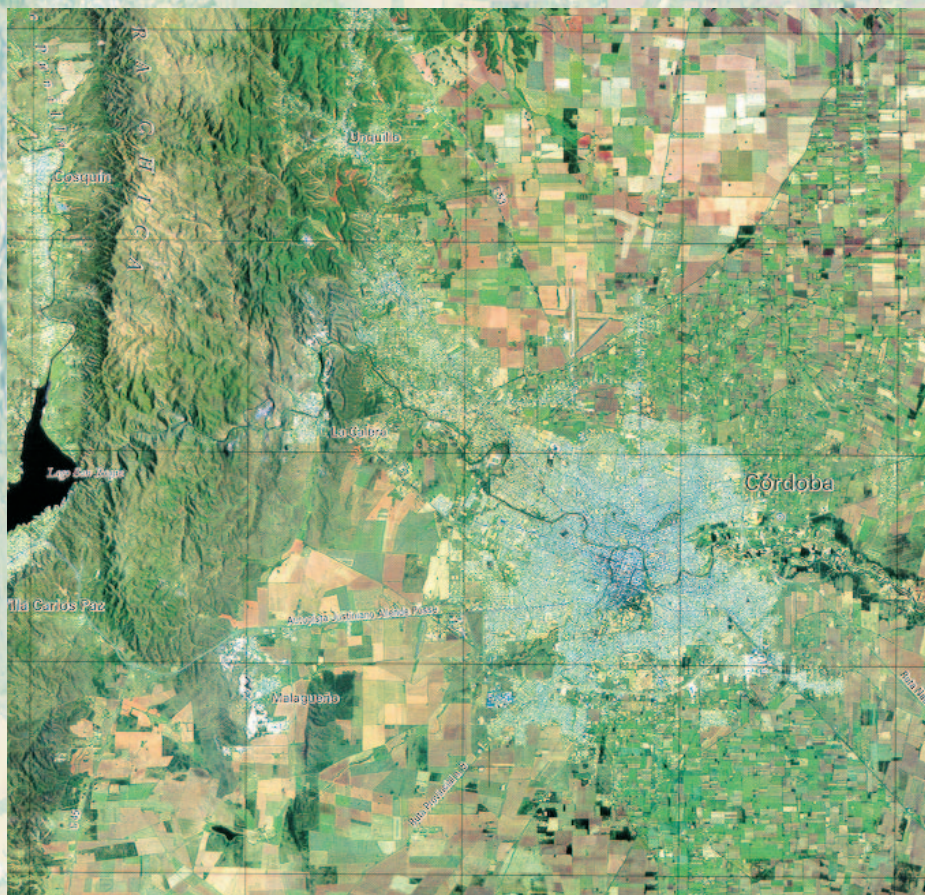


Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina

1:250.000

Carta de Línea de Base Ambiental 3136-III **CÓRDOBA**



Provincia de Córdoba

Mari Sapp	Estela Valdés
Adela Avila	Eduardo Piovano
Beatriz Ensabela	Favián Leynaud
Claudia Morell	Pablo Tchilinguirian
Patricia Torres	Héctor López



INSTITUTO
DE GEOLOGÍA
Y RECURSOS
MINERALES

Boletín N° 306

Buenos Aires, 2000

SEGEMAR
SERVICIO GEOLOGICO
MINERO ARGENTINO

Programa Nacional de Cartas Geológicas
y Temáticas de la República Argentina
1: 250.000

Carta de Línea de Base Ambiental 3163-III

Córdoba
Provincia de Córdoba

Autores: Mari Sapp
Adela Avila
Beatriz Ensabela
Claudia Morell
Patricia Torres

Estela Valdés
Eduardo Piovano
Favián Leynaud
Pablo Tchilinguirian
Héctor López

DIRECTOR DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y APLICADA

Lic. Omar R. Lapidó

Boletín N° 307

Buenos Aires - 2000

SECRETARIO DE COMERCIO, INDUSTRIA Y MINERÍA
Dr. ALIETO GUADAGNI

SUBSECRETARIO DE MINERÍA
Lic. DANIEL MEILAN

PRESIDENTE DEL SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO
Ing. HUGO NIELSON

SECRETARIO EJECUTIVO DEL SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO
Lic. ROBERTO F.N. PAGE

DIRECTOR DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES
Lic. JOSE E. MENDIA

Es propiedad del Instituto de Geología y Recursos Minerales Prohibida su reproducción
INSTITUTO DE GEOLOGIA Y RECURSOS MINERALES
SEGEMAR

Av. Julio A. Roca 651 – 2º piso
1322 Buenos Aires
República Argentina

AÑO 2000

CARTA LÍNEA BASE AMBIENTAL DE LA REPÚBLICA ARGENTINA ÁREA HOJA 1:250.000 CORDOBA 3163-III

INFORME DE AVANCE

I. OBJETIVO GENERAL

El proyecto tiene como objetivo obtener una representación completa y homogénea del Medio Natural del territorio argentino, que tenga utilidad como inventario de sus recursos ambientales así como orientación para la optimización del aprovechamiento y/o protección del mismo.

II. INTRODUCCIÓN

El área de estudio comprende la correspondiente a la Hoja 1:250.000 Córdoba 3163-III del I.G.M., ubicada entre los meridianos 63° y 64° 30' de longitud oeste y los 31° y 32° de latitud sur.

Siguiendo la normativa de realización de este proyecto, se están confeccionando siete cartas temáticas que se enumeran a continuación:

Mapa Litológico
Mapa Geomorfológico y de Formaciones Superficiales
Mapa de Suelos
Mapa Climático
Mapa de Hidrología Superficial
Mapa de Vegetación y Usos del Suelo
Mapa de Patrimonio Natural y Cultural

El trabajo cartográfico multidisciplinario se está desarrollando en colaboración con los siguientes profesionales:

Adela Avila (arqueóloga - Dirección de Patrimonio Cultural de la Pcia. de Cba.)
Beatriz Ensabela (geógrafa - U.N.C.)
Claudia Morell (arquitecta - U.N.C.)
Patricia Torres (bióloga - U.N.C.)
Estela Valdés (geógrafa - U.N.C.)
Eduardo Piovano (geólogo - U.N.C.)
Favián Leynaud (geólogo - Dirección de Minería de la Pcia. de Cba.)
Pablo Tchilinguirián (SEGEMAR)
Héctor López (SEGEMAR)
Jefa de proyecto: Mari Sapp (SEGEMAR)

III. DESCRIPCIÓN DE LAS CARTAS TEMÁTICAS

MAPA LITOLÓGICO

GENERALIDADES

En la hoja Córdoba se presentan dos ambientes claramente diferenciados tanto en lo fisiográfico como en lo referente a sus recursos minerales: el ambiente serrano y el ambiente de llanura.

La Sierra Chica de Córdoba constituye uno de los bloques más orientales de las Sierras Pampeanas.

Gordillo y Lencinas (1979), Baldo et al., (1996) entre otros, indican que su basamento cristalino está integrado principalmente por ortogneises, paragneises y esquistos del Precámbrico-Paleozoico inferior, que fueron intruidos por granitoides (plutones, batolitos) de edades variadas, incluyendo el Paleozoico temprano y el Carbonífero (Rapela et al., 1991).

El gneis tonalítico biotítico es la metamorfitas más frecuente y típica de la Sierra de Córdoba. También se encuentra gneis común, que alterna localmente con variedades de mayor esquistosidad. Dentro del área de la hoja (Quebrada del río Primero) se encuentra la faja meridiana de gneises hipersténicos y migmatitas cordieríticas, asociada a bancos de mármoles impuros y anfibolitas.

El flanco oriental de la Sierra Chica es un área muy afectada por intrusiones cuarzo-dioríticas (tonalitas biotíticas y hornblendo-biotíticas) del precámbrico-paleozoico. Algunos cuerpos graníticos menores del área, están asociados a los intrusivos mayores (que no aparecen en la hoja) de edad Carbonífera.

El registro sedimentario posee mayor expresión hacia el este de la Sierra Chica, dentro del ámbito de la llanura Chaco-pampeana.

Discordante sobre el basamento cristalino y en el borde oriental de la sierra Chica, aflora una sucesión sedimentaria clástica de edad Cretácica temprana, denominada Formación Saldán, la cual fue depositada en un ambiente de abanicos aluviales (Piovano, 1995 y 1996). Los afloramientos Cretácicos ubicados al sur de la Ciudad de Córdoba se asimilan a la Formación Saldán. El conjunto volcánicoclástico del Pungo y Despeñaderos (119 ± 6 Ma, Gordillo y Lencinas, 1979), se correlaciona con lo anterior y esta constituido por sedimentitas alternantes con traquibasaltos.

Del Terciario se pueden mencionar a las sucesiones clásticas aflorantes en el valle de Punilla, que se extienden desde Bialet Massé hasta el Norte de Capilla del Monte, y se denominan Formación Cosquín y Casa Grande (Gordillo y Lencinas, 1979). En el área de Córdoba (zona del Parque San Martín) afloran sedimentitas rojas atribuibles a esa misma edad.

Los depósitos cuaternarios, en la zona de la llanura, están representados por una serie de acumulaciones de orígenes fluvio-eólicos, de las cuales la que se encuentra a nivel superficial es la denominada Formación General Paz (Santa Cruz, 1972) también conocida como loess.

ASPECTOS MINEROS ¹

En la zona serrana, la actividad minera dominante y de tradición histórica es la correspondiente a la extracción de mármoles para la industria de cal y cemento, y la elaboración de triturados pétreos a partir de rocas gnéisicas.

De menor importancia, se menciona la presencia de pegmatitas, vermiculita, dioritoides-tonalitoides explotados para la elaboración de adoquines (Tonalita Las Tunas, Pastore, 1.932) o como rocas ornamentales (Tonalita San Agustín, Bianchi y D'aloia, 1.971).

¹ Tomado del capítulo Recursos Minerales de la Hoja Geológica 1:250.000 Córdoba 3163-III; autora Mari Sapp; inédita.

