

310791

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

LA CARTA GEOLOGICO-ECONOMICA. POSIBILIDADES DE USO EN ESTUDIOS DE SUELOS.

José Alberto Ferrer *

1435

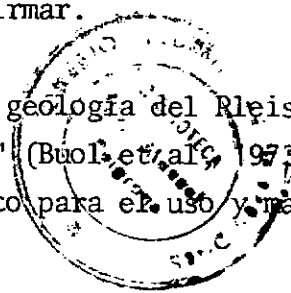
INTRODUCCION.

La cartografía sistemática de suelos, que se inicia en 1964 con el INTA mediante el Plan Mapa de suelos de la Región Pampeana, expande sus actividades hacia el resto de la llanura chaco-pampeana a fines de 1970. Especialmente en la última década los inventarios de suelos se interesan en regiones como el NOA, Patagonia y Sierras Pampeanas. Con ese avance creció la necesidad de disponer e interpretar información vinculada a la geomorfología y formaciones geológicas mucho más variables y heterogéneas que las que caracterizan a la llanura.

Tal como señala Boulaine (4) el patrón de distribución geográfico de los suelos no es azaroso; por el contrario está determinado por la combinación y efecto de los factores de formación, a tal punto que cuando uno de ellos cambia se produce una variación parcial o total, tanto en las propiedades como en la repartición geográfica de los suelos (8).

Siendo la geología, a través de su triple expresión (roca, geoforma y tiempo) un factor pedogenético, es posible y necesaria su participación en estudios de suelos a fin de coadyuvar a predecir en un sentido espacial, la presencia de variaciones edáficas que la cartografía deberá confirmar.

De allí que la información geológica, en particular la geología del Pleistoceno, es "un prerequisite para comprender a los suelos" (Boul. et al., 1973) y a su vez el conocimiento de la edafogénesis es básico para el uso y manejo de los suelos (ibid).



X.10

* Técnico Superior del Consejo Federal de Inversiones.

X.12

A 2

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Numerosos textos de geología tratan sobre la lectura e interpretación de cartas geológicas (Bonte, 1969; Lahee, 1965; Martínez Alvarez 1980 y 1981) pero en ningún caso con especial referencia a estudios de suelos. A su vez diversos manuales de prospección de suelos, representantes de distintas nacionalidades y escuelas pedológicas (11; 15; 32; 44; 46; 47) destacan la importancia de la información geológica en estudios de suelos.

Además de ser frecuente la presencia de suelos originados en materiales sueltos, con mayor o menor transporte, y sólo excepcionalmente desarrollados in situ a partir de rocas consolidadas (20), a menudo los contornos de unidades geológicas suelen coincidir con límites de unidades suelo-paisaje. Esta recurrencia roca-suelo, no asegura necesariamente una relación genética entre ambos, ni significa que cada delineación geológica se corresponde con una homogeneidad edáfica. Pero en cualquier caso el uso de la información geológica, junto con otro tipo de documentación (clima, vegetación, topografía, fotografías aéreas, etc) está destinado a desagregar un área de estudio en fracciones - ulteriores unidades cartográficas - así como a programar la distribución de los controles en campaña y a comprender las propiedades de los suelos, como también las causas de su repartición espacial.

No resulta azarosa la elección y propuesta de utilización de la Carta Geológico-Económica (CGE) cuyas características se definen más adelante. Por el contrario tal opción se sustenta en la experiencia recogida por el autor y en el carácter público de esa documentación. Ello no supone la exclusión de otras fuentes de información geológica; simplemente el presente aporte se centraliza en la CGE por su amplia difusión y una presentación standard de sus elementos principales (mapas y texto) que facilita una discusión ordenada para analizar su uso sistematizado.

En algunos trabajos en los que ha participado y codirigido el autor, realizados en el norte y noroeste argentino (37; 38) la información geológica fue utilizada para caracterizar en extensas áreas cartografiadas a nivel exploratorio, el sustrato rocoso consolidado y afloramientos; pero la prose-

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

cusión de trabajos en geografia y génesis de suelos en Santa Cruz (14;15) La Rioja (16;18) y más recientemente en Neuquén (17; 19; 20) condujo a un uso más exhaustivo de la CGE que en esta oportunidad se procura difundir.

La presente contribución pretende brindar criterios y evaluar las posibilidades de comprensión y elaboración de los contenidos de la Carta Geológico Económica como fuente de información para estudios de suelos, principalmente en inventarios e investigaciones de carácter geográfico-genético.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

CARACTERISTICAS DE LA CARTA GEOLOGICO-ECONOMICA.

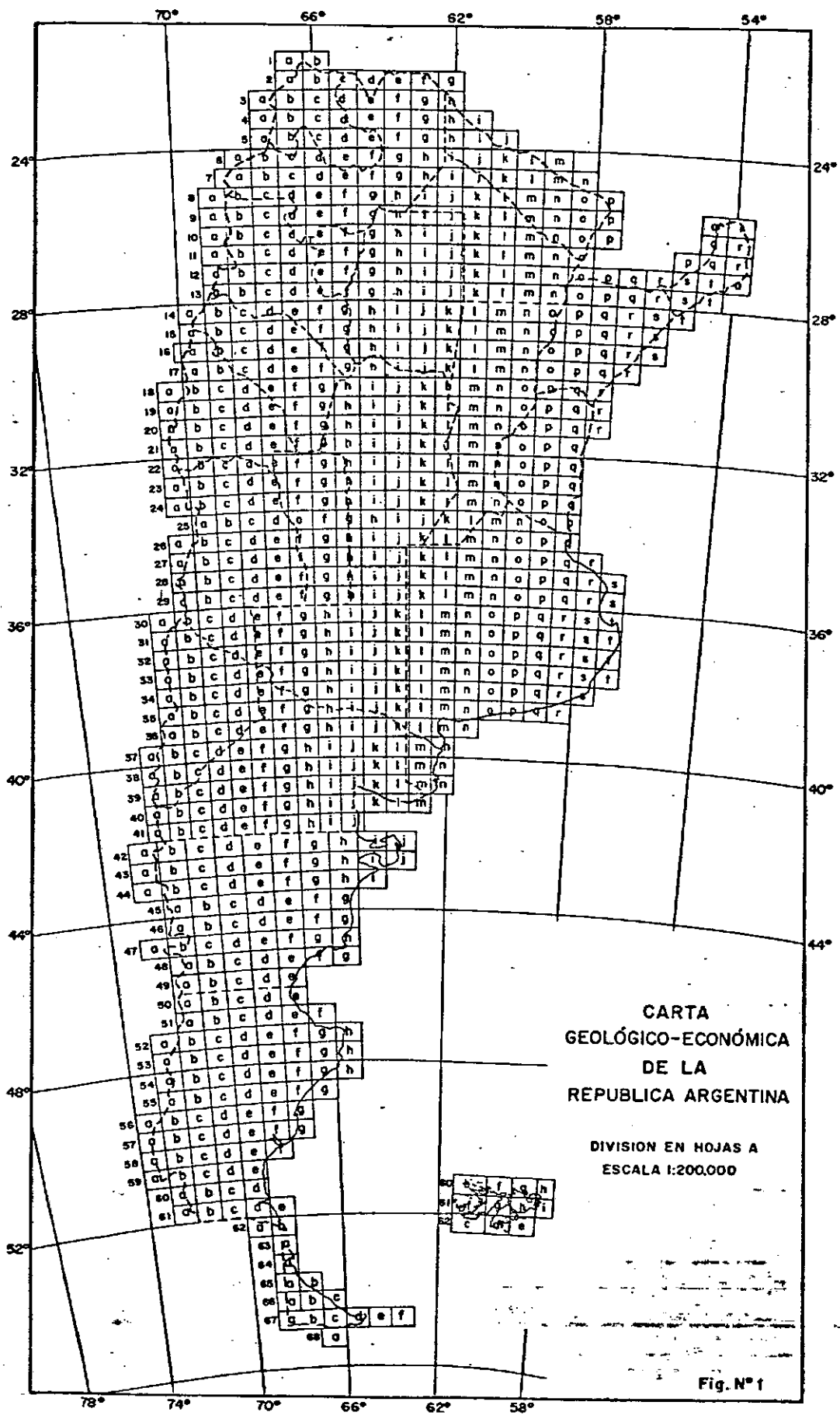
La Carta Geológico-Económica de la República Argentina constituye uno de los principales aportes del Servicio Geológico Nacional. Su difusión se realiza mediante el Boletín de ese Organismo, integrado en este caso por una memoria explicativa y el mapa geológico a escala 1:200.000, sobreimpreso a una base topográfica originalmente confeccionada a escala 1:100.000.

