

1376

30633

PARTICIPACION DEL SERVICIO GEOLOGICO EN EL  
ESTUDIO REGIONAL DEL PETROLIO EN LA PROVINCIA DEL  
NEUQUEN

José Alberto Ferrer-Jorge Irisarri (1984)

X.12

**CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES**

**PARTICIPACION DEL CONOCIMIENTO GEOLOGICO EN EL  
ESTUDIO REGIONAL DE SUELOS DE LA PROVINCIA DEL  
NEUQUEN**

**JOSE ALBERTO FERRER - JORGE IRISARRI**

**1984**

Ferrari, José Alberto<sup>+</sup> y Jorge A. Irisarri<sup>++</sup>

+ Consejo Federal de Inversiones

++ Universidad Nacional del Comahue

#### RESUMEN

Se discute, mediante ejemplos, las ventajas, y restricciones en el uso de la información geológica recopilada para el estudio regional de suelos de la provincia del Neuquén. Las Cartas Geológico-Económicas del Servicio Geológico Nacional resultaron valiosos documentos por su triple contenido: base topográfica, mapa geológico y el respectivo texto, todo ello sin menoscabo de otras fuentes de información también utilizadas.

En el marco del inventario y evaluación del recurso suelo, la litología, topografía y el tiempo fueron analizados como factores pedogenéticos con el propósito de ilustrar fundamentalmente el empleo de la documentación geológica.

#### ABSTRACT

It is discuss through actual examples the advantages and restrictions of the geological information compiled to be used in a regional study of the soil in the Province of Neuquén.

The Geological-economical maps provided by the Servicio Geológico Nacional (National Geological Agency) were extremely useful since they included different matters: Geological map, topographical map, and text; there were also employed other interesting references.

In the frame of a soil inventory and evaluation, litology, topography and time were analyzed as pedogenetic factors, within the purpose of exhibiting principally the use of geological references.

#### INTRODUCCION

Principalmente en los últimos años se ha acrecentado la necesidad de los edafólogos en el estudio de los suelos, tanto en el campo de la investigación como en el de las aplicaciones.

de suelos hacia los sectores serranos y cordilleros, desde la naturaleza geológica y su correspondiente expresión topográfica es ostensiblemente más variable que en la región pampeana, desde donde se ha difundido la cartografía pedológica de nuestro país. Textos de geología que tratan específica y exhaustivamente el tema de las cartas geológicas (Bonte, 1969; Lakee, 1965 y Martínez Alvarez, 1979) suelen referirse a la lectura e interpretación del mapa en términos de variación espacio-temporal de hechos geológicos, así como a su utilización aplicada a la localización de yacimientos, fuentes energéticas, etc., omitiendo un tratamiento destinado a los estudios pedológicos. Por su parte diversos manuales de prospección para suelos (Etchevehere, 1976; Hodgson, 1976; Maignien, 1969; Taylor y Pohen, 1965; Tyurin, 1965; USDA, 1951) hacen referencias generalizadas sobre la utilización de la información geológica destacando su importancia en los estudios de suelos.

La presente contribución procura difundir cómo ha intervenido el conocimiento geológico de la provincia del Neuquén en el estudio regional de suelos, así como las ventajas y limitaciones que se derivan de esa experiencia.

#### FUNDAMENTOS PARA LA UTILIZACION DE LA INFORMACION GEOLOGICA

El estudio regional de suelos de la provincia del Neuquén, actualmente en ejecución, procura como objetivo esencial el inventario del recurso y la evaluación de su aptitud. El principal documento a producir es una sinopsis geográfica a escala 1:500.000, calificada como mapa básico de suelos.

La ejecución de un estudio de tal naturaleza para una superficie considerable (94.078 km<sup>2</sup>) que ostenta una notable variación de los factores físicos ambientales, requiere una metodología que, además de ser expeditiva, asegure un nivel adecuado de confiabilidad en la información a generar.

En este tipo de trabajo se acepta que los límites de las unidades cartográficas no suelen corroborarse en campaña (Dent, y Young, 1981) a fin de concentrar el esfuerzo de las tareas de campo en la caracterización pedológica del espacio inscripto en cada una de las delineaciones obtenidas en gabinete.

Como es sabido los suelos no constituyen "...un fenómeno aleatorio, sino que están determinados por causas geográficas" (Boulaïne, 1980), denominados factores de formación. Esta dependencia ha sido expresada en forma de ecuación simplificada en la que el suelo es la variable dependiente de los factores clima, biota, roca, relieve y edad (Jenny, 1941). Por lo tanto cualquier cambio en uno o más de esos factores será responsable de cambios en las propiedades edáficas, y por ende de la presencia de suelos diferentes; en consecuencia el conocimiento de variaciones aisladas o simultáneas de los agentes pedogenéticos puede coadyuvar a la delimitación de fracciones más homogéneas del paisaje para su ulterior conversión en unidades cartográficas de suelos.

Estos aspectos constituyen el soporte conceptual de estudio regional de suelos materializado en la elaboración de mapas cartográficos, concebidos así por ser

relativos al mapa básico de suelos. Esas cartas están referidas a los factores geológicos y son destinadas en forma de pruebas convergentes a sustentar las desagregaciones del espacio físico neuquino (Ferrer et al 1983).

De los cinco factores de formación antes enunciados, tres (roca, relieve y edad) están contenidos en las contribuciones geológicas, y en consecuencia resulta necesario el análisis y procesamiento de esa formación.