Como presencias puntuales se destacan los minerales metalíferos: la antigua mina Tauro (Cu, Alberdi, 1.880), la mina Rodolfo (Uranio, Lucero y otros, 1.974), y la mina de Dioplasa “Esperanza” (Saadi, 1.994).

En el ámbito de la llanura, que ocupa el 85 % del área total abarcada por la Hoja Córdoba, se desarrolla una intensa explotación de áridos de río, tanto en canteras húmedas (sobre el lecho) como secas (terrazas).

En síntesis, el territorio comprendido por la Hoja Córdoba posee un alto potencial minero dado por la presencia de rocas de aplicación y minerales industriales.

Yacimientos Metalíferos

Cobre

El elemento Cu en la Hoja está representado por dos tipos de manifestaciones: como yacimiento metalífero en la mina “Tauro”, y como rareza mineralógica en la mina de Dioplasa “Esperanza”.

Mina Tauro

Ubicada 10 km al NW de la localidad de San Agustín, en el faldeo Este de la Sierra Chica, se encuentra una mina de cobre denominada “Tauro”. Integra un antiguo distrito con manifestaciones minerales, distribuidas desde este punto hacia el sur (“Tío”, “Tacurú”, “MOVY I, II, III, IV y V”, “Aída”, “Aída Rosa”, “25 de Mayo”, etc.), fuera del ámbito de la Hoja.

Según Sabalúa (1989), la mineralización se compone de óxidos y sulfuros de cobre (malaquita, azurita, calcopirita, bornita, calcosina) y hierro (magnetita, martita, pirita) en ganga de sílice (cuarzo), alúmino-silicatos de hierro y calcio (granates, epidoto) y carbonato de calcio (calcita).

El yacimiento es de origen pirometasomático emplazado en anfibolita, de tipo vetiforme, en relleno de fallas, y está conformado por dos vetas en cruce con rumbo N-S y E-W, presentando corridas de 15 m. Las potencias varían entre 0.10 y 0.80 m.

La ley media en Cobre es de 7,20 %.

Presenta labores mineras (rajos para extracción y algunas labores subterráneas para desagote o exploración) de poco desarrollo, anteriores a 1.860, año en que se paralizaron los trabajos, y otras complementarias realizadas por la DGFm entre los años 1.947 y 1.948.

Mina Esperanza

Ubicada en la localidad de Dumesnil, dentro de un gran predio de explotación de calizas conocido como “Campos Minetti”, se encuentra la mina Esperanza que posee el mineral Dioplasa (silicato de cobre), de color verde semejante al de la esmeralda, con cristales que alcanzan los 2 cm de largo, implantados sobre una matriz de dolomita y calcita blanca (Saadi, 1994).

La manifestación es pequeña, pero el mineral posee interés coleccionístico por su rareza (se conocen muy pocos yacimientos de este tipo en el mundo).

Uranio

Este elemento se presenta en el distrito “Cosquín” (Angelelli V., 1984), localizado en las inmediaciones y frente de la localidad homónima, vertiente occidental de la sierra Chica, Valle de Punilla.

Se conocen dos yacimientos: “Rodolfo” y “Año Dos Mil”, estudiados por Lucero y otros, 1.974.

La mineralización uranífera se localiza en algunos bancos que integran un complejo sedimentario (Fm Cosquín según Pastore, 1932; Lencinas, 1971) que se presenta como una

secuencia de estratos arcóscicos rojizos y poco consolidados con espesor variable entre 30m cerca del borde de cuenca en Bialet Massé a poco más de 100m hacia el norte (La Falda). En esta secuencia pueden distinguirse tres miembros (inferior, medio y superior), siendo el miembro medio el portador de la mineralización vanadio-uranífera de mayor ley. La litología de este miembro medio consiste en limos arcillosos fangolíticos calcarenosos, carentes de laminación y con buena selección granulométrica (Lencinas, 1971).

Según Angelelli, 1984, “solamente dos minerales de uranio han sido identificados: carnotita y tyuyamunita; el primero es el más abundante. Estos vanadatos aparecen en forma de masas pulverulentas de distintas magnitudes; rellenan cavidades o poros del sedimento, forman delgadas películas que tapizan pequeñas fisuras o que recubren concreciones de carbonatos, geodas de cuarzo, etc.”

Siguiendo al citado autor, estos yacimientos han sido objeto de prospección radimétrica, enamométrica, labores superficiales y sondeos.

Las reservas, con un contenido medio de 350-400 gr de U_3O_8 , con registros en ciertas partes de hasta 0,1 - 0,15%, han sido calculadas en el orden de las 2.000 t U_3O_8 .

Se atribuye su origen a la depositación por aguas circulantes en los sedimentos citados. El uranio provendría de la lixiviación de los granitos de la región.

Minerales Industriales

Vermiculita, esteatita

Estos yacimientos se presentan como lentes ahusadas del orden de metros, concordantes con la estructura de los esquistos micáceos que las contienen.

Las explotaciones de vermiculita - esteatita más representativas en el ámbito de esta Hoja, se encuentran ubicadas en las proximidades del C° El Cuadrado, alineadas en sentido norte-sur. Estos lentes o “paquetes” de mineral explotable tienen orientación dominante NNE - SSO.

Las minas han sido agrupadas bajo el nombre “La Saltona - Ing. Anibal Montes” (Sapp, 1997); se explotan mediante corte primario con explosivos, realizándose la extracción y selección de la mena en forma manual.

Se desconocen estudios de reservas.

Cuarzo, feldespato, mica, berilo

Las explotaciones de estos minerales componentes de pegmatitas, se encuentran dispersas en todo el ámbito serrano.

De diversos estudios efectuados, se asigna mayor importancia dentro del área de estudio al distrito ubicado en Falda del Cañete (23 km al norte de Alta Gracia), en el cual la mina más representativa es la llamada “La Juanita”. Este depósito tendría un volumen de 800.000 t de material pegmatítico (Angelelli y otros, 1980), del cual el 20% correspondería a la participación de cuarzo, el 75% feldespato y el 5% restante mica.

Posee una planta de molienda de cuarzo y feldespato, mientras que la mica, que se presenta en nidos y vetas, es separada y clasificada manualmente.

Tonalitoides, dioritoides

Estos materiales son extraídos, fundamentalmente, para su uso como adoquines o como rocas de ornamentación.

Se mencionan como representativas dos explotaciones: la “Tonalita de Las Tunas” y la “Tonalita de San Agustín”.

Tonalita de Las Tunas: descrita por Pastore, 1932, como diorita cuarcífera biotítica. De color gris oscuro a azulado, grano fino y textura uniforme. Sus componentes esenciales, plagioclasa, cuarzo y biotita, se presentan en proporciones constantes y regulares.

Los yacimientos tipo “Las Tunas” son muy abundantes en el área de la hoja, como canteras pequeñas (Casa Bamba, La Calera, etc.), y han constituido una importante fuente de producción, según relata Pastore, 1932: “el aprovechamiento principal consiste en el corte de adoquines y piedras para cordones de aceras que se colocan en las ciudades de Córdoba y Rosario y en las numerosas poblaciones importantes del trayecto.(...) Como ejemplos de importantes obras de Buenos Aires, en las que estas rocas han tenido considerable aplicación, basta señalar los edificios de la estación Retiro del Ferrocarril Central Argentino, y del Banco de Boston”.

Tonalita de San Agustín: descrita por Bianchi y D’Aloia, 1971, denominada como “intrusión de San Agustín”, está constituida por afloramientos discontinuos a 1,5 km al W de San Agustín, extendidos desde canteras San Agustín (al sur) hasta canteras Sandovares al NNE. Es una roca de color blanca a grisácea. Su composición es: plagioclasa (andesina), cuarzo, biotita (que forma schlieren bien definidos), muscovita, escaso feldespato potásico, etc. Clasificada por los mencionados autores como tonalita.

El nombre comercial de esta roca es “Granito Blanco Nevado”, y su explotación se encuentra detenida.

Mármol

Los mármoles cristalino-granulosos de la hoja Córdoba, integran cuatro fajas o líneas calizas y/o calizo-dolomíticas (Gamkosian y otros, 1981):

- Línea El Sauce-Unquillo
- Línea La Calera - Yocsina - Malagueño
- Línea Falda del Carmen - Alta Gracia
- Línea El Manzano - San Agustín

Estas fajas se caracterizan por:

- 1) Presencia de yacimientos de caliza pura o dolomita cristalino-granulosas y/o de sus transiciones paragenéticas: calizas magnesianas y dolomíticas, dolomitas calcáreas y calcíticas, calizas y dolomitas silíceas, etc., en asociaciones típicas con anfibolitas que encajan concordante a subconcordantemente en el basamento cristalino-esquistoso.
- 2) Gran propagación longitudinal continua a discontinua, en franjas de ancho variable entre 0,2 y 0,8 km con engrosamientos locales que determinan concentraciones de afloramientos y angostamientos alternativos. A escala regional, estas fajas tienen aspecto de grandes lentejones con estructura "en rosario".
- 3) Rumbo general NNO, con combaduras y desplazamientos diagonales y transversales concordante con los rasgos mayores de la estructura de las rocas metamórficas que las acompañan.
- 4) Una gama de minerales accesorios generados principalmente por metamorfismo regional y en menor grado de contacto, cuyos representantes más significativos son : diópsido, forsterita, serpentina, grosularia, wollastonita, tremolita, hornblenda, epidoto, cuarzo, titanita, actinolita, flogopita, talco, etc., que se distribuyen dando los diseños y colores que determinan las diferentes variedades comerciales.
- 5) Clara localización geográfica, que permiten agrupar los yacimientos en las cuatro líneas mencionadas.
- 6) El basamento metamórfico que las acompaña está compuesto por paragneises y paraesquistos de mediano a alto grado metamórfico tales como anfibolita, gneises y esquistos

normales e inyectados, cuarcitas y cuarcitas micáceas, filitas, etc.; gneises y esquistos biotíticos comparten la mayor participación litológica en las "cajas" de las fajas calizas y/o calizo dolomíticas, en estrecha asociación con las paraanfíbolitas.

El basamento ígneo está menos difundido, participando mediante cuerpos gabronoríticos y dioríticos, masas graníticas y cuarzo-dioríticas, pegmatitas y aplitas y manifestaciones residuales de cuarzo y concentraciones metalíferas de soporte silíceo, etc.

