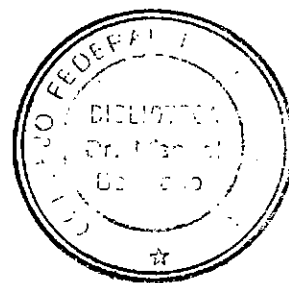


1891
I



ESTUDIO DE SUELOS EN EL
AREA DE INFLUENCIA DEL
DIQUE CASA DE PIEDRA
PROVINCIA DE RIO NEGRO

X 12
11/112

Buenos Aires, Junio de 1991

AUTORIDADES DEL CFI

- SECRETARIO GENERAL:

Ing. Juan José Ciácerá

- DIRECTORA DE COOPERACION TECNICA:

Ing. Susana B. de Blundi

- JEFE DEL AREA INFRAESTRUCTURA HIDRICA:

Ing. Oscar González Arzac

ESTUDIO DE SUELOS EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL

DIQUE CASA DE PIEDRA

T O M O I

- S U E L O S -

Autores: José A. Ferrer

Gerardo R. Ourracariet

Buenos Aires, Junio de 1991

- INDICE GENERAL -

TOMOS I y II : SUELOS, por José A. Ferrer y Gerardo R. Ourracariet

TOMO III : AGROCLIMATOLOGIA, por Graciela O. Castro

TOMO IV : EVALUACION ECONOMICA, por Hernán A. Carlino

- CONTENIDO DE CADA TOMO -

TOMO I : SUELOS

Contiene los métodos de estudio, una síntesis de las propiedades de los suelos identificados y su aptitud para el riego, habiéndose elegido al maíz y la cebada como referentes de sendos grupos de cultivos contrapuestos en términos de demandas edáficas y exigencias en labores culturales.

TOMO II : SUELOS

Reúne toda la información básica generada por el levantamiento de suelos a nivel de Reconocimiento en 112.150 hectáreas. Incluye la descripción de 15 Unidades Cartográficas, los caracteres morfológicos y las propiedades físicas y químicas de los suelos identificados.

TOMO III : AGROCLIMATOLOGIA

Presenta una caracterización climática y agroclimática de la Zona de estudio, con índices agroclimáticos sugeridos para la misma.

Incluye el cálculo del uso consuntivo para una serie de cultivos factibles de producir en el área de Casa de Piedra.

TOMO IV : EVALUACION ECONOMICA

Incluye un análisis financiero y económico, de carácter preliminar, para cada uno de los suelos de las unidades cartográficas definidas en el estudio edafológico. El cálculo del beneficio incremental neto que generará eventualmente el proyecto, se realiza a partir de la incorporación de modelos predictivos cuyos rendimientos han sido estimados en base a un modelo de simulación.

S U E L O S

INDICE DEL TOMO 1

	Página Nº
AGRADECIMIENTOS	
RESUMEN Y CONCLUSIONES.	1
1. INTRODUCCION.	7
1.1. Participantes.	8
2. METODOLOGIA DEL LEVANTAMIENTO	9
2.1. Gabinete	9
2.2. Campaña.	11
2.3. Laboratorio.	13
3. ALCANCE DE LOS RESULTADOS	17
4. SINTESIS DE LAS PROPIEDADES Y TAXONOMIA DE SUELOS	20
4.1. Aspectos generales	20
4.2. Propiedades de los suelos y taxonomía.	23
4.3. Clima de los suelos.	31
5. METODOLOGIA PARA LA ESTIMACION DE LOS APTITUD DE LOS SUELOS PARA EL RIEGO.	33
5.1. Generalidades.	33
5.2. Criterios y sistema de evaluación adoptado	34
5.3. Resultados	47
5.4. Síntesis de la aptitud de los suelos para el riego	55
6. ALGUNAS PROPUESTAS PARA ULTERIORES ESTUDIOS DE SUELOS	58

INDICE DE FIGURAS Y CUADROS

	Página Nº
- Figura Nº1 : Ubicación del área de estudio	6
- Cuadro Nº1 : Valores areales de los suelos identificados según clases taxonómicas y fases.	24
- Figura Nº2 : Clases texturales más frecuentes (horizontes super- ficial y subsuperficial	26
- Figura Nº3 : Diagrama textural de Familias	28
- Figura Nº4 : Valores areales de las diferentes clases de suelos salino-sódicos identificados (en hectáreas)	30
- Cuadro Nº2 : Tabla para la determinación de las clases de apti- tud. Maíz	36
- Cuadro Nº3 : Tabla para la determinación de las clases de apti- tud. Cebada	36
- Figura Nº5 : Peligrosidad sódica y salina de las aguas del Río Colorado.	44
- Cuadro Nº4 : Aptitud de las tierras para el riego.	48
- Cuadro Nº5 : Características de las tierras, aptitud actual y potencial para el riego del maíz por unidad carto- gráfica	49
- Cuadro Nº6 : Idem para Cebada.	50
- Cuadro Nº7 : Síntesis de la aptitud actual y potencial de las tierras para Maíz y Cebada, expresada en ha	56
- Cuadro Nº8 : Resumen	57

AGRADECIMIENTOS

- Al Sr. Superintendente General del Departamento Provincial de Aguas Ing. Juan R. Kugler por el apoyo logístico brindado a lo largo de todo el trabajo.

- Al Sr. Subdirector de Estudios y Proyectos Hidráulicos del DPA, Ing. Horacio R. Collado por facilitar en calidad de préstamo el material topo-aerofotográfico del área de estudio. Asimismo por la confección de la planialtimetría del área y el camino vecinal, ejecutada por el Agrimensor Juan C. Nervi.

- Al Sr. Gerente de Riego de IDEVI, Ing. Agr. Marcelo Santos, quien participó en un tramo de las tareas de campaña, por gestionar y obtener datos de laboratorio.

- Al personal Técnico y Administrativo del ENTE CASA DE PIEDRA radicado en la villa temporaria por facilitar las actividades desarrolladas en el área de estudio.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

El texto que aquí se expone reúne toda la información generada por el estudio de suelos realizado en el área de influencia del Dique Casa de Piedra, más precisamente en el sector dominable por el futuro dique compensador, cuyo eventual emplazamiento está previsto en las inmediaciones del Puesto Rolan donde la línea de alta tensión (Chocón-Ezeiza) cruza el Río Colorado.

El área estudiada cubre una superficie de 112.150 hectáreas, delimitada al norte por la margen derecha del Río Colorado y al sur por la cota de 240 metros, extendiéndose del precitado Puesto hasta las vecindades de la localidad de La Japonesa.

La tarea básica del estudio consistió en un levantamiento a nivel de Reconocimiento con actividades realizadas en gabinete, campo y laboratorio. Las tareas ejecutadas estuvieron encaminadas a cumplir con lo solicitado por la Provincia de Río Negro: documentar la distribución geográfica de los suelos de mayor difusión areal y analizar sus propiedades más relevantes en función de su aptitud para el riego.

A lo largo del texto se describen los métodos de estudio empleados y los resultados obtenidos. Toda la información se presenta ordenada por Unidad Cartográfica, es decir en función de las 15 Asociaciones de Suelos en que fue desagregada el área estudiada.

El documento se presenta en dos tomos; el primero reúne los métodos de estudio, una síntesis de las propiedades de los suelos identificados y su aptitud para el riego, habiéndose elegido al maíz y la cebada como referentes de sendos grupos de cultivos contrapuestos en términos de demandas edáficas y exigencias en labores culturales. El segundo tomo agrupa toda la información básica generada por el estudio, es decir la descripción de las Unidades Cartográficas y sus suelos integrantes. La obra se halla

ilustrada por gráficos, figuras, cuadros, fotos y con dos planos de escala 1:100.000 en los que se sintetiza la distribución geográfica de los suelos por un lado y la aptitud por el otro.

Las principales conclusiones del estudio son:

- La mayoría de los suelos están generados a partir de materiales de procedencia fluvial, aunque en muchos sectores es importante la participación de materiales eólicos que sobreyacen a aquéllos.
- El 64% del área posee suelos de nulo a escaso desarrollo genético ya que a lo sumo poseen un horizonte ócrico. El resto de los suelos exhibe un mayor grado de desarrollo evidenciado por la presencia de horizontes con acumulación calcárea cementada (horizonte petrocálcico) o bien no endurecida (cálcico).
- Se han reconocido Torriortentes, Calciortides, Torrifluventes, Paleortides y Torripsamientos así ordenados por su importancia areal decreciente.
- La mayoría de las propiedades morfológicas de los suelos son heredadas de sus materiales parentales y no adquiridas por procesos estrictamente edafogenéticos. Por esa razón los suelos exhiben cambios granulométricos rápidos tanto verticales, como horizontales, principalmente en los niveles de terrazas más bajas. La actividad fluvial reciente se manifiesta en algunos casos por estructuras laminares, lentes o concentraciones de fragmentos gruesos, límites abruptos entre capas etc. Concordantemente es evidente la presencia de geoformas fluviales -hoy no funcionales- pero discernibles en el campo y por su registro aerofotográfico.
- Sin excepción los suelos poseen bajos tenores en materia orgánica (a menudo próximo al 1%), un complejo de intercambio con plena saturación, y una reacción neutra a moderadamente alcalina. La capacidad de intercambio catiónico varía entre 13 y 18 meq/100 gr, si bien existen casos con valores inferiores y superiores asociados a las texturas muy gruesas y muy finas respectivamente.

- En su horizonte superficial los suelos poseen a menudo texturas gruesas, principalmente franco-arenosa a areno-franca. En proximidades del río Colorado (Unidad Cartográfica N°11) la textura superficial es frecuentemente franco limosa o bien franco arcillo limosa.
- La textura de los horizontes subsuperficiales es muy variable para realizar generalizaciones. Sin embargo si se apela al concepto de Familia -que pondera el tamaño de partículas entre 25 y 100 cm de profundidad- se obtiene el siguiente orden de importancia areal:

. Franca gruesa	82.250 ha (73,1%)
. Franca fina	10.950 ha (9,7%)
. Esquelético franca gruesa	9.800 ha (8,8%)
. Arenosa	9.150 ha (8,4%)

En general los suelos no poseen restricciones para el desarrollo radicular. Se han identificado suelos que poseen limitaciones por la presencia de un horizonte petrocálcico alrededor de los 60 cm o menos (5.900 hectáreas). Otros poseen horizonte cálcicos compactados a similar profundidad (13.450 ha); se presume a juzgar por los tests realizados que son de cementación reversible cuando se los humedece. ,

Se han identificado suelos esqueléticos con más del 70% de grava por volumen unitario (9.800 ha).

- La mayor parte de los suelos posee condiciones adecuadas de permeabilidad. Esta estimación se refiere hasta profundidades de 1,80 m, ignorándose la constitución y futuro comportamiento del subsuelo ante la incorporación al riego.

El horizonte calcáreo cementado (petrocálcico) puede constituir una barrera hidráulica; otra situación limitante, que afecta algunos sectores de la Unidad 11 y mucho menos de la 12, está relacionada con la presencia de una capa de agua situada alrededor de 1,50 m; finalmente algunos suelos de la Unidad N°34 poseen texturas muy finas para las que se in-

fiere lenta a muy lenta permeabilidad, limitación que se agrava toda vez que la configuración topográfica de esa unidad es plano-cóncava, proclive a recepcionar las aguas de escurrimiento provenientes de las Unidades circunvecinas.

- Alrededor de 13.750 ha (12%) poseen suelos exentos de tenores críticos de sales y sodio intercambiable (suelos no salinos-no sódicos). El resto del área está afectada por muy variables contenidos salinos, solos o en combinación con un alto porcentaje de sodio, condiciones que afectan diferentes zonas del perfil edáfico. Estas situaciones pueden discriminarse así:

. sódicos-no salinos:		5.500 ha
. salinos-sódicos	{ ligeramente salinos	4.850 ha
	{ moderadamente salinos	6.800 ha
	{ fuertemente salinos	32.800 ha
. salinos-no sódicos	{ ligeramente salinos	24.350 ha
	{ moderadamente salinos	23.850 ha
	{ fuertemente salinos	250 ha

- En relación al factor relieve el área estudiada no ofrece limitaciones. Sólo fracciones no cartografiables a escala 1:100.000, vecinas al río Colorado (Unidades 11 y 12) poseen fuertes desniveles (2 ó más metros) generados por la presencia de albardones y meandros abandonados. La pendiente más frecuente se halla próxima al 1%, excepto en porciones de la Bajada Aluvial, particularmente la Asociación de Suelos N°33 donde se supera ese gradiente topográfico sin exceder el 3%. En cuanto al micro-relieve, cabe aclarar que alrededor del 25% del área de estudio posee desniveles del orden de 0,5 a 0,3 m lo que implica movimiento de suelo.
- En relación a la aptitud de las tierras para el riego se eligió al maíz y la cebada como cultivos de referencia; al mismo tiempo se estimó la aptitud actual y potencial de las tierras para ambos cultivos.

La aptitud actual alude a las condiciones presentes que poseen las tierras, principalmente en lo que concierne a la salinidad y microrrelieve; la aptitud potencial se refiere al estado que presumiblemente alcanzarán las tierras luego de las mejoras introducidas por la práctica del riego racional (lavado de sales, corrección del micro-relieve y drenaje, etc.).

Los valores areales de las tierras aptas y no aptas para cada tipo de cultivo constan en la siguiente síntesis.

Las diferentes clases de aptitud estimadas y sus correspondientes valores areales han surgido utilizando un determinado sistema de evaluación que implica una interpretación de datos básicos, condicionada por presuposiciones acerca de las relaciones suelo-agua-cultivo. Cuando se clasifica a tierras incultas, como en el presente caso, en realidad se está realizando un pronóstico sobre los cambios que se producirán en los suelos cuando se incorporen al riego. Para mejorar el grado de certeza de tal predicción se requiere, entre otros, conocimientos muy detallados sobre las exigencias edáficas de los cultivos. Esta información en la actualidad es en general muy cualitativa y por ende limita el alcance de las interpretaciones para definir la aptitud de las tierras.