#### RECOPIACION DE LA INFORMACION GEOLOGICA REGIONAL

Al iniciar el estudio regional, se disponía para toda la provincia del Neuquén de la información geológica sintetizada por Digregorio y Uliana (1975), representada a escala 1:500.000 mediante veinte unidades cartográficas. Entre esa importante contribución y el inicio del estudio edafológico continuaron los aportes al conocimiento geológico, documentados en el VII Congreso, realizado precisamente en Neuquén en 1978, así como en la edición en 1980 del Segundo Simposio de Geología Regional.

Esos progresos, más los objetivos específicos del estudio de suelos, condujeron a la decisión de recopilar la información y transferirla a un mapa de escala 1:500.000. Con la recopilación se logró obtener treinta y dos unidades cartográficas identificadas por tramas y números.

Esta doble simbología permite abordar rápidamente el mapa desde su leyenda, o desde ésta hacia aquel. Por su parte la numeración creciente hacia los tramos inferiores de la leyenda sugiere, al usuario no especializado, una progresiva antigüedad de las unidades geológicas mapeadas. En el caso que dos unidades fuesen contemporáneas, se las distinguió con rastras diferentes pero con igual numeración, tal como es el caso de las Formaciones Ventana (González Bonorino, 1973) y Auca Pan (Turner, 1973); de esa manera el mapa contiene 32 tramas y 28 identificaciones numéricas. En el Cuadro N°1 se presenta la leyenda, omitiéndose el mapa en razón de sus dimensiones.

Los contornos de las unidades geológicas cartografiadas se obtuvieron a partir de la contribución de Digregorio y Uliana (op. cit.) compatibilizándola con la siguiente información: al este de 70° longitud la foto-geología de escala 1:200.000 (Ramos 1975); para las acumulaciones asociadas con el englazamiento cordillerano (Flint y Fidalgo, 1963; Pesce, 1981); para el Cuaternario de origen no glacial (González Díaz, 1978); en el sector de la "Cordillera Neuquina" (González Díaz 1980); para el extremo noroeste de la provincia se consultaron los planos de escala 1:200.000 del Plan Cordillerano (Fabricaciones Militares, 1967). Asimismo se consultaron la totalidad de cartas geológicas de escala 1:200.000 editadas por el Servicio Geológico hasta 1982 que se mencionan al final del texto. Todo el material cartográfico fue reducido fotográficamente a escala 1:500.000 para facilitar el traslado de los contactos entre las unidades geológicas.

La leyenda del mapa, que se transcribe en el cuadro N°1 fue construida consultando los trabajos de Turner y Cazou (1978), Digregorio J.L. y E. Uliana (1975) y González Díaz (op.cit., 1978 y 1980).

Tal como consta en el propio informe, cabe señalar que cualquier omisión y/o error no deben adjudicarse a las fuentes utilizadas en la recopilación que, se reitera, fue realizada sólo a los fines del estudio de suelos.

#### INFORMACION DERIVADA DE LA CARTA GEOLOGICO-ECONOMICA

Sin desmedro de las fuentes bibliográficas antes citadas, y de las eventual e involuntariamente no citadas, las cartas geológico-económica (C.G.E.) que edita el Servicio Geológico Nacional constituyeron, para el estudio de suelos valiosos documentos por su triple contenido: mapa, memoria y base topográfica.

Así la base plani-altimétrica, de escala original 1:100.000 permitió elaborar dos mapas de indudable valor práctico. Con la información topográfica se elaboró una zonificación hipsométrica por la cual se diferenciaron 11 "pisos altitudinales" para toda la provincia (J.M. Mendía y J.A. Ferrer 1983, inédito C.F.I.).

Asimismo se elaboró un plano con 6 rangos de pendiente (J. Sabaini King y J.A. Ferrer, 1984, inédito C.F.I.).

El mapa de la C.G.E., participó en la compilación de la geología regional, siendo también un elemento de frecuente consulta durante las actividades desarrolladas en campaña.

La memoria o informe correspondiente a cada hoja geológica aportó datos de interés tales como:

- a) tipo de cubierta que sobreyace a las Unidades geológicas cartografiadas.
- b) para el caso de asomos discontinuos referencias toponímicas que permiten su localización.
- c) expresión topográfica de las unidades geológicas aflorantes y descripción macroscópica de su litología.
- d) geografía física de la región, aguas superficiales y subterráneas, aspectos geomorfológicos, etc.

La carta geológica y su memoria (C.G.E.) integran una unidad de estudio y análisis; por su carácter público de amplia difusión y presentación standard, admite un uso y análisis sistematizado para estudios de suelos, cuyos alcances se procura difundir en una propuesta inédita (Ferrer, 1982) que por su extensión y objetivos excede a la presente contribución.

Otro de los usos de la C.G.E. en el estudio regional de suelos ha sido el de identificar el registro en imágenes aéreas (convencionales y satelitarias) de las Formaciones geológicas mapeadas. Mediante su verificación en campaña, las Unidades cartográficas del mapa básico de suelos pueden agruparse en tres amplios conjuntos:

- a) afloramientos rocosos exclusivamente con virtual ausencia de suelos (por ej: serranía de Chorriaca, Huantraico; áreas con relieve de rocas deslizadas; altas cumbres cordilleranas; etc).
- b) afloramientos rocosos subordinados arealmente a los suelos (sectores serranos; tramos inferiores de faldeos; etc).
- c) áreas con absoluto predominio de suelos (valles andinos y extrandinos, bajadas aluviales, etc).