El texto tiene una extensión variable entre 50 y 120 páginas impresas, en las que se incluye la descripción e interpretación de toda la información geográfico-geológica obtenida durante el levantamiento, siendo complementada por diagramas, cuadros, figuras, fotos y perfiles geológicos.

Numerosas publicaciones se refieren a los orígenes, características y alcances de la Carta Geológico-Económica (7; 9; 21; 22; 24; 26; 36; 42) por lo que se estima realizar sólo una síntesis de sus características.

Para su ejecución el territorio nacional ha sido desagregado en 823 sectores u hojas. Cada una conforma un área cuadrangular a levemente trapezoidal, representando 30 minutos de latitud y 45 minutos de longitud desde el extremo norte del país hasta el paralelo 42°; desde esta latitud hacia el sur las hojas representan 60 minutos de longitud. Debido a la convergencia de los meridianos la superficie representada por las hojas varían desde 4700 km² en el extremo septentrional, hasta 3400 km² en el extremo austral del territorio continental, en tanto que todas las hojas pertenecientes a un mismo paralelo representan iguales áreas.

Cada hoja se designa con un número, una letra y una denominación geográfica referida a la toponimia inscripta en su perímetro. La numeración es creciente de norte a sur, mientras que las letras se ordenan de oeste a este (Fig. Nº 1).



CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

La N° 1 corresponde a la provincia de Jujuy en la confluencia de los ríos Grande y San Juan (punto extremo septentrional en el límite con Bolivia - La N° 68 corresponde al Territorio de Tierra del Fuego punto extremo austral (área del Cabo San Pío). En este último paralelo sólo existe una hoja, la 68 a. La latitud que posee mayor número de hojas es la que coincide con los 27° 15' latitud sur, que corresponde a Puna Catamarqueña en su extremo occidental y Bernardo de Irigoyen (Misiones) en el extremo este con un total de 21 hojas desde la 12a hasta la 12u.

En 1918 aparece la primer hoja geológica editada por el entonces Ministerio de Agricultura de la Nación del que dependía la Dirección Nacional de Geología, Minas e Hidrogeología, repartición a la que años antes se le había encomendado la elaboración de la carta geológica del territorio nacional.

En aquella primera publicación, referida a los alrededores de Bahía Blanca, su autor el Dr. Wichmann (50) indica que se trata de un documento geológico-agronómico, elaborado según los criterios sugeridos por Bodenbender (2). Su lectura permite apreciar precisamente comentarios sobre la calidad de las tierras y su aptitud, así como la inclusión de análisis de suelos elaborados por Pablo Lavernir.

En el prólogo de ese documento consta la nota de elevación del Director de Minas al entonces Ministro de Agricultura, en la que se encomienda su publicación, aclarando que no podrá servir de modelo para las hojas geológicas que se realicen en áreas serranas y montañosas. A partir de aquella experiencia la Carta Geológico-Económica de la República Argentina, se concentra en los aspectos netamente geológicos. Muchos años más tarde la Dirección de Geología y Minería aconseja a sus integrantes a través de normas para la redacción del texto explicativo del mapa geológico (27) no incursionar en los capítulos Clima y Suelos sin documentarse, por cuanto el avance logrado en esas disciplinas supera el ámbito correspondiente a la Geología Regional.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Hasta el año 1979 se habían ejecutado 211 hojas de las cuales 40 corresponden a Patagonia. A partir de 1973 buena parte de esta actividad se concretó en el Plan Patagonia Comahue esencialmente en Río Negro y Chubut y en menor medida Tierra del Fuego y Santa Cruz.

En el Anexo N° 1 se consignan las cartas geológicas publicadas hasta el presente, agrupadas por provincia, indicándose el número de Boletín en el que han sido editadas, siendo numerosas las que permanecen inéditas.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

USO DE LA CARTA GEOLOGICO-ECONÓMICA EN ESTUDIOS DE SUELOS.

Con el objeto de facilitar la discusión sobre la utilización de la CGE, se expone sus posibles usos en el mismo orden en que se ejecutan sus tres componentes: mapa topográfico, carta geológica y texto explicativo.

Mapa topográfico: El análisis de la topografía del área a estudiar puede realizarse a partir del propio mapa geológico dado que se halla sobreimpuesto a una base topográfica. Sin embargo, según la experiencia obtenida por el autor, es preferible utilizar el mapa topográfico por separado, disponible a una escala mayor (1:100.000) evitándose así que las rastras, símbolos y colores que identifican a cada formación geológica, dificulten el análisis del relieve.

El uso del mapa topográfico de la CGE exige como para cualquier otra fuente topográfica, conocer los conceptos básicos que rigen su elaboración, así como las normas y recursos gráficos que se emplean para la representación cartográfica del relieve. Considerando que existen numerosos textos dedicados a la descripción y discusión de conceptos tales como equidistancia, distancia entre curvas de nivel y los principios que gobiernan su trazado se estima conveniente no abundar en esos aspectos y se remite al lector a la bibliografía correspondiente (1) (10).

Las posibilidades de utilización de la base topográfica de la CGE. resultan de interés para el edafólogo cuando procura abordar el análisis del relieve tanto en sus formas como en sus magnitudes, aceptadas éstas como propiedades del cuerpo suelo.

El siguiente listado de posibilidades de uso ilustra sobre un amplio rango de información que puede obtenerse de la hoja topográfica:

- apreciar la configuración del paisaje regional a nivel macro y meso topográfico.



CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

- medir superficies ó áreas
- medir distancias verticales
- medir distancias horizontales
- obtener cotas máxima y mínima del área de estudio y/o de cualquiera de sus desagregaciones
- definir tipos de pendientes según:
 - . su forma (rectas, cóncavas, convexas, etc.)
 - . su longitud (real y proyectada)
 - . su inclinación (valores expresados en unidades porcentuales; angulares)
 - . su exposición u orientación
- calcular cota de sitios de control, muestreo, etc.
- definir la localización de rasgos naturales, culturales, sitios de observación en términos de ubicación geodésica, y/o relativa; altitud absoluta, altitud relativa.
- construir perfiles topográficos y bloques diagramas
- confeccionar mapas de pendientes
- confeccionar mapas de pisos altitudinales
- demarcar divisorias de aguas, dorsales, valles, etc.
- delimitación de cuencas hídricas.
- identificación de puntos triangométricos para el caso de densificar la información topográfica.
- definir la expresión topográfica de unidades geológicas
- definir la expresión topográfica de indivisuos-suelo
- complementar el estudio de fotogramas, fotomosaicos e imágenes satelitarias
- establecer áreas dominables topográficamente para la identificación de zonas potencialmente regables
- obtener información sobre la toponimia, rasgos naturales y/o culturales indicados en el mapa: cursos de agua, aguadas naturales, bosque, monte, pedregal, canal de riego, etc. (véase cuadro N° 2).-

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

- contribuir a la elaboración de mapas geomorfológicos en su acepción clásica, así como en geomorfología cuantitativa
- servir de mapa base para transferir en él la cartografía de suelos, vegetación, etc.
- programación de itinerarios
- servir de instrumento para la orientación y traslado durante las operaciones a realizar en campaña.
- En el cuadro N° 1, se consignan ejemplos de información producida a partir de la interpretación de hojas topográficas.

CUADRO N° 1 - ALGUNOS EJEMPLOS DE INFORMACION PRODUCIDA A PARTIR DEL USO DE HOJAS TOPOGRAFICAS

Producto	Autores/es	Disponible en
- Mapa de pendientes de la provincia del Neuquén (escala 1:500.000) (1)	J.A. Ferrer; y J. Sabaini King.	CFI (Bs.As.) - COPADE (Neuquén)
- Mapa de pisos altitudinales de la provincia del Neuquén (1:500.000) (2)	J.M. Mendía y J.A. Ferrer	Idem.
- Selección de 72 áreas dominables topográficamente y potencialmente regables de la provincia del Neuquén	E. Tevez, J.A. Ferrer; y N. Onesti	Idem.
- Pendientes del área de El Bolsón (provincia Río Negro) escala 1:100.000	J.A. Irisarri, J.M. Mendía y J. Sabaini King	CFI (Bs.As.)
- Pendientes del área dominable por la presa compensadora Arroyito (Neuquén) 1:100.000	J. Sabaini King	CFI (Bs.As.) - COPADE (Neuquén)

(1) Este mapa participa a su vez en la elaboración de los mapas de erosión hídrica actual y potencial.

(2) Este mapa participa en la ejecución del mapa de régimen térmico de los suelos.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

EL MAPA GEOLOGICO.