SINTESIS DE LA APTITUD ACTUAL Y POTENCIAL DE LAS TIERRAS PARA MAIZ Y CEBADA
(expresada en hectáreas)

CULTIVO APTITUD CLASE DE APTITUD	MAÍZ		CEBADA	
	ACTUAL *	POTENCIAL**	ACTUAL	POTENCIAL
Muy Apta (S1)	-	14900 13%	6200 6%	43350 39%
Moderadamente Apta (S2)	10250 9%	28900 26%	45050 40%	37200 33%
Marginalmente Apta (S3)	47950 43%	42700 38%	34900 31%	16350 15%
No Apta Temporalmente (N1)	50750 45%	22450 20%	26000 23%	15250 13%
No Apta Permanentemente (N2)	3200 3%	3200 3%	-	-

* Alude a las condiciones presentes de paisaje y de suelo sin ninguna mejora

** Luego de haber corregido restricciones por sales, microrrelieve y/o drenaje

LEYENDA

	RUTAS Y CAMINOS		CORREDORES EOLICOS	4	DEPRESION DE LA AMARGA
	FERROCARRILES		LINEAMIENTOS	5	LAGO PELLEGRINI
	AREAS URBANAS		ESCARPA	6	MESETA RIONEGRINA
	LOCALIDADES		POZOS PETROLIFEROS	7	CUENCAS INTERFLUVIALES
	CURSOS DE AGUA	1	OASIS DEL RIO NEGRO	AL:	ALUVIO
	LAGOS Y LAGUNAS	2	OASIS DEL RIO COLORADO	COL:	COLUVIO
	SALINAS	3	PLANICIES Y TERRAZAS	R:	RODADOS PATAGONICOS
	MESETA			C:	SEDIMENTITAS CRETICAS

• La figura ha sido extraída del Atlas Total de la República Argentina. Fascículo Nº 41, 1982



1 - INTRODUCCION

El presente texto documenta la información, resultados, y conclusiones obtenidas durante la ejecución del estudio de suelos en el sector rionegrino dominable por la presa Casa de Piedra. En rigor el área estudiada se extiende desde el eventual sitio del emplazamiento del dique compensador en proximidades del Puesto Rolán, y las inmediaciones de la localidad de La Japonesa, abarcando una superficie de 112.150 hectáreas cuyo perímetro coincide con la cota de 240 metros sobre el nivel del mar. (Fig. N°1)

El estudio edafológico, solicitado expresamente al CFI por la Dirección de Planificación y el Departamento Provincial de Aguas, ha procurado cumplir con los siguientes objetivos:

- a) inventariar y sintetizar la distribución geográfica de los suelos de mayor participación areal.
- b) caracterizar sus propiedades físicas, químicas y físico-químicas, y
- c) estimar su aptitud actual y potencial para su eventual incorporación al riego.

A lo largo del texto se expone los criterios y métodos empleados, la información primaria generada por el estudio y su interpretación. Con ello se estima haber cumplimentado con lo solicitado ya que los resultados aquí consignados pueden coadyuvar a decidir la prosecución de los estudios interdisciplinarios más detallados que requiere toda incorporación de tierras al regadío.

1.1 PARTICIPANTES

Trabajos de campo y gabinete;
integración de los resultados
y redacción:

José Alberto Ferrer
Gerardo Ourracariet

Análisis muestras de suelo:

Laboratorio IDEVI y
Laboratorio de la Cátedra
de Edafología;
Facultad de Ciencias Agrarias
de la Universidad Nacional
del Comahue

Apoyo de gabinete

. Dibujo cartográfico:

Norberto Cordero
Jorge Takahashi

. Dibujo figuras:

Raúl Urso

. Planimetría:

Olga Martínez Flores

. Gráficos por computación:

Pablo Centeno

2 - METODOLOGIA DEL LEVANTAMIENTO DE SUELOS

Se cree pertinente que para comprender más acabadamente el alcance de los resultados y las conclusiones del estudio, es necesario reseñar los procedimientos utilizados y sus respectivos indicadores cuali-cuantitativos de las tareas desarrolladas en gabinete, campo y laboratorio.

2.1 Gabinete

En este ámbito, y al inicio del estudio, se ejecutó un pormenorizado análisis de pares estereoscópicos de escala 1:20.000 obtenidos en 1979 por la empresa Servicios Aéreos Spartan S.A., complementados con fotomosaicos de igual escala y también 1:50.000.

La visión estereoscópica desde los fotogramas permitió analizar las variaciones en la configuración topográfica, los cambios en el tipo y/o densidad de la cubierta vegetal y la heterogeneidad de tomos y texturas aerofotográficas. Con ello se logró desagregar el área en 15 unidades de paisaje cuya variabilidad interna expresada también en tonos, texturas y desniveles topográficos sirvió para distribuir los controles en campaña con el supuesto que esos cambios se correspondían con variaciones en algunas o muchas propiedades de los suelos.

Al disponer de los datos de laboratorio y al concluir las tareas de campaña, se elaboró la versión final del mapa básico de suelos. Para ello se realizó un ajuste definitivo de los límites establecidos en los pares estereoscópicos de escala 1:20.000, replanteando el trazado de algunas delineaciones y, en escasas situaciones, reagrupando unidades de paisaje. Los límites o contornos definitivos se trasladaron a los fotomosaicos de escala 1:50.000 y posteriormente se realizó una fotoreducción hasta alcanzar una relación 1:100.000 para el mapa de suelos (Plano N°1).

Dado que el mapa puede adolecer de leves distorsiones, por lo tanto se sugiere cautela en el uso de mediciones lineales y areales.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

La superficie de cada Unidad Cartográfica o Asociación de Suelos fue obtenida del promedio de tres lecturas realizadas con planímetro digital del tipo KP90. Tales mediciones fueron efectuadas por la Señora Olga Flores del CFI.

2.2 Campaña

Los trabajos de campo insumieron alrededor de 70 días/hombre efectivos distribuidos en 4 períodos a partir de fines de 1989. En dos de ellos participó parcialmente el Ing. Agr. Marcelo Santos.

Los suelos fueron descriptos de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país, la mayoría de ellas especificadas en el Manual de levantamientos de suelos (Etchevehere, 1976) y en Manuales de similar naturaleza.

Durante las tareas de campo se analizaron las características y propiedades de los suelos mediante el estudio morfológico de sus perfiles, utilizándose para ello excavaciones realizadas exprofeso. En los casos de suelos de importante representatividad areal se realizaron descripciones morfológicas minuciosas y muestreos de cada capa u horizonte.

Al disponer de un vehículo de doble tracción se utilizaron las picadas de prospección petrolera (YPF) para transitar en la mayor parte del área estudiada, lo que permitió la libre elección del sitio de observación de los perfiles de suelos.

Se realizaron un total de 138 calicatas de las cuales 41 fueron muestreadas para su posterior análisis en laboratorio. Para el total de esas observaciones fueron documentados los caracteres morfológicos de los suelos y su configuración topográfica en fichas edafológicas.

La distribución espacial de los controles quedó a su vez condicionada por las vías de acceso, materializadas en picadas de prospección petrolera, picadas que constituyen límites de lotes, y los muy escasos caminos vecinales. Cuando fue posible, los controles se ordenaron en forma de toposecuencia con rumbo sur-norte según ejes transversales a la mayoría de las unidades geomorfológicas que se disponen en forma paralela al río Colorado.

La densidad media de controles, contabilizando calicatas con y sin muestreo para laboratorio, alcanzó un valor de 1 cada 812 hectáreas; pero dado que no

se efectuó una distribución regular o en malla rígida, sino por variaciones geomórficas, vegetacionales, etc., se obtuvieron diferentes densidades de controles según distintas Unidades de paisaje. Así por ejemplo para la Asociación de Suelos N°31 (ver Plano N°1) se obtuvo la más baja densidad equivalente a una observación cada 2.066 ha, en el otro extremo las Asociaciones más próximas al río Colorado (N°11; 12 y otras contiguas) alcanzaron densidades de controles del orden de 1/250 hectáreas y en algunos tramos de esas Unidades Cartográficas se obtuvo una mayor densidad.

2.3 Laboratorio

Un total de 166 muestras equivalentes a otros tantos horizontes o capas de perfiles de suelos modales fueron remitidos a dos laboratorios: IDEVI y Cátedra de Edafología de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional del Comahue, los que analizaron 102 y 64 muestras respectivamente.

Seguidamente se detallan las propiedades analizadas en laboratorio y su correspondiente técnica analítica:

- Preparación de las muestras de suelo para su análisis:

Las muestras llegadas al laboratorio, se extienden en bandejas para su secado al aire. Se procede luego a su mezclado y posterior molienda con un rodillo de vidrio para deshacer los grumos. Se pasa por un tamiz de 2 mm de abertura y se almacena.

- Determinación humedad del suelo secado al aire.

Se determina por gravimetría. Una muestra de suelo secado al aire, se coloca en estufa 105°C durante 24 hs, para la eliminación del agua. Por diferencia de pesada se calcula el contenido de agua higroscópica. Relación OD/AD (suelo secado estufa/suelo secado aire).

- Determinación de pH (pasta saturada).

La preparación de la pasta a saturación del suelo con agua se realizó según las normas establecidas por Chapman 1973.

Las medidas de pH se realizaron en un potenciómetro industria nacional, marca Luftman.

- Determinación de pH (1:2.5).

Se coloca una gran parte de la muestra de suelo y dos veces y media partes de agua. Se agita y lee el pH después de transcurrida una hora.

- Determinación de la resistencia.

Sobre la pasta saturada se determina su resistencia con un halómetro.

- Determinación de la conductividad específica del extracto acuoso.

Se realiza sobre el extracto de saturación resultante de la filtración de la pasta del suelo.

Se utiliza un puente medidor de conductividad Alycar AC 8.000.

- Determinación de carbono orgánico.

Se realizó por el método de Walkley-Black. La muestra de suelo, previamente molida en mortero de ágata y pasado por tamiz de 0,5 mm, se coloca en exceso de Dicromato de Potasio en medio de Acido Sulfúrico concentrado. El exceso del agente oxidante se titula con Sulfato Ferroso usando Difenilamina como indicador.

- Determinación de Nitrógeno.

Digestión con Acido Sulfúrico en presencia de catalizador, de las muestras de suelo. Posterior destilación en medio alcalino, del Amoníaco formado durante la digestión, el que se recoge sobre Acido Bórico. Posterior titulación del amonio destilado con Acido Sulfúrico diluido. La digestión y destilación se realizan en un Buchy 320 de fabricación suiza.

- Determinación de la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC).

El material del suelo se digiere y extrae con Acetato de Sodio 1N a pH = 8,2. El exceso de sal es eliminado con sucesivos lavados de alcohol etílico. El Sodio adsorbido es desplazado con Acetato de Amonio 1N neutro y cuantificado por fotometría de llama.

- Determinación de bases de intercambio.

Se extraen todos los cationes de la muestra de suelo, con un exceso de Acetato de Amonio 1N neutro y se determinan los mEq de los cationes removidos por cada 100 gr de suelo. Para los suelos que son algo o muy calcáreos, no se hace la determinación de Ca y Mg. Se cuantifica Sodio y Potasio con fotómetro de llama.

Las bases de intercambio resultan de la diferencia entre el total de cationes extraídos y los cationes determinados en el extracto saturado.

- Determinación de Cationes y Aniones en el extracto de saturación.

En el extracto se determinan los cationes (Na^+ , K^+ , Ca^{++} y Mg^{++}) y los aniones (CO_3^- , CO_3H^- , Cl^- y SO_4^-).

- Sodio y Potasio: se analizan con un fotómetro de llama E.E.L. (Evans Electroselenium Ltd) industria inglesa.
- Calcio y Magnesio: se analizaron por volumetría. El Calcio por titulación con EDTA, usando Murexida como indicador y el Magnesio por diferencia, usando Negro de Eriocromo como indicador.
- Carbonatos y Bicarbonatos: se valoran por volumetría, con Acido Sulfúrico 0,05 N; para los carbonatos se usa Fenolftaleina como indicador y para los bicarbonatos Naranja de Metilo.
- Cloruros: se valoran por volumetría con una solución de Nitrato de Plata 0,1 N usando Cromato de Plata como indicador.
- Sulfatos: se precipitan los sulfatos (como SO_4Ba) en medio ácido con Cloruro de Bario. Se valora luego el exceso de Cloruro de Bario, usando una solución EDTA y el indicador de Magnesio es Negro de Eriocromo.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

- Determinación de Carbonato de Calcio en la masa.

El Carbonato de Calcio es neutralizado con Acido Clorhídrico y eliminado como CO_2 . Se valora el exceso de ClH agregado con NaOH usando Fenolftal como indicador.

- Análisis granulométrico.

Se determinaron las distintas fracciones granulométricas presentes en lo, por el método de Bouyoucus. Se basa en la sedimentación diferencial de las fracciones arena, limo y arcilla. Para ello se mide la densidad de la suspensión, previo agitado de 15", a los 40" y a las 2 horas. De acuerdo a los resultados obtenidos se procedió a la clasificación de los suelos de acuerdo al "triángulo textural del suelo".

- Determinación de Agua a 1/3 atmósfera y a 15 atmósferas.

La muestra de suelo se satura con agua por inhibición durante 24 hs y se somete a una presión de 1/3 bar. El agua retenida en esas condiciones corresponde a la capacidad de campo (CC). El mismo procedimiento, sometiendo a una presión de 15 bares: el agua retenida en estas condiciones es la correspondiente al PMP (punto de marchitez permanente). Ambos datos se expresan en porcentaje en peso y el equipo utilizado es la Soil Moisture Corp. de fabricación americana.

- Yeso.

Por volumetría.

3 - ALCANCE DE LOS RESULTADOS

El presente estudio ha sido precedido, en lo que a suelos se refiere, por dos documentos. Uno de ellos, más abarcativo, ya que involucró a todo el territorio provincial, es el "Estudio integrado de los Recursos Naturales de la Provincia de Río Negro" llevado a cabo por un convenio celebrado entre la provincia y el INTA. Un resumen de ese trabajo ya concluido, fue recientemente publicado por el INTA (1990) conformando el "Atlas de Suelos de la República Argentina". Su ámbito de aplicación, de indudable interés práctico, es la provincia toda, cualquiera de sus Departamentos, o bien comarcas, regiones o zonas cuya superficies exceden a la estudiada en esta oportunidad. La escala del Mapa de Suelos de la Provincia de Río Negro (1:500.000) impone restricciones en su utilización para estudios de prefactibilidad para el riego -y justo es decirlo no fue elaborado con tales propósitos y sí para muchos otros de equivalente o mayor importancia-. En consecuencia, y para los objetivos del presente documento, aquella contribución ha participado sólo como referencia en lo que atañe a los amplios Dominios Edáficos, al clima de los suelos y a sus tasas más representativas.