#### EL FACTOR ROCA

La participación del factor roca en el estudio regional de suelos ha sido considerada según los siguientes aspectos:

- posición del manto rocoso en el paisaje y en el perfil del suelo.
- litología, ambiente y/o agente de litogénesis.
- relación entre unidades geológicas y los suelos.

La posición del manto rocoso fue analizada de acuerdo a los siguientes casos:

- a) sustrato geológico profundo
- b) manto rocoso en la sección de control del suelo.
- c) afloramiento rocoso.

El conocimiento del sustrato geológico está destinado a integrar, en calidad de "roca de base" la descripción de las Asociaciones de suelos; su conocimiento provee indicios sobre el comportamiento hidrogeológico del área. Por otro lado la geología sub-superficial es uno de los atributos que puede utilizarse en la evaluación de las tierras (FAO, 1976).

La sección de control del suelo constituye un espesor de medidas arbitrarias que interviene en la clasificación taxonómica (USDA, 1975); por lo general es de 50 cm y en algunos casos alcanza el metro de profundidad. La presencia, dentro de esos límites, de un contacto entre el suelo y un manto rocoso continuo se califica como contacto lítico, o para-lítico según la dureza del material subyacente (USDA op. cit.).

El conocimiento de la geología contribuye a poder calificar esa propiedad diagnóstica taxonómica. Por otro lado la roca subyacente no sólo limita el espesor neto del suelo (profundidad efectiva) sino que impone sus características en la dinámica hídrica de los suelos.

CUADRO N° 1: LLEYENDA DEL MAPA GEOLÓGICO  
(escala 1:500.000)

RECOPILACION PARA ESTUDIO REGIONAL DE SUELOS.

UNIDAD CARTOGRAFICA			
SIMBOLO	LITOLOGIA DOMINANTE	AMBIENTE Y/O PROCESO DE LITOGENESIS	ESTRATIGRAFIA
1	Arenas, gravas y limos de variada composición.	Sedimentación fluvial, eólica y procesos de remoción en masa.	Depósitos actuales indiferenciados.
2	Traquitas, andesitas, traquiandesitas	Erupciones mesosilíceas y ácidas	Andesita 5
3	Basaltos olivínicos	Erupciones básicas conformando conos aislados	Basaltos post-glaciales u holocenos (BV-BVI-BVII)
4	Drift glacial no estratificado (tili) y estratificado.	Acarreo y deposición glacial, glacifluvial y glacialacustre	Depósitos glaciales
5	Gravas, bloques y arenas consolidadas a veces cementadas.	Llanura pedemontana y fluvial	Depósitos aterrizados o Gravas pedemontanas
	Gravas, gravillas fuertemente cementadas con calcáreo	Sedimentación en llanuras aluviales.	Depósitos de antiguas llanuras aluviales
6	Basaltos Olivínicos	Erupciones en manto y estrato-volcanes	Basaltos pleistocenos (BIII-BIV)
7	Andesitas Traquiandesitas Dacitas Riodacitas	Extrusiones e intrusiones mesosilíceas y ácidas	Andesitas 3 y 4

H O L O C E N O

P L E I S T O C E N O



CUADRO N° 1 (Continuación)

UNIDAD CARTOGRAFICA			
SIMBOLO	LITOLOGIA DOMINANTE	AMBIENTE Y/O PROCESO DE LITOGENESIS	ESTRATIGRAFIA
8	Andesitas riolitas	Extrusiones e intrusiones mesosilíceas	Andesita 2
	Areniscas gris azuladas y fangolitas castaño rojizas	Depósitos fluviales pedemontanos, pantanos y lagunas	Formación Río Negro
9	Basaltos; andesitas; brechas y aglomerados volcánicos	Emisiones mantiformes de lava; vulcanismo explosivo	Fm Palaoco Fm Newbery Fm Rancahué (BII-BI-B0)
10	Tobas y tufitas Tobas vitroclásticas ignimbritas basaltos	Lluvias piroclásticas; depósitos fluvio-lacustres; derrames de lava	Formaciones Collon-Curá y Chimehuin
11	Granitos Granitos porfídicos pórfidos cuarcíferos tonalitas	Intrusión de plutones ácidos	Formación Coluco
12	Conglomerados; arcilitas y areniscas	Sedimentación continental	Formación Lolog
13	Basaltos, dacitas riodacitas wackes y tufitas	Erupción en manto; lluvias de piroclastos en medio marino	Formación Ventana
	Andesitas dacíticas, brechas, tobas y aglomerados	Costero y continental palustre	Fm Auca Pan
14	Areniscas, conglomerados y fangolitas rojas; arcilitas y areniscas verdes; calizas; yeso	Deposición lacustre y fluvial; marina somera y deltaica	Grupo Malargue (Formaciones Cerro Villegas, Roca, Loncoché)

O  
I  
R  
A  
I  
C  
R  
E  
T

CUADRO N° 1 (Continuación)

