PROVINCIA DE BUENOS AIRES
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
MUNICIPALIDAD DE LA PLATA

ANÁLISIS AMBIENTAL DEL PARTIDO DE LA PLATA
Aportes al Ordenamiento Territorial

Instituto de Geomorfología y Suelos

Centro de Investigaciones de Suelos y Aguas de Uso Agropecuario (CISAUA)
Convenio Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires-
Facultad de Ciencias Naturales y Museo Universidad Nacional de La Plata

La Plata, 2006

AUTORIDADES

Provincia de Buenos Aires

Gobernador Ing. Agr. Felipe Solá

Ministerio de Economía

Ministro Lic. Gerardo Otero

Ministerio de Asuntos Agrarios

Ministro Ing. Agr. Raúl Rivara

Municipalidad de La Plata

Intendente Dr. Julio Alak

Secretaría de Gobierno

Secretario Dr. Oscar Martín

Consejo Federal de Inversiones

Secretario Ing. Juan J. Ciácera

Universidad Nacional de La Plata

Rector Arq. Gustavo Aspiazu

Facultad de Ciencias Naturales

Decano Dr. Ricardo Etcheverry

Instituto de Geomorfología y Suelos

Director Ing. Agr. Jorge Eloy Giménez

AUTORES Y COLABORADORES

Lic. en Geología Martín Adolfo **Hurtado**. *Director de proyecto (UNLP)*

Ing. Agrónomo Jorge Eloy **Giménez**. *Co-director de proyecto (UNLP)*

Lic. en Geología Mirta Graciela **Cabral**. *Geomorfología. Hidrología superficial. Riesgo hídrico. Planeamiento ambiental (CIC)*

Lic. en Geología Mario **da Silva**. *Suelos: trabajo de campo y de laboratorio (UNLP- CONICET)*

Lic. en Geología Omar Raúl **Martínez**. *Cuaternario. Hidrología superficial (UNLP-CIC)*

Dra. en Ciencias Naturales María Cecilia **Camilión**. *Análisis mineralógicos (UNLP- CONICET)*

Dis. Industrial Carlos Ariel **Sánchez**. *Cartografía digital (CIC)*

Lic. en Geología Daniel **Muntz**. *Cartografía digital (UNLP)*

Lic. en Geología Jorge Arnoldo **Gebhard.** *Imágenes satelitales (UNLP)*

Arq. Luis **Forte**. *Suelos. Parámetros ingenieriles (MIVSP)*

Lic. en Geología Laura **Boff**. *Análisis de laboratorio (UNLP)*

Lic. en Geología Alina **Crincoli**. *Actividades extractivas (CIC)*

Lic. Horacio **Lucesoli**. *Trabajo de campo*. *Análisis de laboratorio*

Instituto de Geomorfología y Suelos - UNLP
Comisión de Investigaciones Científicas de la Pcia de Buenos Aires - CIC
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas - CONICET
Ministerio de Infraestructura, Vivienda y Servicios Públicos - MIVSP

INDICE

	Página
INTRODUCCIÓN	1
METODOLOGÍA	2
UBICACIÓN Y POBLACIÓN DEL PARTIDO	6
CLIMA	7
INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACIONES	9
TOPOGRAFÍA	9
Características topográficas del área de estudio	9
Vertiente del Río de la Plata	10
Vertiente del Río Samborombón	11
Topografía y erosión hídrica	11
HIDROLOGÍA SUPERFICIAL	12
Vertiente del Río de la Plata	12
Vertiente del Río Samborombón	14
GEOMORFOLOGÍA	15
Características regionales	15
Unidades Geomorfológicas de la zona de estudio	15
Area de Influencia Estuárico-Marina	16
Area de Influencia Mixta	18
Area de Influencia Continental	18
SUELOS	20
Clasificación taxonómica de los suelos	20
Las unidades cartográficas	21
Leyenda del Mapa Básico de Suelos	22
Descripción de las Unidades Cartográficas	24
Descripción de las unidades taxonómicas	40
Series	40
Subgrupos	51
Alfisoles	51
Entisoles	57
Molisoles	59
Vertisoles	65
APTITUD DE LOS SUELOS	67
La degradación de suelos en la región	70
PROPIEDADES INGENIERILES DE LOS SUELOS	72
Parámetros utilizados	73
Relación entre % arcilla total, plasticidad y expansión libre	73
Actividad expansión-contracción por franjas de actividad	75
Corrosión al acero no revestido y al hormigón	76

DEGRADACION DE SUELOS POR ACTIVIDADES EXTRACTIVAS	78
La problemática que generan las actividades extractivas	78
Extracción superficial del suelo	79
Conclusiones y recomendaciones	81
Extracción profunda de suelos	82
Índice de Peligrosidad de canteras	83
Recuperación de canteras	88
Conclusiones y recomendaciones	88
USO ACTUAL DE LA TIERRA	90
RIESGOS	92
Clasificación de riesgos	93
Riesgos determinados para la zona de estudio	94
Riesgos Naturales	94
Riesgos Antrópicos	103
El mapa de riesgo hídrico	106
Recomendaciones	107
PLANEAMIENTO AMBIENTAL	108
Unidades de planificación, impacto de las actividades y cálculo de superficies	109
Conflictos de uso del territorio	111
Indicadores e índices	112
Un ejemplo de aplicación del indice de afectación territorial	113
Conclusiones y recomendaciones	116
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	120
MAPAS*	124

1- Infraestructura de comunicaciones
2 – Topografía
3 - Pendientes regionales
4 - Hidrología superficial
5 – Geomorfología
6 – Suelos
7 - Capacidad de uso de los suelos
8 - Degradación del suelo por actividades extractractivas
9 - Peligrosidad de canteras
10 - Uso actual de la tierra
11 - Riesgo hídrico
12 - Unidades de planificación

** Para su mejor visualización, la cartografía contenida en esta sección se encuentra en formato digital, a escala 1: 50.000, en el CD adjunto a la presente edición.*

INTRODUCCIÓN

En esta obra se ve plasmado el esfuerzo conjunto y la tarea mancomunada entre distintos organismos. El inicio lo marcó la Municipalidad de La Plata, que en la década del 90 ya vislumbraba la necesidad de contar con información del medio natural y antropizado, que le permitiera realizar una correcta planificación del territorio de acuerdo a sus potencialidades y limitaciones. De esta inquietud se hizo eco el gobierno de la Provincia de Buenos Aires, haciendo suya esta necesidad y por ende solicitando la financiación y evaluación técnica al Consejo Federal de Inversiones, que se constituyó en el propietario intelectual del contenido y que con su inestimable apoyo permitió cumplir con este anhelo.