En cuanto al otro antecedente, realizado para el Comité Director de Desarrollo de Casa de Piedra está restringido al área de influencia de ese embalse, y en consecuencia casi coincidente con el área aquí estudiada. Pero, según lo expresan sus propios autores (Gazia y Gómez; 1976), no se trata de un estudio edafológico. En rigor presentan al área desagregada en una media docena de unidades ambientales para las que se describe sus principales atributos geomórficos, su vegetación más característica y los caracteres de los más importantes suelos en ellas involucrados. Esa contribución sirvió en la etapa de análisis de los antecedentes para conocer -previo a las salidas de campaña- algunas particularidades físicas del área estudiada en esta oportunidad.

En consecuencia el "Estudio de suelos del área de influencia del Dique Casa de Piedra" -o si se prefiere del área dominable por el futuro dique compensador- conforma una nueva y más adecuada aproximación al conocimiento de los

suelos del área involucrada. Sus principales aportes pueden sintetizarse en dos amplios conjuntos:

- a) información básica
- b) información interpretativa

La documentación básica que participa íntegra y exclusivamente en el Tomo II está referida a la información primaria generada por el estudio y alude tanto a los caracteres morfológicos que revela la sección vertical o perfil de los suelos, como a sus propiedades físicas, químicas y físico-químicas. Esos datos se consignan mediante descripciones morfológicas, cuadros con valores numéricos de las propiedades analizadas y figuras a ellas vinculadas.

La información básica proviene así de datos colectados sin mayores dosis de subjetividad o interpretación, siendo esencialmente descriptiva. Al disponer de ella los usuarios interesados pueden ahondar su utilización o realizar deducciones o aplicaciones distintas a las efectuadas en el presente documento.

En cuanto a la información interpretativa que aquí se brinda, y que se halla consignada en el TOMO 1, constituye el resultado de inferencias y deducciones a partir de la información de base para explicarla en términos de una aptitud específica para los suelos identificados. Esta parte del estudio resulta de interpretar o hacer una "lectura" de los datos básicos encaminada a estimar la adaptabilidad de los cultivos a los suelos así como pronosticar el comportamiento de éstos frente a un nuevo régimen hídrico. Pero en cualquier caso se trata de una prognosis, de una interpretación, y no de hechos probados in situ. A pesar de estas limitaciones la información interpretativa es, o pretende ser, la respuesta a la solicitud provincial y es simultáneamente la que le dá sentido a la documentación de base.

A estos aspectos debe agregarse, para poder comprender el alcance de los resultados, las limitaciones impuestas por la escala de trabajo, la relación superficie estudiada y la complejidad del paisaje fluvial con el tiempo asignado, la densidad de los controles efectuados, etc. Es decir que por tratar-

se de un levantamiento de suelos a nivel de Reconocimiento, su utilidad y usuarios queda definido a priori precisamente por aquel nivel de percepción generalizado sobre el recurso suelo.

El "Estudio de Suelos del área de influencia del Dique Casa de Piedra" y sus resultados, junto a otros campos del conocimiento materializados por el estudio de Clima a cargo de G. Castro y por el análisis económico a cargo de H. Carlino, también técnicos del CFI, pueden contribuir en unión con otros temas a facilitar la decisión de proseguir con estudios más detallados y multidisciplinariamente más abarcativos.

Por ello el principal destinatario del estudio es el nivel gubernamental responsable de las políticas en materia agropecuaria y en relación al uso del cupo de agua del río Colorado. De allí que la Subsecretaría de Planificación, el Departamento Provincial de Aguas (DPA) y el Ministerio de Recursos Naturales son los principales destinatarios del presente documento.

La habilitación de nuevas tierras al regadío, requiere de detallados estudios socio-económicos, edafológicos y de la ingeniería en riego y drenaje. Los conocimientos hasta el presente acumulados respecto del área de estudio alienan a proseguir su profundización, descartando sectores y contribuyendo a prioritar otros. Pero en ningún caso podrá soslayarse la ejecución de estudios con el suficiente grado de certeza tal que evite que el sector aquí analizado se convierta en una de las tantas áreas que actualmente se riegan en el territorio nacional y que exhiben numerosos problemas mal o no previstos por los respectivos estudios de factibilidad.

4 - SINTESIS DE LAS PROPIEDADES Y TAXONOMIA DE LOS SUELOS

4.1 Aspectos generales

Los suelos son el resultado de procesos pedogenéticos que actúan condicionados por los denominados factores edafogenéticos a lo largo del tiempo.

En el área de estudio los suelos, haciendo abstracción de su variabilidad, poseen un conjunto de caracteres y propiedades comunes que derivan precisamente de la acción combinada de factores y procesos.

Los factores edafogenéticos pueden sintetizarse de la manera siguiente:

factores bioclimáticos : clima árido y estepa arbustiva rala.

factores geológicos : sedimentos aluviales y eólicos de edad holocénica y a lo sumo del Pleistoceno superior.

El clima árido y por ende el acentuado déficit hídrico es responsable de que casi todos los suelos del área posean acumulaciones de sales solubles y/o yeso y/o carbonato de calcio próximos a la superficie. Los procesos de lavado están inhibidos o bien son muy poco acusados. Lo mismo ocurre con los procesos de migración de arcillas, de allí que sea un hecho muy frecuente la ausencia de horizontes iluviales, principalmente argílico. Esta muy limitada capacidad de translocación de constituyentes explica que todos los suelos presenten un perfil morfológico sencillo con secuencia de horizontes del tipo Al-C. A su vez, el balance hídrico negativo y la muy escasa agua de percolación determina que el complejo de intercambio de los suelos permanezca plenamente saturado y, acorde con ello, sea frecuente un pH neutro o con más frecuencia francamente alcalino, según prevalezcan sales cálcicas o bien sódicas respectivamente.

Concordantemente con el clima árido la vegetación está integrada por una no muy densa estepa arbustiva y en consecuencia son exiguos los aportes de res-

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

tos orgánicos a los suelos; consecuentemente los tenores en materia orgánica son muy bajos, del orden de algunas décimas de porcentaje, superando excepcionalmente el 1%. El muy bajo contenido en humus explica la débil agregación de los suelos y su susceptibilidad a ser erosionados por la acción eólica; también es responsable que el proceso de melanización esté ausente o bien se halle muy poco manifiesta y por ende sea un hecho totalmente generalizado la ausencia de un epipedón mólico.

El riesgo de erosión eólica afecta a los suelos de textura gruesa; en los casos de textura fina superficial se aprecia una tendencia a la formación de encostramiento, si bien esta situación no es importante arealmente.

La débil energía pedogenética del clima determina que la mayoría de las propiedades de los suelos sean heredadas de sus materiales originarios y no adquiridas por procesos estrictamente pedogenéticos. Esta situación conduce a sintetizar los caracteres principales de los sedimentos que han dado origen a los suelos del área. En general se trata de sedimentos depositados por acción fluvial del río Colorado, principalmente a partir del Pleistoceno en la aquí denominada Antigua planicie de inundación y durante el Holoceno en la designada Planicie de inundación actual y subactual (véase perfil esquemático en el plano N°1). Entre ambas planicies se aprecia un fuerte desnivel topográfico de 2 ó 3 ó más metros. Este acusado gradiente se corresponde probablemente con al menos un cambio climático lo que quizás sea suficiente para explicar una diferencia entre los suelos de ambas entidades geomórficas, ya que los del nivel superior, o más antiguo, poseen un mayor grado de desarrollo pedogenético registrado por la presencia de horizontes cálcicos y petrocálcicos, mientras que los suelos de Planicie actual y subactual (terrazza alta y baja) carecen de horizontes diagnósticos.

El origen fluvial de los materiales parentales en cualquiera de esas generalizadas situaciones es responsable de la presencia de cambios texturales abruptos verticales, o bien variaciones granulométricas horizontales rápidas, principalmente en la planicie más baja o reciente, donde alternan espiras de meandros, lagunas semilunares, albardones, etc., y sus correspondientes depósitos.

La actividad fluvial reciente, y por lo tanto no obliterada por los procesos pedogenéticos, se manifiesta en algunos casos por la presencia de estructuras laminares, lentes o concentraciones de fragmentos gruesos.

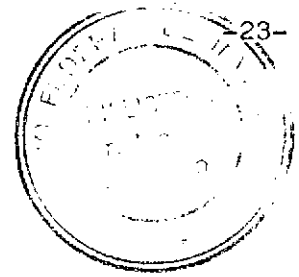
Por otro lado la geología del área de aporte del río Colorado explica la naturaleza petrográfica de los fragmentos gruesos (grava fina a mediana) y justifica tanto el predominio de texturas medianamente gruesas como una tonalidad rojiza con matices Munsell 5YR ó 7,5YR (suelos litocromáticos) que prevalece en los suelos principalmente en las terrazas más recientes; en la Antigua Planicie los suelos exhiben aquella coloración en su tramo medio e inferior no así en su horizonte más superficial. Esto es debido a que los sedimentos fluviales les sobreyace depósitos arenosos, cubierta vinculada a una casi reciente actividad eólica testimoniada por dunas enanas fijadas apenas por la vegetación.

Este manto texturalmente grueso ha dado origen al débil horizonte A1 y al horizonte C infrayacente de muchos suelos de ese ambiente.

- En suma los procesos pedogenéticos más evidentes en el área de estudios son la carbonatación, salinización y sodificación manifestados por la presencia de horizontes cálcicos y petrocálcicos, salinos y sódicos respectivamente. Los procesos de incorporación de materia orgánica (melanización) y de lixiviación (descarbonatación, desalinización y desalcalinización) son poco acusados.

La presencia de yeso es frecuente, pero no ha alcanzado valores altos -según se desprende de los datos de laboratorio- como para generar horizontes gípsicos.

La mayoría de las propiedades son de origen geogénico más que edáfico y la incipiente edad de los suelos se registra precisamente en sus caracteres morfológicos y en sus propiedades físico-químicas. Concordantemente, la incipiente edad del paisaje -principalmente de la planicie actual y subactual- se aprecia por la presencia de geoformas fluviales hoy no funcionales, pero sí evidentes tanto en el campo, como por su registro aerofotográfico.



4.2 Propiedades de los suelos

Sustentándose en la clasificación de suelos establecida por el sistema "Taxonomía de Suelos" (USDA, 1975) y aplicado a los suelos del área puede ampliarse la interpretación de sus principales propiedades según taxas definidas que se consignan en el cuadro N°1.

Tal como se aprecia a nivel de la categoría más alta (Orden) son los Entisoles los que prevalecen, cubriendo un 64% del área de estudio. Entre los suelos pertenecientes a ese Orden dominan los Ortentes, particularmente los Torriortentes por su régimen "arídico" de humedad.

En general son profundos y bien drenados, exceptuando algunas situaciones muy localizadas de las Unidades N°11 y en menor medida N°12 donde se hallan suelos con drenaje restringido. A su vez predominan las texturas gruesas, de allí que la Familia arealmente más importante entre los Torriortentes típicos sea la Franca gruesa.

A menudo poseen fragmentos gruesos (0,2 a 5 cm de diámetro) pero su participación por volumen unitario de suelo no es importante excepto en la Familia Esquelético franca gruesa en la que el manto de grava se halla próximo a los 30 cm de profundidad.

Por su parte los Torriortentes típicos más finos se hallan representados por la Familia Franca Fina cuyos miembros se asocian preferentemente a la terraza baja (Unidad Cartográfica N°11) así como algunos bajos o pequeñas cuencas endorreicas (Unidad Cartográfica N°34).

El segundo Suborden por importancia areal dentro del Orden Entisoles pertenece a los Fluventes representados en el área de estudio por un solo Subgrupo: los Torrifluventes típicos pertenecientes a la Familia Franco gruesa. Se caracterizan por una muy atenuada variación irregular de la materia orgánica, pero más frecuentemente exhiben un perfil estratificado con cambios texturales evidentes -si bien no muy abruptos- con límites netos entre las

capas u horizontes, y a veces presentan lentes de gravilla muy fina. Se asocian preferentemente a las Asociaciones N°11 y en menor medida en las Unidades N°12; 21; 22 y 34. Suelen tener altos tenores salinos y sódicos, a menudo tales concentraciones son visibles desde la superficie del propio suelo.

El Suborden más reducido arealmente está integrado por los Psamentes. Se trata de suelos arenosos, carentes de estratificación, sin o a lo sumo con una muy escasa participación de fragmentos gruesos; en general no poseen niveles tóxicos de sales y sodio. Se asocian esencialmente a la unidad cartográfica N°12 en forma de médanos y albardones.

El restante Orden está representado por los Aridisoles los que en conjunto representan un mayor grado evolutivo respecto de los Entisoles.

Entre los Aridisoles sólo se ha reconocido al Suborden Ortides cuyo concepto esencial es la ausencia de una zona de acumulación de arcillas cristalinas en su perfil. A nivel de Subgrupo se han identificado Calciortides y Paleortides, con un marcado predominio de los primeros.

