Grupo Minero San Salvador. Entre las minas más importantes se destacan Primera, Segunda, Tercera, Salvadora, descubridora, La Favorita, Quinta y Sexta. Esta zona ha sido descrita por varios autores (entre otros: Olivieri, 1950; Papetti L., 1985), acá diremos solamente que se trata de anchas fajas de greissen portador de casiterita emplazadas en un granito blanco (adamelita) de acuerdo a un riguroso control estructural por fracturación interna de la roca de caja. Si bien la concentración de lineamientos puede deberse a un efecto similar al de la zona 3 de Sierra de Belén, el hecho principal es que este importante grupo minero tiene su expresión en términos de elevada concentración de fotolineamientos.

La zona (7) se presenta en un área de contacto entre el basamento metamórfico y el

granito. En ella se conocen manifestaciones como la mina San Antonio de importancia productiva en el pasado. Otras manifestaciones conocidas son las minas Trece y Santa Delia.

La zona (8) está parcialmente ubicada sobre granito y no contiene manifestaciones minerales hoy conocidas. Está recorrida por un fallamiento de magnitud regional de orientación NNE y NE. Podría tenerse alguna reserva respecto de su potencialidad como zona apta basándose en el gran desarrollo del drenaje rectilíneo de primer orden, lo cual podría haber influido en la fotointerpretación; sin embargo, consideramos que debe tenerse en cuenta como una zona de probable interés atendiendo a que similar efecto se produce en la zona (7).

Finalmente, tenemos sobre la línea de cumbres y falda occidental del macizo un área de concentración secundaria (9) compuesta por lineamientos cortos de tendencia NNO a N, los cuales son "favorables" de acuerdo a la experiencia recogida y a la bibliografía.

### CONCLUSIONES

La metodología usada ha concluido en la detección de 9 áreas de concentración de fotolineamientos en toda la zona de estudio (5 en Sierra de Zapata y 4 en Sierra de Belén). De ellas, 5 corresponden a zonas de distritos mineros conocidos de diversa importancia (2 en Sierra de Belén y 3 en Sierra de Zapata). Las restantes áreas detectadas pueden ser consideradas (con ciertos grados de reserva en algunos casos) como de probable interés por vetas metalíferas probablemente portadoras de Sn, W y sus metales asociados principalmente.

### AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido posible gracias a la Universidad Nacional de Catamarca quien brindó el marco institucional necesario. Algunos datos de campo fueron tomados durante el desempeño de este autor como profe-



sional de la Dirección de Minería de Catamarca. Han sido muy valiosas las discusiones sobre el tema con el Lic. Jorge Eremchuk, a todos expreso mi agradecimiento, siendo este texto de exclusiva responsabilidad del autor.

#### TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

ALLMENDINGER R. and EREMCHUK J., 1987. Southward extension in the southernmost Altiplano-Puna Plateau: Quaternary deformation of the Pasto Ventura region: EOS (Transactions of the American Geophysical Union), v.68, p.415.

ARROSPIDE A., 1980. *Metalogénesis de la Sierra de Fiambalá en el sector comprendido entre las Quebradas de Los Arboles y Los Ratones, Catamarca*. Fac. Cs. Nat. Museo de La Plata. Tesis Doctoral. Inédito

AVILA J. y PAPETTI L., 1987. *Depósitos Estanníferos de las Sierras de Fiambalá y Zapata, definición de sus Metalotectos*. X Cong. Geol. Arg. Tomo I 47-50 pp. Tucumán.

CASTRO C.E., 1983. *Análisis de Alineamientos en la Sierra de Pié de Palo, como etapa preliminar en Prospección Minera*. II Cong. Nac. de Geol. Econ. Tomo I, pp 47-54. San Juan.

EREMCHUK J., BAZAN J. y PAPETTI L., 1984. *Reseña Estructural de la Sierra de Belén*. I Jorn. Geol. de Catamarca Tomo II 15 - 25 pp. Catamarca.