UNIDAD CARTOGRAFICA			
SIMBOLO	LITOLOGIA DOMINANTE	AMBIENTE Y/O PROCESO DE LITOGENESIS	ESTRATIGRAFIA
15	Areniscas verdes amarillentas; fangolitas rojas, conglomerados	Deposición en llanura aluvial; lagunas; canales fluviales	Grupo Neuquén
16	Areniscas rojas fangolitas y arcillitas	Sedimentación continental	Formaciones Rayoso, Bajada Colorada
	Granitos	Intrusión de plutones	Fm. Los Machis
17	Yeso, anhidrita; calizas grises	Precipitación química en aguas marinas y salobres someras	Formación Huitrin (Yeso de transición)
18	Areniscas y areniscas con glomerádicas	Deposición litoral y marina	Grupo Mendoza (Fms. Quintuco, Vaca Muerta, Mulichinco, Agrio).
	arcillas verdes, lutitas y calizas grises oscuras		
19	Areniscas y lutitas verdes; limoarcillitas y fangolitas rojas	Sedimentación en litoral marítimo	Formación Tordillo
		sedimentación fluvial en canales y barrerales	
20	Yeso blanco con intercalaciones limosas, calizas oscuras y brechas calcáreas.	Precipitación química en aguas someras; sedimentación marina	Formación Auquilco Formación La Manga
21	Areniscas conglomerádicas rojas; lutitas y margas; conglomerados	Sedimentación aluvial interrumpida por deposición marina	Formación Lotena
22	Yeso, calizas areniscas grises lutitas y fangolitas	Sedimentación marina y litoral	Grupo Cuyo

O  
C  
U  
C  
I  
A  
T  
E  
R  
C  
O  
C  
O  
S  
I  
L  
C  
O  
J

UNIDAD CARTOGRAFICA

SIMBOLO	LITOLOGIA DOMINANTE	AMBIENTE Y/O PROCESO DE LITOGENESIS	ESTRATIGRAFIA	TRIÁSICO PERMIICO CARBONICO PRECAMBRICO
23	Tufitas; tobas conglomerados arenosos y areniscas	Altertancia de sedimentación fluviolacustre y procesos piroclásticos	Formaciones Paso Flores Chacay-co y sincrónicas	
24	Brechas volcánicas, tobas tufitas, ignimbritas Ortoquarcitas limolitas; tufitas, lavas y pórfidos	Lluvia de cenizas, nubes ardientes; vulcanismo explosivo en medio continental.	Grupo Choyoi (Incluye Fm Aluminé) Fm Montes de Oca	
25	Tobas andesíticas, tufitas; arcilitas; lutitas; limolitas	Lluvia de cenizas en medio marino, y sedimentación marino-litoral	Grupo Andacollo	
26	Granitos; sienitas tonalitas, migmatitas y granodioritas	Intrusión de plutones ácidos	Fm Huechulafquen	
27	Filitas, micacitas, gneises, cuarcitas; migmatitas	Metamorfismo regional, afectando un complejo sedimentario marino	Fm Colohuincul	

Cuando se trata de afloramientos rocosos sensu strictu, se caracterizan como "rocosidad" (USDA, 1951). Específicamente se refiere a la exposición de rocas firmes. Esta información se utiliza para describir Unidades cartográficas que incluyen sectores con rocosidad -no individualizados por razones de escala-, así como para cartografiarlos en virtud de su expresión areal. En cualquier caso la rocosidad es una limitación al uso de las tierras, contribuyendo a excluir usos agrícolas, e imponiendo severas restricciones al tránsito humano y animal.

La litología, el ambiente y/o agente de litogénesis son características de obligada descripción en la literatura geológica.

Esa información ha sido utilizada en el estudio de los suelos asumiendo que tales características pueden influir sobre algunas propiedades de los suelos. Así por ejemplo en áreas de drift no estratificado es posible hallar suelos con "pedregosidad" tanto en superficie como en profundidad; por otro lado depósitos de varves puede alertar sobre la presencia de condiciones de drenaje impedido. Rocas, costras calcáreas, evaporitas pueden indicar la presencia de suelos calcáreos y/o yesosos; para el caso de pelitas, psamitas o depósitos psefíticos sugieren suelos de textura fina, gruesa o gravillosos. Este tipo de relaciones establecidas a priori no siempre son corroboradas por cuanto la unidad geológica cartografiada como aflorante, puede subyacer a un depósito (aluvial, coluvial, eólico o mixto) a partir del cual se ha desarrollado el suelo en estudio. Esto es particularmente cierto para rocas precuaternarias, ya que de acuerdo a los controles realizados en campaña se estima que la mayoría de los suelos no se han desarrollado in situ a partir de rocas consolidadas, más bien se han originado en materiales sueltos con mayor o menor transporte. Este hecho ha sido observado por otros autores (Scoppa y Moscatelli 1978) a tal punto que cuando son tratados los materiales originarios, las rocas consolidadas precuaternarias son designadas como "roca de base" o bien como "basamento" (Laya, 1979) en el que se incluye una variada composición litológica y estratigráfica, incluido el propio Basamento Cristalino.

De acuerdo a Laya (1976) los materiales originarios más conspicuos del sector cordillerano son: depósitos glacifluviales, glacilacustres, aluviales, coluviales, así como piroclastos no consolidados holocénicos pertenecientes a la Formación Río Pireco (Laya 1969) que sobreyece o contamina a aquellos depósitos, y a rocas de mayor antigüedad.

Sobre rocas basálticas, principalmente extrandinas se han hallado suelos someros, con contacto lítico vecino a la superficie, discontinuos horizontalmente (rúpticos en el sentido definido por USDA, 1975) y asociados al manto rocoso aflorante que se interrumpe a menudo por acumulaciones arenosas de origen eólico y de variable espesor.

Por otro lado se estima que pueden calificarse como suelos residuales a los desarrollados en la Serie Andesítica o en Formaciones equivalentes, principalmente a partir de miembros tobáceos (Laya, 1975 op.cit) o en otros casos a partir de materiales alóctonos provenientes de esas unidades geológicas.