Siendo el documento más importante de la CGE el uso del mapa geológico requiere un análisis detallado. Si bien su lectura puede realizarse en gran medida utilizando la información contenida en sus márgenes, siempre será más efectiva su interpretación recurriendo simultáneamente al texto o memoria explicativa.

En la figura Nº 2 se indica la distribución de las leyendas, símbolos y signos dispuestos marginalmente en el mapa geológico propiamente dicho, esquema común a la mayor parte de las hojas publicadas hasta el presente.

Algunas de esas referencias son lo suficientemente claras y autoexplicativas que no requieren comentario alguno. La leyenda más importante de la carta es la que indica las unidades geológicas cartografiadas. En general está localizada a lo largo del borde derecho y consiste en una sucesión de rectángulos (con sus respectivos colores, rastras y símbolos*) dispuestos verticalmente sugiriendo de ese modo la columna estratigráfica. Están ordenados desde la parte inferior hacia la superior en edad decreciente, jerarquizándose en el mismo sentido una disminución de las tonalidades cromáticas. Es frecuente que la leyenda de las Unidades Geológicas no contenga indicaciones sobre la composición litológica de cada una de ellas, por lo que deberá recurrirse al texto, principalmente en el Capítulo Geología, aspectos que se discuten más adelante.

En cuanto a la simbología que se localiza al pie de la carta geológica y en su borde derecho inferior, se estima también que puede resultar de interés para el especialista en suelos. En general se presenta agrupada en tres conjuntos: signos cartográficos, signos o símbolos mineros y referencias sobre la estructura geológica.

(*) El lector interesado en conocer tramas, colores y símbolos utilizados por el Servicio Geológico Nacional puede consultar las publicaciones que se indican en la bibliografía con los números (39) y (43).

INFORMACION CONTENIDA, Y SU UBICACION EN LA CARTA GEOLOGICA DEL SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL

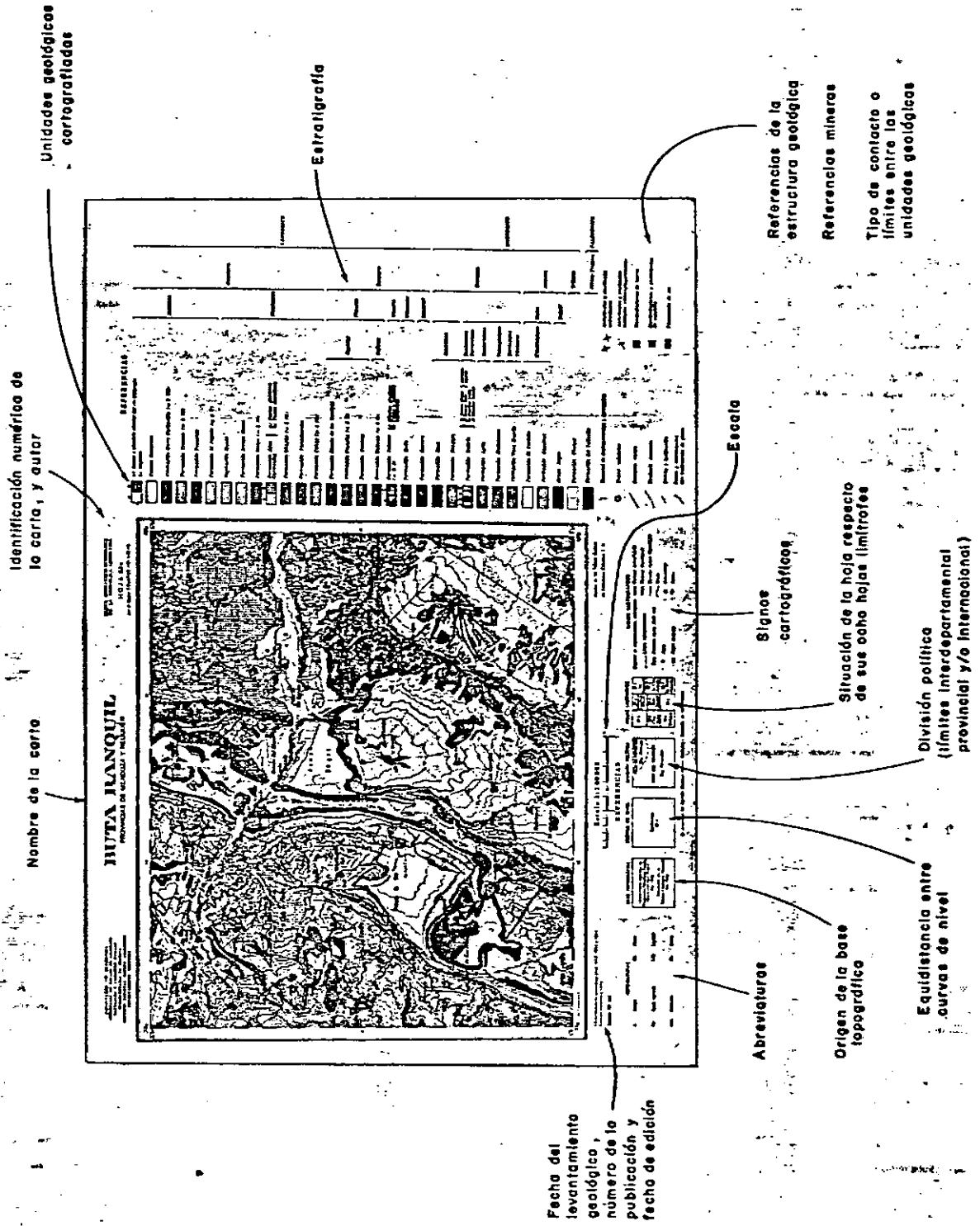


Fig. N° 2

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

A través de la lectura de las cartas geológicas publicadas hasta el presente, se ha realizado un agrupamiento de los signos cartográficos según algunas posibilidades de interpretación (Cuadro N° 2).

Se admite que el agrupamiento no es rígido ya que un mismo símbolo es indicador de más de una condición; así por ejemplo las morenas sugieren materiales de origen glacial, poco seleccionados - es decir granulométricamente muy heterogéneos - y, al mismo tiempo comportan formas topográficas definidas. Asimismo alertan sobre una edad relativa cuando se comparan con otros depósitos; tal cronología puede manifestarse en el grado de desarrollo de los suelos respectivos.

Signos mineros tales como: boro, arsénico, calcáreos, yeso, azufre, turba, rocas de aplicación, sulfuros, sal común, etc., no sólo señalan la localización de esas concentraciones de elementos químicos, sino que sirven de advertencia sobre la posibilidad de contaminación de las capas freáticas, áreas vecinas, cultivos, agua superficial, etc. Al mismo tiempo indican fuentes de materiales para la construcción, o para enmiendas (enyesado, encalado, azufrado, etc.)

De las referencias vinculadas a la estructura geológica puede inferirse algunas condiciones que afecten el uso de las tierras. Así por ejemplo áreas cuyos estratos buzan en el sentido de la pendiente alertan sobre un potencial peligro de deslizamientos; la presencia de estructuras anticlinales y sinclinales expuestas sugieren en principio una topografía escarpada.

Corresponde señalar que en general las cartas geológicas muestran a las unidades geológicas como si fuesen mantos rocosos completamente expuestos o aflorantes. A ello se agrega un trato preferencial para con las rocas sólidas esencialmente precuaternarias, en detrimento de sedimentos más modernos y no consolidados. Es decir que la cartografía geológica tradicional proyecta en el mapa la distribución geográfica de rocas firmes o consolidadas prescindiendo -como recurso cartográfico- de su cubierta o regolita.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

CUADRO Nº 2.

SIGNOS CARTOGRAFICOS DE LA C.G.E. AGRUPADOS SEGUN SUS POSIBILIDADES DE INTERPRETACION (*)

Indicadores de Materiales originarios o constituyentes del suelo	Indicadores de Vegetación ++	Indicadores de condiciones del paisaje y/o del suelo.	Indicadores de actividades humanas
médanos	bosque	agua	terreno cultivado
ceniza volcánica		aguada	dique
morenas	monte	agua no potable	tajamar
canto rodado	pastos tóxicos	salar	embalse
arenal	palmar	salina	canal
pedregal	juncal	salitral	represa
duna		ciénaga	acequia
escorial	pajonal	bañado	molino
		cañada	molino a viento con
		vega	tanque australiano
		mallín	
		manantial	pozo con bomba a
		ventisquero	motor
		nevado	perforaciones
		campos de neviza	pozos cavados (baldes)
		glaciares	jaguel

* no se consignan los símbolos o grafismos utilizados en la Carta Geológica.