La realización del trabajo, originalmente denominado Estudio de Suelos, recayó en el personal del Instituto de Geomorfología y Suelos, dependiente de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata, que tiene establecido un convenio con el Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires, por el cual se conforma el Centro de Investigaciones de Suelos y Aguas de Uso Agropecuario (CISAUA). Es por intermedio de este equipo técnico que se vienen realizando investigaciones orientadas a mejorar la calidad ambiental del territorio y la capacidad productiva en la provincia, con la finalidad de lograr una más alta calidad de vida de sus habitantes sin dejar de tener en cuenta la sustentabilidad de sus recursos. El moderno concepto de planificación estratégica incluye estos criterios como una premisa a tener en cuenta a la hora de establecer políticas de desarrollo. Para lograr estos objetivos es imprescindible conocer y evaluar las características físicas del medio, sus problemáticas y su evolución a través del tiempo.

Se comprende además la necesidad de los partidos de la Provincia de Buenos Aires de contar con este tipo de herramientas. De allí la importancia de esta obra que contribuirá al conocimiento de las características ambientales del partido que contiene a la ciudad capital de la Provincia de Buenos Aires. Sería interesante que este diagnóstico local fuera acompañado por la búsqueda de consenso interjuridiccional para la elaboración de propuestas más abarcativas, de manera de ir conformando una amplia Base de Datos que permita planificar y optimizar el Uso del Territorio a nivel regional y provincial. Con este estudio, se pretende brindar información que sirva tanto a los técnicos del municipio, como a entes provinciales y a la actividad privada, aportando además a la difusión del conocimiento y contribuyendo con la educación en sus distintos niveles.

Es sabido que la dinámica natural implica cambios, pero éstos se ven exponenciados ante la dinámica de la acción antrópica. Aquí se presenta un análisis de la situación al año 2005, sin dejar de tener en cuenta el aumento de los problemas de degradación sufridos desde la fundación de La Plata en el año 1882. El trabajo implica una puesta a punto al conocimiento de las características naturales y de las modificaciones que las afectaron, a partir de la cual será necesario realizar una constante actualización de los cambios que se vayan introduciendo en el territorio. En este sentido, la cartografía temática y la interrelación de la múltiple información aportada, son optimizadas por medio de un Sistema de Información Geográfica que permite obtener y proporcionar herramientas de gestión territorial más completas y efectivas, atenuando los múltiples conflictos de uso del suelo entre intereses contrapuestos, minimizando los riesgos naturales y recomendando pautas para su mitigación.

En muchas oportunidades, la falta de información lleva a que los proyectos de planificación y gestión ambiental se lleven a cabo en estado de emergencia, con resultados que no siempre son los esperados. Es así como obras que deberian haber generado una mayor calidad de vida, han actuado en forma negativa sobre los recursos naturales y los habitantes. Se hace necesario evaluar el impacto que el hombre y sus actividades pueden ejercer sobre el medio ambiente y también el impacto que el medio ambiente transformado por el hombre puede tener sobre la población. El resultado del análisis realizado, se concreta en una delimitación de Unidades de Planificación, las cuales pueden ser utilizadas para la discusión de proyectos de desarrollo productivo local.

Un Análisis Ambiental podría incluir varios temas más de los que están contemplados en este estudio, pero se entiende que los más importantes, obviamente desde el particular perfil profesional de los miembros del equipo de trabajo, están tratados. Esta caracterización puede servir de base para el Ordenamiento Territorial del partido, complementada desde otras disciplinas como salud, ciencias sociales, educación, seguridad, patrimonio, desarrollo urbano, etc.

Los autores quieren dejar expresado su reconocimiento a las autoridades municipales y su personal que facilitaron la concreción del trabajo, además nuestro sincero agradecimiento a los propietarios de la tierra que con su colaboración y comprensión permitieron lograr este objetivo. Por último, se agradece al Geólogo José Alberto Ferrer evaluador por parte del Consejo Federal de Inversiones y al Ing. Agr. José Luis Panigatti quienes con sus consejos críticos contribuyeron al enriquecimiento de la obra.

METODOLOGÍA

Se describen a continuación los diferentes pasos metodólogicos utilizados en la confección del presente estudio.

Recopilación y evaluación de antecedentes.

Incluyen: bibliografía, cartografía, fotografías aéreas, imágenes satelitales, datos climatológicos, información sobre geología, geomorfología, suelos, etc.

En el análisis regional se tuvieron en cuenta los trabajos realizados por otros equipos disciplinarios tales como los *hidrogeológicos* (isofreáticos, contaminación y vulnerabilidad de acuíferos, etc.), *densidad de población*, según radios y fracciones censales, o los de *riesgo de contaminación del suelo* según tipo de actividades (industriales, urbanas, agrícolas, etc.).

La base cartográfica utilizó las cartas de la Dirección de Geodesia del Ministerio de Obras y Servicios Públicos de la Provincia de Buenos Aires y las cartas planialtimétricas del Instituto Geográfico Militar en escala 1:50.000: Villa Elisa (3557-13-4), La Plata (3557-14-3), San Vicente (3557-19-1), Estación Gómez (3557-19-2), Coronel Brandsen (3557-19-4), Ignacio Correas (3557-20-1) y Oliden (3557-20-3).

Fotointerpretación

Los materiales aerofotográficos utilizados fueron los fotogramas aéreos de 1984 y 1985 (II Brigada Aérea Paraná), 1992, 1996 y 1997 (Dirección de Geodesia de la Provincia de Buenos Aires) en escala 1:20.000; fotogramas del año 2001 (Base Aeronaval Punta Indio) en escala 1:30.000 y fotomosaicos semirrectificados del año 1966 (Spartan Air Services), en escala 1:20.000 y 1:50.000. Las fotografías fueron escaneadas, obteniéndose mosaicos digitales de distintos años.

Sobre la base de diferencias de relieve detectadas mediante estereoscopio y a variaciones de tono, textura y patrón fotográfico se delimitaron unidades geomórficas y de suelos, al igual que la determinación de usos del suelo. La tarea de fotointerpretación sirvió asimismo para planificar los recorridos en el campo e identificar áreas representativas. Se analizaron además imágenes satelitales Landsat y Aster de diferentes períodos.

Reconocimiento de campo

El reconocimiento de campo ha servido para verificar y ajustar unidades delimitadas durante la fotointeerpretación, comportamiento de los cursos de agua y el uso actual de la tierra.

A los fines de determinar las características de los materiales originales y estudio de suelos, se efectuaron pozos de observación en las distintas unidades, analizando las variaciones en distintos sectores. Se eligieron perfiles representativos de suelos de los distintos ambientes en los cuales se efectuó una descripción morfológica completa, consignándose secuencia y espesor de horizontes, estructura, textura, rasgos hidromórficos, presencia de carbonatos, etc. Se describieron rasgos asociados tales como nivel freático, vegetación, evidencias de erosión u otras degradaciones, etc. Las descripciones se realizaron según las Normas de Reconocimiento de Suelos (Arens y Etchevehere, 1967), el "*Libro de Campaña para Descripción y Muestreo de Suelos*" (Schoeneberger et al., 1998; Traducción INTA, 2000) y el *Soil Survey Manual* (Soil Survey Division Staff, 1993) con adaptaciones propias cuando se consideró necesario. En perfiles modales se extrajeron muestras de cada uno de los horizontes para su análisis físico, químico y mineralógico. Durante las tareas de campo se efectuaron distintas determinaciones tales como densidad aparente y velocidad de infiltración.