CUADRO Nº 2: PROBABILIDADES ABSOLUTA, P(A), Y CONDICIONADA P(A/B) EN % Y VALORES DE FMP PARA SUELOS A NIVEL DE ORDEN Y UNIDADES GEOLOGICAS:  
(ESTUDIO REGIONAL DE SUELOS DE LA PROVINCIA DEL NEUQUEN).

SUELO A NIVEL DE ORDEN	MANTOS DE BASALTOS	TOBA Y BRECHAS VOLCANICAS	CENIZA Y LAPI-LLI NO CONSOLIDA- DOS	SEDIMENTITAS	SEDIMENTOS INDI- FERENCIADOS NO CONSOLIDADOS	GRAVAS ARENO- SAS GENERALMEN- TE CEMENTADAS	TOTAL CASOS POR ORDEN
ALFISOLES P (A) 9,8	Casos 2 P (A B) 12,5 FMP 1,28	36 48 4,90	0 0	5 13,51 1,38	0 0	5 6,33 - 1,55	48
ARIDISOLES P (A) 25	Casos 5 P (A B) 31,25 FMP 1,24	7 9,33 - 2,70	0 0	25 57,57 2,68	21 24,14 - 1,04	66 83,54 3,32	124
ENTISOLES P (A) 15	Casos 0 P (A B) 0 FMP	7 9,33 - 1,61	11 5,56 - 2,70	7 18,92 1,26	47 54,02 3,60	2 2,53 - 5,93	74
INCEPTISOLES P (A) 43,3	Casos 9 P (A B) 56,25 FMP 1,30	9 12 - 3,60	180 90,90 2,10	0 0	12 13,80 - 3,14	3 3,80 - 11,39	213
OMOLISOLES P (A) 5,3	Casos 0 P (A B) 0 FMP	9 12 2,26	7 3,53 - 1,50	0 0	7 8,04 1,52	3 3,80 - 1,39	26
VERTISOLES P (A) 1,4	Casos 0 P (A B) 0 FMP	7 9,33 6,66	0 0	0 0	0 0	0 0	7
TOTAL DE CASOS POR ROCA	16 3%	75 15%	198 40%	37 8%	87 18%	79 16%	492 100%

FMP: Factor de Mejoramiento de la Predicción.

El carácter expeditivo del inventario de suelos de la provincia del Neuquén, así como la presencia en muchos sitios de una cubierta que imposibilita acceder manualmente a la zona donde se halla el sustrato rocoso, impiden definir con rigor si los suelos se han desarrollado a partir de la roca infrayacente o estén en discontinuidad respecto de ella.

Para establecer eventuales relaciones entre las unidades geológicas y los suelos, adoptóse en forma experimental y en el marco de la cartografía de suelos el método de probabilidad condicional desarrollado en el Servicio Forestal de Gallatin, Estado de Montana (Shovic y Montagne, 1983). El estudio de probabilidad está destinado a evaluar la calidad predictiva de los criterios utilizados en la cartografía de suelos.

El elemento predictor es en este caso la geología, sin que ello suponga restar valor al resto de los factores formadores.

Sobre la base de 492 casos observados en campaña se presenta en el cuadro N°2 la tabulación entre unidades geológicas detectadas y los suelos observados y, clasificados al más alto nivel de generalización (Orden - cf USDA, 1975).

La "probabilidad condicional" está expresada como  $P(A/B)$ , es decir la probabilidad que un suelo (A) a nivel de Orden se asocie a un tipo de roca (B). Shovic y Montagne (op.cit) han introducido el Factor de Mejoramiento de la predicción (FMP), el cual es positivo cuando  $P(A/B) > P(A)$  y negativo cuando  $P(A) > P(A/B)$ .

Cuando FMP es negativo la roca en cuestión reduce la probabilidad de hallar el suelo considerado; por ejemplo Entisoles en gravas arenosas cementadas (FMP-5,93). Por el contrario, cuando FMP es positivo significa que la roca considerada mejora la chance del Orden que se analiza: por ejemplo Sedimentitas versus Aridisoles FMP 2,68. Del cuadro N°2 se desprende que las tobas y brechas volcánicas constituyen un buen predictor para Alfisoles, Molisoles y Vertisoles, siendo así altamente probable hallar esos suelos asociados a paisajes constituídos por esas rocas volcánicas; contrariamente las gravas arenosas cementadas (Rodados patagónicos?) sugieren una chance muy baja de hallar Entisoles e Inceptisoles.

Estas relaciones son consideradas preliminarmente satisfactorias estimándose que a medida que progresa el trabajo la probabilidad condicional podrá establecerse entre Formaciones y niveles inferiores de la taxonomía de suelos hasta llegar a Subgrupo. Por otro lado han servido para reorientar la distribución de los controles en campañas, y eventualmente para permitir la extrapolación de datos a sitios inaccesibles y/o no inspeccionados por el carácter expeditivo del estudio.

Se estima oportuno enfatizar que este modelo de predicción procura respaldar, mediante un tratamiento estadístico de la información a la clásica cartografía de suelos, pudiendo utilizarse otro tipo de predictores. Al utilizar el factor roca, se lo considera sin menoscabo del resto de los agentes pedogenéticos. Es más aún, si se asume que son válidos los dos principios establecidos por Kossoliet (cf. Volinsev, 1964):

1 - iguales rocas y el resto de los factores distintos, pueden generar suelos diferentes,  
y

2 - rocas diferentes y el resto de los factores iguales, pueden formar suelos similares,

puede convenirse con Joffe (1949) que la roca es un factor pasivo en contraposición al carácter activo de los agentes clima y biota. Pero al decir de Neustrév (cf. Vieira, 1975) "... la roca madre no es un papel en blanco donde el clima escribe lo que quiere", siendo su influencia variable en grado e intensidad según se analiza en numerosas contribuciones (Jenny 1941 y 1980). Ulteriores investigaciones podrán revelar la influencia de las características litológicas en los suelos del Neuquén, procurando discriminar entre las propiedades heredadas de la roca madre y las adquiridas durante el curso del desarrollo edáfico.