++ indican a su vez fisonomías, tipos de biomasa y/o condiciones específicas de los suelos.-

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

De esta manera el lector no especialista asume a las unidades geológicas delineadas en el mapa como asomos rocosos *sensu strictu*, cuando en realidad subyacen a materiales inconsolidados de diferente espesor, origen y procedencia. Es decir que el afloramiento que gráficamente aparece sin solución de continuidad, en la realidad tiene un carácter saltuario con variaciones espaciales no regulares. La lectura comprensiva de la hoja geológica por parte del edafólogo comporta el no desconocer estos aspectos. Al mismo tiempo cabe sugerir el análisis de la memoria explicativa en la que se describe los sitios en los que el estrato rocoso aflora, o bien el tipo de cubierta que le sobreyace.

La observación y estudio exhaustivo de la carta geológica posibilita un mejor uso y predicción de las condiciones que caracterizan a las unidades geológicas cartografiadas. Así por ejemplo la presencia de bosque-indicado por el respectivo símbolo - conduce a sospechar que difícilmente haya roca firme expuesta; por el contrario es de suponer la existencia de un depósito inconsolidado sobrepuesto y aún de suelo. Asimismo los límites entre unidades geológicas que se indican en las Referencias bajo la denominación de contactos "indefinidos", "supuestos", "inferidos" alertan al edafólogo sobre la existencia de una cubierta, o bien son indicativos de sitios con dificultades de acceso.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

MODALIDAD OPERATIVA EN LA UTILIZACION DE LA CARTA GEOLOGICA.

Si bien existen diferentes maneras de abordar el uso de la carta y su texto, se estima conveniente asegurar al menos los siguientes pasos:

a) delimitar la cuenca hídrica a la que pertenece el área a estudiar.

Este aspecto está encaminado a excluir formaciones geológicas que no participen en un ámbito tan definido como es una cuenca. Sólo contaminación vía atmosférica, y/o migraciones de divisorias de aguas pueden constituir una limitación para lo que se procura descartar.

b) desagregar la cuenca en el mayor número de subcuencas a fin de lograr que cada una de ellas contenga la menor cantidad posible de unidades geológicas.

c) realizar un inventario por subcuenca de las formaciones rocosas según se definen en el texto de la CGE. considerando su composición litológica, distribución de afloramientos y tipo de cubierta o regolita.

Esta discriminación petrológico-geográfica procura analizar a la litología del área en su carácter de roca madre de los suelos, la que en términos generales, y desde una óptica pedológica, puede haber dado lugar a:

- materiales originarios residuales (saprolito), generados mediante meteorización in situ, o bien como suele ocurrir con mayor frecuencia
- materiales originarios transportados, constituidos por depósitos eólicos, aluviales, glaciales, gravitativos, etc.

El conocimiento de las propiedades de las rocas consolidadas resulta de innegable valor aún cuando no hayan originado suelos in situ. Así por ejemplo las rocas de base de la zona de cabeceras - o alta cuenca de cualquier sistema hidrográfica - son la fuente esencial del drift glacial, de los aluvios

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

y aún de los coluvios, depósitos éstos que constituyen a su vez los materiales originarios de numerosos suelos, (véase por ejemplo para la región Patagónica a Laya, 1975).

d) clasificar a las rocas con el propósito de analizar su incidencia en la génesis de algunas propiedades de los suelos.

Este tópico resulta muy controvertido, por cuanto la mayoría de las clasificaciones disponibles se sustentan en el origen y características de las rocas y no en el efecto que ellas pueden conferirle a los suelos (Brewer, 1976). Este autor ha propuesto utilizar criterios tales como: proporción de minerales de arcillas que pueden generarse; máxima cantidad de metales alcalinos y alcalino-térreos que pueden liberarse por meteorización, etc., cuya determinación analítica excede a las previstas en el marco de un inventario clásico de suelos.

Por su parte Whiteside (49) ha diseñado una clasificación de las rocas según su composición química y mineralógica, la estructura o fábrica, textura y orientación de los cristales. Si bien tiene limitaciones esa propuesta, puede considerarsela "útil ya que divide a las rocas en clases que tienen algún significado en la formación de los suelos" (Brewer op.cit.).

De la lectura de la memoria explicativa de la CGE. podrá extraerse elementos que sirvan para clasificar a las rocas de acuerdo al grado de consolidación, grado de homogeneidad (masivas, fracturadas o diaclasadas), etc, a los que se podrá incorporar algunos de los parámetros utilizados por Whiteside (op.cit.). Durante los trabajos en campaña puede incorporarse la descripción de propiedades tales como la porosidad y densidad. El servicio británico de suelos (Hodgson, 1976) utiliza tres clases para diferenciar la dureza de las rocas e indirectamente para estimar grado de meteorización, capacidad de generar detritos y la perdurabilidad de estos durante el transporte. Las tres clases son denominadas blandas, duras y muy duras cuyos grados de dureza, basados en la escala de Mohs, son respectivamente inferior a 3, 3 a 6, y por encima de este valor.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Otro tipo de agrupamiento de las rocas puede sustentarse, tal como lo señala Brewer (op. cit.), según su contenido en elementos mayores y menores requeridos por la nutrición de las plantas (cf. Vieira 1975 y cuadro N° 3).

Asimismo y a partir del conocimiento de la litología y del ambiente y/o agente de litogénesis, pueden inferirse propiedades de los materiales constituyentes del suelo que deben ser corroboradas en el curso de los trabajos en campaña. Se trata de propiedades heredadas tales como el color del sedimento que da lugar a suelos litocromáticos, o de caracteres mucho más importantes y perdurables tales como la composición mecánica (textura) que les confiere a los suelos que se desarrollan a partir de sedimentos glaciales mal seleccionados (drift no estratificado), en los que es de esperar texturas muy variables con presencia de fragmentos gruesos y aún de pedregosidad superficial y subsuperficial.

- e) identificar la expresión topográfica de cada formación geológica utilizando la base topográfica y la carta geológica.
- f) identificar la expresión aerofotográfica de cada unidad geológica.

Estas dos tareas tienen por objeto establecer relaciones roca-paisaje y su correspondiente registro en imágenes aéreas tanto convencionales como satelitarias. Con la hoja topográfica pueden asignárseles a cada unidad geológica valores de altitud absoluta, relativa, pendiente etc., mientras con los fotogramas podrá constatar el grado de homogeneidad.

Este último aspecto se lo considera de capital importancia por cuanto la detección de variaciones en el tono, patrón, y textura aerofotográfica de cada unidad geológica sugiere la presencia de diferentes condiciones y/o materiales que pueden corresponderse con cambios en los suelos a ellos asociados.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

g) programar los itinerarios que posibiliten, durante los controles de suelos a realizar en campaña, acceder al mayor número de unidades geológicas posibles.

Durante los trabajos en el campo, aparte de las descripciones de los suelos y el paisaje a ellos asociados tal como se realizan habitualmente durante la prospección pedológica, pueden caracterizarse diversos aspectos de carácter netamente práctico que vinculan a la edafología con la geología. Entre ellos puede destacarse la necesidad de discriminar la posición que el manto rocoso consolidado ocupa en el paisaje y/o en el perfil del suelo. Al respecto pueden distinguirse tres situaciones (Ferrer et al 1984):

- sustrato geológico profundo
- manto rocoso en la sección de control del suelo
- afloramiento rocoso

Con el primer caso se procura contribuir a una mejor definición del concepto "tierra" según la acepción dada por FAO (13) en el marco de evaluaciones de aptitud del recurso suelo. El segundo está destinado a definir la profundidad útil o efectiva del suelo. En ambas situaciones siempre será útil determinar si la roca de base (bedrock) se halla o no en discontinuidad litológica. Cuando se compruebe fehacientemente que los suelos no se han desarrollado a partir del sustrato geológico, será conveniente conocer la dimensión de la cubierta o regolita, ya que cuanto mayor sea su espesor, más atenuado es el efecto de la roca infrayacente.

En cuanto a la exposición del manto rocoso, su descripción deberá ceñirse al concepto de "rocosidad" cuya caracterización está definida por diferentes manuales de levantamiento de suelos (11; 25; 32; 44; 46).

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Conocida la litología que impera en el área podrá describirse la composición y procedencia de los detritos comprendidos entre 2 y 256 mm (fragmentos gruesos) y los que superan este último valor incluidos en el concepto de "pedregosidad" (cf 11; 25; 44)

Otras posibles aplicaciones de la CGE. a estudios de suelos pueden resumirse en:

- Estudio de Litosoles o de subgrupos "líticos" según la acepción dada por FAO (12) o por Soil Taxonomy (45), respectivamente.