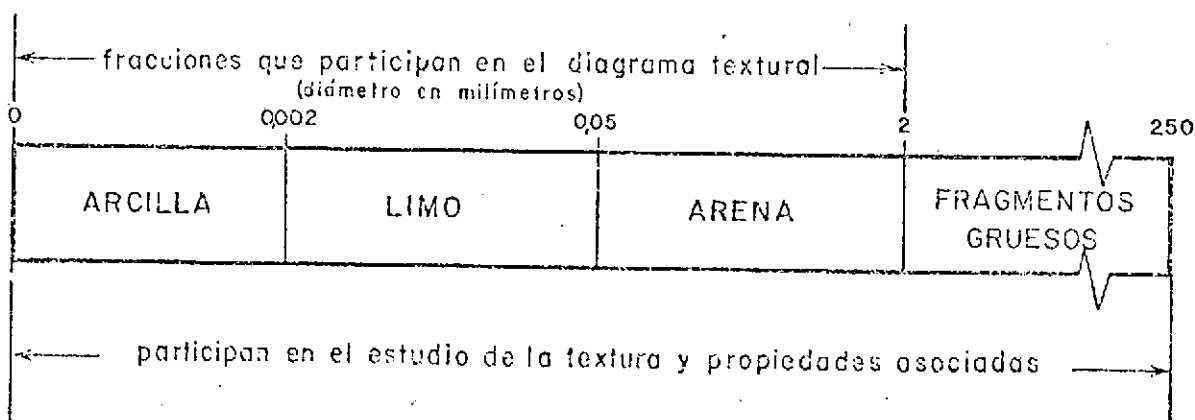
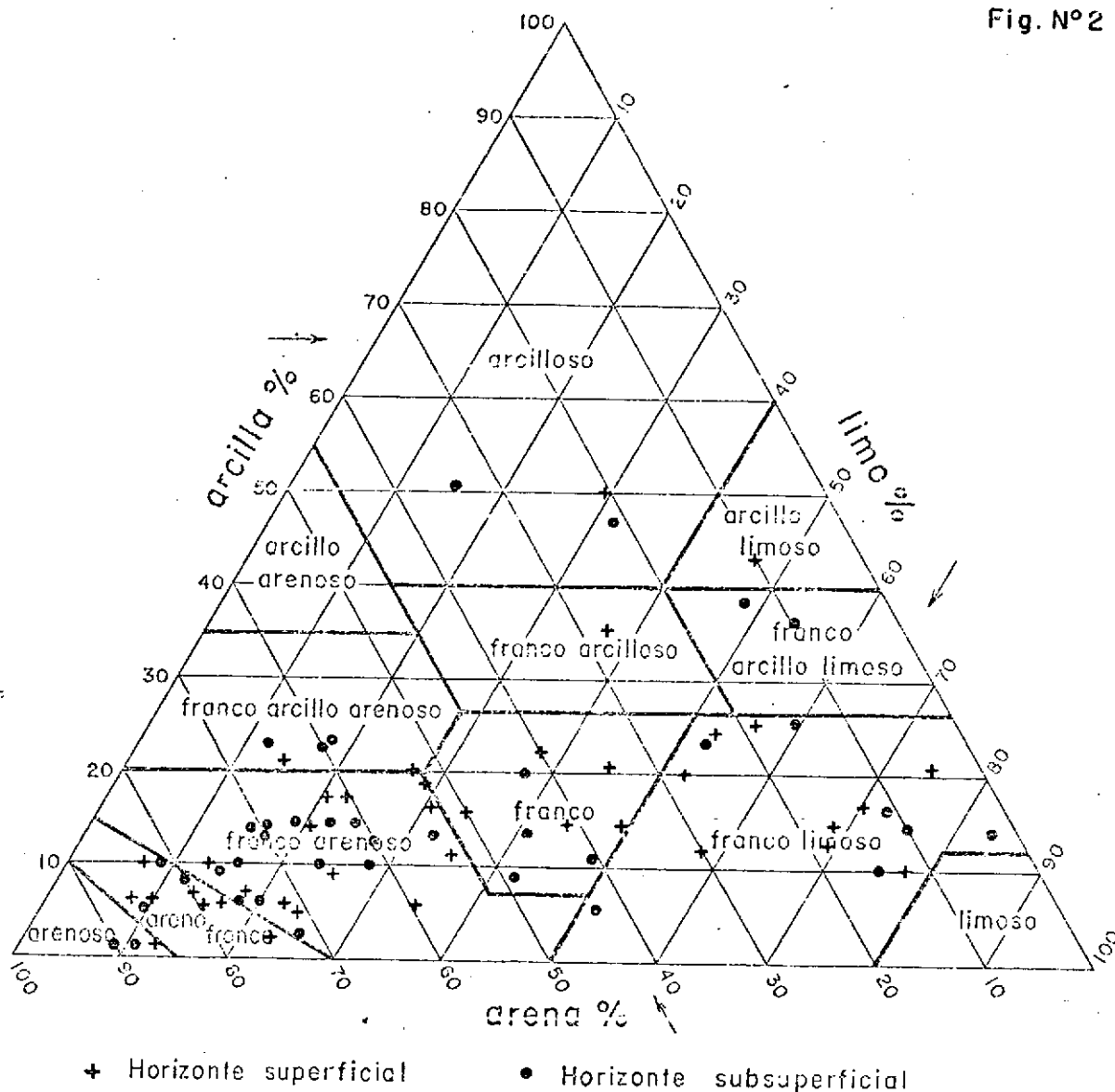
Si bien ambas clases de suelos se caracterizan por tener concentraciones calcáreas, en los Calciortides se presentan en forma no endurecida o cementada. Como excepción cabe mencionar que estos suelos en la unidad N°28 poseen un horizonte cálcico compactado con características tales que su consistencia en seco lo asemejan a un fragipan.

Sólo los Paleortides se caracterizan por la presencia de un horizonte enriquecido en carbonato de calcio que se exhibe con fuerte cementación, lo que constituye una severa restricción para el desarrollo radicular y la conductividad hidráulica (salvo por fisuración). A menudo este horizonte petrocálcico se halla entre 30 y 50 cm de profundidad.

Ambos Subgrupos calcáreos (Calciortides típicos y Paleortides típicos) poseen Familias Franca gruesa y Arenosa y se hallan restringidos a la Antigua

- CLASES TEXTURALES MAS FRECUENTES -

Fig. Nº2



Planicie Aluvial y parcialmente en la Bajada Aluvial (unidades 31; 32 y 33)

Cuando se analiza la totalidad de los suelos del área a nivel de Familia para interpretar aspectos vinculados a la composición mecánica de los suelos, en tanto propiedad permanente, y otras estrechamente a ella vinculada surgen las siguientes conclusiones:

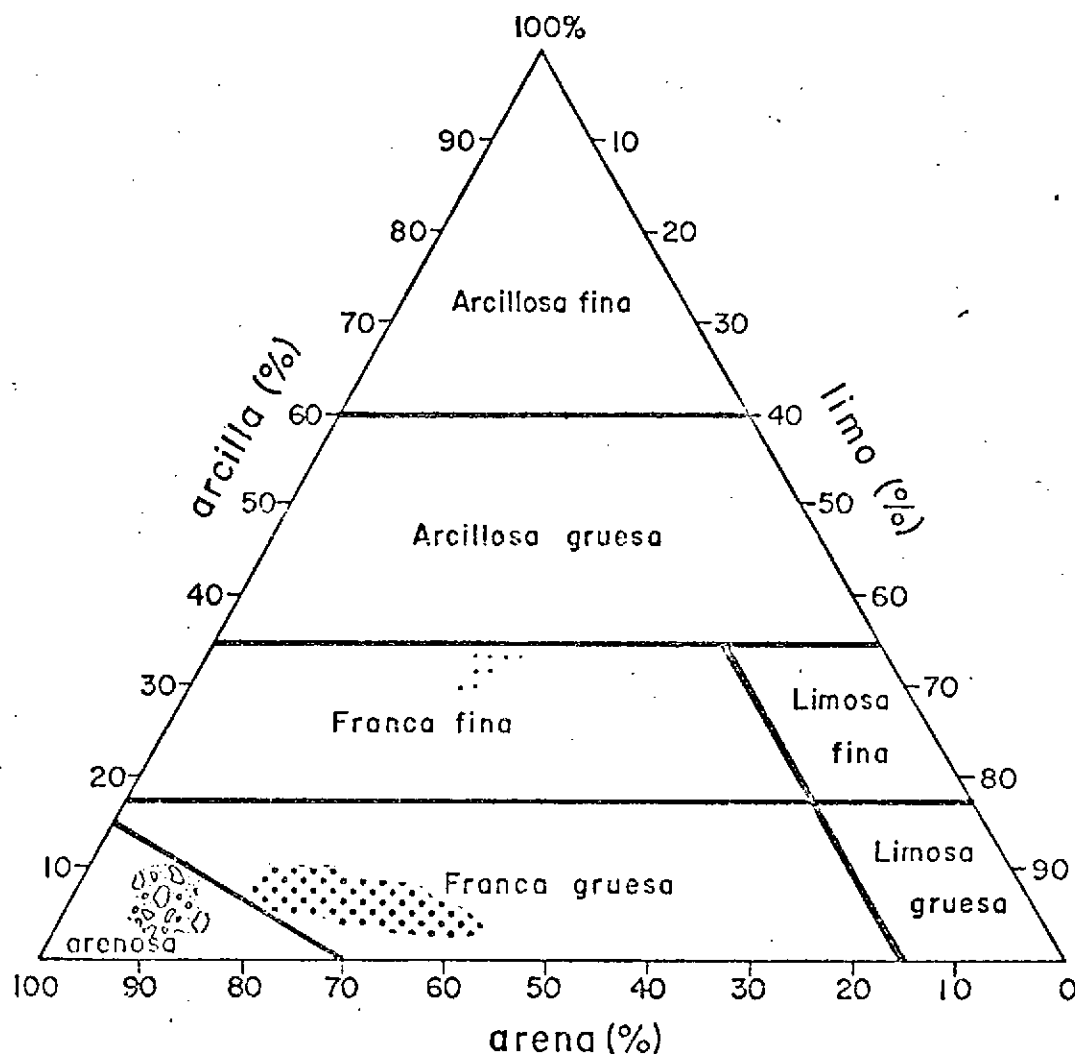
- las clases texturales gruesas y medianamente gruesas, tanto en el primer horizonte, como en el subsuperficial, son las que prevalecen arealmente. (Fig. N°2)
- las texturas finas tienen a estar concentradas en "bajos sin salidas" (Unidad N°34) y en menor medida en sectores localizados de las Asociaciones 22; 23; 24 y 25.
- las texturas gruesas y medianamente gruesas se asocian a los sectores más elevados de la Antigua Planicie Aluvial, donde se difunde un manto eólico que sobreyace a los depósitos fluviales. También se aprecian texturas gruesas en los médanos y albardones de la Unidad N°12.
- la distribución en orden decreciente por la importancia areal de las Familias reconocidas es la siguiente:

<u>Familia</u> (Fig.N° 3)	<u>Superficie</u>
Franca gruesa	82.250 ha (73,1)
Franca fina	10.950 ha (9,7)
Esquelético franco gruesa	9.800 ha (8,8)
Arenosa	9.150 ha (8,4)

- Dado que predominan las texturas medianamente gruesas se desprende que los suelos poseen en general valores medios a bajos de retención hídrica, buena permeabilidad al aire y al agua y susceptibilidad a la erosión eólica.

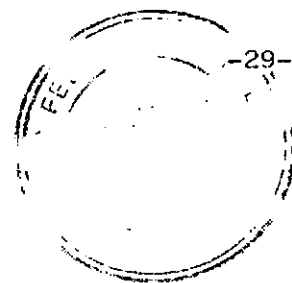
Ya que la participación de constituyentes orgánicos es muy escasa, la capacidad de intercambio catiónico debe atribuirse casi con exclusividad a la

Familias de suelos definidas según
clases por tamaño de partículas* de mayor
difusión en el área de Casa de Piedra, Prov. de R. Negro.



- Con escasa a nula participación de fragmentos gruesos.
- A menudo con alta participación de fragmentos mayores de 2mm; (35% - 70% por volumen unitario de suelo)

* Promedio ponderado entre 25 y 100 cm de profundidad



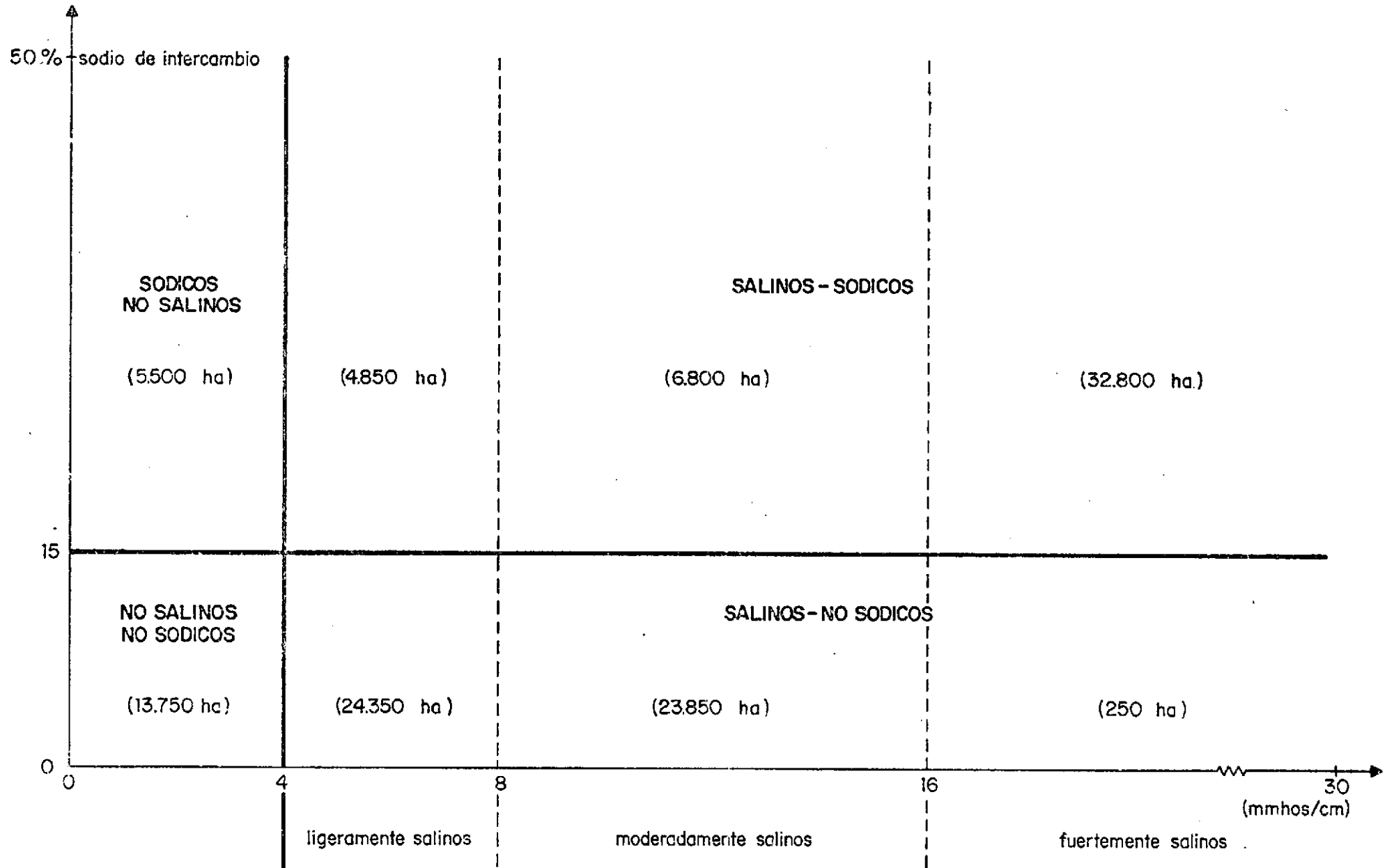
fracción inorgánica particularmente al lote arcilla. Los valores de CIC varían entre los extremos 28 y 7 meq/100 gr, pero los más frecuentes se hallan entre 10 y 15 meq/100 gr. Los más bajos valores se asocian a suelos arenosos (Psamentes) y a los horizontes superficiales de Calciortides y Paleortides de Familia arenosa; por su parte los más altos se vinculan a la Familia franca fina de Torriortentes. Algunos suelos poseen valores altos de CIC en su horizonte superficial con clases texturales finas, aun cuando la Familia sea Franca gruesa.