Finalmente con respecto al factor roca, cabe señalar que a pesar de ser frecuente que rocas consolidadas no hayan originado suelos actuales residuales, se estima importante el conocimiento de sus características porque esas rocas constituyen la fuente de provisión de materiales que integran depósitos aluviales, coluviales, etc. que han dado origen a numerosas clases de suelos.

#### EL FACTOR RELIEVE

El relieve traduce a menudo la influencia de específicas condiciones lito-estructurales, así como la acción de agentes geomórficos exógenos. Simultáneamente es un factor pedogenético y una característica edáfica, ya que "los suelos son perfiles tanto como paisajes" (USDA, 1951).

El relieve y la variación en sus formas y magnitudes ha sido utilizado en el estudio regional de suelos para desagregar fracciones del paisaje que, mediante controles en campaña, resultaran Unidades cartográficas que asocien dos más suelos en razón de la escala de trabajo.

Inicialmente se elaboraron sendos mapas de escala 1:500.000, en el que se indica la hipsometría, así como las pendientes dominantes.

En el mapa hipsométrico se distinguieron once pisos altitudinales, 4 de ellos en rangos de 250 m. hasta la cota de 1.000 msn y a partir de ese nivel se distinguieron siete pisos en desniveles de 500 m; para cada zona altitudinal se ha medido la superficie que ocupa a nivel departamental y provincial.

El relieve, impuesto por la estructura geológica, favorece los gradientes bioclimáticos de desarrollo altitudinal y en consecuencia se genera una zonificación vertical en la distribución geográfica de los suelos. Esta situación se encuentra en la Cordillera del Viento, en los grandes aparatos volcánicos (Tromen, Donuyo) en la Sierra de Chachil, etc. La expresión cartográfica del relieve participa en la estimación del régimen hidrotérmico de los suelos (Ferrer et al 1983) y en la evaluación de la aptitud de las tierras.

Otro tipo de unidades estructurales tales como la "fosa plegada del Agrio" y la "fosa de Chos Malal" (Ramos, 1978) caracterizadas en su mayor parte por un paisaje disecado, exhiben una continua erosión y permanente rejuvenecimiento del perfil del suelo, atentando contra su desarrollo y posibilitando un caracter litomórfico, y somero. En estas situaciones de relieve abrupto, se favorece el escurrimiento, se inhibe la infiltración, y en consecuencia se acentúa localmente el régimen arídico que de por sí impera en esa región.

La realización de un mapa de pendientes para toda la provincia es otro de los resultados derivados del uso de la información contenida en las cartas del Servicio Geológico Nacional. Utilizando la base topográfica de escala 1:100.000, se discriminaron seis clases de pendientes: 0-2%; 2-8%; 8-16; 16-30; 30-70, y más del 70%. Esta información participa en la estimación de la erosión actual y potencial, y en la valoración de la aptitud y uso de la tierras.

Se cree conveniente reiterar la importancia de los estudios geomorfológicos como apoyo a los estudios de suelos (Laya, 1976) ya que "la historia geomórfica de un área es la historia de sus suelos" (Daniels et al 1979).

Inicialmente se contó con mapas fisiográficos y morfoestructurales de escala 1:100.000 (COPADE et al 1980) y la información contenida en el Capítulo Geomorfología de las cartas del Servicio Geológico Nacional. Actualmente se halla en elaboración un bosquejo geomorfológico con el asesoramiento de Gonzalez Díaz.

#### EL FACTOR TIEMPO

El factor tiempo suele contabilizarse desde el inicio de la pedogénesis, no siendo en consecuencia importante la edad de emplazamiento o depositación de la roca de origen, sino la edad de la superficie geomórfica en la que se desarrolla el suelo. Se agrega a ello que suele aceptarse universalmente que la mayoría de los suelos son de edad pleistocena o más recientes (Buol, et al 1973).

Por esas razones la edad historia geológica, y/o las reconstrucciones paleogeográficas referidas a unidades precuaternarias de Neuquén no han participado en el estudio edafológico, toda vez que se trata de un inventario de suelos actuales y no de un análisis paleopedológico.

Otra limitación señalada por Fidalgo y Porro (1978), y González Díaz (1978) está referida a los escasos antecedentes vinculados a sedimentos cuaternarios. La dificultad se hace extensiva a la terminología, a la falta de coincidencia, acentuándose esta situación para los depósitos holocénicos (Gonzalez Díaz op.cit); en suma, aún cuando suelen identificarse depósitos cuaternarios, son escasamente diferenciados.

En general, la cartografía geológica procura sintetizar en el mapa la distribución geográfica y las relaciones espaciales entre montos rocosos, prescindiendo de su cubierta o regolita, es decir que, parafraseando a Lahee (op.cit). "... se muestra la distribución



de la roca viva como si los derrubios superpuestos a ella hubiesen sido eliminados". Esos materiales suprayacentes de particular interés para la pedología suelen ser omitidos por razones metodológicas que se encuadran en los fines específicos de la geología regional o de las síntesis que de ella se confeccionan. El caso más patente es el de la Formación Río Pireco (Laya 1969 op. cit) que de cartografiarse sistemáticamente ocultaría la gran variabilidad litoestratigráfica que caracteriza a la región comprendida entre los lagos Aluminé y Nahuel Huapi, variabilidad atenuada por aquellos piroclastos holocenos, los más importantes materiales originarios de esa región.