El uso de la CGE. puede contribuir a estudios que procuren aportes de nuevos criterios cartográficos para el estudio de suelos someros de regiones montañosas a fin de coadyuvar a:

- . delimitar áreas críticas de erosión actual y/o potencial para el manejo apropiado de cuencas hídricas.
 - . mejorar el conocimiento de los primeros estadios de pedogénesis en suelos poco evolucionados con perfiles escasamente diferenciados.
- El conocimiento de Litosoles y afloramientos rocosos asociados, puede también contribuir a discriminar entre propiedades heredadas y propiedades adquiridas en el curso de la pedogénesis, ya que a menudo aquellos constituyen una fuente de materiales para la formación de suelos en áreas adyacentes, topográficamente más bajas.
 - La carta geológica puede ser utilizada para la selección de sitios de muestreos para evaluar problemas vinculados a la deficiencia o exceso de elementos traza que afectan el crecimiento de algunas especies vegetales y animales. Este tipo de investigación ha sido realizada en otros países (Kubota, 1977) sustentándose en gran medida en el hecho que determinadas rocas son portadoras de específicos microelementos (cf. Whiteside, 1953).

MICROELEMENTOS CONTENIDOS EN MINERALES PRIMARIOS

CUADRO Nº 3

microelementos minerales	The Rare Earths																																				
	B	Ba	Be	Ce	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	F	Ga	Hf	Hg	In	Li	Mo	Nb	Ni	Pb	Rb	Sc	Se	Sn	Sr	Ta	Th	U	V	Y	Zn	Zr						
apatita									X										X					X													
augita					X		X		X						X			X		X		X						X		X							
biotita	X				X		X	X	X						X			X		X		X						X		X							
diópsido	X						X											X		X		X						X									
epidoto							X																	X													
esfalerita					X			X	X		X		X											X						X							
espinel						X		X	X									X				X											X				
estaurolita																							X														
granate			X				X			X																				X							
hornblenda						X		X	X		X				X			X					X														
ilmenita						X		X							X																						
magnetita						X		X							X																						
muscovita	X									X											X																
olivino															X					X																	
ortoclasa	X							X		X					X					X																	
titanita							X		X																												
turmalina	X	X				X	X	X	X		X				X									X													
zircon			X	X							X						X						X		X	X	X	X									

Adaptado de Mineralogical investigations in soil science Parfenova, E. y E.A. Yafilova; Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem 1965

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

- La CGE. puede participar, como cualquier otro tipo de documentación geológica, en análisis de las relaciones entre rocas y diseños de la red de avenamiento, y entre ésta y suelos, tal como se ha realizado en la provincia de Entre Rios (cf Scotta et al 1975; Kerllenevich, 1983).
- Mediante análisis estadístico la CGE puede contribuir a evaluar la calidad predictiva de la geología como criterio para la cartografía de suelos y/o para seleccionar sitios para las investigaciones pedogenéticas. Basado en un test estadístico desarrollado por Shovic y Montagne ha sido utilizado en Neuquén (Ferrer e Irisarri, 1984).
- La CGE resulta de innegable valor en la elaboración de mapas geomorfológicos, interpretando la geología en términos geomórficos, y confrontando la hoja geológica con la expresión topoaerofotográfica. A estos aspectos se incorporan criterios destinados a discriminar los agentes y procesos responsables del modelado de la región. A modo de ejemplo cabe señalar la experiencia realizada para toda la provincia de Neuquén (González Díaz y Ferrer, 1985).

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

EL TEXTO DE LA CARTA GEOLOGICO-ECONOMICA.

El texto de la C.G.E., o la llamada memoria explicativa, puede analizarse desde el inicio a través de la lectura de su Índice como primera evidencia de la organización y secuencia del contenido del informe geológico.

Los Capítulos y Subcapítulos incluidos en el Índice son los siguientes:

RESUMEN

INTRODUCCION

Ubicación y extensión de la hoja.

Naturaleza del trabajo.

Investigaciones anteriores.

GEOGRAFIA

Fisiografía.

Clima, Vegetación, Suelos.

Población, Industrias y Recursos económicos.

Vías de comunicación.

GEOLOGIA

Estratigrafía.

Relaciones Generales.

Descripción de las formaciones.

Estructura.

Geomorfología.

Historia Geológica.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

RECURSOS MINERALES.

- Yacimientos metalíferos.
- Yacimientos no metalíferos.
- Rocas de aplicación.

RECURSOS DE AGUA.

- Aguas superficiales.
- Aguas subterráneas.

GEOLOGIA APLICADA.

APENDICE PETROGRAFICO.

LISTA DE REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

La lectura de esta "tabla de materias" indica la estructura del texto explicativo de la CGE permitiendo seleccionar los temas que resulten de interés para el usuario. Al mismo tiempo sirve en esta oportunidad para exponer en forma ordenada las posibilidades de utilización de cada capítulo.

El Resumen comprende un síntesis de los principales aspectos geológicos de la región estudiada, así como de los recursos mineros e hídricos, incluyéndose las principales conclusiones obtenidas. Para el edafólogo la lectura de este capítulo es de escasa utilidad porque muchos de los hechos y conclusiones escapan a sus necesidades.

El capítulo Introducción resulta de interés en cuanto a la ubicación y superficie del área estudiada. Un mapa de pequeña escala permite apreciar con facilidad tanto el área abarcada por la CGE como la región circunvecina.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Este aspecto conduce al edafólogo a decidir si el área de su interés está inscripta en la hoja en cuestión, o si será necesario consultar parte o la totalidad de las hojas limítrofes.

El Subcapítulo Naturaleza del trabajo describe los métodos de estudio y los tiempos de ejecución asignados principalmente a las tareas de campaña.

El Subcapítulo "Investigaciones anteriores" aporta datos de interés, por cuanto en él se reúnen antecedentes que podrán ser útiles según se trate de estudios realizados con mayor grado de detalle aunque solo estén referidos a una fracción de la hoja geológica.

El Capítulo Geografía es uno de los más útiles para el edafólogo sobre todo si requiere información para un levantamiento de suelos. Está integrado a menudo por cuatro Subcapítulos: Fisiografía, Clima, Vegetación y Suelos; Población, Industrias y Recursos Económicos y finalmente Vías de Comunicación.

Según la experiencia obtenida a través de la utilización de cartas geológicas en varias regiones del país (Ferrer, 1978; 1980; 1982; 1983; 1984) el Subcapítulo más importante es el referido a la Fisiografía. Los restantes contienen muy escasa información existiendo en muchos casos publicaciones especializadas o información inédita y más actualizada en organismos provinciales y/o nacionales. Con todo, se sugiere su lectura porque es posible hallar datos de interés para el edafólogo. Como ejemplos puede citarse datos climáticos obtenidos en establecimientos rurales; comentarios sobre las posibilidades de accesibilidad a diferentes regiones de la hoja geológica y dificultades en el tránsito.

Aún para los Subcapítulos Vegetación y suelos es posible hallar comentarios sobre el uso de estos recursos, la presencia de pastos tóxicos así como análisis de muestras de suelo. Algunos autores, han dispensado un largo tratamiento al subcapítulo Suelos en el que pese a no utilizarse un léxico pedológico, brindan descripciones de suelos y ambientes asociados que resultan de

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

inegable valor en el estudio de antecedentes para la prospección pedológica.

En el Subcapítulo Fisiografía podrá hallarse una descripción de la red hidrográfica y su régimen hidrológico, así como de las características orográficas utilizándose para este caso los toponímicos que constan en la carta topográfica y la geológica. Se recomienda su lectura frente a los mapas indicados para familiarizarse con la configuración topográfica y principales ámbitos físicos. La génesis de las geoformas aquí descritas se analizan en el Subcapítulo Geomorfología. El análisis de la Fisiografía servirá como complemento del estudio de fотомosaicos y fотogramas a fin de elaborar la clásica leyenda de fотointerpretación, resultado de desagregar el área en Unidades mayores y menores del paisaje.

El Capítulo Geología "constituye el cuerpo principal de la descripción de una hoja" (Inst. Nac. Geol. Min., 1966) y a su vez uno de los más importantes para el edafólogo. El primer Subcapítulo "Relaciones Generales" es un resumen de los vínculos entre las formaciones geológicas. Esta síntesis está a menudo materializada en un cuadro estratigráfico y facilita la lectura de la carta geológica y de su leyenda.