Se tomó contacto asimismo con los pobladores que aportaron valiosa información respecto a inundaciones y anegamientos, comportamiento de los suelos, prácticas agrícolas, etc. Se identificaron acciones degradantes del suelo tales como erosión, decapitación del horizonte A, presencia de cavas, etc.

Tareas de laboratorio

Las determinaciones físicas y químicas de las muestras de suelo se realizaron de acuerdo con los siguientes métodos:

- *pH:* método potenciométrico sobre pasta de suelo saturada.
- *Resistencia eléctrica:* medición sobre pasta de suelo saturada en copa Standard. Los valores obtenidos han sido corregidos por temperatura (15,5 °C). Para convertir los valores expresados en ohms a ohms.cm^{-1} se debe multiplicar por el factor 0,25.
- *Conductividad específica:* medición en extracto de pasta de suelo saturada en conductímetro Orion.
- *Carbono orgánico:* método de Walkley - Black (Materia orgánica: %C x 1,724).

- *Nitrógeno total:* método de Kjeldahl en escala semimicro.
- *Fósforo asimilable:* método de Bray - Kurtz.
- *Capacidad de intercambio catiónico*: en muestras no salinas y exentas de calcáreo por saturación con acetato de amonio a pH 7 y posterior desplazamiento del amonio con cloruro de sodio. En muestras salinas y/o calcáreas la saturación se efectúa con acetato de sodio 1 N a pH 8,2. Se desplaza el sodio con acetato de amonio y se cuantifica por espectrofotometría de absorción atómica.
- *Cationes intercambiables (Ca, Mg, Na y K):* desplazamiento con acetato de amonio 1N a pH 7 y valoración por espectrofotometría de absorción atómica.
- *Carbonatos:* por neutralización ácida.
- *Análisis granulométrico*: métodos de la pipeta y de Bouyoucos.
- *Densidad aparente:* métodos del cilindro y del agregado.
- *Capacidad de campo y punto de marchitez permanente:* extracción de agua en muestras molidas (< 2 mm) y saturadas mediante la aplicación de 0,3 y 15 atmósferas, respectivamente, utilizando la membrana de Richards.*Conductividad hidráulica:* medición del agua percolada a través de un peso de suelo constante tamizado por 2mm y bajo carga constante. El registro se efectuó durante las primeras 4 horas, realizando mediciones de control en horas posteriores. El índice K (en cm/hora) fue calculado para cada hora, obteniendo así la evolución de dicho índice con el tiempo.
- *Coeficiente de expansibilidad lineal (COLE):* medición de longitud de muestras de suelo colocadas en moldes a capacidad de campo (Lh) y secas en estufa (Ls), aplicándose la fórmula:

$$COLE = \frac{Lh - Ls}{Ls}$$

- *Expansibilidad lineal potencial (ELP):* sumatoria de COLE x espesor (en cm) de cada horizonte hasta 1 metro de profundidad.
- *Ensayo de expansión libre:* incremento de volumen (en porciento) de una muestra de suelo molido y secado en estufa (10 cm^3), luego de ser colocada en una probeta de 100 cm^3 llena con agua destilada (Abete y Sánchez, 1970).
- *Velocidad de infiltración*: método de los anillos concéntricos con carga de agua constante. Cálculo de la infiltración básica según ecuación de Kostiakov.
- *Límite líquido y límite plástico*: según especificaciones de la American Society for Testing and Materials (ASTM, 1964).
- *Análisis mineralógico de arcillas*: la fracción arcilla se separó por sedimentación. Una vez concentrada, fue homoionizada con magnesio (submuestras Mg naturales y glicoladas) y con potasio (submuestras K naturales, a 250 y 550 °C). Se obtuvieron 5 difractogramas de cada muestra con radiación de Cu/Filtro Ni para la caracterización cuali - cuantitativa.

Tratamiento Informático y cartografía

Tanto los mosaicos como la cartografía elaborada, fueron escaneados, corregidos geométricamente y georreferenciados respecto a la base planimétrica de la Dirección de Geodesia (Ministerio de Obras y Servicios Públicos de la Provincia de Buenos Aires). La información se procesó con un software de vectorizacion semiautomática y luego se insertó en el CAD donde se procedio a la limpieza y depuracion de errores. Para los mapas temáticos de líneas (curvas de nivel, hidrología, etc) se organizó la información en capas o "layers" para su posterior representación, mientras que en los de polígonos (suelos, uso actual de la tierra o geomorfología) se creó una topología que luego se exportó al formato del SIG ArcView v 3.0. Ya en este entorno se editaron las bases de datos correspondientes y se asignaron los atributos a cada entidad. El entrecruzamiento de los diversos mapas, generó una cartografía que presenta nuevas unidades, como la cartografía de Riesgo de Inundación y de Unidades de Planificación, sobre la cual se realizaron diversos cálculos estadísticos (superficies, porcentajes respecto al total del partido, afectación territorial, evolución en el tiempo, etc). Ver esquema metodológico en la Fig. 1.

Elaboracion de mapas temáticos

La cartografía elaborada, se extiende desde los mapas básicos del medio natural, basados en información objetiva, pasando por los que señalan alguna cualidad significativa del medio, los que describen características del medio antropizado, y los que alertan sobre riesgos de inundación. La cartografía elaborada se completa con mapas síntesis para el Planeamiento, de recomendación subjetiva del uso del territorio.



Fig. 1 – Esquema metodológico para la obtención de cartografía temática

Mapas básicos

Topografía (Mapa 2)

Se realizó a partir del volcado de curvas de nivel con equidistancias de 2,5 m extraídas de las cartas planialtimétricas del Instituto Geográfico Militar, en escala 1:50.000

Pendientes regionales (Mapa 3)

Sobre el mapa anterior se calcularon las distintas pendientes que sirvieron para caracterizar las principales geoformas de la región.

Hidrología superficial (Mapa 4)

Se delineó la red de drenaje mediante fotointerpretación sobre fotogramas aéreos, con apoyo en las curvas de nivel, y un pormenorizado trabajo de campo, que incluyó el mapeo de modificaciones antrópicas al drenaje superficial, como zanjas, canales y rectificaciones. Se establecieron las divisorias de aguas principales y secundarias. Esta cartografía sirvió de base para la elaboración del mapa geomorfológico.

Geomorfología (Mapa 5)

La elaboración de este mapa incluyó la recopilación de información técnica y cartográfica, el estudio de procesos geodinámicos actuantes, el reconocimiento de materiales y geoformas por fotointerpretación y control de campo para verificar límites de unidades geomórficas y el análisis de las características de la red de drenaje natural y antrópica.

Suelos (Mapa 6)

La elaboración del mapa de suelos incluyó inicialmente tareas en común con el mapa geomorfológico, especialmente en lo que respecta a fotointerpretación y control de campo. Adicionalmente se realizó la caracterización morfológica de los suelos por medio de pozos de observación y calicatas o en cortes naturales o artificiales del terreno. Se efectuaron determinaciones físicas y químicas convencionales en laboratorio y análisis especiales. Los suelos fueron clasificados de acuerdo con el sistema Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1999).