En el presente estudio los antecedentes vinculados al Cuartario, principalmente los referidos al Pleistoceno (González Díaz, 1978) han intervenido en la delineación inicial de las Asociaciones de suelos y en la programación de controles para la prospección pedológica. Durante el Pleistoceno y Holoceno los factores ambientales han sido variables a través del englazamiento, "acciones eólicas modernas" (Laya, op.cit), sedimentación fluvial, procesos de remoción en masa, extrusiones, etc. y han debido influir en los suelos. Por eso el tiempo siendo una dimensión, sólo adquiere el rango de factor a través de la duración e intensidad de específicos procesos pedogenéticos (Daniels et al 1979). La Geología del Cuartario y Geomorfología pueden contribuir vigorosamente a explicar muchas de las propiedades de los suelos, su evolución y comportamiento, así como la incidencia del factor tiempo.

#### CONCLUSIONES

- El análisis de la información geológica ha resultado de utilidad al estudio de suelos del Neuquén principalmente la referida a los factores litología, relieve y en menor medida tiempo o edad.
- Aún cuando la mayoría de los suelos reconocidos no se han desarrollado in situ a partir de rocas consolidadas, a las que la literatura geológica le da un trato preferencial, la intervención del conocimiento litológico ha posibilitado la caracterización de la roca firme cuando subyace a los suelos, cuando se halla en la "sección de control" y en los casos que aflora. La información sobre el agente y/o ambiente de litogénesis ayuda a predecir en un sentido espacial la presencia de suelos con propiedades específicas así como a programar racionalmente los controles en campaña.
- La carta geológica del Servicio Geológico Nacional resultó el documento más útil por su triple contenido: base topográfica, mapa geológico, y texto, sin menoscabo de otras fuentes de información utilizadas.
- La información referida a relieve posibilitó la elaboración de un mapa hipsométrico en el que se han diferenciado once pisos altitudinales, y otro de pendientes. Estos mapas participan en la estimación de la erosión hídrica actual, potencial, en el régimen hidrotérmico y en la aptitud de los suelos.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- BONTE, A., 1969. Introduction a la lectura des cartes geologiques. Edit Mason, Paris.
- BOULAINÉ, I., 1980. Pedologie appliquée. Edit Mason. Paris.
- BUOL, S.W; F.D. HOLE y R.MC. CRAKEN, 1973. Soil Genesis and Classification. Iowa State University Press, Iowa.
- DANIELS, R.B.; E. GAMBLE, y I. CADY. The relation between geomorphology and soil morphology and genesis. *Advances in Agronomy*. 29:51-88, New York.
- DENT, D. and. A. YOUNG, 1981. Soil survey and land evaluation, George Allen, London.
- DIRC. GRAL. FABRICACIONES MILITARES, 1967. Mapas geológicos, esc. 1:200.000. Plan Cordillerano. Preparado por Aeroexploración. S.A. (IFTA-Hunting-Braccini). Buenos Aires.
- DIGREGORIO, J.H., 1972. Geología de Neuquén. En Geología Regional Argentina. Acad. Nac. Cs. Cha.
- DIGREGORIO, J.H. y M. ULIANA, 1975. Plano geológico de la provincia del Neuquén, escala 1:500.000. *Seg. Congr. Ibero-Americano Geol. Econ.*, Bs.As., 4:69-93.
- DIGREGORIO, J.H. y M. ULIANA; 1980. Cuenca Neuquina en Geolog. Reg. Arg. Vol.II. Acad. Nac. Cs. Córdoba.
- ETCHEVEHERE, P., 1976. Normas de reconocimiento de suelos. 2ª Ed. Publ. N°152, INTA, Bs.As.
- FAO, 1976. Esquema para la evaluación de tierras. Bol. de Suelos N°32, Roma.
- FERRER, JOSE.A., 1982. La Carta Geológica-económica. Posibilidades de uso en estudios de suelos. Inédito, C.F.I. Bs.As.
- FERRER, J.A.; I. Irisarri, I.M. Mendía y N. Onesti, 1983 Estudio de suelos de la provincia del Neuquén. Mapas temáticos iniciales. Res. Actas X Congreso Arg. V. Lat.Ciencia del Suelo. Mar del Plata (en prensa).
- FIDALGO, F. y N.E. PORRO. 1978. Geología glacial. Relatorio. VII. Congreso Geol. Arg. Bs.As.
- FLINT R.F. y F. FIDALGO, 1963. Geología glacial de la zona de borde entre los paralelos 39°10' y 41°20' de latitud sur, en la Cordillera de los Andes. *Dir. Nac. Geol. Min.* Bs.Bol. 93.