La Subsección "Descripción de las formaciones" es desde la óptica edafológica una de las más importantes. Se recomienda una lectura detenida y minuciosa por cuanto aquí se describe la litología de cada unidad geológica así como sus aspectos macroscópicos que facilitarán su identificación en campaña. Al mismo tiempo es posible hallar referencias geográficas sobre los sitios en que la formación aflora, si posee o no cubierta regolítica y la ubicación espacial con respecto a las formaciones subyacentes y suprayacentes. En muchos casos el geólogo describe la expresión topográfica de cada formación lo que permite al edafólogo asociar litología y configuración topográfica, una relación de indudable valor práctico para la elaboración del mapa de suelos.

La lectura de la descripción de cada formación permite apreciar si la composición es variada o si por el contrario prevalece un tipo litológico.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Los párrafos dedicados a los controvertidos aspectos sobre la edad de la formación no suelen ser de interés primordial para el edafólogo, principalmente si se trata de rocas pre-pleistocénicas.

En el Subcapítulo Estructura el edafólogo podrá hallar elementos de juicio para explicar una buena parte de la fisonomía del área cuando está condicionada por los elementos estructurales más superficiales: áreas plegadas, anticlinales y sinclinales expuestos y bien manifiestos, estructura en bloques, etc. Además de la explicación, el edafólogo puede inferir particularidades topográficas a partir del conocimiento de los elementos estructurales.

El estilo estructural, así como las variaciones geomórficas generadas por la influencia de la estructura, se manifiestan directa o indirectamente sobre los suelos. En el primer caso imprimiendo rasgos conspícuos al relieve o, lo que lo mismo, a la configuración externa del cuerpo suelo. Indirectamente afectando la escurriencia y en consecuencia el balance hídrico; acentuando o contrarrestando la erodibilidad propia de cada suelo y limitando o favoreciendo la evolución del suelo determinada por los factores bioclimáticos.

En ocasiones un "alto estructural (horst, anticlinal) o un "alto topográfico" (serranía, etc.) pueden alterar la zonificación horizontal de los suelos al generar lluvias orográficas y gradientes hidrotérmicos altitudinales, provocando una sucesión vertical en la repartición geográfica de los suelos.

La influencia de la estructura y del relieve sobre específicos caracteres edáficos, particulares asociaciones de suelos y zonificación vertical ha sido ejemplificada en el noroeste argentino (Nadir et al, 1975) así como en Patagonia andina (Ferrer, 1981; Ferrer e Irisarri 1984).

En el subcapítulo Geomorfología se describe el origen de cada tipo de relieve, lo mismo que la relación entre diseños de avenamiento, litología

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

estructura y estadios de evolución del paisaje. Esta parte de la memoria explicativa de la CGE es de capital importancia habida cuenta que la forma del relieve es una propiedad del cuerpo suelo o si prefiere de los individuos-suelo cualquiera sea el nivel taxonómico elegido en la cartografía pedológica.

En el subcapítulo Historia Geológica se discute la sucesión cronológica de los principales eventos geológicos ocurridos en el área estudiada. De ellos los de mayor interés son los acaecidos durante el Cuaternario o a lo sumo desde el Terciario porque en gran medida son responsables del modelado de la superficie terrestre y por consiguiente de la forma de los suelos en ella desarrollados. Entre ellos, se distinguen los procesos de remoción en masa, glaciación, vulcanismo, actividad fluvial y acciones eólicas. Muchos de estos eventos son a su vez responsables de depósitos cuya naturaleza imprime específicas condiciones y/o propiedades a los suelos en ellos desarrollados o a lo sumo al sustrato del solum. Entre ellos cabe citar a materiales piroclásticos, depósitos glaciales tanto drift estratificado (varves) como drift no estratificado (till), depósitos de arena, fanglomerados, etc.

En el Capítulo Recursos Minerales tanto la descripción de la actividad minera, como el estado de las labores y las reservas geológicas escapan al interés específico del edafólogo. Sin embargo, de la lectura de esta sección puede entresacarse información referida a la presencia de concentraciones minerales que resultan tóxicas para los suelos, cultivos y aguas (boro, arsénico, etc.); otras concentraciones sea de yeso, calcáreos servirán para considerarlos ante eventuales necesidades de realizar enmiendas a los suelos; finalmente en el ítem rocas de aplicación, su lectura servirá para atender requerimientos de materiales para la construcción de aguas das, diques de contención, revestimientos de canales de guardia, pequeñas represas, etc. Estos últimos aspectos pueden ser complementados con el análisis del Capítulo "Geología aplicada" donde a menudo se dan datos sobre las propiedades físicas de las rocas como materiales de construcción y/o fundación.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Finalmente el Capítulo Recursos de Agua es de obligada consulta por ser una fuente de información sobre tipo y régimen de los cursos de agua superficial, posibilidades hidrogeológicas del área, presencia de vertientes y manantiales, aspectos de innegable valor para la programación del manejo del recurso hídrico, el mejoramiento de las pasturas naturales y la localización de fuentes de agua para consumo humano, riego y uso ganadero.

El número de ilustraciones en la C.G.E. es en general reducido -seguramente por razones de costo- y está constituido por perfiles geológicos, fotografías, bosquejos o dibujos elaborados a pluma, y cuadros. En general su importancia para el edafólogo está subordinada en comparación con el resto del texto y la propia carta geológica. Sin embargo puede extraerse información complementaria. Así por ejemplo los perfiles geológicos, cuya ubicación consta en el mapa, representa una sección vertical con definida orientación que muestran las relaciones estratigráficas y estructurales de una fracción del área estudiada. Para el edafólogo servirán para acceder al conocimiento de la expresión topográfica de específicas unidades geológicas, su sucesión vertical y para elegir sitios en los que pueda apreciarse in situ las relaciones espaciales entre las rocas y entre éstas y el suelo suprayacente.

Las fotos y los bosquejos en perspectiva ofrecen una visión de la fisonomía de algunos sectores tanto en su configuración topográfica como en algunos detalles respecto a la forma de yacer de las rocas cartografiadas.

Las fotografías de cortes microscópicos de rocas seleccionadas servirán al interesado en conocer aspectos vinculados a la "fábrica" o textura petrográfica a los fines de estudios de pedogénesis, alteración y características heredadas.

Por su parte los cuadros insertos en la memoria explicativa resumen datos climáticos, relaciones estratigráficas de toda el área estudiada y análisis de calidad de agua, elementos de importancia para comprender esos aspectos en el contexto de un inventario de suelos.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

ALCANCE DE LA UTILIDAD DE LA C.G.E. EN ESTUDIOS DE SUELOS.

A fin de no sobrestimar las posibilidades de uso de la Carta Geológico-Económica en estudios de suelos se estima pertinente indicar las principales restricciones. En primer lugar la base topográfica resulta en general de un levantamiento no regular, expeditivo, prescindiendo del apoyo de una red de triangulación de tercer orden. A veces proviene de la compilación de información existente o bien se combinan ambos métodos. En muchos casos la topografía se ciñe a una esquematización principalmente en Alta Cordillera en tanto que la equidistancia puede resultar insuficiente para apreciar detalles menores en las formas de las pendientes, divisorias de agua etc. A su vez la fecha del levantamiento topográfico puede constituir una limitación por lo desactualizado de ciertos datos planimétricos (vías de acceso, alambrados, etc.).

En cuanto al mapa geológico conviene aclarar que también resulta de un levantamiento expeditivo que proyecta sus resultados con una escala relativamente pequeña, lo que comporta un grado de abstracción respecto de situaciones de interés para el edafólogo. Otro aspecto que limita en alguna medida el uso de la C.G.E. es el tipo de unidad geológica empleada como entidad cartográfica. Así la formación geológica implica una heterogeneidad litológica que si bien se la describe minuciosamente en el texto a través de sus Miembros integrantes, éstos no aparecen, por razones de escala y/o el tipo de levantamiento, discriminados en el mapa, situación similar con lo que ocurre en cartografía de suelos cuando se recurre a Unidades Cartográficas Compuestas.

El aspecto que más cautela sugiere al utilizar la carta geológica ya ha sido comentado precedentemente, pero conviene reiterarlo: el énfasis dado por la cartografía geológica a las rocas consolidadas, a menudo precuaternarias, en detrimento de la identificación y discriminación de depósitos pleistocénicos, holocénicos y de la propia regolita, cuyos materiales son de indudable interés para el edafólogo. (cf Ferrer e Irisarri, 1984).

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

A modo de síntesis puede indicarse: cuanto mayor sea la escala del levantamiento de suelos respecto de la C.G.E., menor será la utilidad que preste ésta.