Mapas de cualidades significativas

Capacidad de uso de los suelos (Mapa 7)

El mapa básico de suelos fue reinterpretado, evaluando la aptitud de los suelos para el uso agrícola, ganadero o forestal. Se obtuvo así el mapa de capacidad de uso de los suelos, a nivel de subclase, según la clasificación del Servicio de Conservación de Suelos de los EE.UU (Klingebiel y Montgomery, 1961). Este sistema está integrado por ocho clases (I a VIII), que indican un grado creciente de limitaciones para el uso agropecuario y forestal. Las clases I, II y III son las más adecuadas para los cultivos.

Mapas de características antrópicas

Infraestructura de comunicaciones (Mapa 1)

Este mapa se elaboró sobre la base de cartas de Geodesia del Ministerio de Obras y Servicios Públicos y mediante fotointerpretación sobre fotogramas aéreos de los años 1997 y 2001, con control de campo. Se

indicó en dicho mapa el parcelamiento urbano, caminos y rutas, autopista Buenos Aires-La Plata, vías férreas, poliducto y canales.

Degradación del suelo por actividades extractivas (Mapa 8)

Como ya se indicó, las actividades extractivas constituyen la principal causa de pérdida de suelo en el área de estudio. Por lo tanto se consideró de suma importancia elaborar el correspondiente mapa temático. En el mismo se diferenciaron 1) Áreas decapitadas, 2) Localización de hornos de ladrillos, antiguos y en actividad y 3) Canteras. Para las áreas decapitadas se consideraron tanto los hornos de ladrillos en explotación como los sectores donde existió extracción del horizonte humífero y que en la actualidad se encuentran principalmente baldías o bajo uso ganadero extensivo. La delimitación se realizó mediante fotointerpretación ya que las áreas decapitadas presentan un patrón fotográfico particular que permite delimitarlas con cierto margen de seguridad, complementándose la identificación con control de campo. Las áreas con decapitación antigua y luego recuperadas o bajo uso urbano resultan de difícil identificación.

Peligrosidad de canteras (Mapa 9)

Surge como concecuencia de la elaboración del índice de peligrosidad de canteras, y permite clasificar el peligro que implica cada cantera, mediante el código del semáforo, para diseñar proyectos de mitigación, reconversión o recuperación de estos pasivos ambientales, producto de la actividad extractiva de suelos.

Uso de la tierra (Mapa 10)

El uso actual de la tierra se determinó mediante fotointerpretación con fotogramas aéreos de los años 1997 y 2001, actualizado al año 2004 mediante trabajo de campo. Se diferenciaron los siguientes usos: urbano, baldío, servicios, agricultura intensiva, forestación, agricultura experimental, agropecuario extensivo, de engorde a corral, enterramiento de basura, extractivo superficial y subterráneo y recreativo. También se determinó el uso de la tierra para el año 1966, mediante la utilización de mosaicos aerofotográficos en escala 1:20.000.

Mapas de riesgos naturales

Riesgo hídrico (Mapa 11)

Se elaboró a partir del análisis del mapa geomorfológico, estableciéndose el grado de anegabilidad de cada unidad geomórfica, realizando el entrecruzámiento con el mapa de uso de la tierra. El mapa permite diferenciar áreas urbanas localizadas sobre planicies naturales de inundación, así como alertar sobre terrenos baldíos con posibilidades de ser urbanizados y que presentan un alto riesgo de inundación.

Mapas síntesis para el planeamiento

Unidades de Planificación (Mapa 12)

Este es un mapa síntesis en el que se han integrado áreas delimitadas en varios de los mapas temáticos descriptos, clasificándolas en un pequeño número de unidades de planificación, las cuales presentan características internas homogéneas, desde el punto de vista ambiental. Se diferenciaron así las 11 unidades caracterizadas más adelante.

Índice Agregado de Afectación territorial (IAAT)

Aplicando la metodología desarrollada a partir de la búsqueda de indicadores e índices a estas 11 unidades de planificación, es posible obtener el Índice agregado de afectación territorial (IAAT) para el partido. Comparando datos de Índices de afectación de distintos años podemos evaluar la evolución de esta afectación territorial o su consecuencia, como es el incremento o la disminución de la calidad de vida de sus habitantes. Un ejemplo de la aplicación de esta metodología, se adjunta en el Capítulo de Planeamiento Ambiental .

UBICACIÓN Y POBLACIÓN DEL PARTIDO

El área de estudio se ubica en el NE de la provincia de Buenos Aires, limitando al NE con los partidos de Ensenada y Berisso, al NO con los de Berazategui y Florencio Varela, al SO y S con San Vicente y Coronel Brandsen y al SE con el partido de Magdalena, ocupando una superficie de 893 km^2. Las coordenadas geográficas de sus puntos extremos son: latitud 34º 50' y 35º 30' S y longitud 57º 45' y 58º 20' O (Fig. 2).

La población del partido es de 574.369 habitantes (Censo de 2001) distribuidos en el casco urbano fundacional y en las siguientes delegaciones municipales: Villa Elisa, Arturo Seguí, El Peligro, City Bell, Gonnet, Ringuelet, Tolosa, Hernández-Gorina, San Carlos, Melchor Romero, Abasto, Olmos, Los Hornos, Etcheverry, Altos de San Lorenzo y Villa Elvira (Mapa 1). La distribución de la población del Partido muestra una concentración del 98 % en las áreas urbanas, mientras que el resto se localiza en las zonas rurales.