- GALLI, C., 1952. Descripción Geológica de la Hoja 35 a., Lago Aluminé. (Neuquén). Boletín N°108. Dir. Nac. Geol. y Min.
- GENTILI, C., 1950. Descripción geológica de la hoja 35 c, Ramón Castro (Neuquén). Bol. N°72, Direc. Nac. Min. Buenos Aires.
- GONZÁLEZ BONORINO, F., 1973. Geología del área entre San Carlos de Bariloche y Llao Llao. Dto. Rec. nat. y Energía. Fundación Bariloche. Pub. N°6 .Bariloche.
- GONZÁLEZ DIAZ, E.F. 1978. Estratigrafía del Cuartario. Relatorio VII. Congreso Geol. Arg.
- GONZÁLEZ DIAZ, E.F. y F.NULLO, 1980. Cordillera Neuquina. En Geología Regional Argentina. Vol. II., Acad. Nac. Cs. Córdoba.
- GROEBER, P., 1933. Confluencia de los Ríos Grande y Barrancas (Mendoza y Neuquén). Descripción de la Hoja 31 c. del mapa geológico de la República Argentina. Dir. Gral. Min. Geol. e Hidrogeol. Bol. N°38.
- HOLMBERG, E. 1951. Descripción geológica de la Hoja 33d, Auca Mahuida. Dir. Nac. de Geol y Min. Bol. N°94.
- HOLMBERG, E., 1959. Descripción Geológica de la Hoja 32 c, Buta Ranquil (Neuquén). Boletín N°152, Ibidem.
- HOLMBERG, E.; 1962. Descripción geológica de la Hoja 32 d, Chachahuén. Prov. de Neuquén y Mendoza. Ibidem. Bol. N°91.
- JENNY, H., 1941. Factors of soil formation. Mc Graw Hill, New York.
- JENNY, H. 1980. The Soil Resource. Origin and behavior. Springer Verlag, Berlin.
- JOFFE, JACOB., 1949. Pedology. Somerset Press. New Jersey.
- LAHEE, F.H., 1958. Geología Practica. Edt. Omega. Barcelona.
- LAMBERT, L., 1956. Descripción geológica de la Hoja 35 b, Zapala, Terr. Nac. de Neuquén. Direc. Nac. de Min. Bol. N°83.
- LAYA, H.A., 1969. Génesis de suelos a partir de productos piroclásticos postglaciales, Reg. Puyehue, Bariloche, Actas V RACS, Santa Fé.

- LAYA, H.A. 1976. Algunos ejemplos del control de los materiales originarios sobre la edafogénesis en la Patagonia y Tierra del Fuego Rev. IDIA Supl. 33, INTA, Buenos Aires.
- LAYA, H.A., 1979. Relevamiento semidetallado de suelos en la Cuenca del río Manso superior, prov. Río Negro. Tirada interna, Fund. Bariloche, Río Negro.
- LEANZA, A. y H. LEANZA, 1979. Descripción geológica de la Hoja 37 c, Catán. Lil, (Neuquén) Bol. N°169. Serv. Geol. Nac. Buenos Aires.
- MAIGNIEN, R. 1969. Manual de prospection pedologique. ORSTOM, PARIS.
- MARTINEZ ALVAREZ, J.A. 1979. Mapas geológicos. Explicación e interpretación. Edt. Paraninfo, Madrid.
- NULLIO, F.E. 1979. Descripción geológica de la Hoja 39 c, Paso Flores, (Río Negro), Bol. N°167. Serv. Geol. Nac. Buenos Aires.
- PESCE, A. H. 1982. Estratigrafía de las nacientes del Río Neuquén y Nahueve, Provincia del Neuquén, VII Congreso Geológico Argentino III: 439-455
- RAMOS, V., 1975. Reconocimiento geológico del Neuquén extraandino. Fotogeología, Hojas la 6 escala 1:200.000. Plan Patagonia Comahue, Informe Inédito, Comodoro Rivadavia.
- RAMOS, V. 1978. Estructura. En Relatorio VII. Congreso Geol. Arg. Buenos Aires.
- SCOPPA, C.O. y G. MOSCATELLI, 1978. Suelos. En Relatorio. VII. Congr. Geol. Arg. Bs. As.
- SHOVIC, H. F. and C. MONTAGNE. 1983. Quantitative aids to soil mapping: computer assisted methods for Reconnaissance Wildland. 7th Annual meeting. American Society of Agronomy. Anchein, California.
- SECRETARIA ESTADO COPADE y UNIV. NAC. COMAHUE, 1980. Atlas de la provincia del Neuquén. Realizado por Dpto. Geografía. Univ. Nac. Comahue, Neuquén.
- SUERO, T. 1951. Descripción geológica de la Hoja 36 c, Cerro Lotena (Neuquén) Bol. N°76, Direc. Nac. Min. Buenos Aires.
- 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 N°25.

- TURNER, J.C. 1973. Descripción geológica de la Hoja 37/a, b, Junín de los Andes, (Neuquén). Bol. N°138. Serv. Nac. Min. Geol. Buenos Aires.
- TURNER, J.C. 1976. Descripción geológica de la Hoja 36 a, Aluminé, (Neuquén) Bo. N°145. Serv. Geol. Nac. Buenos Aires,.
- TURNER, J.C. y L. CAZAU, 1978. Estratigrafía del Prejurásico. Relatorio VII Congreso Geol. Arg., Buenos Aires.
- TYURIN, I.V. 1965. Soil Survey. A guide to field. Investigations and mapping of soils. Israel Program for Scientific Tranlations, Jerusalem.
- USDA, 1951. Soil Survey Manual. Handbook N°18 Washington.
- USDA. 1975. Soil Taxonomy. Agriculture Handbook N° 436, Washington, D.C.
- VIEIRA, L. , 1975. Manual da Ciencia do solo. Editora Agronomica Ceres, San Pablo.
- VOLUVUEV, V.R., 1964. Ecology of soils. Israel Prog. Sci. Trans. Jerusalem.
- ZOELLNER, W. y AMOS, A., 1973. Descripción geológica de la Hoja 32 b Chos Malal. Prov. del Neuquén. Servicio Nacional Minero Geológico. Bol. N°143.