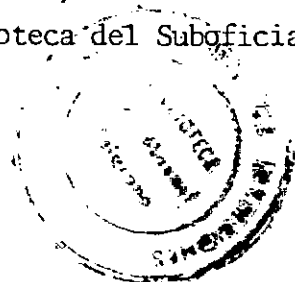
Finalmente es conveniente recalcar que ninguna actividad y documentación referida a los factores de formación (clima, vegetación, geología, relieve y edad) reemplazan al estudio in situ y minucioso del cuerpo suelo. Pero la propuesta aquí expuesta se enmarca en el necesario análisis de la información vinculada a los factores que integran el medio geográfico, entre los que se cuenta a la geología. Aunque la Carta Geológico-Económica no se ejecuta con destino a la Edafología, la información que contiene admite ser interpretada en beneficio del estudio del suelo. Para ello se requiere un mayor uso y análisis que redundará en una disminución de esfuerzos y una mejor comprensión del suelo como recurso valioso para la economía nacional.

En términos de Informática la C.G.E. constituye un mensaje generado por un emisor a través de un código destinado a numerosos usuarios receptores. Entre éstos no ha sido frecuente incluir a los edafólogos, por cuanto los usos y las aplicaciones que se derivan de la Carta Geológico-Económica han sido vinculadas a la ingeniería civil, ingeniería de minas, al abastecimiento de agua, etc.

Por ello se estima necesario que el edafólogo, en su calidad de receptor, sea capaz de "decodificar" el mensaje del "lenguaje escrito" (memoria explicativa de la C.G.E.) como de sus materiales "no verbales" (mapas, gráficos, figuras, cuadros) y poder así comprender su contenido en términos edáficos.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO.

- 1) Arandía, R.J. y J.L. De Castro, 1946. Interpretación y lectura de cartas topográficas. Vol. 124/125. Biblioteca del Suboficial, Bs.As.



CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

- 2) Bodenbender, G. 1908. Apuntes para la confección de un mapa geológico-agronómico. Bol. Ministerio Agricultura, Tomo IV (4 y 5) pag. 403-408, Bs.As.
- 3) Bonte, A., 1969. Introduction a la lecture des cartes géologiques, Edit Mason, Paris.
- 4) Boulaine, J., 1980. Pédologie appliquée. Edit. Masson, Paris.
- 5) Brewer, Roy, 1976. Fabric and mineral analysis of soils. Edit R. Krieger Pub. Company, New York.
- 6) Buol, S. W; F.D. Hole and R. Mc Craken, 1973. Soil genesis and Classification. Iowa State University Press, Iowa.
- 7) Caminos, R., 1979. La Carta Geológico-Económica de la República Argentina. Su significado y alcance. Memoria del 1er. Seminario Sudamericano sobre cartografía temática. Bs. As.
- 8) Dent, D.; A. Young, 1982. Soil survey and land evaluation. George Allen and Unwin, London.
- 9) Dessanti, R.N., 1954. La carta geológica de la Rca. Argentina. Ciencia e Investigación. Tomo 10, Nº 3, pag. 109-118, Bs.As.
- 10) Ejército Argentino, 1973. Lecturas de cartografía RC. 65-69, Bs.As.
- 11) Etchevehere P. 1976. Normas de reconocimiento de suelos. Publ. Nº 152, Depto. Suelos INTA, Bs.Aires.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

- 12) FAO-UNESCO, 1974. Soil Map of the World - Vol. 1 Legend Paris-Roma.
- 13) FAO, 1976. Esquema para la evaluación de tierras. Boletín de Suelos Nº 32, Roma.
- 14) Ferrer, J.A.; D. Gentilini; O. Duymovich; P. Imbellone; J. Schwindt y M. Hurtado, 1978. Suelos de la cuenca del río Santa Cruz. Convenio INCYTH Fac.C.Nat. y Museo (U.N. La Plata).
- 15) Ferrer, J.A., 1978. Estudio de suelos en la Cuenca del río Santa Cruz. Implicancias cartográficas y taxonómico-genéticas. IX Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo, Bs.As. (en prensa).
- 16) Ferrer, J.A. y E. Tevez, 1980. Estudio expeditivo de suelos y riego en el sector occidental del valle de San Blas de los Sauces; Prov. La Rioja. Inédito CFI (Bs.As.) y Direc.Hidráulica, La Rioja.
- 17) Ferrer, J.A., 1981. Geografía y propiedades de los suelos de Patagonia. Relato Primeras Jornadas Regionales de Suelos de la Patagonia. Neuquén - San Carlos de Bariloche. Impreso en EERA, INTA, Alvo Valle del río Negro.
- 18) Ferrer, J.A., 1982. Suelos del sector sur de la cuenca del río Vinchina. La Rioja. Inédito CFI y Dpto. Hidrogeología. La Rioja.
- 19) Ferrer, J.A.; J. Irisarri; J.M. Mendia y N. Onesti, 1983. Mapas temáticos iniciales en el estudio de suelos de la provincia del Neuquén. Actas del X Congreso Arg. y VII Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, Mar del Plata (Editor Mabel Pazos).

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

- 20) Ferrer, J.A. y J.A. Irisarri, 1984. Participación del conocimiento geológico en el estudio regional de suelos de la Prov. Neuquén. IX Congreso Geológico Argentino, Río Negro (en prensa).
- 21) Furque, G., 1968. Funciones que cumple el Servicio de Geología. Rev. Inst. Nac. Geol. Min. Año IV, Nº 15, Bs.As.
- 22) Garcia, Castellanos, T., 1958. Exposición de cartas geológicas: resultado y estudio crítico e histórico sobre cartografía geológica. Acad. Nac. Cienc; Miscelánea Nº 35, Córdoba.
- 23) González Diaz, E. y J.A. Ferrer 1985. Geomorfología de la Provincia del Neuquén. Secret. de Estado del COPADE, CFI y Serv. Geol. Nac.
- 24) Hermitte, E.M., 1928. El mapa geológico y económico de la Rep. Argentina. Anales Soc. Cientif. Arg. Tomo CVI pag. 118-138, Bs.As.
- 25) Hogdson, J.M., 1976. Soil survey field handbook-Technical Monograph Nº 3, Soil Survey, Harpenden, England.
- 26) Holmberg, E., 1977. Evolución del Servicio Nacional Minero - Geológico en relación con las zonas áridas. V Reun. Nac. Est. Zon. áridas y semiar. IDIA suplem. Nº 34, Bs.As.
- 27) Inst. Nac. Geología y Minería, 1966. Normas y recomendaciones para la preparación de informes sobre hojas Geológicas. Divulgación interna Nº 2, Bs.As.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

- 28) Kerllenevich, S.C., 1983. Análisis estadístico de la relación tipo de suelo-densidad de la red de avenamiento en la provincia de Entre Ríos. Rev. Asoc. Geol. Arg. XXXVIII (3-4) Bs.As.
- 29) Kubota, J., 1977. Role of the soil survey in trace elements studies. Procc. Workshop. Soil Resource Inventories, Cornell.
- 30) Lahee, F.H., 1958. Geología Práctica. Edit. Omega. Barcelona.
- 31) Laya, H., 1975. Algunos ejemplos del control de los materiales originarios sobre la edafogénesis en la Patagonia y Tierra del Fuego. Actas 7a. Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo, IDIA, N° 33.
- 32) Maignien, R., 1969. Manual de prospección pedológica. ORSTOM, París.
- 33) Martínez Álvarez, J.A., 1980. Mapas geológicos. Explicación e interpretación. Edit. Paraninfo, Madrid.
- 34) Martínez Álvarez, J.A., 1981. Geología cartográfica. Ejercicios sobre interpretación de mapas geológicos. Edit. Paraninfo, Madrid.
- 35) Nadir, A.; A. Ocaranza, y T. Chafatinos 1975. Los suelos de la cuenca del río Bermejo. Consideraciones sobre su distribución y génesis. Actas 7a. Rev. Arg. Ciencia del Suelo. IDIA N° 33.
- 36) Nullo, F., 1978. Levantamientos Geológicos Regionales. Sesiones paralelas de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Cooperación Técnica entre países en desarrollo. Bs.As.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

- 37) República Argentina - República de Bolivia, OEA 1973. Estudio de la Alta Cuenca del Río Bermejo y programación para su desarrollo. Volumen 3, Capítulo A - Suelos, Bs.As.
- 38) República Argentina - OEA 1975. Cuenca Inferior del río Bermejo - Programación para su desarrollo. Volumen 3 - Recursos de la Tierra. Bs.As. (existe versión reducida publicada por la Secretaría General de la OEA, Washington año 1977.
- 39) Servicio Nacional Minero Geológico, 1973. Catálogo de Símbolos y rastras que se emplean en los perfiles y mapas geológicos en el Servicio Nacional Minero Geológico Publ. N° 154, Ser. Nac. M. Geol., Bs.As.
- 40) Scotta, E., Meneche S. y C. Vesco, 1975. Análisis de la red hidrográfica de la Prov. de Entre Ríos. Actas 7a. Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo, IDIA, N° 33.
- 41) Scotta, E. y C. Vesco, 1975. El factor material madre en la pedogénesis de tres Ordenes de Suelos de Entre Ríos. Actas 7a. Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo. IDIA, N° 33.
- 42) Secret. E. Minería, 1979. El Servicio Geológico Nacional Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ciencia y Tecnología para el desarrollo. Viena, Austria.
- 43) Servicio Geológico Nacional, 1977. Guía de colores, rastras y símbolos para cartas geológicas (Rocas sedimentarias) Publ. 156. Serv. Geol. Nac. Bs.As.
- 44) Soil Survey Staff 1951. Soil Survey Manual Handbook N° 18, U.S. Dep. Agriculture Washington, D.C.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