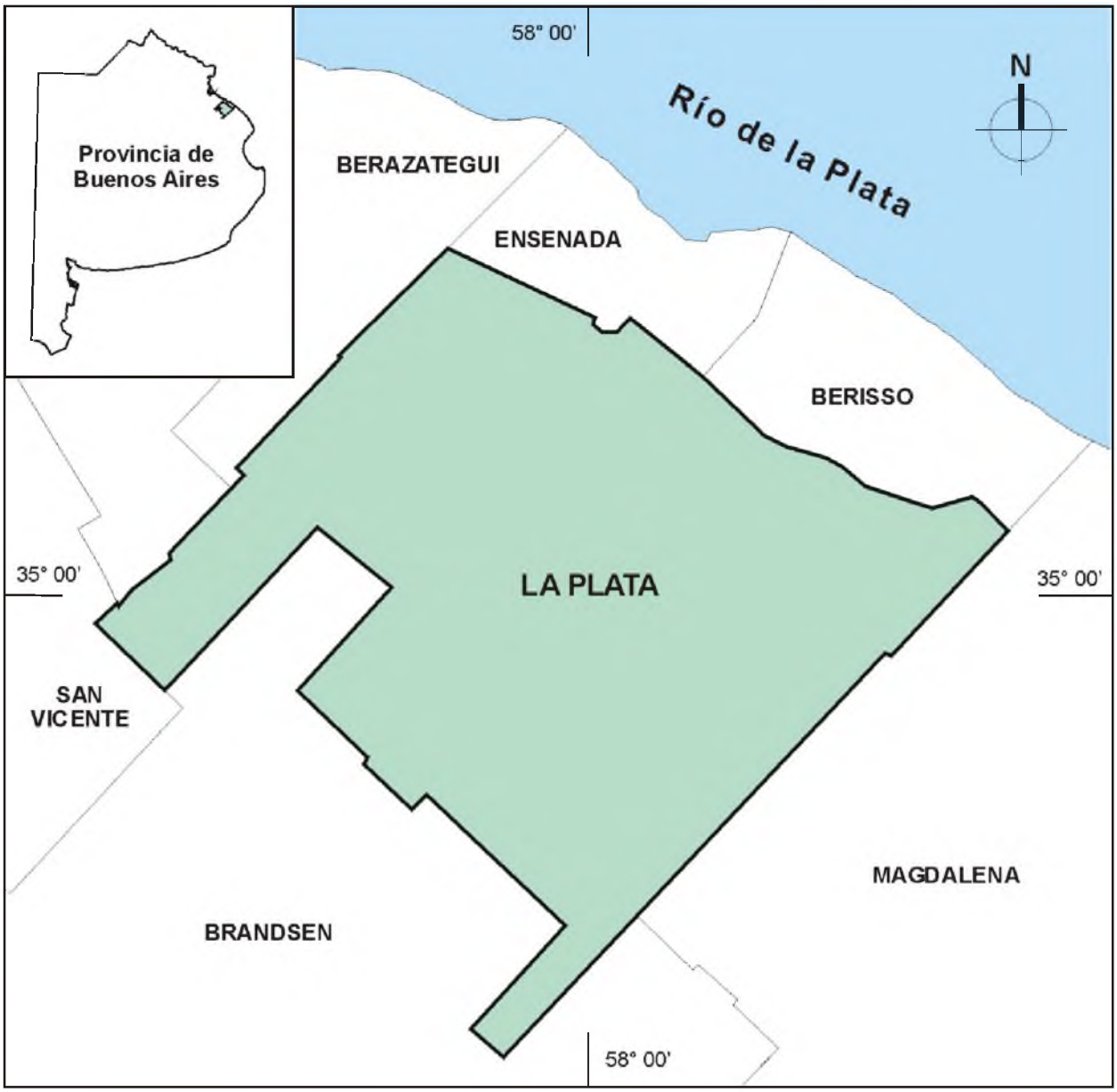


Fig.. 2 – Ubicación geográfica

CLIMA

Para la caracterización climática se emplearon los registros de la Estación Climatológica La Plata (Información suministrada por Departamento de Sismología e Información Meteorológica, Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP), dado que cuenta con el mayor registro continuado (período 1909-2005) de precipitación y temperatura (Tabla 1). Dicha estación se ubica en latitud 34° 55´ S y longitud 57° 57' O, a una altitud de 15 m snm.

Tomando los valores medios, la precipitación anual para el período considerado fue de 1040 mm, siendo el mes más lluvioso marzo (111 mm) y el menos lluvioso junio (63 mm). La distribución estacional de lluvias es bastante regular, aunque se produce una disminución apreciable en invierno:

Verano (diciembre, enero, febrero)	289 mm	27,8 %
Otoño (marzo, abril, mayo)	289 mm	27,8 %
Invierno (junio, julio, agosto)	196 mm	18,8 %
Primavera (septiembre, octubre, noviembre)	266 mm	25,6 %

Considerando los valores absolutos, el año de mayor precipitación fue 1914 (1926 mm) y el más seco 1916 (416 mm), mientras que a nivel mensual, el mayor registro fue abril de 1959 (356 mm) y el menor julio de 1916 (0 mm).

La temperatura media anual es de 16.2 °C, con enero como el mes más cálido (22,8 °C) y julio como el más frío con 9,9 °C. Las temperaturas absolutas han sido 43 °C y -5 °C. Según la clasificación de Thornthwaite (1948) le corresponde a la zona el clima *B1 B'2 r a'* (húmedo, mesotérmico, con nula o pequeña deficiencia de agua y baja concentración térmica estival).

La intensidad media anual de los vientos es de 12 km/h, predominando los provenientes del E y secundariamente los de NE y NO. Las mayores intensidades se dan en octubre, diciembre y enero, con valores medios de 15 a 17 km/h. Los vientos con dirección NE-SO provocan la llegada de malos olores, ruidos y polución debido a la cercanía del Polo Petroquímico de Ensenada y al Relleno Sanitario del CEAMSE.

La humedad relativa media anual es de 77 %, variando entre 85 % (junio) y 70 % (enero) (Auge et al., 1995).

Los datos de temperatura y precipitación han permitido elaborar el balance hídrico medio mensual (Tabla 1) según el método de Thornthwaite y Mather (1957). Se ha utilizado para el cálculo una capacidad hídrica de 200 mm.

Tabla 1 - Balance hídrico medio mensual (1909-2005)

Capacidad Hídrica: 200 mm

	Ene	*Feb*	*Mar*	*Abr*	*May*	*Jun*	*Jul*	*Ago*	*Sep*	*Oct*	*Nov*	*Dic*	*Año*
T	22,8	22,1	20,2	16,6	13,3	10,4	9,9	11,0	12,8	15,5	18,5	21,2	16,2
i	9,95	9,49	8,28	6,15	4,40	3,03	2,81	3,30	4,15	5,55	7,25	8,91	73,27
ETPd sa	3,5	3,3	2,9	2,0	1,5	1,0	0,9	1,0	1,4	1,9	2,5	3,1	
FC	36,9	31,2	31,8	28,2	26,7	24,6	26,1	28,2	30,0	33,9	35,1	37,5	
ETP	129	103	92	56	40	25	23	28	42	64	88	116	806
P	101	94	111	95	83	63	66	67	77	93	96	94	1040
P-ETP	-28	-9	19	39	43	38	43	39	35	29	8	-22	
Ppaa	-50	-59										-22	
Alm	155	148	167	200	200	200	200	200	200	200	200	179	
Valm	-24	-7	19	33	0	0	0	0	0	0	0	-21	
ETR	125	101	92	56	40	25	23	28	42	64	88	115	799
Def	4	2										1	7
Exc				6	43	38	43	39	35	29	8		241

Referencias: *Todos los valores están expresados en mm., excepto* ***i*** *y* ***FC*** *(adimensionales) y* ***T*** *(°C)*

Las abreviaturas utilizadas en las tablas corresponden a:

T:*Temperatura media mensual;* ***i:****Indice calórico mensual (I = Suma 1 a 12i);* ***ETPd sa:*** *Evapotranspiración potencial diaria sin ajustar;* ***FC:*** *Factor de corrección;* ***ETP:*** *Evapotranspiración;* ***P:*** *Precipitación;* ***P-ETP****: Precipitación menos evapotranspiración;* ***Ppaa:*** *Pérdida potencial de agua acumulada;* ***Alm:*** *Almacenaje;* ***Valm:*** *Variación de almacenaje;* ***ETR:*** *Evapotranspiración real;* ***Def:*** *Déficit;* ***Exc:*** *Exceso*

El balance permite apreciar la existencia de un pequeño déficit de agua en el suelo durante el verano y un exceso, que es más importante entre fines de otoño y principios de primavera. A partir de estos datos se clasificó al *régimen de humedad* de los suelos según lo establecido en la Taxonomía de Suelos (Soil Survey Staff, 1999). De acuerdo al mismo, a los suelos zonales bien drenados del área le corresponde el régimen de humedad *údico*. A los suelos hidromórficos, existentes en depresiones, planicies de inundación y otros ambientes de drenaje deficiente, no se puede aplicar el mismo criterio pues además del agua de precipitación reciben aportes adicionales por escurrimiento superficial desde áreas más elevadas y por agua freática cercana a la superficie. A tales suelos les corresponde el régimen *ácuico*.