7) Las tectolíneas de la antigua orogenia, de dirección fundamental NNO-SSE a NO-SE y buzamientos dominantes al este, con variaciones y discontinuidades en ambos casos de valor muy localizado, ejercen el control estructural de las fajas y cuerpos calizos y calizo-dolomíticos. En el complejo caliza-anfíbolita se han señalado plegamientos que sugieren pertenencias a más de una fase, con rumbos y buzamientos marcadamente variables de sus ejes. Es frecuente la presencia de bancos ondulados en pliegues similares localmente sobreengrosados por desplazamiento plástico de la caliza y aún por fallas de bajo ángulo, conformando estructuras asimilables a plegamientos monoclinales con tendidos hacia el este, noreste, etc.

Componen fundamentalmente estas rocas el carbonato de calcio bajo la forma de calcita y/o el carbonato doble de calcio y magnesio, dolomita, a los que se suman proporciones variables de sílice, óxidos férrico y aluminico, y en menor escala fosfatos de calcio, sulfuros etc.

La distribución de los componentes principales: óxidos de calcio y de magnesio, al igual que el de la sílice, es bastante irregular, observándose alternancias confusas de afloramientos cálcicos, magnesianos y silícicos, al igual que en un mismo yacimiento, porciones altamente silícicas marginadas por otras relativamente puras.

Gamkosián y otros, 1981, formulan una tipificación petrológica de los mármoles, con ajuste a parámetros porcentuales de sus contenidos en CaCO_3 y MgCO_3 :

ROCAS	PROPORCIONES RELATIVAS DE CaCO_3	PROPORCIONES RELATIVAS DE MgCO_3
Caliza	> 90%	0 - 2,5 %
Caliza magnesiánica	80 - 90 %	2,5 - 10 %
Caliza dolomítica	70 - 80 %	10 - 25 %
Dolomita calcítica	60 - 70 %	25 - 35 %
Dolomita calcárea	55 - 60 %	35 - 40 %
Dolomita	40 - 55 %	> 40%

Deben tenerse presentes también las calizas y dolomitas silícicas, mármoles cristalino-granulosos en los que la proporción de SiO_2 se da entre 10 - 25 % (tipos medianamente silícicos) y más de 25% (tipos silícicos).

En relación a la clasificación precedente, los distritos septentrionales poseen en general mármoles magnesianos a medianamente magnesianos, con difusión local del tipo muy magnesiánico (El Sauce), y del cálcico en sectores restringidos de Unquillo. Su expresión petrológica son las dolomitas calcáreas a calcíticas, y mucho menos calizas magnesianas y calizas.

Los distritos de la faja La Calera - Yocsina - Malagueño, son característicamente cálcicos a medianamente cálcicos, con calizas y calizas magnesianas.

A partir de Falda del Carmen hacia Alta Gracia, El Manzano y San Agustín, se observa un sensible enriquecimiento en MgCO_3 y los mármoles son desde magnesianos a muy magnesianos, con dolomitas calcíticas a calcáreas.

En todos los casos, las explotaciones registran gran antigüedad (desde 1850 en adelante) y una actividad incesante, aunque intermitente.

Los materiales son destinados a la fabricación de cal y a la industria cementera.

Las explotaciones son a cielo abierto, y si bien regionalmente se las puede agrupar por su proximidad geográfica, en general poseen una ubicación desordenada, con laboreos importantes y escasa planificación.

Se destaca por su magnitud la explotación de mármoles de la localidad de Malagueño, situada 15 km al oeste de la ciudad de Córdoba, perteneciente a la empresa cementera Corcemar.

Gneis

La explotación de esta roca en sus distintas variedades petrológicas es muy difundida por su utilización como triturado pétreo en obras civiles.

Se pueden distinguir dos tipos de emprendimientos: los que han sido concebidos como canteras de piedra partida y aquellos que producen el triturado como uso alternativo a partir de materiales de descarte (por ejemplo, la roca de caja en las explotaciones de mármol).

Esto, como es lógico, establece una clara diferencia en la magnitud de la obra minera.

Se destacan, dentro de la hoja Córdoba, cuatro “open pit” correspondientes a explotación de gneis para piedra partida, con una producción estimada en el orden de las 50.000 t/mes:

- Cantera “El Gran Ombú”, ubicada 30 km al noroeste de la ciudad de Córdoba.
- Cantera “Cantesur”, sita unos 3 km al oeste de la localidad de La Calera, sobre la margen sur del río Suquía.
- Cantera San Nicolás, en la localidad de Malagueño
- Cantera “del Ferrocarril”, al suroeste de la ciudad de Alta Gracia, perteneciente a los antiguos Ferrocarriles Argentinos, cuya explotación se encuentra paralizada.

Áridos de río

El ámbito de la llanura de la hoja en estudio se caracteriza por la intensa actividad de extracción de los recursos provenientes de los cauces fluviales, tanto en el lecho de los ríos (canteras húmedas) como en las terrazas (canteras secas).

El curso medio de los ríos Suquía y Xanaes concentra esta actividad, cuyos productos son destinados, preferentemente, a obras viales.

Cabe resaltar el distrito arenoso “Chacra de la Merced”, ubicado al este de la ciudad de Córdoba, dentro de su ejido municipal, sobre ambas márgenes del río Suquía, con explotaciones secas y húmedas.

Según estudios realizados en la zona por Leynaud y otros, 1998, se contabilizan 11 establecimientos con una producción global estimada en el orden de 900.000 m³ anuales, lo cual representa, aproximadamente, el 40 % de la producción total de la Provincia para este tipo de áridos.

MAPA GEOMORFOLÓGICO Y DE FORMACIONES SUPERFICIALES

El área enmarcada por la Hoja Geológica se encuentra dentro de dos grandes unidades geomórficas regionales: Las Sierras Pampeanas y la Llanura Chaco Pampeana. En la zona de las Sierras Pampeanas se distinguen la **Sierra Chica** y la **Depresión estructural de Punilla**; mientras que en la Región de la Llanura Chaco-Pampeana se ubica el **Piedemonte Oriental de la Sierra Chica** y **la Llanura Cordobesa**.

A continuación se describen las unidades geomorfológicas representadas en el esquema geomorfológico.

Sierra Chica

La Sierra Chica de Córdoba presenta una morfología constituida por una sierra en bloque basculada hacia el oriente por fallas de rumbo aproximado N-S. Esta estructuración, de Edad Terciaria, le imprime a la sierra un perfil asimétrico en sentido E-O y un rumbo aproximado N-S. De esta forma, la vertiente occidental es abrupta y de menor longitud con respecto a la ladera oriental más extensa y con pendientes más suaves. La ladera occidental está representada por una **escarpa de falla**, mientras que la ladera oriental se corresponde con la **“pendiente de inclinación del bloque”**.

Antigua superficie de erosión cumbral de la Sierra Chica

Remanentes de una antigua superficie de erosión regional se ubican en las partes más elevadas de la Sierra Chica y especialmente en la pendiente de inclinación del bloque basculado. Esta superficie bisela a las resistentes rocas y estructuras del basamento precámbrico y paleozoico y está parcialmente cubierta por la Formación Valle del Sol. Actualmente se encuentra profundamente degradada por la acción fluvial y la principal evidencia de su existencia se aprecia en la concordancia de las cumbres más altas. Debido a los movimientos de dislocación diferencial que sufrió la Sierra Chica, esta antigua superficie de erosión se encuentra desmembrada y dispuesta a diversas alturas. En los alrededores de la Localidad de La Cumbre se localiza a 1.650 m, mientras más al sur se ubica entre 1.500 a 1.200 m.s.n.m. Sobresaliendo al nivel de esta antigua superficie se reconocen elevaciones topográficas aisladas (Cerro La Cumbre: 100 m; Cerro Pan de Azúcar: 150 m) que podrían corresponder a **“monadnocks”**.

La exhumación parcial de esta geoforma se evidencia por la presencia de remanentes de una cobertura sedimentaria de edad cretácica y terciaria (Formación Valle del Sol) sobre su superficie. En el paraje denominado Las Pampillas (1.700 m) y en el punto más alto del camino del Cuadrado se observan depósitos conglomerádicos cretácicos (Beltramonte, 1994) y sedimentos de edad terciaria (Formación Valle del Sol) que se apoyan sobre la superficie de erosión respectivamente.

Se supone que dicha superficie de erosión se formó durante un período de calma tectónica. La edad de dicha superficie sería posterior a la intrusión de los últimos eventos magmáticos (Silúrico) y previa a la estructuración terciaria. Superficies de planación similares que se ubican en la Argentina fueron mencionadas por Schmieder (1921); Methol y Pastore (1953), Rabassa (1996) y Pereyra (1997).

También existen estructuras que cortan a la Sierra en forma E-O y que originan escarpas de falla a lo largo de ella.

Depresiones estructurales cretácicas resurrectas

La depresión de Estancia El Rosario, ubicada al norte de la Hoja, es un claro ejemplo de este tipo de mesoformas negativas de origen estructural. Fue originada por la tectónica distensiva de edad precretácica que dio lugar a cuencas para la acumulación de los sedimentos del Cretácico Superior. Elevados conjuntamente con su basamento durante la orogenia terciaria, la erosión las puso en evidencia al eliminar gran parte de los sedimentos comparativamente menos resistentes que la colmaban.