- 45) Soil Survey Staff 1975. Soil Taxonomy . A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. USDA, Handbook Nº 436, Washington, D.C.
- 46) Taylor, N.R. and I.Y Pohlen, 1962. Soil Survey Method. A new zealand handbook for the field study of soils. New Zealand Soil Bureau Bulletin Nº 25.
- 47) Tyurin, I.V., 1965. Soil Survey. A guide to field Investigations and mapping of soils. Israel Program for Scientific Tranlations, Jerusalem.
- 48) Vieira, L., 1975. Os minerais e sua importancia agrícola, en Manual da Ciencia do solo, Edit Agronomica Ceres, Sao Paulo.
- 49) Whiteside, E.P., 1953. Some relationships between the classification of rocks by geologists and the classification of soils by soils scientists. S.S.S.A. Proc. Vol. 17, pag. 138-142.
- 50) Wichmann, Ricardo, 1918. Geología e hidrogeología de Bahía Blanca y sus alrededores (Hoja Geológica 35 m). Direc. Nac. Min. Geología e Hidrogeología. Anales del Ministerio de Agricultura de la Nación Sec. Geol. Mineralogía y Geología. Tomo XIII. (1), Bs.As.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

ANEXO Nº 1 - Cartas geológicas publicadas, agrupadas por provincia (*)

Provincia	Identificación de la Carta Geológica (número y denominación)	Boletín Nº
Buenos Aires	32 q Sierras de Tandil	86
	33 m Sierras de Curamalal	61
	33 m Coronel Pringles	174
	34 m Sierras de la Ventana	61
	34 m Sierra de Pillahuinco	141
	35 m Bahía Blanca	Anales Tomo XIII Nº 1
Catamarca	10 e Cafayate	177
	11 d Laguna Blanca	142
	11 e Santa María	134
	12 c Laguna Helada	146
	12 d Capillitas	70
	12 e Aconquija	75
	13 b Chaschuil	106
	13 c Fiambalá	127
	13 d Andalgalá	70
	13 f-g Río Hondo y Santiago del Estero	186
	14 c Cerros Cuminchango	162
	14 d Tinogasta	129
	14 e Salar de Pipanaco	137
	14 f San Fernando del Valle de Catamarca	160
	14 g-h El Alto y Villa San Martín	186
	15 g Frías	186
	15 f Huillápima	178
17 f Sierra Brava	171	
Chubut	42 c Cerro Mirador	181
	42 d Gastre	159
	43 c Gualjaina	189
	43 h Puerto Madryn	184
	44 g Cañadon Iglesias	185
	44 c Tecka	180
	44 d Colan Comhúe	197
	45 c Pampa de Agnia	199
	47 a-b Lago Fontana	183
	47 h Bahía Camarones	153
	48 c Lago Musters	113
	48 g Camarones (bis)	153
	49 a Paso Río Mayo	154
	49 b Lago Blanco	155
	49 c Sierra San Bernardo	112

(*) Las hojas geológicas que abarcan más de una provincia se repiten en las respectivas jurisdicciones provinciales.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Provincia	Identificación de la Carta Geológica (número y denominación)	Boletín N°
Córdoba	16 h Pozo Grande	107
	17 h Chuña Huasi	107
	18 i Dean Funes -Tulumba	88
	19 h Cruz del Eje	179
	19 i Capilla del Monte	79
	20 h Los Gigantes	90
	20 i Córdoba (Capital)	36
	21 h Champaqui	133
	21 i Alta Gracia	165
	21 f-g Sierras de las Minas y Ulapes	172
	22 h Santa Rosa	124
	24 h Sierra del Morro	95
Jujuy	1 a-b Santa Catalina	156
	2 a San Juan de Oro	157
	2 b La Quiaca	103
	2 c Santa Victoria	104
	3 a y b Mina Priquitas	187
	3 c Abra Pampa	170
	6 c San Antonio de los Cobres	110
La Pampa	30 e Agua Escondida	135
La Rioja	13 b Chaschuil	106
	14 c Cerros Cuminchango	162
	14 d Tinogasta	129
	14 c Salar de Pipanaco	137
	15 c Vinchina	100
	15 d Famatina	126
	16 b Cerro La Bolsa.	125
	16 c Villa Unión	82
	16 d Chilecito	163
	17 b Guandacol	92
	17 c Cerro Rajado	131
	18 f Chamical	161
	19 e Valle Fértil	147
20 f Chepes	188	
21 f-g Sierras de las Minas y Ulapes	172	
Mendoza	22 c Rambon	114
	24 a-b Cerro Tupungato - Cerro Juncal	128
	25 a Volcan San José	98
	26 c La Tosca	101
	27 b Cerro Sosneado	151
	27 c Cerro Diamante	85
	27 d San Rafael	132

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Provincia	Identificación de la Carta Geológica (número y denominación)	Boletín N°
Mendoza	28 b Malargue	149
	28 d Estación Soitue	166
	29 b Bardas Blancas	139
	29 d Cerro Nevado	144
	30 c Puntilla de Huican	
	30 d Payun Matru	130
	30 e Agua Escondida	135
	31 c Confluencia de los Ríos Grande y Barrancas	38
	31 d La Matancilla	173
32 d Chachahuen	91	
Neuquén	31 c Confluencia de los Ríos Grande y Barrancas	38
	32 b Chos Malal	143
	32 c Buta Ranquil	152
	32 d Sierra de Chachahuen	91
	33 c Los Chihuidos Norte	182
	33 d Auca Mahuida	94
	35 a Lago Aluminé	108
	35 b Zapala	83
	35 c Ramón Castro	72
	36 a Aluminé	145
	36 c Cerro Lotena	76
	37 a-b Junín de los Andes - Paimun	138
	37 c Catan Lil	169
	38 c Piedra del Aguila	111
	39 c Paso Flores	167
Río Negro	38 c Piedra del Aguila	111
	38 j Salinas del Gualicho	195
	38 i Gran Bajo del Gualicho	194
	39 c Paso Flores	167
	40 b San Carlos de Bariloche	s/n
	40 d Ing. Jacobacci	168
	40 h Cerro Corona	190
	41 b Río Foyel	56
	41 c Río Chico	148
	41 d Lipetren	158
41 j Sierra Grande	97	
Salta	2 c Santa Victoria	104
	6 c San Antonio de los Cobres	110
	7 c Nevado de Cachi	99
	7 d Rosario de Lerma	84

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Provincia	Identificación de la Carta Geológica (número y denominación)	Boletín N°
Salta	7 e Salta (Capital)	109
	8 e Chicoana	89
	9 e Amblayo	150
	10 e Cafayate	177
San Juan	16 b Cerro La Bolsa	125
	17 b Guandacol	92
	17 c Cerro Rajado	131
	18 c Jáchal	164
	19 c Ciénaga de Gualilan	193
	19 e Valle Fértil	147
	22 c Ramblón	114
21 f-g Sierras de las Minas y Ulapes	172	
San Luis	21 h Cerro Champaquí	133
	22 g Quines	87
	22 h Santa Rosa	124
	23 g San Francisco	80
	24 g Saladillo	78
	24 h Sierra del Morro	95
	21 f-g Sierras de las Minas y Ulapes	172
Santa Cruz	58 b Lago Argentino	140
Santiago del Estero	13 f-g Río Hondo y Santiago del Estero	186
	14 g-h El Alto y Villa San Martín	186
	15 g Frías	186
	16 h Pozo Grande	107
	17 h Chuña Huasi	107
Tucumán	10 e Cafayate	177
	11 e Santa María	134
	13 f-g Río Hondo y Santiago del Estero	186
	12 e Aconquija	75
	13 e Villa Alberdi	74
	14 f San Fernando del Valle de Catamarca	160
15 g Frías	186	
Tierra del Fuego Antártida e Islas del Atlántico Sur	67 e Isla de los Estados	175