El *régimen de temperatura del suelo* fue estimado a partir de la temperatura del aire según lo establecido por las normas de la Taxonomía de Suelos (Soil Survey Staff, 1999). De acuerdo con las mismas, la temperatura media anual del suelo a 50 cm de profundidad es 17,2 °C y las temperaturas medias del suelo de invierno (junio, julio, agosto) y de verano (diciembre, enero y febrero) a la misma profundidad son de 11,0 °C y 21,4 °C, respectivamente. De acuerdo con estos datos, a los suelos del partido de La Plata les corresponde el régimen de temperatura del suelo *térmico.*

Tanto el régimen de humedad como el régimen de temperatura de los suelos se utilizan para clasificar a éstos en diferentes niveles taxonómicos, según el sistema “Taxonomía de Suelos”.

INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACIONES

Al mapa de infraestructura de comunicaciones (Mapa 1), se lo considera como mapa base de la cartografía elaborada, agregándose una toponimia básica y la delimitación de delegaciones municipales. Puede apreciarse que la zona está surcada por una importante red de comunicación vial. Se destacan la Autopista La Plata-Buenos Aires, cuya traza corre en el partido de Ensenada, contigua al límite con el partido de La Plata, la ruta nacional 1 correspondiente al Camino General Belgrano y las provinciales 2, 6, 10 (calle 66), 11(calle 122), 13 (calle 520), 14 (Camino Centenario), 19, 36, 53 y 215 (calle 44). Asimismo, la región se halla conectada a la ciudad de Buenos Aires a través del Ferrocarril Metropolitano (ex Ferrocarril Roca). Se han indicado otros ramales activos e inactivos, mediante consultas a los organismos correspondientes.

TOPOGRAFÍA

Para comprender la dinámica del escurrimiento superficial, la distribución de las formas más significativas del terreno y su relación con el tipo de suelos de un área resulta imprescindible conocer su relieve. La herramienta más práctica para representar las diferencias del relieve en dos dimensiones son las *curvas de nivel* o *isohipsas*, las cuales unen puntos de igual altura. Constituyen la proyección de la intersección del terreno con planos horizontales imaginarios separados por intervalos verticales iguales. La distancia vertical entre curvas contiguas se denomina *equidistancia.* En las curvas de nivel de las cartas del IGM es de 1,25 m, salvo en la hoja La Plata, que es de 2,50 m, lo cual obligó a utilizar este último valor de equidistancia para la totalidad del mapa topográfico.

La interpretación de las curvas de nivel permite apreciar un rasgo fundamental del relieve, como es la pendiente o inclinación del terreno. Las pendientes se definen de acuerdo con tres parámetros: gradiente, longitud y forma. Gradiente es el ángulo que forma el terreno respecto a un plano horizontal ideal. Se puede medir en porcentaje o en grados sexagesimales. Longitud es la distancia entre la parte superior y la base del plano inclinado. Forma: es la disposición del terreno: cóncavo, convexo, plano, o una combinación de tales formas.

La distancia horizontal entre curvas de nivel sucesivas permite tener una idea de las pendientes dado que cuanto más cercanas se encuentran, mayor es la pendiente. Por el contrario, cuanto más separadas se hallan, el terreno es más plano. Por otra parte, la manera en que se disponen las curvas permite deducir la forma de las pendientes (convexa, cóncava), lo cual determina, junto con el gradiente la manera en que se distribuye el agua de escurrimiento.

Topografía y erosión hídrica

La pendiente es uno de los rasgos del terreno que influye en el proceso de erosión hídrica. Este fenómeno produce la remoción, transporte y depositación de los sedimentos siendo en gran medida responsable del modelado de la superficie terrestre. Puede ser así causante de graves degradaciones ya que produce pérdida de suelo, sobre todo de la parte más superficial del mismo. La erosión puede ser natural o acelerada por el hombre (antrópica).

En razón de que la erosión hídrica puede producir una degradación grave de los suelos, se ha tratado de predecirla o cuantificarla mediante diversos procedimientos. Uno de los más ampliamente utilizados es la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (conocida también por la sigla en inglés: USLE, Universal Soil Loss Equation) (Wischmaier y Smith, 1978, Galetovic et al., 1998). La resolución de la misma permite tener una idea aproximada de la cantidad de suelo que se perdería en toneladas por hectárea y por año en un determinado sitio. Para el cálculo se utilizan los siguientes factores: *erosividad de la lluvia* (R), *características del suelo* (K), *gradiente y longitud de las pendientes* (LS), *cobertura vegetal* (C) y *prácticas de manejo* (P). Se ve así que los mapas de curvas de nivel y pendientes proporcionan parte de la información que requiere la resolución de la USLE.

El factor LS se puede calcular mediante un nomograma o una fórmula. En el partido de La Plata, este factor varía en general entre 0,35 y 0,15. El primer valor puede presentarse en las pendientes relativamente cortas (200 m) y empinadas (2 %) hacia los arroyos de la vertiente del Río de la Plata. El segundo puede ser el caso de las pendientes largas (1000 m) y suaves (0,1 %) de la vertiente del río Samborombón.

Características topográficas del área de estudio

Las características topográficas del partido de La Plata han sido representadas en los Mapas de Topografía (Fig. 3 y Mapa 2) y de Pendientes Regionales (Mapa 3). En ellos es posible diferenciar dos zonas de topografía totalmente diferentes que responden a su caracterización geomórfica: la Llanura Costera y la Llanura Alta (Cavallotto, 1995), que en el Mapa de Geomorfología (Mapa 5) descripto más adelante, se han denominado Area de Influencia Estuárico-marina y Area de Influencia Continental, respectivamente.

La *Llanura Costera* ocupa, dentro del partido de La Plata, sólo pequeños sectores hacia el norte, en su límite con el partido de Ensenada y hacia E cerca del límite con los partidos de Berisso y Magdalena. Se extiende aproximadamente entre la cota de 5 m snm y la costa del Río de la Plata. Se trata de una zona de relieve plano a plano-cóncavo, con pendientes en general inferiores a 0,03 %, con importantes sectores deprimidos con diseño de drenaje anárquico. Se encuentran aquí las cotas más bajas del partido, aproximadamente entre 2 y 2,5 m snm. La llanura costera se vincula a la llanura alta a través de un "escalón" o antiguo paleoacantilado, hoy en parte disimulado por la erosión y la actividad antrópica, cuya pendiente oscila generalmente entre 1 y 2 %.