En cuanto a la reacción de los suelos, la absoluta mayoría tienen pH neutro; cuando poseen reacción alcalina coinciden con altos tenores de sodio intercambiable. La neutralidad o leve alcalinidad es frecuente porque la mayoría de los suelos son simultáneamente salino-sódicos, y sólo 13.750 ha (12%) corresponden a suelos no salinos y no sódicos.

Los suelos con fuerte salinidad (mayor de 16 mmhos/cm) y sodicidad cubren 14.550 hectáreas equivalentes al 13% del área estudiada. Las restantes 84.200 hectáreas poseen leve a moderada salinidad y a muy variable profundidad.(ver Fig. N°4).

Fig. Nº 4

VALORES AREALES DE LAS DIFERENTES CLASES DE SUELOS SALINO-SODICOS IDENTIFICADOS (EN HECTAREAS)



4.3 Clima de los suelos

El clima edáfico es el conjunto de condiciones hídricas y de temperatura que imperan en el suelo y que afectan su comportamiento físico, regulan la actividad biológica y afectan los procesos y reacciones de naturaleza química.

Los cambios temporales de la humedad y de la temperatura son actualmente considerados una propiedad de los suelos y como tal participan en su clasificación taxonómica, mediante los denominados "regímenes hidrotérmicos" definidos por el sistema "Taxonomía de suelos" (USDA, 1975).

Para la caracterización de esos regímenes en los suelos del área estudiada se han utilizado los calendarios edafoclimáticos producidos por el Centro de Cómputos del INTA y utilizados por Scoppa y Salazar Lea Plaza (1984) para definir los climas edáficos de la provincia de Río Negro. También se recurrió a los calendarios edafoclimáticos disponibles para la provincia de La Pampa, (INTA, 1980).

El régimen de humedad de los suelos del área de estudio pertenecen al régimen arídico.

Esto significa que, si se exceptúa a suelos de la terraza baja (Asociación N°11 - véase plano N°1) que exhiben drenaje deficiente, la absoluta mayoría de los suelos estudiados permanecen por debajo del punto de marchitez permanente la mayor parte del año; es decir que se hallan secos y en rigor esta situación perdura durante casi los doce meses, siendo excepcional que alcancen un contenido de humedad próximo a la "capacidad de campo" y en consecuencia les corresponde un régimen arídico máximo.

Tales condiciones explican la presencia de una estepa arbustiva rala, así como los limitados procesos de lavado y lixiviación de constituyentes en el perfil del suelo. Por ello es frecuente hallar concentraciones de sales solubles, yeso y carbonato de calcio muy próximos a la superficie; también queda justificada la virtual ausencia de acumulación de arcillas cristalinas en forma de un horizonte B2t argílico.

El régimen arídico se acentúa en aquellos suelos que poseen una composición granométrica gruesa tales como los Torripsamentes, estrictamente arenosos a lo sumo texturalmente de clase areno-franca. Otros suelos afectados por textura gruesa son aquellos que exhiben una importante participación de fragmentos gruesos (grava de 3 a 5 cm de diámetro) identificados como Torriortentes típicos, esquelético franca gruesa; también quedan afectados por una muy baja retención hídrica los suelos que poseen una cubierta arenosa que sobreyace a la zona de acumulación calcárea blanda (Calciortides) o bien calcáreo cementado (Paleortides).

En cuanto al régimen de temperatura de los suelos estudiados corresponde definirlo como "térmico". es decir con un rango de temperatura media anual a 50 cm de profundidad comprendido entre los 15°C y 22°C. En rigor el promedio anual es de 17°C, la media de verano es de 22°C y la media invernal es de 12°C.

Respecto del período durante el cual los suelos poseen una temperatura media igual o mayor a 8°C tendría una duración aproximada de 290 días consecutivos contados a partir de fines de Agosto hasta casi fines de Mayo: durante el período restante (invernal) los suelos tendrían una temperatura media a 50 cm de profundidad igual o mayor de 5°C pero inferior a 8°C, y sólo en su horizonte superficial alcanzarían temperaturas por debajo de los 5°C aproximándose a los 0°C.

Todos estos valores han sido inferidos o bien deducidos de datos de estaciones que no se hallan en la zona de estudio, pero estarían convalidados con las mediciones efectuadas en la Estación Agrometeorológica de la Facultad de Ciencias Agrarias ubicada en Cinco Saltos, obviamente considerando las diferencias en latitud, longitud y altitud.

5 - METODOLOGIA PARA LA ESTIMACION DE LA APTITUD DE LAS TIERRAS

5.1 GENERALIDADES

Es frecuente en nuestro país que los estudios edafológicos presenten la aptitud de las tierras utilizando los criterios especificados por el sistema del Bureau of Reclamation (USDI, 1953).

En este caso los autores han creído conveniente, como en otras oportunidades, descartar el empleo del citado esquema por diversas razones, pero principalmente porque:

- para adecuarse a las exigencias de escala de trabajo y de presentación de los resultados, así como el grado de pureza y homogeneidad de las unidades cartográficas que impone el Bureau of Reclamation se hubiese requerido un esfuerzo manifiestamente superior en costos y tiempo que esta etapa no justificaba.

Al respecto conviene recordar que la escala más pequeña que prevé el sistema para estudios a nivel de Reconocimiento es 1:24.000. Esta relación terreno/plano comporta una muy alta densidad de controles en campaña -y el consiguiente gasto- para asegurar la obtención de un elevado nivel de desagregación del área de estudio y obtener Unidades Cartográficas Simples con un grado de pureza del orden del 90%.

Para el logro de estos requisitos se hubiese excedido en mucho los objetivos del presente estudio y su carácter ejecutivo. Al mismo tiempo se hubiese desvirtuado el método de las sucesivas aproximaciones que permite avanzar paulatinamente con grados de certeza y crecientes -descartando áreas y prioritando otras- para hacer eficientes los fondos públicos destinados a estudios básicos.

Las especificaciones muy precisas del sistema Bureau of Reclamation no solo han sido definidas por el USDI (1953) sino que recientemente han sido recreadas y avaladas con detalle por Maletic and Hutchings (1976), Dent and Young (1981), Mc Rae and Burnham (1981), FAO (1978 y 1986). En nuestro país este sistema está muy difundido, pero su uso casi siempre no se ha ajustado a las normas y filosofía original (cf Ferrer, 1987).

Actualmente se dispone de trabajos en los que se ha utilizado otros sistemas de evaluación más acorde con el nivel de información que generan los levantamientos a nivel de Reconocimiento. El lector interesado podrá acceder a esos nuevos intentos recurriendo a los estudios en la cuenca del río Limay (Irisarri et al 1987), en el estudio del área de Michihuao (Ferrer et al 1984). La adopción de otros sistemas de aptitud se han aplicado también en otras provincias. Así por ejemplo en San Juan, Mendía (1986) evaluó la aptitud de los suelos para cultivos anuales y permanentes, en Catamarca la evaluación se hizo para pimiento y alfalfa (Ferrer y Mendía, 1987); también Irisarri, Mendía y colaboradores (1988) aplican similares criterios en suelos del valle medio y superior del río Chubut.

Recientemente los autores realizan evaluaciones de similar naturaleza en Tierra del Fuego y en el área de influencia de la futura presa de Michihuao.

En la mayoría de los casos citados se emplearon criterios que derivan del "Esquema de evaluación de la aptitud de las tierras" (FAO, 1976). Algunos de ellos fueron adoptados en esta oportunidad, los que se exponen seguidamente.

5.2 CRITERIOS Y SISTEMA DE EVALUACION ADOPTADO

- a) se utilizó un concepto muy restringido del término tierra (land) en relación al definido por FAO (1976).

La evaluación de la aptitud para el riego aquí realizada se refiere casi con exclusividad a los caracteres de los suelos y sólo se incorpora-

ron aspectos del paisaje tales como relieve, microrrelieve, pendiente y grado de disección. No se incorporó en la evaluación de la aptitud las características climáticas u otras tal como propone el esquema de la FAO (op.cit.).

- b) la evaluación o clasificación de las tierras es de tipo cualitativa.

Esto significa que la aptitud relativa sólo se expresa en términos cualitativos (Alta, Moderada, No Apta, etc.) a partir del uso de características de los suelos. Por lo tanto no se proveen estimaciones de los rendimientos ni beneficios esperados tal como ocurre con las clasificaciones de índole económica.

- c) para la estimación de la aptitud se utilizó el concepto de características omitiéndose el de cualidad.

Una característica es una propiedad del suelo que puede ser: apreciada organolépticamente (como por ejemplo el color, la consistencia) o bien puede ser medida tanto in situ (espesor útil, presencia de fragmentos gruesos por volumen unitario) como en laboratorio (pH, capacidad de intercambio catiónico, carbono orgánico, etc.). Estas características suelen ser distintivas para diferentes clases de suelos, pero también es común que difieran significativamente entre los horizontes consecutivos en un mismo perfil, dado la frecuente anisotropía vertical de los suelos.

En la práctica las características son colectadas en el curso de un levantamiento de suelos. En el presente trabajo se hallan documentadas en el Tomo 2; Capítulo 7 (descripción de las unidades cartográficas, caracteres morfológicos y datos analíticos).

Al realizar una interpretación de esa información en términos de aptitud, lo que se predice es el comportamiento del suelo como un todo, y no asumiendo que se halla desmembrado en características que actúan aisladamente.

- d) a fin de decidir cuáles características debían participar en la estimación de la aptitud se optó inicialmente por seleccionar dos cultivos ecológicamente aceptables a la zona; al mismo tiempo que fueran representativos de sendos grupos amplios de cultivos contrapuestos en sus demandas edáficas, en sus exigencias en labores culturales, y en gran medida en su diferente utilización.

Por todo ello se eligió al maíz y la cebada.

- e) elegidos los cultivos se optó por el esquema de Sys (1985) con algunas modificaciones menores a fin de adaptarlo al nivel del presente trabajo. En los cuadros N°2 y 3 se consignan los requerimientos en términos cuantitativos del paisaje y de las características de los suelos, indispensables para evaluar la aptitud para el maíz y la cebada respectivamente.
- f) finalmente se decidió incorporar los conceptos de aptitud actual y aptitud potencial.

En el presente estudio se define la aptitud actual como el conjunto de condiciones presentes (de paisaje y de suelo) que poseen las tierras en su estado prístino, sin mejoras. Es decir que para estimar la aptitud actual se hizo participar la actual configuración del microrrelieve y los tenores salino-sódicos que presentan los suelos, además de las otras características exigidas tales como constan en los cuadros N°2 y 3.

En cuanto a la aptitud potencial se asumió las mejoras que admitirían muchos de los suelos identificados, haciendo participar entonces a aquellas características consideradas como corregibles como el microrrelieve, el drenaje y los contenidos en sales y sodio que presumiblemente alcanzarán los suelos en equilibrio con el agua de riego proveniente del río Colorado.

Este último aspecto resulta de vital importancia toda vez que son conocidos los efectos nocivos que generan la presencia de sales para la pro-

U.C.Nº	11		12			21		22		23			24		25			26			27			28			29			31		32		33		34			
SUELO INTEGRANTE (%)	60	40	50	40	10	70	30	70	30	50	30	20	70	30	50	30	20	50	30	20	60	30	10	70	20	10	70	20	10	70	30	70	30	70	30	90	10		
CARACTERISTICAS																																							
Pendiente																																							
Micro-relieve	• •	• •	• •	• •	• •			• •	• •	•	•	•	•	•				•	•	•	• •	• •	• •				•	•	•	• •	• •	•	•	•	•	•	•	•	•
Drenaje	•																		•																	• •	• •		
Textura/Estructura					•							•					•		•			•	•	•		•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•		
Fragmentos gruesos												• •	•				• •		•			•			•			• •	•			• •	•						
Profundidad efectiva												• •					• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		
Carbonato de Calcio																			• •				• •																
Yeso																																							
CIC					•							•					•			•			•				•				•								
Salinidad	• •	•	• •	• •			• •		• •		• •			• •	•	• •		• •		•	• •		•	•		•				•	• •	•	•	•	•	•	•	•	•
Sodicidad	• •	• •	• •	• •		•	• •		• •		• •			• •		• •		• •		• •		• •		• •		•		• •	• •		•		• •			• •		• •	•
APTITUD ACTUAL (1)	N1	S3	N1	N1	S3	S2	N1	S3	N1	S2	N1	N1	S2	N1	S2	N1	N1	N1	S3	N2	N1	S3	N2	S3	S3	S3	N1	S3	S3	N1	N1	S3	N1	S3	N1	N1	N1		

U.C.Nº SUELO INTEGRANTE (%)	11		12			21		22		23			24		25			26			27			28			29			31		32		33		34		
	60	40	50	40	10	70	30	70	30	50	30	20	70	30	50	30	20	50	30	20	60	30	10	70	20	10	70	20	10	70	30	70	30	70	30	90	10	
CARACTERÍSTICAS																																						
Pendiente																																						
Micro-relieve																																						
Drenaje																																						
Textura/Estructura					•							•					•			•			•	•	•		•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•
Fragmentos gruesos												•	•				•					•			•				•	•								
Profundidad efectiva												•	•				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•			•	•		•	•	
Carbonato de Calcio																		•		•			•															
Yeso																																						
CIC					•							•					•			•			•				•				•							
Salinidad	•		•	•			•				•			•		•					•									•							•	•
Sodicidad																																						
APTITUD POTENCIAL (1)	S2	S1	S2	S2	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	N1	S1	S2	S1	S2	N1	S3	S3	N2	S3	S3	N2	S3	S3	S3	S3	S3	S3	N1	N1	S2	N1	S2	N1	N1	S2	

(1) La clase de aptitud se definió mediante la característica con mayor grado de limitación.