EREMCHUK J., 1985. *Análisis Comparativo de Fotolineamientos con zonas mineralizadas de Cerro Negro, Provincia de Catamarca*. Primeras Jorn. Geol. de Catamarca. Tomo I. Catamarca.

GONZALEZ BONORINO F., 1972. *Descripción Geológica de la Hoja 13C, Fiambalá, Provincia de Catamarca*. Bol. N° 127. Dir. Nac. Geol. y Min. Buenos Aires.

MATHEWS P., 1966. *The Zapata Norte Tin Prospects, Province of Catamarca, Argentina*. Informe inédito. Dirección de Minería. Catamarca.

OLIVIERI S., 1950. *Los Depósitos Estanníferos de San Salvador*. Tesis Doctoral. Archivos de la Dir. Prov. de Min. Catamarca. Inédito.

PAPETTI L., 1980. *Minas Chincal y Gloria Isabel, informe preliminar*. Informe Técnico Dir. Prov. de Min. Catamarca. Inédito

PAPETTI L., 1983. *Algunos Aspectos Estructurales de la Mineralización del Plutón de Ratones, Sierra de Fiambalá, Catamarca*. U.N.Ca., Fac. de Tecn. y Cs. Aplic., Publ. Espc N° 4.

PAPETTI L., 1985. *Estructura Interna de Cuerpos Graníticos y Mineralización en Sierras de Zapata y Fiambalá, Catamarca*. I Jorn. Geol. de Catamarca Tomo I. pp 23-30 . Catamarca.

PAPETTI L. y EREMCHUK J., 1989. *Fotolineamientos, Lineamientos LANDSAT y prospección minera, aspectos metodológicos*. La Teledetección en las ciencias de la Tierra. INGEMA, Tucumán.

RICCI N. y FIGUEROA L., 1971. *Fotolineamientos y Mineralización en el Noroeste Argentino*. Naciones Unidas. Tech. Report N° 101.

TEZON R. V., 1957. *Minería de la Hoja 13C, Fiambalá, Provincia de Catamarca*. Anales V N° 127. Dir. Nac. de Minería. Buenos Aires.