Nivel pedemontano dislocado y degradado de la Formación Valle del Sol

Este nivel se reconoce por la concordancia de las cumbres de las lomas donde aflora la F. Valle del Sol (Gordillo y Lencinas, 1970). Estos afloramientos solamente fueron reconocidos en algunos sectores de las cumbres más elevadas de la Sierra Chica. Este nivel tiene una extensión local con respecto a la extensión regional de la Antigua Superficie de Planación. El nivel inclina 10 a 15 grados al este y se ubica a 100-120 m por encima de los actuales cauces y de la superficie de erosión regional desarrollada sobre el basamento. Los sedimentos de la F. Valle del Sol están compuestos por cenoglomerados polimícticos arcósicos con una matriz arenosa gruesa. La mayoría de los clastos son del complejo del basamento; se encuentran alterados y tienen formas angulosas e irregulares. El espesor ronda entre los 20 a 120 m y se apoyan en el basamento y en los sedimentos cretácicos. Acuña su depósito hacia las actuales cumbres más elevadas de la Sierra Chica, sitio donde afloran rocas del basamento. El estudio de paleocorrientes de la unidad denota sentidos hacia el oriente, dirección hacia donde desaparecen debido a la erosión. En el paisaje, los afloramientos, muestran un relieve alomado con pendientes suaves y cubiertas por un redépósito coluvial de gravas que regularizan las pendientes. En base a lo descrito, el nivel correspondería a remanentes de una antigua planicie pedemontana que se desarrolló durante los primeros ascensos de la Sierra Chica, cuando ésta tenía escasa altura. Luego a consecuencia del levantamiento principal la antigua bajada aluvial fue elevada, basculada, progresivamente y conjuntamente con el movimiento en bloque y degradada, posteriormente, por la acción fluvial. La conformación del nivel pedemontano es posterior a la sedimentación de la F. Valle del Sol y previo al levantamiento principal de la sierra Chica.

Relieve y red fluvial serrana.

Dentro de esta unidad se engloban todas aquellas geoformas fluviales que se ubican en la sierra y que se relacionan con el levantamiento de la Sierra Chica. El relieve fluvial disecta tanto a la superficie de Planación Regional, como a la F. Valle del Sol. Las geoformas se engloban dentro de un paisaje de origen fluvial con características juveniles en la cuenca inferior y con madurez incipiente en la cuenca superior (Paisaje fluvial policíclico). De esta forma, el relieve fluvial forma parte de al menos dos ciclos de rejuvenecimiento que tuvieron lugar a consecuencia del levantamiento del bloque serrano.

Las formas típicas son valles consecuentes con la estructura que generalmente coinciden con líneas de fractura o de trituración con orientación noroeste-sudeste. La red tiene un diseño paralelo y rectangular que es controlado por las mencionadas líneas de debilidad. En los perfiles transversales y longitudinales de estos valles se reconocen rupturas en la pendiente que atestiguan la presencia de los citados ciclos de rejuvenecimiento fluvial.

El ciclo de erosión más antiguo se ubica en las cuencas altas. En estos sectores los interfluvios exhiben divisorias romas y los valles presentan profundidades de 50 a 100 m y laderas que generalmente presentan entre 10 a 20 grados. El fondo de valle es plano y presenta anchos muy variables: entre 50 a 500 m. Este ciclo de rejuvenecimiento, aunque disectó parcialmente la antigua superficie de erosión, es responsable de la mayor parte de la exhumación de ella. Por lo común, sobre su superficie se pueden encontrar sedimentos redepositados provenientes del Cretácico, de la Formación Valle del Sol.

El rejuvenecimiento más reciente se ubica en las cuencas medias y disecta la antigua superficie de erosión en profundos valles con perfiles transversales en “V”. Los interfluvios muestran divisorias de agua con formas agudas y bien definidas. Comúnmente se las denomina “quebradas” y llegan a presentar alrededor de 200 m de profundidad y laderas entre 30 a 45 grados de inclinación que están sujetas a procesos de remoción en masa (deslizamientos de suelos, avalanchas de detritos y caída de rocas).

De esta forma, los relieves más antiguos se ubican en las cumbres de las sierras, mientras que las formas más recientes y ligadas con el ascenso principal de la sierra se ubican en forma marginal a ellos.

Atravesando la sierra, también se reconocen **ríos antecedentes**. Claros ejemplos son el río Primero y el Río Anisacate. Estos ríos recorren profundos valles en “V” con un diseño sinuoso que se encaja en roca y que generalmente es coincidente con el patrón de fracturas. En su valle raramente se pueden apreciar remanentes de antiguos niveles de terraza rocosa que son testigos del progresivo encajamiento del cauce a medida que la sierra se elevaba.

Depresión estructural de Punilla.

La depresión estructural de Punilla o “Valle de Punilla” es una depresión longitudinal intermontana de rumbo meridiano que se extiende desde la ciudad de Carlos Paz hasta la localidad de Charbonier (localizada al norte y fuera de la Hoja). La depresión coincide su desarrollo espacial con el ángulo de intersección del bloque que forma la Sierra Chica con los bloques antitéticos de la Sierra Grande ubicados más al oeste. A lo largo de su recorrido norte-sur, la depresión está segmentada por altos estructurales que originan pequeñas cuencas a saber: Cuenca del río San Francisco, Cuenca del río Dolores y Depresión de Charbonier. En el ámbito de la Hoja, solamente se reconocen parte de la cuenca del río San Francisco y el intervalo estructural de Santa Cecilia, ubicado a la altura de la Localidad de La Cumbre y que lo separa de la cuenca del río Dolores.

La segmentación de la depresión de Punilla tiene edades posteriores a la sedimentación de la Formación Cosquín (Beltramonte, 1994) ya que ésta presenta afloramientos a ambos lados de los altos estructurales.

Actualmente, el fondo de la depresión tiene una morfología asimétrica, debido a que el aporte sedimentario proveniente del oriente (Sierra Chica) es mucho mayor que el aportado desde el occidente.

Escalón tectónico y montes islas

Los montes islas constituyen una alineación morfológica de cerros bajos (60 a 80 m de altura) que se dispone, al igual que el escalón, en forma paralela y a 300 a 800 m al oeste del frente serrano. Generalmente están conformados por rocas del Terciario (F. Cosquín) deformadas e inclinadas al oriente.

El escalón es producto del movimiento diferencial que provocó una falla secundaria que se dispone en forma paralela a la falla principal de la Sierra Chica.

Bajada aluvial del flanco occidental de la Sierra Chica.

La ***bajada aluvial occidental de la Sierra Chica*** es la unidad geomórfica más antigua que presenta la depresión de Punilla. Actualmente la bajada es inactiva y disectada por la acción fluvial mediante la formación de varios niveles de terraza. Entre las localidades de Cosquín y Molinari, y al oeste de la localidad de La Cumbre, el nivel se encuentra cubierto por sedimentos loésicos.

Se la reconoce en el paisaje por conformar remanentes o lomas de cumbres planas y alargadas en sentido E-O que se extienden desde el pie de la Sierra Chica hasta el río San Francisco ubicado al oeste. Los remanentes del nivel tienen desniveles de 10 m en los sectores cercanos al pie de sierra hasta 50 m cerca del río San Francisco, el cual actúa como nivel de base local. El nivel presenta pendientes de 5 a 6% al oeste y los sedimentos que integran la bajada están integrados por conglomerados (Formación Casa Grande) que provienen de la Sierra Chica. Coronando a los sedimentos de la bajada aluvial se encuentra un horizonte con enriquecimiento de carbonato de calcio denominado petrocálcico o calcrete. Este horizonte actúa como un banco protector contra la erosión debido a su elevada dureza. Dicha bajada resulta de la acumulación aluvial, desarrollada a expensas de la erosión fluvial como respuesta al levantamiento principal de la Sierra Chica. Por ello, el desarrollo areal y potencial de la bajada se incrementa hacia el norte, donde la sierra es más elevada y las cuencas fluviales tienen mayor extensión areal.

Buenos sectores y perfiles se observan en el kilómetro 59 de la ruta Cosquín-La Cumbre, en el arroyo la Higerita.

Antiguas Terrazas aluviales (Niveles I, II y III); planicies y abanicos aluviales

Se reconocieron tres niveles de terrazas de erosión alojados en los depósitos de la antigua bajada y que disponen entre 20, 10 y 5 m de altura con respecto al nivel de los cursos de agua. Los niveles de terrazas son superficies de erosión cubiertas con un escaso espesor de sedimentos aluviales. Actualmente, todos los niveles de terraza están inactivos. Algunas de estas superficies no están incisas por los actuales cursos de agua y morfológicamente forman valles de fondo plano que responden a una red de avenamiento hoy no funcional.

A ambas márgenes del río San Francisco se reconocieron tres niveles de terrazas correspondientes al antiguo cauce de este río. La terraza más antigua se encuentra a 50 m sobre el nivel del río y las terrazas intermedia y baja a 10 y 5 m respectivamente. El mayor grado de redondez, el carácter polimíctico de los conglomerados y las paleocorrientes con sentido al sur son las características más discernibles de estos depósitos para diferenciarlos de los depósitos de bajada.

Por último, a menor cota, se encuentran las planicies aluviales. Sobre ellas se pueden observar meandros abandonados, paleocanales y terrazas de relleno de escasa altura (1 a 2 m).

Buenos sectores para observar estas geoformas se ubican sobre la ruta Cosquín-La Cumbre a 2 km al sur del peaje de Villa Giardino.

Al pie de la sierra y en la desembocadura de los arroyos serranos, se reconocen abanicos aluviales coalescentes.

Piedemonte Oriental de la Sierra Chica

El piedemonte oriental es una zona de transición entre la Sierra Chica y la Llanura Cordobesa. Se extiende desde el pie de la Sierra Chica (500 m.s.n.m.) hasta perderse progresivamente en el ambiente de la llanura (350 a 400 m.s.n.m.). Las pendientes longitudinales son de 5% a 7% en su parte apical hasta menos de 1% en su sector distal, donde tiende a horizontalizarse para integrarse paulatinamente con la llanura.

Este piedemonte se encuentra bien expresado al norte de la Hoja. En la parte sur y central el piedemonte ha sido deformado y dislocado por la falla inversa de La Calera-Despeñaderos. Esta dislocación generó una depresión estructural con orientación norte-sur entre la mencionada falla y la Sierra Chica. Esta depresión estructural fisiográficamente se la conoce como “Depresión Periférica”, mientras que el bloque ascendido y basculado ubicado al oriente del fallamiento se lo conoce con el nombre de “Plataforma Basculada” (Capitanelli, 1979 y Cantú & Degionannis, 1984). Al igual que en las Sierras Chicas, este bloque ascendido denota una pendiente occidental más abrupta (50 a 80 m de altura) y una oriental más suave y larga (30 a 50 Km).