La *Llanura Alta* comprende casi la totalidad del área de estudio, por encima de los 5 m snm. En ella se destaca un *interfluvio principal*, el cual tiene un rumbo aproximado NO-SE, descendiendo en altura desde 30 m snm hacia el NO (cotas más altas del partido) hasta cotas próximas a los 20 m snm al SE. Este interfluvio, de relieve plano, actúa como divisoria de aguas entre las dos vertientes principales del partido: Río de la Plata hacia el N y río Samborombón hacia el S las cuales tienen características bien diferenciadas en cuanto al relieve.

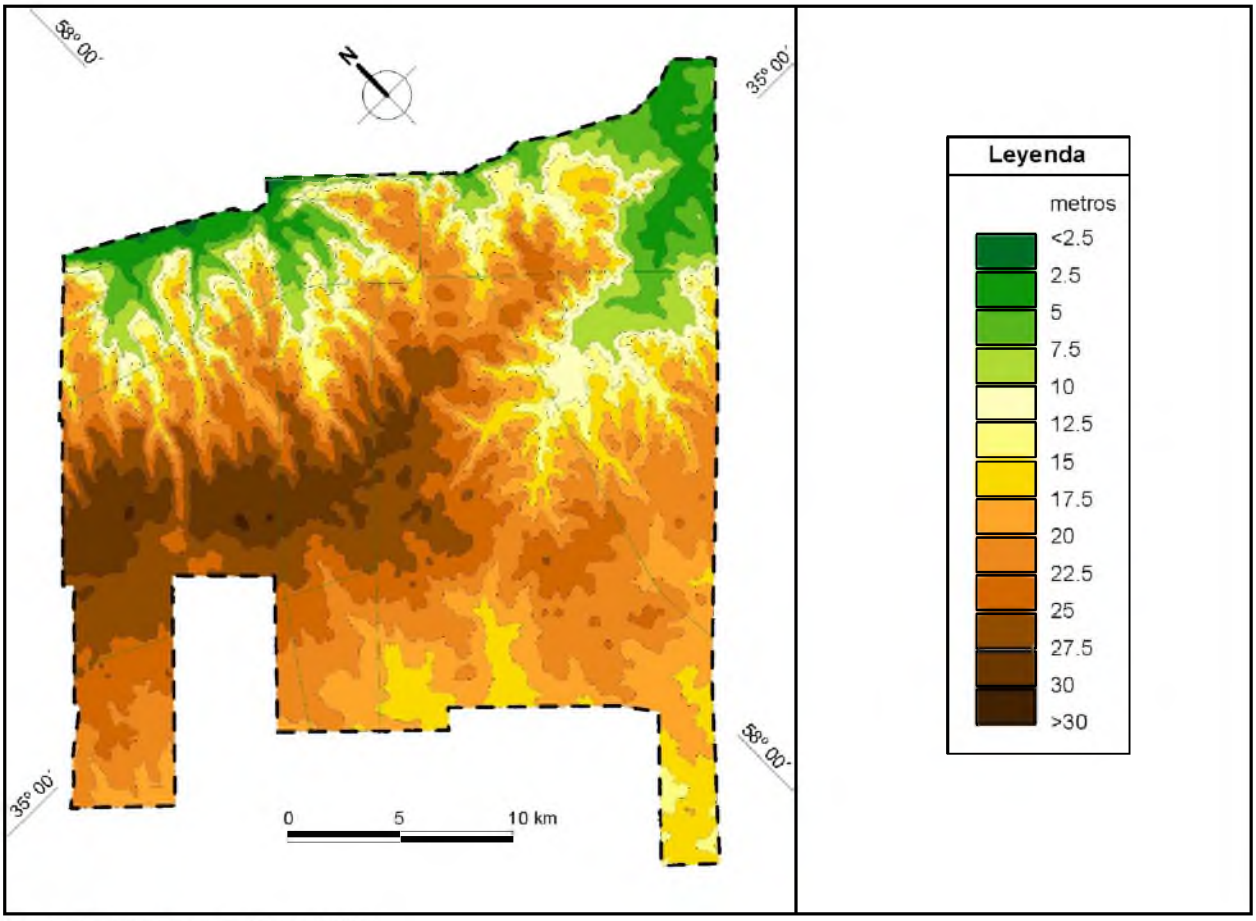


Fig.. 3 – Topografía del partido de La Plata

Vertiente del Río de la Plata

En esta vertiente, los interfluvios, pendientes y valles se encuentran generalmente bien definidos. De todas maneras, se pueden apreciar diferencias en la orientación de geoformas y cursos y en la magnitud de las pendientes. Para efectuar esta diferenciación se debe reconocer la existencia de una

divisoria secundaria que se desprende del interfluvio principal, aproximadamente a 30 m snm cerca de la intersección de ruta 36 y calle 44, extendiéndose de O a E y luego de S a N hasta alcanzar la ruta 11.

Limitados por el tramo N de la divisoria principal y la divisoria secundaria se pueden reconocer varios interfluvios secundarios perpendiculares a la divisoria principal y a la divisoria secundaria, asociados a una serie de arroyos, desde el Carnaval al NO al Garibaldi al SE, dispuestos en forma subparalela entre sí (Fig. 3, Mapa 4). Los interfluvios tienen forma generalmente convexa, ancho de 1-2 km y dirección aproximada S-N o SO-NE, disminuyendo su longitud desde 7 km al O hasta alrededor de 2 km al E. Los perfiles longitudinales varían en altura de 27-10 m snm hacia el NO a 20-10 m snm en el SE, con pendientes longitudinales que oscilan entre 0,15 y 0,25 %. Las pendientes que vinculan los interfluvios con las planicies de inundación son cortas (100 a 300 m) y su gradiente varía aproximadamente entre 0,80 y 1,10 %.

Por otro lado, se encuentra la cuenca del arroyo El Pescado, diferenciada de las anteriores por su mayor superficie –en gran parte situada fuera del partido de La Plata– y por la dirección de su curso, la de sus afluentes y la de los interfluvios que los separan. La cuenca está limitada al N por la divisoria secundaria y al S y O por la divisoria principal, con cotas entre 20 y 25 m snm. El curso superior tiene dirección O-E, disminuyendo paulatinamente en altura y cambiando su rumbo en dirección casi S-N, integrando el cierre de la cuenca y el límite E de la zona de estudio. Los interfluvios secundarios asociados a la margen izquierda muestran una continuidad relacionada con la escasa longitud de los afluentes. Por el contrario, la mayor longitud y grado de bifurcación de los afluentes de la margen derecha determinan la presencia de numerosos interfluvios de forma irregular, desconectados entre sí, con alturas que oscilan entre 15-20 m snm. Las pendientes varían entre 0,10 y 0,15 %; sus longitudes son muy variables oscilando entre 200 y 1000 m aproximadamente.