LIMITACION DE LA CARACTERISTICA DEL SUELO

Sin limitación, o a lo sumo leve

•

Moderado

••

Severa

•••

Muy severa

••••

Extremadamente severa

CLASES DE APTITUD PARA EL RIEGO DEL MAIZ

APTAS

S1 - MUY APTA (sin o a lo sumo con leves limitaciones)

S2 - MODERADA (posee una o mas características con limitaciones moderadas)

S3 - MARGINAL (posee una o mas características con limitaciones severas)

NO APTAS

N1 - TEMPORARIAMENTE (posee una o mas características con limitaciones muy severas)

N2 - PERMANENTEMENTE (posee una o mas características con limitaciones extremadamente severas)

U.C. Nº		11		12			21		22		23			24		25			26			27			28			29			31		32		33		34	
SUELO INTEGRANTE (%)		60	40	50	40	10	70	30	70	30	50	30	20	70	30	50	30	20	50	30	20	60	30	10	70	20	10	70	20	10	70	30	70	30	90	10		
CARACTERÍSTICAS																																						
Pendiente																																						
Micro-relieve		• •	• •	• •	• •	• •			• •	• •	•	•	•	•	•				• •	• •	• •	• •	• •	• •				• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	
Drenaje		•																																		• •	• •	
Textura / Estructura						• •													• •					• •				• •								• •	• •	
Fragmentos Gruesos													• •	•				• •			•			• •				• •				• •						
Profundidad efectiva													• •					• •		• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •		• •		• •		
Carbonato de Calcio																																						
Yeso																																						
CIC						•							•					•					•				•				•							
Salinidad				• •	• •			• •	• •			• •	• •		• •	• •		• •		• •			• •							• •							• •	• •
Sodicidad				• •	• •			• •				• •		• •				• •			• •			• •				• •								• •	• •	
APTITUD ACTUAL ⁽¹⁾		S3	S3	N1	N1	S3	S1	N1	S3	N1	S2	N1	N1	S2	N1	S1	N1	N1	S3	S2	N1	S3	S3	N1	S2	S2	S2	S3	S2	S2	N1	S3	S2	S3	S2	S3	N1	N1

SUELO INTEGRANTE (%)	U.C.Nº		11			12			21		22		23			24		25			26			27			28			29			31		32		33		34	
	60	40	50	40	10	70	30	70	30	50	30	20	70	30	50	30	20	50	30	20	60	30	10	70	20	10	70	20	10	70	30	70	30	70	30	90	10			
CARACTERISTICAS																																								
Pendiente																																								
Micro-relieve																																								
Drenaje																																								
Textura/Estructura					• •													• •			• •			• •				• •										• •	•	
Fragmentos gruesos												• •	•					• •	•			•			•			• • •					• •	•						
Profundidad efectiva												•					•	•		• •	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •		• •		• •		
Carbonato de Calcio																				•				•																
Yeso																																								
CIC					•							•					•			•			•				•				•									
Salinidad																																								
Sodicidad																																								
APTITUD POTENCIAL (t)	S1	S1	S1	S1	S3	S1	S1	S1	S1	S1	S1	N1	S1	S1	S1	S1	N1	S2	S2	N1	S2	S2	N1	S2	S2	S2	S3	S2	S2	N1	S3	S1	S3	S1	S3	N1	S1			

(1) La clase de aptitud se definió mediante la característica con mayor grado de limitación.

LIMITACION DE LA CARACTERISTICA DEL SUELO

- Sin limitación, o a lo sumo leve

••

Muy severa
- Moderado
- Extremadamente severa
- Severa

CLASES DE APTITUD PARA EL RIEGO DE CEBADA

- S1 - MUY APTA (sin o a lo sumo con leves limitaciones)

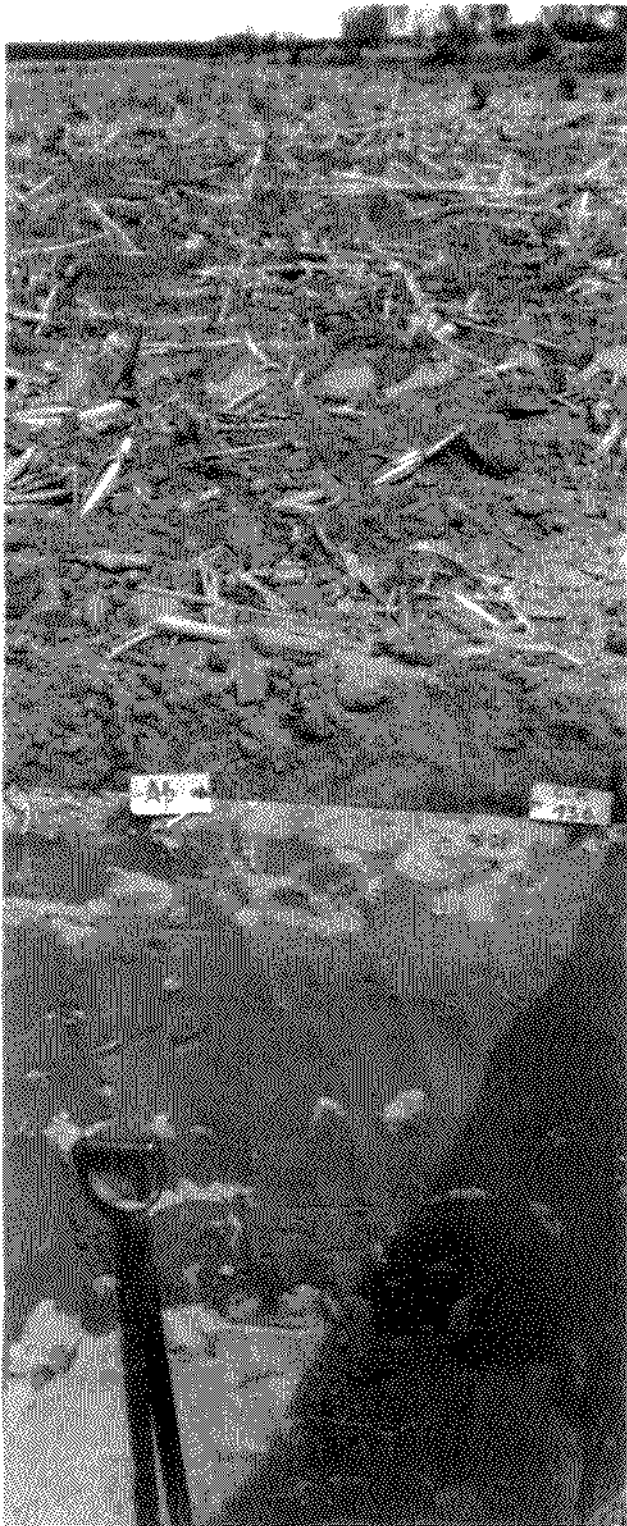
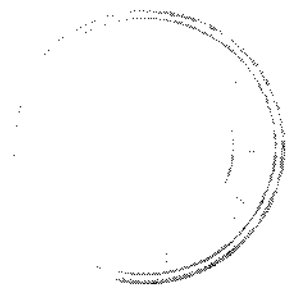
S2 - MODERADA (posee una o mas características con limitaciones moderadas)

S3 - MARGINAL (posee una o mas características con limitaciones severas)

APTAS
- N1 - TEMPORARIAMENTE (posee una o más características con limitaciones muy severas)

N2 - PERMANENTEMENTE (posee una o mas características con limitaciones extremadamente severas)

NO APTAS



Setiembre de 1990



Foto N°1: Perfil de suelo de parcela con cultivo de maíz perteneciente a la Unidad Cartográfica N°12. Estación ANCONA S.A.



Mayo de 1990



Foto N°2: Area sistematizada en proximidades de "La Japonesa", dentro de la Unidad Cartográfica N°22.

ducción sostenida y redituable de los cultivos. Debe quedar claro que la aptitud potencial resulta de un pronóstico -particullarmente en lo que hace a la salinidad y sodicidad- realizado en esta oportunidad en el marco de un estudio con alto nivel de generalización y por ende con un grado considerable de incertidumbre en lo que hace a condiciones adecuadas de drenaje tales que aseguren el lavado de las sales.

La exigua superficie cultivada con riego en el área de estudio (inferior a 100 ha) en la Ea. Ancona y en proximidades de La Japonesa (Fotos N°1 y 2 respectivamente) permite presumir un rápido lavado de sales con los primeros riegos. Por otro lado los datos que se dispone en Colonia Ampliación El Sauzal, en proximidades de Colonia 25 de Mayo- luego de 20 años de riego indican un apreciable descenso de los tenores salinos originales, obviamente en condiciones adecuadas de drenaje.

- g) la determinación de la clase de aptitud de cada suelo identificado -sea para maíz o para cebada- se definió en el presente estudio en función de la característica más limitante.

Así por ejemplo un suelo que reúne los niveles óptimos en todas sus características, excepto una de clase Marginal, su aptitud final es calificada precisamente como MARGINAL.

- h) si bien el micro-relieve participa como característica corregible no ocurre lo mismo con el relieve cuando presenta desniveles topográficos de mayor magnitud (mayor de 2 metros, fuerte disección, etc.). Esta aclaración es válida para algunos sectores no cartografiables de las Unidades 11; 12 y 22, principalmente las dos primeras donde se aprecia lagunas semilunares, albardones, etc. (véase fot. N°3, Tomo 2). Para esos sectores es probable que ulteriores estudios de suelos deban prever técnicas de riego que se adecuen a esa configuración topográfica.

- i) Las tierras clasificadas como no aptas fueron discriminadas en No Aptas temporariamente y No Aptas permanentemente.

Las tierras consideradas No aptas permanentemente son aquellas que poseen características de una severidad tal, en una o más limitaciones no corregibles, que no se prevé ninguna posibilidad de asegurar un uso sostenido.

Por su parte las No aptas temporariamente poseen limitaciones tales que si bien el uso de la tierra podría resultar técnicamente factible, no resulta económico. Adelantos en la tecnología, la generación de nuevas variedades, o bien cambios en los precios relativos pueden conducir en el futuro a una mejor calificación de estas tierras (Dent y Young, 1981).

CALIDAD DE LAS AGUAS DEL RIO COLORADO PARA EL RIEGO.

Tal como destaca la FAO (1979) las características climáticas y la calidad del agua del área-proyecto pueden ser más significativas que las propias características edáficas para estimar la aptitud de las tierras para el riego.

Se considera entonces pertinente realizar un análisis sumario de la calidad de las aguas del Río Colorado para predecir el comportamiento de los suelos ante su eventual incorporación al regadío.

En la figura N°5 se aprecia el diagrama de Riverside, modificado por Thorne y Peterson, en el que se han ubicado los resultados analíticos de muestras de agua obtenidos en el Río Colorado a la altura del Puente-dique ubicado en el límite entre las provincias de Río Negro y La Pampa, al NW de Colonia 25 de Mayo, información proveniente del laboratorio del Ente Provincial del Río Colorado de La Pampa.

Tal como se aprecia la gran mayoría de las muestras pertenecen a la Clase C3-S1, con algunos casos propios de la Clase C2-S1. Es decir que en general la calidad de las aguas del Río Colorado poseen una mediana peligrosidad salina (C3) y una baja peligrosidad sódica (S1). (Fig. 5-a).

Cuando se analiza la composición de las aguas se destaca un elevado contenido en forma de sulfato de calcio. Considerando que su baja solubilidad posibilita su precipitación y por ende no interviene como limitante para los cultivos, se considera conveniente introducir la corrección propuesta por Nijensohn (1978) para establecer la conductividad eléctrica efectiva y por lo tanto la calidad real del agua de riego. (Fig. 5-b).

Así, luego de aplicar el FIC (Factor interpretativo de Corrección de aquel autor) surge que la C_e efectiva del agua de riego es de 700 micromhos lo que le confiere el adjetivo de moderada peligrosidad salina. (en Fig. 5-a)

Esto significa que esta agua puede utilizarse para todos los cultivos -ex-

ceptuando los extremadamente sensibles a la salinidad- siempre y cuando se trate de suelos de permeabilidad adecuada.

De acuerdo a la propuesta de Nijensohn, a las aguas del Río Colorado les correspondería la denominación de levemente salina, es decir apta para el riego de todos los cultivos, omitiendo los más sensibles frente a la presencia de sales. (en Fig. 5-b)

En cuanto a la peligrosidad sódica de las aguas resulta baja dado que los valores de RAS varían entre 3 y 3,8. Considerando, de acuerdo al autor precitado, que la RAS (Relación de Adsorción de Sodio) se incrementa con el aumento de la concentración salina -hecho que ocurre cuando el agua de riego se concentra en el suelo- se estima que la RAS potencial (RASP) podrá alcanzar valores próximos a 6, valor distante de los niveles potencialmente críticos equivalentes a RAS del orden de 8 a 10.

Si se analiza la composición aniónica surge que el orden por importancia decreciente es la siguiente:



El anión cloruro es el más importante y en tal sentido debe considerarse su tendencia a formar sales solubles que suelen permanecer disueltas aun cuando la solución del suelo incremente su concentración.

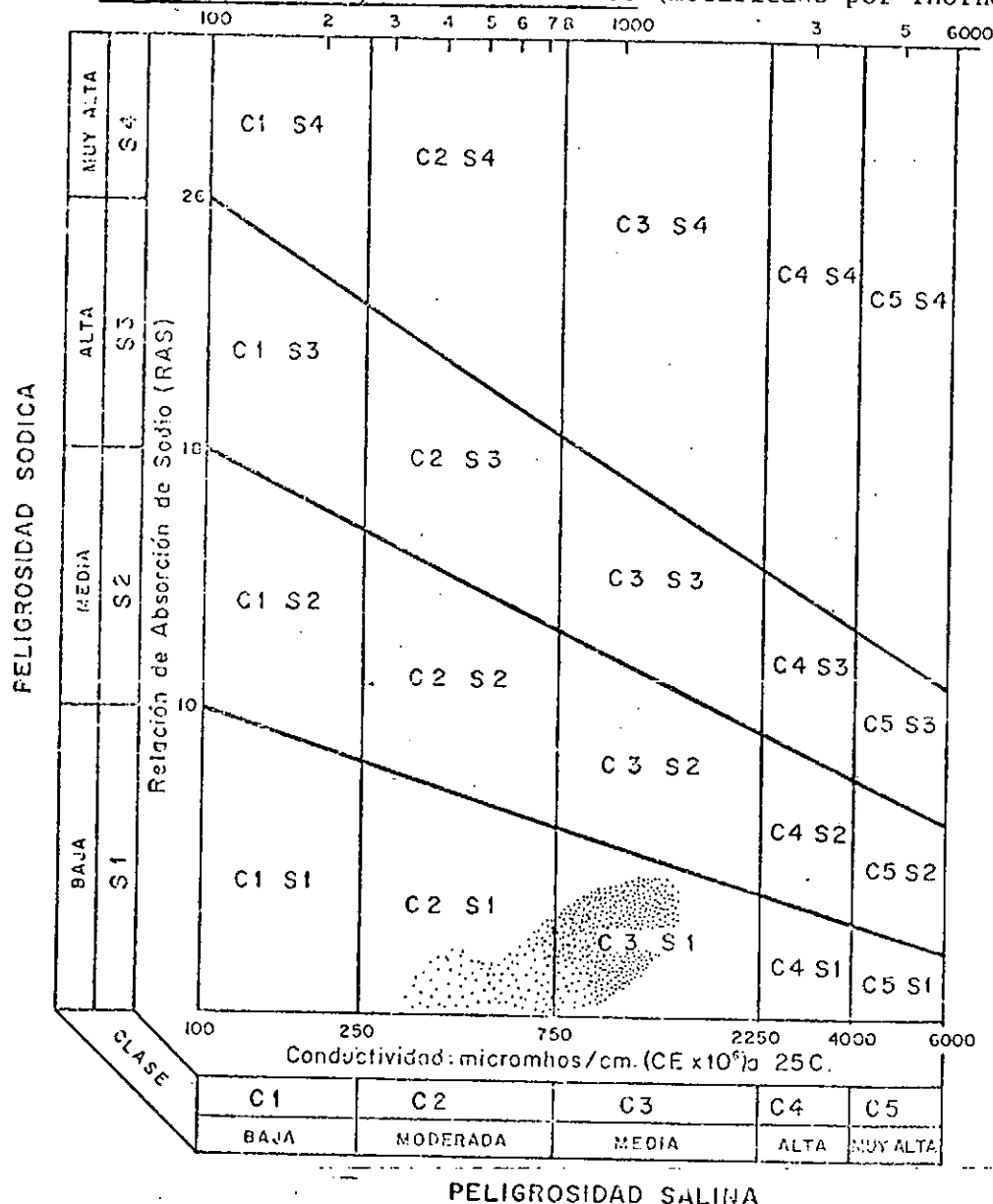
Representa una toxicidad específica para ciertos frutales y su eliminación implica técnicas de lavado y drenaje.