El levantamiento de la plataforma basculada trajo como consecuencia varios acontecimientos. Al occidente de la falla, el ascenso del bloque impidió el drenaje pedemontano E-O ya que los arroyos fueron incapaces de superar la estructura en levantamiento. Por ello el drenaje debió integrarse en forma consecuente a la estructura. Los casos del río Alta Gracia y el río San Agustín que drenan en sentido N-S (perpendicular a la pendiente regional E-O) pueden ser claros ejemplos de ello.

Otro acontecimiento relacionado con la mencionada falla se ubica en el Bajo de la Lagunilla. Dicha depresión, actualmente está ocupada por una laguna y se ubica aguas arriba de la escarpa de la mencionada falla. Dicha depresión puede ser explicada como un fenómeno de endicamiento por parte del bloque ascendido durante la neotectónica de la región.

En la parte más elevada del bloque de la “Plataforma Basculada” y al sur de la localidad de La Calera se reconocen posiciones de algunos valles afines a las denominadas “abras de viento”. Estos rasgos del paisaje seguramente constituían antiguas zonas de drenaje de los ríos provenientes de la sierra, que actualmente han quedado elevados y abandonados por el ascenso neotectónico del bloque.

Dentro del ambiente pedemontano oriental se reconocieron otras geoformas de menor jerarquía que presentan diversa edad y génesis. De esta forma, se reconocen dos niveles de agradación pedemontana o bajada y hasta cuatro niveles de terraza bien notorios.

Bajada Antigua y Oriental de la Sierra Chica

El Nivel Bajada Antigua es la unidad geomórfica más antigua que se ha reconocido. Actualmente es inactiva y se encuentra muy degradada por la acción fluvial. Las mejores expresiones morfológicas se encuentran al NE de Villa Allende, al este de la localidad de Agua de Oro, El Manzano, Salsipuedes y en Falda del Carmen. Se reconoce en el paisaje por conformar lomas alargadas en dirección E-O con cumbres planas con una suave inclinación hacia el este. Sus desniveles relativos son más elevados (50 m) en el sector lindante a las sierras, mientras que hacia la llanura, progresivamente van decreciendo de altura hasta

perderse, en algunos casos abruptamente o bien, en forma progresiva. Está compuesto por conglomerados polimícticos pertenecientes a la Formación Estación Belgrano, provenientes del flanco oriental de la Sierra Chica. En algunos sectores (por lo general con menor pendiente y erosión) el nivel se encuentra cubierto por sedimentos loésicos.

Bajada Moderna y Oriental de la Sierra Chica

El nivel Bajada Moderna abarca mas superficie que la antigua Bajada y se ubica desde el pie de sierra hasta unos 60 a 100 km al este de la sierra. El relieve es plano, con un gradiente de 3 a 4% en el pie de sierra a menos de 1% en su sector distal. Actualmente la bajada es inactiva y está cubierta por un manto de sedimentos loésicos de edad cuaternaria superior. La extensión longitudinal que presenta la bajada desde el pie de sierra depende de las cuencas fluviales que le dieron origen. De esta forma, se encuentra más extendido (200 a 280 Km) hacia el este y con menor pendiente (2% a 1%) en la cuenca media e inferior de los ríos Primero y Segundo, donde prácticamente conforma, en sentido fisiográfico, una llanura (ver ítem Llanura Chaco-Pampeana). En las cuencas inferiores y más pequeñas de los arroyos Salsipuedes, río Zeballos y río San Cristobal, el piedemonte es menos extenso en sentido E-O y denota mayores gradientes (4% a 2%) en su sector apical.

En las zonas adyacentes a la sierra, el nivel Moderno forma valles de fondo plano, inactivos y sepultados por loess. Sin embargo, en algunas ocasiones este nivel es disectado por cauces (arroyos Salsipuedes, río Ceballos, río San Cristóbal) llegando a expresarse simplemente como un nivel de terraza muy elevado (6 a 15 m), sepultada por sedimentos loésicos.

Al sur de la Hoja, en el piedemonte ubicado entre la localidad de Corralito y Monte Ralo se observan depresiones alargadas E-O que presentan anchos de 30 a 100 m. Estas formas se extienden hasta Laguna Larga ubicada a 100 a 120 Km al este. El escurrimiento superficial de las lluvias se encauza en estas depresiones y en algunas oportunidades llega a formar profundos (3 a 10 m) surcos de erosión de hasta 5 a 10 Km de largo. Dichas depresiones alargadas podrían corresponder a antiguas zonas de escurrimiento sepultadas por sedimentos loésicos y vueltas a reactivar por el creciente aumento del drenaje superficial a consecuencia del aumento del régimen de las lluvias y la creciente deforestación por el uso agropecuario del suelo.

Desarrollados en el nivel moderno se reconocen varios niveles de terraza. Generalmente la cantidad de niveles de terraza reconocidos varía de una cuenca a la otra. En los ríos más caudalosos (Xanaes y río Segundo) las terrazas son más numerosas y tienen mayor desarrollo areal. En el río Xanaes se reconocieron hasta cuatro niveles de terraza bien diferenciados. Los depósitos de la Formación Río Primero (Santa Cruz, 1972, 1973, 1978) corresponden a los sedimentos de la terraza más elevada y antigua (Nivel I). El nivel de esta terraza se ubica entre 40 a 50 m sobre el nivel del lecho actual, sin embargo su desnivel varía a lo largo de su recorrido. Las mismas características se observan para los niveles II y III. Dichas terrazas están cubiertas por sedimentos loésicos, son pares y los depósitos aluviales que la integran no superan los 5 a 15 m de espesor.

Terrazas y Planicies aluviales

En el río San Cristóbal, La Granja y Salsipuedes se reconocieron dos niveles de terraza bien discernibles hasta 30 Km del frente serrano. Distalmente, hacia la llanura, estas terrazas son convergentes y forman un valle de fondo plano donde el cauce se insume y desaparece. Al norte de la hoja, también se observó la presencia de un paleocauce del río La Granja. Este

valle tiene unos 600 a 800 m de ancho y un recorrido de oeste a este de unos 70 km de longitud hasta que desaparece en la planicie loésica.

Llanura Cordobesa

Esta megaunidad geomorfológica es de gran extensión en todo el País. En el sector de la Hoja Geológica, la llanura está conformada por un mosaico de geoformas derivadas del proceso fluvial divagatorio del río Primero y Segundo y por geoformas eólicas.

Mega-abanicos del río Primero y Segundo

La presencia de un paleodrenaje distributivo de gran magnitud (centakilométrica) e interconectado de los ríos Primero, Segundo y Tercero (al sur de la Hoja) determina, en planta, enormes abanicos aluviales con drenaje hacia el oriente. La evolución de estos abanicos estuvo controlada ya sea por las variaciones del nivel de base (Falla Santa Fe-Córdoba y la depresión de Mar Chiquita), la elevación de la Sierra Chica y las reactivaciones de la falla de La Calera-Despeñaderos.

Dichos controles se ponen en evidencia al observar la actual posición del ápice de los mega-abanicos. En el río Primero, el ápice se encuentra a la altura de la localidad de Pilar-Río Segundo (a 100 Km del frente serrano), mientras que para el río Segundo se encuentra a la altura de Villa El Rosario (a 200 Km del frente serrano). Aguas arriba de estos ápices, el río se atrincheró en el piedemonte moderno y forma tres niveles de terraza bien marcados. Aguas abajo de este ápice se encuentran canales o planicies aluviales abandonadas de orden decakilométrico, con drenaje distributivo y con diferentes edades relativas. Las terrazas y paleocauces de edad más reciente muestran a lo largo de su recorrido lagunas que se encuentran con diversos grados de colmatación. Las mejores expresiones morfológicas se ubican en la localidad de Laguna Larga donde es común encontrar humedales y zonas palustres con suelos mal drenados y gleysados.

Las terrazas y paleocauces son más extensas arealmente que las más recientes. Sobre su superficie aún se reconocen gran cantidad de meandros y paleocauces abandonados de 200 a 500 m de ancho y varios kilómetros de largo (5 a 10 Km) que están colmatados y cubiertos por sedimentos loésicos. Tal vez, el canal abandonado más notorio de la Hoja sea el que interconecta el río Segundo con el río Primero desde la localidad de Despeñaderos hasta Río Primero. Dicho canal abandonado es correlacionable con el nivel de la terraza más elevada y antigua.

En el extremo sudeste de la Hoja se reconoce una faja de paleocauces aluvial de 25 Km de ancho que es integrante del drenaje distributivo del mega-abanico del río Tercero, ubicado al sur y fuera de la Hoja. Al igual que en el caso de los antiguos cauces del río Primero y Segundo, esta antigua zona de drenaje presenta orientación NE-SE con drenaje hacia la depresión de Mar Chiquita.

Planicie de acumulación limo-loessoides y geoformas de deflación eólica.

Cubre aproximadamente el 60% de la Hoja Geológica y se sitúa especialmente en la zona de la llanura y el piedemonte oriental de la Sierra Chica. El manto loessico cubre varios tipos de relieve, sin embargo adquiere su mayor distribución areal y espesor en las zonas con bajas pendientes y donde los procesos geomorfológicos son menos intensos. Los sedimentos que constituyen la planicie loessica tienen entre 1 m (en la sierra) a 40 m de espesor correspondiente al denominado pampeano y pospampeano eólico.

Actualmente, la geoforma es inactiva ya que la sedimentación loésica se relacionaba con climas más secos y fríos que los actuales. La sobreimposición del actual clima más húmedo determinó el desarrollo de suelos, generalmente Mólicos hasta 1,2 m de profundidad. La mayor cantidad de lluvias y la creciente influencia antrópica también fomentaron la reactivación fluvial de la paleored de avenamiento que había sido sepultada por el loess mediante la formación de profundos **rills o cárcavas**. Las evidencias de este último tipo de procesos se evidenciaron con mejor forma en la zona entre la localidad de Corralito y Monte Ralo, al sur de la Hoja.