Figura 1a

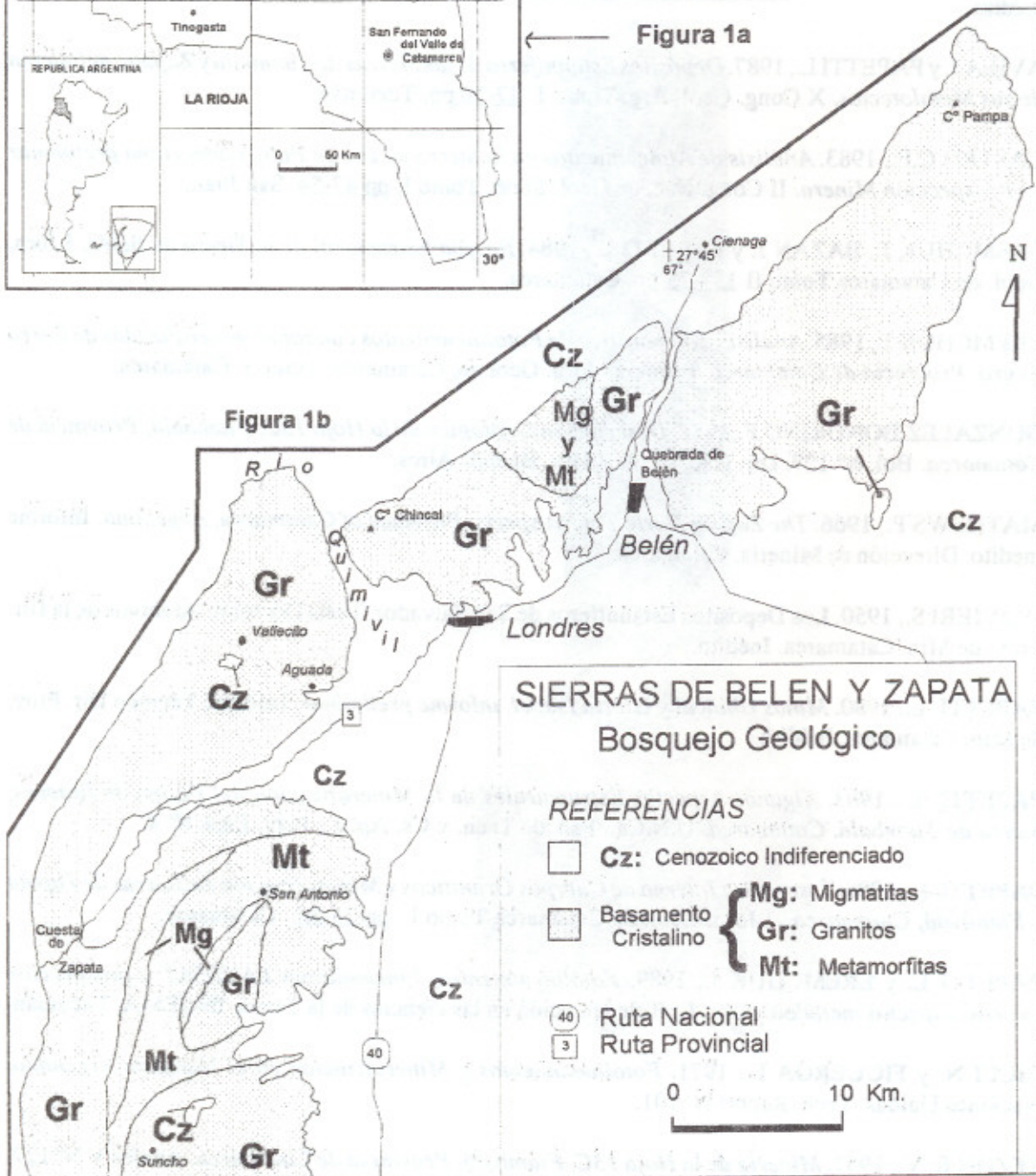




Figura 2

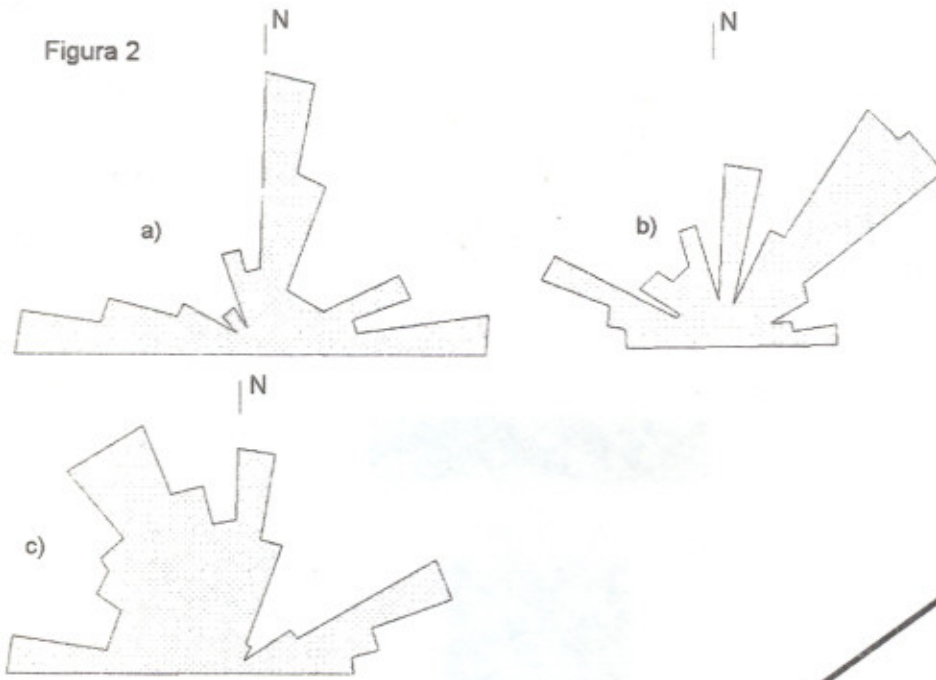


Figura 3