No obstante lo señalado se interpreta que su participación (4 a 6 meq/litro) no constituye en general una limitación para la mayoría de los cultivos.

En cuanto al anión sulfato se estima que su participación no resulta tóxica, pudiendo aportar azufre, elemento beneficioso para el crecimiento vegetal. El sulfato tiende a formar sales solubles de sodio y magnesio, pero también

Peligrosidad sódica y salina de las aguas del Río Colorado.

a) De acuerdo al Esquema de Riverside (modificado por Thorne y Peterson):



b) De acuerdo a Nijenshon (1978):

Categoría Ce efect. (micromhos/cm. a 25°C)		Calificación
1	no a 250	Agua escasamente salina
2	250 a 750	Agua levemente salina
3	750 a 1250	Agua moderadamente salina
4	1250 a 1750	Agua medianamente salina
5	1750 a 2250	Agua francamente salina
6	2250 a 3000	Agua fuertemente salina
7	3000 a 4000	Agua intensamente salina
8	mayor a 4000	Agua excesivamente salina

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

de solubilidad restringida como el sulfato de calcio que tiende a precipitar en el suelo.

En cuanto a los carbonatos y bicarbonatos surge claramente -en base a los datos disponibles- que las aguas del río Colorado no constituyen un peligro en términos de "carbonato de sodio residual". Efectivamente se comprueba que:

$$\begin{array}{c} \text{(CSR)} \\ \text{(carbonatos + bicarbonatos)} < (\text{Ca} + \text{Mg}) \end{array}$$

a tal punto que el valor de CSR resulta negativo y por lo tanto sin peligro de formar carbonatos cálcico-magnésicos y mucho menos carbonato sódico de elevada peligrosidad para la amplia mayoría de los cultivos.

Al interpretar la composición catiónica de las aguas se desprende claramente que el orden de los cationes por importancia decreciente es el siguiente:

$$\text{sodio} > \text{calcio} \gg \text{magnesio} > \text{potasio}$$

El elemento sodio es considerado no tan esencial para las plantas en cantidades importantes en la solución del suelo, así como en estado adsorbido, suele conferirle un medio alcalino y una tendencia a la dispersión de los coloides afectando negativamente la permeabilidad. El predominio de yeso en los suelos actualmente y el hecho que prevalezcan sales de sulfato de calcio en las aguas, permiten presumir que los efectos nocivos por el sodio serán disminuidos considerablemente.

En cuanto al catión calcio, cuya participación casi iguala a la del sodio, permite afirmar que las demandas por parte de los eventuales cultivos podrán estar aseguradas. Su importancia reside en que es un esencial elemento para las plantas y que suele provocar en los suelos buenas condiciones en su estructura, aireación y permeabilidad. Excesos en sales cálcicas pueden producir un pH alcalino y al mismo tiempo generar deficiencias en otros elementos por bloqueo tal como ocurre con el Hierro.

Respecto del Magnesio, elemento también necesario para los cultivos, cabe indicar que su concentración es apreciablemente inferior a la del calcio y en

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

consecuencia no se prevén efectos nocivos manifestados por la dispersión de los coloides.

En lo referente al potasio su participación parece ser exigua, por lo que habrá de considerarse en ocasiones fertilización potásica, toda vez que resulta ser un constituyente de alta demanda por parte de la mayoría de los cultivos.

La previsible concentración salina -a partir de las sales transportadas por el río- que se produzca en la solución del suelo, así como el aumento del valor RAS parecen ser de escasa cuantía por lo que puede afirmarse que las aguas del río Colorado como fuente para el regadío resultan aptas para el riego de la mayoría de los cultivos ecológicamente adaptables al área de estudio, exceptuando los muy sensibles a la presencia de sales.

Esta afirmación deberá ser confirmada en los necesarios y sucesivos estudios de factibilidad, toda vez que el presente constituye una limitada aproximación al futuro comportamiento de los suelos estudiados ante su eventual incorporación al regadío. Estudios y análisis más específicos sobre la naturaleza de las aguas del río Colorado servirán para predecir sus efectos y para avalar una probable toxicidad bórica y/o insuficiencia de oligoelementos tales como el zinc o el manganeso según se desprende de entrevistas mantenidas con técnicos del Ente de Colonia 25 de Mayo.

5.3 RESULTADOS

De acuerdo a los criterios explicados en el ítem 5.2 se estimó la aptitud de los suelos integrantes de cada una de las 15 Unidades Cartográficas en que se desagregó al área de estudio.

En el cuadro N°4 se indica la aptitud actual y potencial de cada suelo para maíz y cebada. En cada caso se consigna la o las características más limitantes, es decir de mayor gravedad y por ende determinantes de la clase de aptitud.

Puede apreciarse que algunas características limitantes en la aptitud actual no se registran en la aptitud potencial, indicando así que, en su carácter de propiedades corregibles, pueden mejorar o bien desaparecer con el uso sostenido bajo riego tal como es el caso de la salinidad.

Otras características como la textura y la profundidad efectiva persisten con su grado de restricción cuando se comparan la aptitud actual y la potencial toda vez que se trata de propiedades no corregibles

Para quien procure un mayor detalle puede recurrir a los cuadros N°5 y 6. En ellas se documenta para cada suelo el grado de limitación de cada una de las siete características utilizadas para estimar la aptitud actual y potencial de los dos cultivos seleccionados.

Los resultados obtenidos pueden resumirse según las siguientes características:

- RELIEVE Y MICRO-RELIEVE: en general el área estudiada presenta un relieve plano; cuando se analiza en sentido norte-sur posee una configuración de amplios escalones que descienden hacia el río Colorado.
- Sólo fracciones, no cartografiables por razones de escala, pertenecientes a las Unidades cartográficas N°11 y 12, y en menor medida la N°22 poseen rápidos cambios topográficos resultantes de la presencia

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Cuadro N°4

UNIDAD CARTOGRAFICA N°	Superficie en ha	APTITUD DE LAS TIERRAS PARA EL RIEGO			
		MAÍZ		CEBADA	
		CLASE	LIMITACIONES PRINCIPALES	CLASE	LIMITACIONES PRINCIPALES
11*	60	N1	SALES	S3	MICRORELIEVE
	40	S2	SALES	S1	MICRORELIEVE
(3.400)	40	S3	MICRORELIEVE	S3	MICRORELIEVE
	40	S1	SODIO SUPERF.	S1	
12*	50	N1	SODIO y SALES	N1	SODIO y SALES
	40	N1	SODIO y SALES	N1	SODIO
(4.600)	40	S2	SALES	S1	
	10	S3	MICRORELIEVE	S3	MICRORELIEVE
21	70	S2	TEXT. CIC	S3	TEXT.
	30	S1		S1	
(6.950)	30	N1	SODIO y SALES	N1	SALES
	30	S2	SALES	S1	
22*	70	S3	MICRORELIEVE	S3	MICRORELIEVE
	30	S1		S1	
(4.750)	30	N1	SODIO y SALES	N1	SALES
	30	S2	SALES	S1	
23	50	S2	MICRORELIEVE	S2	MICRORELIEVE
	30	S1		S1	
(2.800)	30	N1	SODIO y SALES	N1	SALES
	20	S2	SALES	S1	
24	70	N1	FRAGMENTOS GRUESOS	N1	FRAGMENTOS GRUESOS
	30	N1	FRAGMENTOS GRUESOS	N1	FRAGMENTOS GRUESOS
(3.800)	30	S2	MICRORELIEVE	S2	MICRORELIEVE
	30	S1		S1	
25	50	N1	SODIO y SALES	N1	SALES
	30	S2	SALES	S1	
(2.700)	20	N1	FRAGMENTOS GRUESOS	N1	FRAGMENTOS GRUESOS
	20	N1	FRAGMENTOS GRUESOS	N1	FRAGMENTOS GRUESOS
26	50	N1	SODIO y SALES	S3	SALES
	30	S3	PROF. EFFECT.	S2	PROF. EFFECT.
(12.650)	30	S3	PROF. EFFECT.	S2	MICRORELIEVE
	20	N2	PROF. EFFECT.	N1	PROF. EFFECT.
27	60	N1	SODIO y SALES	S3	MICRORELIEVE
	30	S3	PROF. EFFECT.	S2	PROF. EFFECT.
(6.200)	30	S3	MICRORELIEVE	S3	MICRORELIEVE
	10	N2	PROF. EFFECT.	N1	PROF. EFFECT.
28	70	S3	PROF. EFFECT.	S2	PROF. EFFECT.
	20	S3	PROF. EFFECT.	S2	PROF. EFFECT.
(19.200)	10	S3	PROF. EFFECT.	S2	PROF. EFFECT.
	10	S3	PROF. EFFECT.	S2	PROF. EFFECT.
29	70	N1	SODIO	S3	TEXT. FRAG. GRUE.
	20	S3	PROF. EFFECT.	S2	MICRORELIEVE
(7.850)	10	S3	PROF. EFFECT.	S2	PROF. EFFECT.
	10	S3	PROF. EFFECT.	S2	PROF. EFFECT.
31	70	N1	FRAG. GRUE.	N1	FRAG. GRUE.
	30	N1	PROF. EFFECT.	S3	MICRORELIEVE
(12.400)	30	N1	PROF. EFFECT.	S3	PROF. EFFECT.
32	70	S3	SODIO	S2	MICRORELIEVE
	30	N1	PROF. EFFECT.	S3	PROF. EFFECT.
(9.800)	30	N1	PROF. EFFECT.	S3	PROF. EFFECT.
33	70	S3	SODIO	S2	MICRORELIEVE
	30	N1	PROF. EFFECT.	S3	PROF. EFFECT.
(12.550)	30	N1	PROF. EFFECT.	S3	PROF. EFFECT.
34	90	N1	SALES	N1	SALES
	10	N1	SALES	N1	SALES

*. Las Unidades 11, 12 y 22 poseen sectores con severas restricciones topográficas, no cartografiados a esta escala, limitación permanente que no participó en la aptitud.

de lagunas semilunares y albardones.

En ulteriores estudios debe preverse su cartografía individual y considerarse métodos adecuados para su eventual riego.

- La pendiente general -considerando la Asociación de suelos- se halla próxima al 1%. Queda exceptuada de esta generalización la Unidad N°33 por superar aquel gradiente. Otro caso es la unidad N°34 que posee un relieve levemente cóncavo, poco propicio para la eliminación de los excedentes hídricos.
- En general el micro-relieve no constituye una limitación; en alrededor del 25% del área el microrrelieve implica movimiento de suelo y nivelación, situación que ocurre parcialmente en las Unidades N°11; 12; 22; 27 y 31.
- DRENAJE: de las observaciones en campaña y hasta una profundidad cercana a los dos metros permiten afirmar que en general los suelos del área poseen condiciones adecuadas de drenaje. Quedan eximidos los suelos Paleor- tides (3.200 ha) por presentar un manto calcáreo, cementado a los 50 cm de profundidad. Otra excepción está constituida por algunos sectores de las unidades cartográficas N°11 y 12 que poseen una capa freática alta (1,80 m) o bien materiales con permeabilidad moderada; finalmente amplios sectores de la unidad 34 poseen suelos con permeabilidad lenta o muy lenta.
- TEXTURA: la mayoría de los suelos del área poseen texturas medias o medianamente gruesas. Alrededor de 9.150 hectáreas poseen suelos con textura arenosa en todo su perfil con las consiguientes limitaciones asociadas (baja fertilidad, baja retención hídrica, falta de agregación, susceptibilidad a la erosión, etc.). En el otro extremo textural (arcillo-limoso o arcilloso) se hallan suelos de la Unidad 34 los que resultan masivos o bien con agregados muy gruesos y consistencia extremadamente fuerte en húmedo y muy duros cuando secos.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

- PROFUNDIDAD EFECTIVA: si bien en general los suelos son profundos, existen sectores de considerable extensión que poseen restricción para ser explorados por el sistema radicular. Se trata de horizontes petrocálcicos (5.900 ha) u horizontes cálcicos compactados (13.450 ha al menos). Otros casos están integrados por suelos esqueléticos con más del 35 % de grava por volumen unitario de suelo; se trata de 9.800 hectáreas que cubren parcialmente las Unidades 23, 25 y 31. Tanto el caso de los horizontes compactados -generados por un reordenamiento de las partículas en respuesta a causas físicas y químicas de origen interno y/o externo (Dexter, 1986)- como el caso con abundante grava, constituyen una limitación o bien para el normal desarrollo y nutrición del sistema radicular.
- Cuando se analiza la profundidad efectiva en términos de cultivos específicos los valores citados precedentemente adquieren otra dimensión. Así, por ejemplo, si se considera al maíz se deduce que alrededor de 62.900 ha corresponden a suelos que no superan el metro de profundidad lo cual constituye una severa a muy severa restricción para su desarrollo. Sólo 3.200 hectáreas resultan no aptas dado que sus suelos no exceden los 20 cm de espesor toda vez que están limitados por abundante grava y/u horizontes cementados. En el caso de la cebada por tratarse de un cultivo menos exigente en lo que a volumen de exploración radicular se refiere, sólo 13.600 hectáreas poseen suelos con serios problemas por profundidad (inferior a 40 cm).
- CARBONATO DE CALCIO Y YESO NO CEMENTADOS: considerando los tenores en carbonato y sulfato de calcio que poseen los suelos, se estima que no constituyen una restricción para los cultivos analizados. En ulteriores estudios deberá preverse análisis del subsuelo para detectar capas de yeso que por su solubilidad pueden atentar contra la estabilidad de la red de riego y drenaje (fenómenos de colapso). La elección de cultivos deberá considerar su mayor o menor sensibilidad a la presencia de calcáreo.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

- FERTILIDAD: a juzgar por los índices de capacidad de intercambio catiónico (CIC) que exhiben los suelos, se estima que la mayor parte de ellos posee adecuados valores. Algo menos del 18% del área (20.000 ha) posee suelos cuya CIC varía entre 10 y 15 meq/100 gr considerada como una moderada limitación.