Dentro de esta gran unidad se reconocen tenues depresiones o bajos sin salida actualmente inundados y que se encuentran alineados según antiguas vías de drenaje que se desarrollaron en el Piedemonte moderno ubicado entre las localidades de Monte Ralo y Laguna Larga. Estas depresiones constituyen **antiguas cubetas de deflación eólica** que fueron inundadas durante las fases climáticas más húmedas y posteriormente colmatadas por sedimentos.

2.3 Evolución geomorfológica

El bloque de la Sierra Chica es el punto de partida de la evolución geomorfológica de la Hoja. El aspecto senil de sus cumbres, hoy elevadas por encima de los 1.500 m.s.n.m., significó la existencia de un período de planación del paisaje con edades comprendidas entre el comienzo de la sedimentación de las unidades cretácicas y edades mucho posteriores a las últimas intrusiones magmáticas (Pérmico).

El posterior acontecimiento involucró a la tectónica distensiva cretácica, la cual desarrolló cuencas intracróticas que fueron colmatadas por sedimentos aluviales y volcánicos. Recién en el Terciario, a consecuencia de los eventos orogénicos andinos, comienza a confeccionarse el paisaje actual. De esta forma, la estructuración terciaria determinó la actual configuración de las sierras y depresiones. Por esta causa se desarrolla un relieve elevado en el sector occidental de la Hoja y un relieve más deprimido en el sector centro y occidente.

El relieve elevado, formado por el cordón basculado de la Sierra Chica y los bloques antitéticos de la Sierra Grande, ascendió por pulsos. El primer pulso de ascenso (Terciario medio) dio como resultado el comienzo de la erosión de los rellenos cretácicos ascendidos. Por otro lado, a ambos lados del bloque emergente se originaron piedemontes. Testigos del piedemonte más antiguo se observan actualmente en los remanentes sedimentarios de la Formación Valle del Sol.

Durante el Mioceno superior tiene lugar la ingresión del mar Paraniense que alcanza el sector oriental y central de la Hoja. Testigos de esta ingresión, proveniente del Atlántico, se observan en las arcillas atravesadas en las perforaciones a más de 100 m de profundidad (Frenguelli, 1918; Statapenbeck, 1926.) y cuyo límite occidental es la línea Obispo Trejo-Arroyito-Carrilobo. Hacia el oriente de esta imaginaria línea, la Formación Paraná desaparece como tal y deja paso a la F. Santiago Temple (Servicio Geológico de la RFA, 1973) la cual se desarrolla en el ambiente del antiguo piedemonte Mioceno de la Sierra Chica.

En el Terciario tardío (Mioceno superior-Plioceno inferior) acontece el principal levantamiento de las sierras. En dicho ascenso se reactiva nuevamente la escarpa de falla y

la sierra se eleva aún más. En consecuencia el mar Paraniense se retira paulatinamente hacia el oriente y deja lugar a la acumulación de los sedimentos de ambientes netamente continentales.

Luego de la regresión del mar mioceno tiene lugar la acumulación de los sedimentos arenosos del antiguo sistema fluvial del río Paraná. Testigos de estos sedimentos se encuentran en las perforaciones localizadas en el sector oeste de la Hoja entre 80 a 100 m de profundidad (Servicio Geológico de la RFA, 1973). Dichos sedimentos se asemejan mucho a la denominada Formación Puelche (en Buenos Aires) o F. Ituzaingo (en Entre Ríos). El progresivo levantamiento de la sierra fomentó la migración del río Paraná hasta su posición actual. El abandono de este sistema fluvial, durante el Plioceno superior deja lugar a una planicie lacustre representada por los sedimentos arcillosos que se encuentran entre 60 a 80 m de profundidad en el sector oriental de la Hoja.

Durante este mismo evento de ascenso tectónico, en el sector serrano emergente se exhumó la antigua superficie de erosión mediante la erosión parcial de los depósitos sobrepuestos a ella (Sedimentitas cretácicas y de la Formación Valle del Sol). En esta etapa también tiene lugar la disección parcial del piedemonte de la Formación Valle del Sol. El último acontecimiento de esta etapa fue el desarrollo de un relieve fluvial con características de madurez incipiente. Actualmente esta morfología se encuentra en las cuencas altas de la red de drenaje que se localiza en las sierras Chicas.

Se infiere que la agradación pedemontana resultante de este acontecimiento quedó registrada en los sedimentos continentales apoyados sobre los sedimentos marinos del Mioceno y que culminan con los depósitos de la Formación Estación Belgrano al oriente y Formación Casa Grande al occidente de la Sierra Chica. El tope o techo de ambas formaciones representan el nivel más antiguo y más elevado del piedemonte.

En la zona central y oriental de la hoja el ambiente lacustre del techo de la F. Puelche (Pleistoceno inferior a medio) evoluciona a un ambiente predominantemente eólico (Planicies loessicas) y fluvio-eólico (mega abanicos aluviales). Ambos sedimentos están agrupados en forma interdigitada en los sedimentos limosos y loésicos del Pampeano.

Durante el cuaternario los ríos Xanaes y Segundo conforman mega-abanicos que evolucionan por el control tectónico y climático. El factor tectónico se evidencia por el control que ejerce sobre el drenaje la depresión de Mar Chiquita, ubicada a 300 Km al EN del límite EN de la Hoja y la falla ubicada en el límite provincial entre Córdoba y Santa Fe. Aunque el río Paraná constituye el nivel de base regional para la mayor parte de la llanura Chaco-Pampeana, el drenaje de los ríos Primero y Segundo se encuentra impedido hacia el río Paraná por el relativo ascenso del bloque de Santa Fe. Ello obliga a las aguas de los dos más importantes ríos Cordobeses a derivar su escurrimiento hacia el norte, contrario a la pendiente regional de la Cuenca del Plata.

La falla de La Calera-Despeñaderos, también influyó en la evolución del río Primero y Segundo. El paulatino ascenso de la falla y su bloque basculado determinó la migración de los ápices aguas abajo, y por otro lado, obligó al río Segundo a recostarse hacia el sur a la altura de Despeñaderos con el fin de sortear esta elevación.

La migración aguas abajo del ápice determinó que aguas arriba el canal fluvial se atrinchere. Se puede apreciar, que durante el fenómeno de atrincheramiento, ambos ríos han dejado hasta 3 a 4 terrazas de erosión bien expresadas. Aguas abajo es común la presencia de varios canales y planicies aluviales hoy abandonadas.

A lo largo de varias etapas del Cuaternario tiene lugar una importante agradación loésica. La acumulación loésica fue discontinua y tuvo lugar principalmente en el sector de la llanura, aunque es común observar algunos remanentes en los sectores cumbrales de la sierra.

Durante su acumulación, típica de un ambiente frío y seco de estepa, tuvo lugar épocas relativamente más húmedas que fomentaron el desarrollo de suelos hoy en día sepultados.

El último acontecimiento loésico cubrió muchas de las geoformas aluviales del sector de la llanura, como ser todo el diseño de la paleored de drenaje de los ríos Xanaes y Segundo. Durante esta etapa también se formaron cubetas de deflación, más visibles al sur de la Hoja.

En épocas históricas se puede atribuir que se formaron las dunas de arena sobre los antiguos paleocanales que comunicaban el río Segundo con el Xanaes.

En la actualidad, a causa de un incremento de las precipitaciones y temperatura, muchas de las cubetas de deflación y depresiones de antiguos paleocanales se encuentran inundadas. Al mismo tiempo se reactivaron, en forma de profundos surcos de erosión, antiguas líneas de drenaje cubiertas por loess.

El control climático se evidencia de varias formas. La existencia de planicies aluviales desproporcionadas en mas, cubetas de deflación inundadas, paleosuelos intercalados con sedimentos loésicos indican una variabilidad climática.

MAPA DE HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

Los sistemas hidrográficos abarcados por esta hoja derraman sus aguas hacia la depresión de Mar Chiquita y son los ríos Suquía, Xanaes y los pequeños sistemas dispersos de los ríos Salsipuedes y Carnero (Vázquez et al., 1979).

Podría generalizarse que estos cursos poseen las características de los ríos de la región semiárida (precipitación media 800 mm). Los ríos Suquía y Xanaes poseen un lago hipersalino como receptor final en la cuenca baja, mientras que los ríos Salsipuedes y Carnero desaparecen por infiltración en el pie de monte.

De todas las cuencas, la del río Suquía es la más afectada por la actividad antrópica debido principalmente a la presencia de la ciudad de Córdoba en su cuenca media. En general la composición química de las aguas es netamente bicarbonatada, con concentraciones subordinadas de Cl⁻ y SO₄²⁻ (Gaiero, 1995; Martínez, 1991).

Haciendo lectura de los registros de composición química de la base de datos correspondiente a los puntos de control que figuran en el mapa, podría resumirse en que todas las cuencas tienen un sector prístino en las porciones altas que se va perdiendo a medida que los cursos discurren hacia la llanura y alcanzan asentamientos urbanos.

MAPA CLIMÁTICO

El criterio de clasificación climática empleado es el de Vladimir Köppen. Bajo este sistema cada clima está definido de acuerdo con unos valores asignados de temperatura y precipitación calculados en términos de valores anuales o mensuales.

Cualquier estación puede asignarse a un grupo o subgrupo climático particular, basado en los registros de los valores térmicos y de precipitación que cada uno provee y sobre un período de tiempo suficientemente largo como para que resulten significativos.

La clasificación climática de Köppen representa, mediante un código de letras, los mayores grupos climáticos, subgrupos y subdivisiones adicionales para distinguir las características estacionales de temperatura y precipitación.

Para la hoja Córdoba 3163-III corresponden las siguientes regiones climáticas:

- 1) Al Nordeste: Cahw
- 2) Al Centro-Sur: Cakw (f)
- 3) Oeste (Zona Serrana): Cbk'f (w)

C: clima templado lluvioso

a: la temperatura del mes más caliente es mayor que 22° C (veranos muy calurosos).

b: la temperatura del mes más caliente es menor que 22° C (veranos calurosos)

h: caliente, con temperatura media anual mayor que 18° C (tórrido)

k: frío en invierno con temperatura media anual menor que 18° C (fresco)

k': ídem que k, salvo que la temperatura media del mes más caliente es inferior a 18° C (frío en invierno)

w: seco en invierno

f: precipitación uniforme y suficiente durante todo el año

(w): si bien la precipitación es abundante hay una tendencia a disminuir en invierno.