Los valores están referidos casi con exclusividad a la fracción mineral coloidal, ya que son muy exigüos los tenores en humus, tal como ocurre con los suelos de regiones áridas. La incorporación de materia orgánica -una vez habilitados al riego- mejorará los valores de CIC.

En cuanto a la composición catiónica los suelos no ofrecen restricciones principalmente en lo que a cationes bivalentes se refiere. El potasio se presenta en valores bajos. Se ignora la participación del fósforo y de oligoelementos, tanto los esenciales como los que pueden llegar a constituir toxicidades.

- SALINIDAD Y SODICIDAD: tan sólo un 12 % (13.750 ha) está integrado por suelos no salinos y no sódicos. El resto de los suelos identificados posee variables contenidos salino-sódicos y a distintas profundidades. La combinación de las variables salinidad, sodicidad y las diferentes profundidades en las que aparecen se han documentado en el presente trabajo en forma de Fases cuyos valores areales se consignan en el cuadro N°1 y su distribución geográfica se aprecia en el Plano N°1.

- A modo de resumen se exponen seguidamente los valores areales de las diferentes clases de suelos salino sódicos identificados:

suelos no salino-no sódicos	=	13.750 ha (12%)
suelos sódicos-no salinos	=	5.500 ha (5%)
suelos salinos-no sódicos	=	40.450 ha (43%)
suelos salino-sódicos	=	44.450 ha (40%)

- Si se analiza la salinidad en referencia al maíz se estima que casi 34.000 ha (30%) distribuidas en numerosas Unidades Cartográficas han sido clasificadas como Actualmente no aptas (Clase de Aptitud N1) con-

siderando que la conductividad específica del extracto de saturación en esos casos supera los 8 mmhos/cm.

En relación a la cebada, su mayor tolerancia a la presencia de sales ha conducido a estimar que 26.000 hectáreas resultan con suelos No aptos dado sus valores de 20 milimhos/cm o superiores.

- En cuanto al sodio resulta una severa restricción para unas 31.500 ha (28%) si se considera al maíz como cultivo posible y tan solo 6.400 ha para el caso de la cebada. Estos guarismos aluden a la situación actual, pero se estima tanto para la salinidad como para la sodicidad que sus tenores pueden disminuir sea por la acción de lavados y/o por el efecto del riego aplicado periódicamente, siempre que cuando existan condiciones de permeabilidad favorable (véase ítem "Calidad del agua del río Colorado para el riego").

5.4 SINTESIS DE LA APTITUD DE LOS SUELOS PARA EL RIEGO.

La aptitud estimada para todos los suelos identificados se sintetiza en el cuadro N°7.

Se aprecia en términos generales que es mayor la superficie de tierras aptas según diferentes clases de aptitud para la cebada en relación al maíz. La razón de esa diferencia estriba en que las exigencias edáficas de aquella son menores que las que se atribuyen al maíz. De allí que no se han identificado tierras de Clase Apta (S1) para el maíz en el estado actual, sin mejoras, principalmente por su gran sensibilidad a la salinidad.

Producido el lavado de las sales la potencialidad de las tierras mejora, incrementándose la superficie en las clases de mejor aptitud para ambos cultivos, siendo la cebada la que acusa de manera más manifiesta las mejoras introducidas por la práctica de riego.

Dado su menor exigencia edáfica no se han identificado para este cultivo la Clase No Apta Permanentemente que identifica a suelos con muy escaso espesor en su profundidad útil.

Finalmente en el cuadro N°8 se presenta un resumen de la aptitud para ambos cultivos discriminándose sólo entre tierras aptas y no aptas.

La distribución areal de las diferentes clases de aptitud puede apreciarse en el plano -adjunto al Tomo 2- en el cual se documenta la geografía de las diferentes calidades de las tierras para el riego de maíz y cebada.

SINTESIS DE LA APTITUD ACTUAL Y POTENCIAL DE LAS TIERRAS PARA MAIZ Y CEBADA, EXPRESADA EN HECTAREAS

Cuadro N° 7

CULTIVO APTITUD CLASE DE APTITUD	Maíz		CEBADA	
	ACTUAL *	POTENCIAL**	ACTUAL	POTENCIAL
Muy Apta (S1)	-	14900 13%	6.200 6%	43.350 39%
Moderadamente Apta (S2)	10.250 9%	28.900 26%	45.050 40%	37.200 33%
Marginalmente Apta (S3)	47.950 43%	42.700 38%	34.900 31%	16.350 15%
No Apta Temporariamente (N1)	50.750 45%	22.450 20%	26.000 23%	15.250 13%
No Apta Permanentemente (N2)	3.200 3%	3.200 3%	-	-

* Alude a las condiciones presentes de paisaje y de suelo sin ninguna mejora

** Luego de haber corregido restricciones por sales, microrelieve y/o drenaje

RESUMEN

Cuadro N° 8

CULTIVO APTITUD TIERRAS	MAÍZ		CEBADA	
	ACTUAL	POTENCIAL	ACTUAL	POTENCIAL
APTAS	58.200 52%	86.500 77%	86.150 77%	96.900 13%
NO APTAS	53.950 48%	25.650 23%	26.000 23%	15.250 13%

CLASE DE
APTITUD :

S1 Muy Apta

N1 No Apta Temporalmente

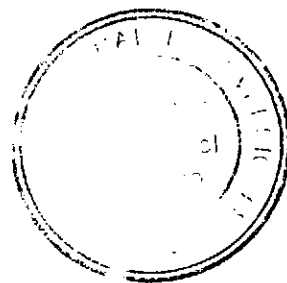
S2 Moderadamente Apta

N2 No Apta Permanentemente

S3 Marginalmente Apta

APTAS

NO APTAS



6 - ALGUNAS PROPUESTAS PARA ULTERIORES ESTUDIOS DE SUELOS

El presente estudio constituye una aproximación al conocimiento de los suelos del área, pero a su vez no ofrece el grado de detalle requerido para la inmediata puesta bajo riego de las tierras que reúnen cualidades más favorables de aptitud.

Si se decide poner esta zona en producción se recomienda realizar un levantamiento Detallado de suelos, obviamente incluido en un estudio integral tal que considere aspectos socio-económicos, producción agropecuaria, ingeniería de riego y drenaje, aspectos catastrales, tenencia de la tierra, hidrogeología, clima.

Con referencia al eventual estudio de suelos se cree conveniente comentar algunos aspectos conducentes a lograr una definición más precisa de sus objetivos y alcances:

- a) La información foto-topocartográfica disponible no es suficiente, para afrontar la ejecución de un levantamiento Detallado.

La planialtimetría que hoy se dispone no cubre las necesidades de las etapas de anteproyecto preliminar y definitivo, y mucho menos para la de proyecto ejecutivo.

- b) Deberá considerarse que es preferible la realización de un estudio Detallado en etapas a un Semidetallado que cubra todo el área.

La realización de un estudio Detallado de Suelos debería ajustarse en alguna medida a la superficie que anualmente se prevé que ha de incorporarse al riego. El ritmo de ejecución que se propone posibilitará una distribución más racional y equitativa de los fondos monetarios que requiere el estudio, como también una capitalización de las experiencias recogidas en cada tramo o etapa para ser aplicadas en la subsiguiente.

- c) Admitida la mayor escala de trabajo como requisito indispensable, el levantamiento de suelos deberá, mediante un pliego de condiciones técnicas y un control o auditoría permanente, cumplir con las normas universalmente aceptadas en la materia. En tal sentido se sugiere la lectura detenida de las normas discutidas por FAO (1979 y 1985).

Esencialmente deberá exigirse un alto grado de desagregación del área a fin de lograr una considerable pureza en las Unidades cartográficas. Estas serán Unidades simples, es decir constituidas por una taxa a nivel de Serie o preferentemente definida por Fase de Serie de suelos. Para el logro de estos requisitos, debe convenirse que es necesario una alta densidad de controles, al menos donde el patrón de distribución de los suelos es complejo o donde es baja la correlación entre propiedades de los suelos y su expresión topo-aerofotográfica. Al mismo tiempo se requiere una exhaustiva corroboración de los límites de las unidades que se establezcan.

Interesa destacar que también debe definirse el tipo de controles u observaciones a realizar, específicamente la profundidad mínima que deben alcanzar aquellos destinados a detectar la eventual presencia de capas impermeables, salinizadas, presencia de yeso, etc. En estrecha relación con este tipo de controles, deberán realizarse ensayos de infiltración, mediciones de permeabilidad, y todo tipo de test destinado a predecir el comportamiento del agua en el suelo. Este pronóstico es ineludible, pero a la par más dificultoso en suelos vírgenes de regiones áridas los que a menudo no acusan con claridad restricciones en su drenaje interno dada la exigua oferta pluvial anual que reciben en comparación con los volúmenes de agua que recepcionan cuando son habilitados al regadío.

Lo citado dista de constituir un exhaustivo listado de requerimientos a cumplir, los que como se indicó son harto conocidos pero no siempre cumplimentados. Deliberadamente se ha enfatizado

la prognosis que comportan los estudios de tierras vírgenes en términos de cambios cualitativos y cuantitativos de las propiedades de los suelos y de la susceptibilidad a degradarse (salinización, alcalinización, erosión, etc.). Tal como se ha mencionado en una contribución anterior (Ferrer et al 1984), "son conocidos los ejemplos de áreas en las que el riego contribuyó al agravamiento de las limitaciones de las tierras, así como en otros casos en los que generó problemas que en condiciones originales no poseían".

- d) El eventual proyecto de riego en el área estudiada deberá definir los factores determinantes de cada clase de aptitud y su espectro de variación. Por no ser universales las clases de aptitud deben ser definidas en el contexto económico-social y tecnológico en el que se desarrolla cada proyecto.

Vinculado a estas consideraciones, deberá tenerse en cuenta que:

- tierras clasificadas como no regables en un proyecto pueden ser identificadas como regables bajo otro contexto socio-económico.
- es conveniente fijar el límite superior de los costos de desarrollo a fin de evitar que tierras que demanden considerables inversiones para ser incorporadas al riego sean calificadas como regables. Por lo tanto la clasificación de las tierras por su aptitud debe procurar la participación de los factores físicos (topografía, suelo, etc.) y de los socio-económicos.

En rigor el tratamiento económico no está limitado al análisis de la producción y su destino, sino que abarca a las propiedades de los suelos y de su topografía. Así por ejemplo los costos de habilitación de las tierras están condicionados por las necesidades de nivelación, emparejamiento, remoción de la cubierta vegetal y/o detrítica. Otra clase de insumos de capital es de carácter permanente y se asocia a aquellas limitaciones de los suelos

que por su naturaleza no son corregibles tal como la composición mecánica o textura.

- e) Existe una relación inversa entre las limitaciones de los suelos por un lado y el valor de los cultivos y costo del agua por otro (FAO, 1979).

Es decir que cuanto mayor es la rentabilidad de un cultivo, menor es la exigencia en cuanto a la calidad de los suelos y topografía. Por lo tanto debería procurarse una clasificación de la aptitud de las tierras para cultivos específicos, ya que los suelos pueden tener limitaciones para algunos cultivos, pero reunir atributos adecuados para otros cultivos.

Si se hace abstracción del nivel de manejo de los suelos, dentro de una región agroclimática definida y homogénea como es la estudiada corresponde enfatizar en total coincidencia con Vink (1975), que son las cualidades de los suelos las que condicionan el comportamiento de los cultivos. Dado que muchos de los suelos del área estudiada son similares a los que se hallan cultivados en Colonia 25 de Mayo (La Pampa) y aún en el Alto Valle del Río Negro, es factible de correlacionar los rendimientos con las cualidades de los suelos. De esta manera y a través de sucesivas aproximaciones en el análisis entre variaciones de la producción y variaciones de una o más cualidades de los suelos (humedad, oxígeno, nutrientes disponibles, capacidad de laboreo, etc.), se podrá definir para las características del suelo, sus grados de limitación y establecer índices de productividad para cada clase de aptitud referida a específicos cultivos.

- f) Al evaluar la aptitud de las tierras deberá considerarse la posibilidad de su degradación (FAO, 1976).

La degradación de las tierras involucra diferentes procesos (salinización, erosión, compactación, etc.), distintos grados de severidad (ligero, moderado, grave, etc.), que pueden estar presentes

(degradación actual) o constituir por la naturaleza de los suelos y del clima, un peligro latente o potencial.

En el área se aprecian manifestaciones de actividad eólica (médanos y micromontículos arenosos) y también de erosión hídrica. Cárcavas y surcos de erosión pueden apreciarse recorriendo las picadas de prospección sísmica, y a juzgar por su disposición, su formación ha sido generada por la eliminación de la vegetación, o al menos se contribuyó a acelerar la erosión.

Aun cuando muchos suelos del área poseen adecuada capacidad de infiltración, el peligro a ser erosionados se localiza en los sectores que son colindantes con suelos que generan alta escorrentía. (Unidades 31, 32 y 33).

El progresivo deterioro de la vegetación y por ende la disminución de su rol como agente de intercepción del agua de escurrimiento, a raíz del sobrepastoreo y actividades antrópicas en el área, atentan contra la capacidad de infiltración de los suelos, aun de aquellos de textura gruesa.