(f): precipitación escasa en invierno, precipitación media anual 600mm, permite el cultivo de carácter extensivo en ciertas épocas del año.

MAPA DE VEGETACIÓN Y USOS DEL SUELO

UNIDADES DE VEGETACIÓN

Introducción

El avance de la frontera agropecuaria, el desmonte intensivo y el uso de tierras para la cría de ganado, ha producido importantes cambios en la fisonomía de la vegetación. Este proyecto rescata la necesidad de detectar e inventariar áreas que conserven relictos de vegetación natural de la zona para la optimización del aprovechamiento y /o protección del mismo.

La hoja 1:250.000 Córdoba 3163-III se encuadra dentro de dos distritos fitogeográficos (Cabrera 1976):

- a) Distrito Bosque serrano, correspondiente a la provincia Fitogeográfica Chaqueña
- b) Distrito del Algarrobo, correspondiente a la provincia Fitogeográfica del Espinal.

Se mencionan a continuación las características de los mismos.

a) Distrito del Algarrobo

Se extiende desde el centro de Santa Fe, a través de la Provincia de Córdoba en forma de banda diagonal que corre de nordeste a sudoeste, hasta el norte de San Luis. En su límite norte el Distrito del Algarrobo se funde en amplio ecotono con los diferentes distritos de la Provincia Chaqueña, mientras al sur se diluye en forma de isletas de bosque en la Provincia Pampeana. Es el distrito menos conocido de la Provincia del Espinal, pues cubre una región dedicada desde hace muchos años a la agricultura, cuyos bosques han sido explotados y desmontados totalmente.

Originalmente la región estaba cubierta por bosque xerófilo caducifolios, sabanas de gramíneas y estepas arbustivas. Pero las prácticas forestales y agropecuarias han llevado a la desaparición de gran parte de esta formación leñosa. Las áreas remanentes aisladas y no de gran extensión permiten reconstruir solo con la ayuda de la bibliografía existente las características del bosque que la constituía.

Los algarrobos (*Prosopis alba*, *Prosopis nigra*) son las especies arbóreas características del Espinal. Su madera de alta calidad es utilizada en carpintería como así también para la realización de postes, alambrados y producción de carbón. El fruto se lo utiliza como forraje.

En la actualidad hay controversias con respecto a este Distrito ya que se presenta como un Chaco empobrecido al norte y con penetración de especies de la estepa pampeana al sur. Constituye un amplio ecotono entre esas dos formaciones. En la zona norte comienzan a verse especies de *Aspidosperma quebracho blanco* ("quebracho blanco") y distintos elementos que pertenecen al Chaco.

Al llegar a las laderas orientales de las Sierras de Córdoba, la comunidad del Distrito se mezcla con el Distrito del Chaco Serrano, apareciendo en ella *Lithraea ternifolia*, *Fagara coco* y otros elementos.

b) Distrito del Bosque serrano

En Córdoba este distrito comprende tres cordones montañosos orientados de norte a sur. El cordón oriental o Sierras Chicas, se encuentra dentro del área mapeada.

En virtud de las condiciones ecológicas determinadas por orientación, altitud, latitud y clima, se reconocen los siguientes pisos altitudinales de vegetación (Cabrera 1976):

- Bosque serrano, 500-133 msm.
- Matorral serrano, arbustal de altura o "romerillal", 800-1700 msm.
- Pastizales y bosquecillos de altura, 1000-2800 msm.

En el piso Bosque serrano, el árbol más representativo es el "molle de beber" *Lithraea ternifolia* que llega a formar bosques más o menos densos en los faldeos más húmedos y frescos, predominando en las laderas de exposición al sur y sudeste. Junto con el "coco", llegan hasta las mayores alturas de este piso. Desde allí dominan los valles y llanos, luego desaparecen, gradualmente, para dar lugar al matorral y a las pampas de altura, los cuales se continúan a medida que la elevación aumenta.

En el piso Matorral serrano, los arbustos dominantes son: "romerillo" (*Heterothalamus alienus*), el más común y abundante, "romerito" (*Eupatorium buniifolium*) y *Baccharis flabellata*. Una planta llamativa aunque escasa, es *Ephedra americana*, una de las especies del único género de Gimnospermas autóctono de provincia de Córdoba

Las características del ambiente de las sierras favorecieron el establecimiento de poblaciones cuyas actividades han sido fundamentalmente de tipo extractivas. Su valor estético ha favorecido el turismo, que se aprecia no sólo por la construcción de una infraestructura ordenada a dicha actividad, sino también por la creación de espacios verdes para aprovechamiento turístico, con desmonte de la vegetación natural y posterior implantación de especies exóticas.

Definición de unidades de mapa

- Area del Bosque Serrano: Se delimitó la unidad en base a grado de cobertura y alteración. Se utilizó este criterio teniendo en cuenta que el tipo de vegetación no cambia entre unidades pero si su dominancia y diversidad, importante a la hora de planificar algún manejo en esta región.

- Area del Algarrobo: Se delimitó la unidad en base a tipo de vegetación dominante.

Se describieron en el área 7 unidades cartográficas:

- 1) Bosque serrano (grado de cobertura alto)
- 2) Bosque serrano (grado de cobertura medio)
- 3) Bosque serrano (grado de cobertura bajo)
- 4) Arbustal de altura
- 5) Vegetación de bañados y lagunas
- 6) Bosque xerófilo caducifolio
- 7) Bosque xerófilo

USOS DEL SUELO

Para la determinación de las categorías de usos del suelo, se utilizó como base el mapa de Aptitud y Uso de las Tierras de la Provincia de Córdoba, esc. 1:1.000.000, año 1986, elaborado por el área edafológica de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Provincia de Córdoba.

La delimitación de las áreas se corroboró con imagen satelital LANDSAT, de fecha 26/11/94, a escala 1:200.000.

Los datos de tamaño de las explotaciones y superficies implantadas se tomaron del Censo Nacional Agropecuario, 1988.

Considerando el uso actual de las tierras, que puede o no coincidir con su aptitud natural, se establecieron 5 (cinco) categorías en base a la predominancia de la agricultura o de la ganadería. Para cada tipo se tomó un departamento como prototípico en la demostración de los datos estadísticos.

En el área fruti-hortícola bajo riego que abarca, además del departamento Capital, partes de Colón (zonas de Jesús María y Colonia Caroya) y Santa María, puede apreciarse la marcada subdivisión de las parcelas, típico de un área irrigada.

Así, por ejemplo, el tamaño medio de las explotaciones en el departamento Capital es de 59,2 Ha, correspondiendo un 48% a campos de 5 a 10 Ha.

En el área de agricultura intensiva para el departamento Río II, el 45,5% de las explotaciones tienen entre 50 y 200 Ha con un promedio de 237. Si bien el aparciamiento es mayor, no deja de considerarse un uso intensivo con predominio de cultivos anuales (84,6% de la superficie implantada) entre los que se destacan el maíz, soja, sorgo, trigo, girasol y maní. Se ha insistido en el binomio trigo-soja o trigo-sorgo granífero, con el consecuente agotamiento de estos suelos.

Para el área de agricultura intensiva alternada con ganadería tomando el departamento Santa María, se comprueba que el 40% de las explotaciones son de 50 a 200 Ha siendo el promedio de 239. En este departamento el 50% de la superficie implantada corresponde a cultivos anuales de cosecha.

Se estableció una región ganadera alternada con agricultura ya que existe un predominio de pasturas naturales o implantadas, que permiten la alternancia con cultivos de cosecha.

En efecto, el 63,2% de la superficie del departamento Río I, con explotaciones predominantes de 50 a 200 Ha, están ocupadas por forrajeras y pasturas naturales y sólo el 9% corresponde a cultivos anuales.

Predomina la invernada de vacunos y penetra como una cuña parte de las cuencas lecheras, cuyo epicentro se encuentra fuera del área analizada. Hay que destacar que una constante para toda la región y también la provincia, es la inclinación hacia el uso ganadero, en detrimento del agrícola.

Por último una zona de ganadería extensiva con predominio de cría de bovinos ocupa los departamentos serranos de Punilla y Calamuchita, donde las explotaciones son de mucho mayor tamaño, ya que el promedio por Punilla es de 594 Ha y la mitad de los campos son mayores a 200 Ha.

Las unidades de uso minero se delimitaron tomando como referencia el proyecto "Evaluación del deterioro ambiental producido por las actividades mineras e industrias de base, área hoja 1:250.000 Córdoba 3163-III" (1997), en donde se mapean las áreas involucradas con la minería.

MAPA DE PATRIMONIO NATURAL Y CULTURAL

CONTENIDO HISTÓRICO - CULTURAL

En el Mapa de Patrimonio Cultural correspondiente a la Hoja Córdoba, se señalan puntos que corresponden a sitios de interés arqueológico, histórico y artístico.

Los primeros, en la mayoría de los casos, son sitios que dan cuenta de la ocupación humana prehispánica del ámbito que nos ocupa. En menor escala se señalan sitios que reflejan la etapa de contacto entre los aborígenes y los conquistadores españoles y aún períodos posteriores a la conquista. Para este tipo de ocupación es interesante marcar la recurrencia en el caso del área de la cuenca del Río Segundo, de la selección de la ribera como lugar preferencial para los asentamientos humanos (este hecho también se podrá apreciar en los demás mapas del Patrimonio Cultural de las hojas que corresponden a la Provincia de Córdoba). Sin embargo, la ocupación actual del territorio y su uso, van más rápido que las posibilidades de prospección e investigación, perdiéndose de este modo información vital para reconstruir los modos de vida de aquellas sociedades de las que no hay testimonios escritos o cuando los mismos son insuficientes, como los casos de los ámbitos que ocupan las ciudades de Córdoba, Cosquín, Carlos Paz y en general la zona aledaña al dique San Roque.

Los sitios de interés histórico, hoy reconocidos por su significación a nivel nacional, provincial o municipal, son en su mayoría construcciones religiosas y en menor grado construcciones civiles que fueron lugar de nacimiento de prohombres de nuestra historia, estuvieron en relación con los mismos en algún momento de su vida, o tienen la característica de haber sido (y aún hoy) lugares de prestigio para la sociedad. Dentro de este grupo llama la atención la baja presencia de los caracterizados como patrimonio modesto, que son los que nos permiten reconstruir los modos de vida de las personas y la trama de relaciones que tejieron entre sí, siendo esta categoría de patrimonio la que verdaderamente permite conocer la historia de los grupos que ocupan un ámbito determinado.

Finalmente, no es posible observar sitios de interés artístico solamente, siendo de interés histórico y artístico o arqueológico y artístico.

Por último, los sitios tomados en consideración en este relevamiento no son los únicos que se encuentran en el área; su número se podrá acrecentar y a medida que se profundicen las investigaciones habrá mayores datos sobre los mismos.

BIBLIOGRAFIA

- Angelelli V., J. C. Fernández Lima y otros, 1970. Descripción del Mapa Metalogénico de la República Argentina. Minerales Metalíferos. Dirección Nacional de Geología y Minería, Secretaría de Estado de Minería, Ministerio de Economía y Trabajo.
- Angelelli V., Y. Schalamuk y otros, 1980. Los Yacimientos de Minerales Metalíferos y Rocas de Aplicación de la Región Centro-Cuyo (provincias de Córdoba, Santiago del Estero, San Luis, Mendoza y San Juan). Secretaría de Estado de Minería, Ministerio de Economía.
- Asociación Argentina de Geología Aplicada a la Ingeniería, Córdoba, 1995. Publicación Especial, N°2. Simbología para Mapas Geológicos Ingenieriles.
- Austral, A.G. y A.M. Rocchietti, 1988. Cerro Piedra del Aguila, una estructura de asentamiento indígena en la Sierra de Comechingones, Provincia de Córdoba. República Argentina. IX Congreso Nacional de Arqueología Argentina.
- Baldo, E.G., Casquet, C.M. u Galindo C., 1996. El metamorfismo de la Sierra Chica de Córdoba (Sierras Pampeanas), Argentina. Geogaceta, 19,48-51.
- Barbeito O. y M. Herrero Machado, 1987. Sierras Pampeanas de Córdoba. Valoración de la Resistencia a la Erosión de los Materiales Geológicos Superficiales y los Suelos Derivados. Inédito.
- Berberián, E.E., 1969. Investigaciones arqueológicas en Cosquín. Revista Ilustrada Cosquín. Año II, N°8, Córdoba.
- Berberián, E.E., 1984. Potrero de Garay: Una entidad sociocultural tardía en la región serrana de la Provincia de Córdoba (República Argentina). Comechingonia (2), N° 3. Córdoba.
- Bertran de Solís, M. A. 1986. Estructura y composición de la comunidad de bosque
- Cabrera, A. L. & A. Willink, 1980. Biogeografía de America Latina. Secretaría General O.E.A., Washington D.C. 122 pp.
- Cantú, M. y Degiovannis. Geomorfología de la región Centro Sur de la provincia de Córdoba. 9º Congreso Geológico Argentino. Actas IV 76-92.
- Censo Nacional Agropecuario. INDEC, Buenos Aires 1988.
- Censo Nacional de Población y Vivienda 1991. INDEC, Serie B, N°4. Buenos Aires 1993.
- Consejo Federal de Inversiones, 1962. Serie Evaluación de los Recursos Naturales de la Argentina, tomo IV; Recursos Hidráulicos Superficiales, vol.2.
- Díaz de Terán Mira José R., 1988. Tipos y Metodologías de Cartografías Geoambientales o Geocientíficas. Geología Ambiental, I.T.G.E.
- Dirección de Geología, Promoción e Industrias Mineras, 1993. Mapa Geológico del Valle de Punilla. Geología Regional. Informe Técnico. Secretaría de Minería de la Provincia de Córdoba.
- Dirección de Geología, Promoción e Industrias Mineras, 1993. Valle de Punilla, Carta Geológico-Económica. Secretaría de Minería de la Provincia de Córdoba.
- Dunnell, R., 1980. Evolutionary theory and Archaeology. En: Advances in Archaeological method and theory, Vol 3. Ed M.B. Schiffer, pp 35-99. Academic Press, New York.
- Fraile Daniel, 1994. Ordenación Minero Ambiental de Recursos Mineros. I.T.G.E.
- Frenguelli, J., 1957. El Neozoico en la Argentina. Sociedad de estudios Geográficos. Geografía de la República Argentina. Tomo II - 3º Parte. neozoico, Bs. As.
- González, A.R., 1980. Arte Precolombino de la Argentina. Filmediciones Valero, Bs. As., 2da edición.
- Gordillo, C. E. y Lencinas, A., 1979. Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis. En: Turner, J.C. (Ed), II Simposio de Geología Regional Argentina, 1, pp 577-650. Academia Nacional de Ciencias.

- Kull V. y E. Methol, 1979. Descripción Geológica de la Hoja 21i, Alta Gracia, pcia. de Córdoba. Escala 1:200.000. Servicio Geológico Nacional, Secretaría de Estado de Minería, Ministerio de Economía.
- Luti R., Bertrán de Solis M. A. , Galera F. M., Muller de Ferreira N., Berzal M. , Nores M., Herrera M. A. & J. C. Barrera , 1979. Vegetación. Pp: 297 - 368, en: Geografía Física de la Provincia de Córdoba. Vázquez J. B., R. A. Miatello y M. E. Roque (dirs.). Boldt, Buenos Aires. 464 pp.
- Marcellino, A.J., E. Berverían y J.A. Pérez, 1967. El yacimiento arqueológico de Los Molinos (Dto. Calamuchita, Córdoba). Publicación del Instituto de Antropología, N° XXVI, Córdoba.
- Pastore Franco, 1932. Hoja Geológica 20i; Región Oriental Media de la Sierra de Córdoba. Escala 1:200.000. Dirección de Minas y Geología, Ministerio de Agricultura de la Nación.
- Piovano, E. L., 1995. Los parámetros físicos y químicos y su vinculación con el modelo depositacional de la Formación Saldán (Cretácico Temprano), Sierra Chica de Córdoba, República Argentina.
- Piovano, E. L., 1996. Correlación de la Formación Saldán (Cretácico temprano) con otras secuencias de las Sierras Pampeanas y de las cuencas Chacoparanenses y de Paraná. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 51(1):29-36.
- Raggio, M.A., 1979. La piedra grabada de San Buenaventura (Provincia de Córdoba). Miscelánea de Arte Rupestre. Monografías de Arte Rupestre. Arte America, N° 1, pp 61-81. Diputación Provincial de Barcelona, Barcelona.
- Rapela, C.W., Pankhurst , R.J., Kirschbaum, A.M. y Baldo, E.G., 1991. Facies intrusivas de edad carbonífera en el batolito de Achala: evidencia de una anatexis regional en las Sierras Pampeanas. VI Congreso Geológico Chileno, Actas 40-43, Santiago de Chile.
- Sanabria, J.A.; Dasso, C; Beltramonte, C; Manzur, A.; Arguello, G.; Sacchi, G. 1993-1994. Dinámica de la erosión hídrica en base a estudios pedológicos, geomorfológicos e hidrológicos en la depresión Periférica. Informe Subsidio CONICOR.
- Santa Cruz, 1972. Geología al este de la Sierra Chica (Córdoba), Valle del Río Primero. Boletín de la Asociación Geológica de Córdoba, I (3-4), 102-109.
- Santa Cruz, 1973. Geología del Este de la Sierra Chica entre La Granja y Unquillo, con especial referencia en las entidades sedimentarias. V. Congreso Geol. Arg. T IV:221-234.
- Santa Cruz, 1978. Aspectos sedimentológicos de las formaciones aflorantes al este de las Sierras Chicas, Prov. Córdoba., Rep. Arg. Rev. Asoc. Geol. de Cordoba (3):234-244.
- Sapp M. y F. Leynaud, 1992-93. Sistematización del Estudio, Evaluación y Corrección de los Impactos Ambientales en Explotaciones a Cielo Abierto. Agencia Española de Cooperación Internacional - Secretaría de Minería de la Provincia de Córdoba.
- Sapp M. y F. Leynaud, 1997. Evaluación del deterioro ambiental producido por las explotaciones mineras e industrias de base, área hoja 1:250.000 Córdoba 3163-III. Delegación Córdoba del SEGEMAR - Dirección de Minería de la provincia de Córdoba.
- Schiffer, M.B., 1988. The structure of Archaeological theory. american Antiquity 53.. El Efecto de las actividades humanas sobre los ecosistemas montañosos y de tundra. Proyecto regional andino: Pachon-Achala. UNESCO/MAB-PNUMA-CERNAR (eds.): 86 - 111.
- Secretaría de Turismo de la Provincia de Córdoba, 1986. Plandetur, primera etapa.
- Service, E.R., 1984. Los orígenes del estado y de la civilización. Alianza Editorial Madrid.
- Servicio geológico de la R.F.A , 1969-1973. Recursos de agua subterránea y su aprovechamiento en la llanura Pampeana y en el valle del Conlara. Convenio Argentino - Alemán de aguas subterráneas.
- Servicio Meteorológico Nacional. Anuario estadístico 1961/70.

- Stappenbeck, 1926. *Geologie und Grundvasserkunde der Pampa*. Stuttgart.
- Tipos Geoquímico-Petrológicos de Mármoles de la Sierra de Córdoba. Gamkosián A.; A. Di Fini; A. Bianucci, 1980. *Boletín de la Asociación Geológica de Córdoba*, Tomo 3, N° 1 a 4.
- Universidad Nacional de Córdoba, 1995. Descripción de la Hoja Geológica Córdoba, escala 1:250.000. Primera etapa: recopilación. Inédito.
- Vázquez J., R. Miatello y otros, 1979. *Geografía Física de la Provincia de Córdoba*. Obra dispuesta por el Directorio del Banco de la Provincia de Córdoba en resolución de agosto de 1.977. Editorial Boldt.