Vertiente del río Samborombón

En la vertiente al río Samborombón las geoformas tienen una menor expresión topográfica que en la vertiente del Río de la Plata. Se observan interfluvios planos, orientados de N a S, con mayor amplitud hacia las cabeceras, estrechándose en dirección hacia el río Samborombón. Las cotas son también menores respecto a la otra vertiente, variando entre 25 m snm al N y 15 m snm al S. Otra característica diferencial son las pendientes muy largas (500 a 2000 m) y con un gradiente muy bajo (0,03 a 0,10 %), que vinculan a los interfluvios con las planicies de inundación.

HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

En relación con el drenaje superficial de la Llanura Alta, se deben distinguir los mismos ámbitos ya identificados al describir la topografía: *vertiente del Río de la Plata* al norte y *vertiente del río Samborombón* al sur (Fig. 4, Mapa 4).

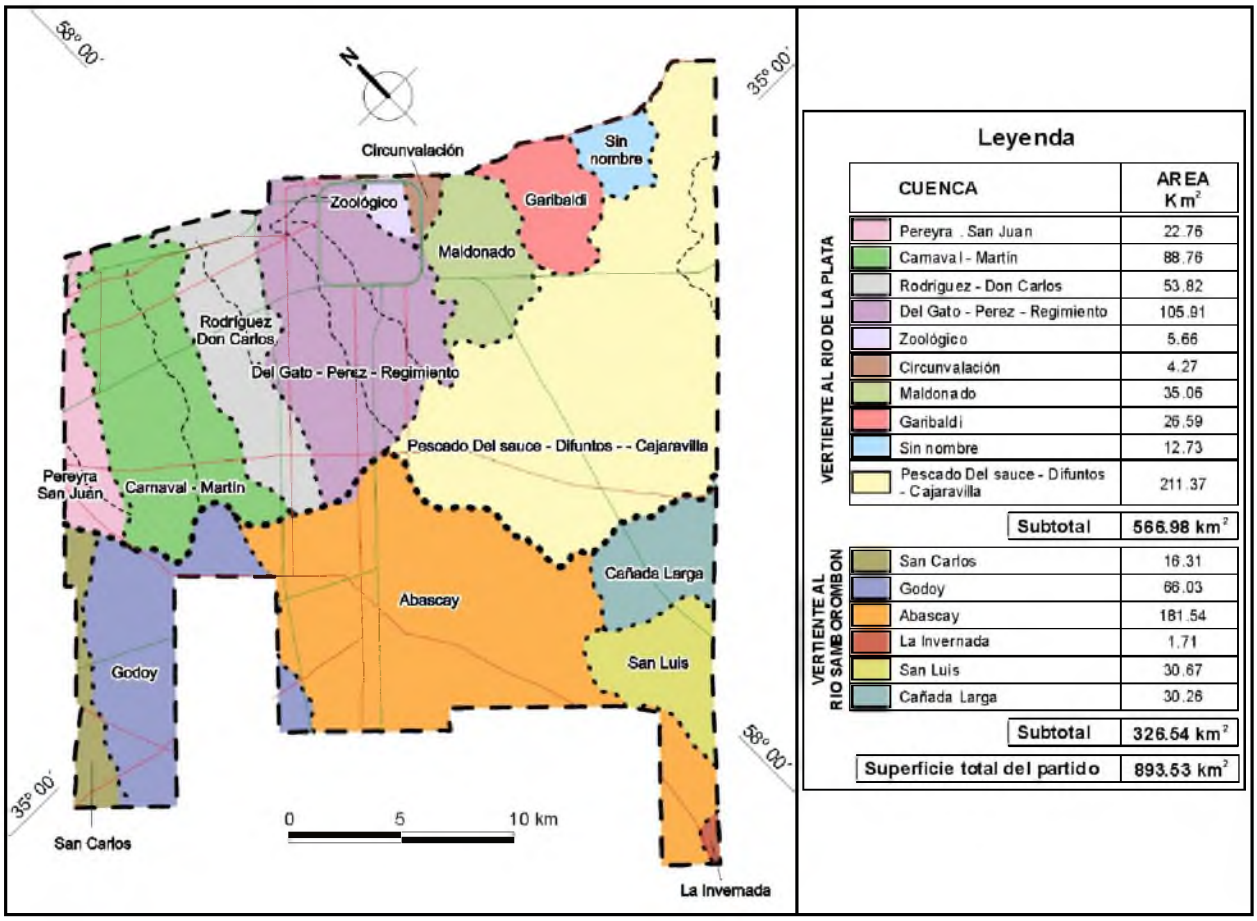


Fig. .4 - Cuencas de drenaje

Vertiente del Río de la Plata

Los arroyos de esta vertiente tienen un rumbo general de escurrimiento SO-NE, desaguando en la Planicie Costera y no en el Río de la Plata. Ello se debe a que entre los 5 m snm y la costa del Río de la Plata se produce un cambio de pendiente regional, la cual se hace mínima (< 0,03 %), dando lugar a que los arroyos pierdan energía y sus cursos se hagan divagantes, insumiéndose y generando bañados.

La vertiente está integrada de NO a SE, parcialmente por las cuencas de los arroyos Pereyra y San Juan y totalmente por las cuencas de los arroyos Carnaval, Martín, Rodríguez, Don Carlos, del Gato, Pérez, Regimiento, Jardín Zoológico, Circunvalación, Maldonado, Garibaldi y El Pescado.

Arroyo Carnaval. Se origina de la confluencia de dos cursos de agua de carácter transitorio, en cotas cercanas a los 25 m snm, con extensiones próximas a los 3 km y una dirección de escurrimiento SO-NE. A partir del cruce con el Camino Gral. Belgrano tiene un pequeño cambio de dirección al SSO-NNE como consecuencia del alto topográfico ubicado en las proximidades del Parque Ecológico Municipal.

Arroyo Martín. Tiene su origen en dos cursos de agua, cuyas cabeceras se encuentran en cotas próximas a los 27,5 m snm. Tiene una longitud de 14,5 km, con un rumbo casi N-S hasta desembocar en la Planicie Costera. Al ingresar en el Parque Ecológico Municipal ha sido rectificado mediante un canal de 1,3 km de largo.

Arroyo Rodríguez. Se origina como consecuencia de la unión de tres cursos de carácter transitorio, en cotas cercanas a los 27 y 22,5 m snm. Aproximadamente a partir de los 17 m snm se convierte en un curso de agua permanente que, con un rumbo casi S-N escurre hasta el cruce con las vías férreas (ramal desactivado) en una extensión de aproximadamente 4 km. A partir de este punto cambia su dirección al

SO-NE, manteniendo esta dirección por espacio de unos 5,5 kilómetros, para desembocar en la Planicie Costera. En las proximidades del Camino General Belgrano desagua en su margen derecha otro curso de carácter transitorio que tiene sus nacientes en cotas cercanas a los 20 m snm en las proximidades de la localidad de Gorina.

Arroyo Don Carlos. Es de carácter permanente en casi todo su curso. Tiene una extensión de 4 km y un rumbo S-N. A partir de Gonnet se encuentra entubado y luego canalizado hasta desembocar en el arroyo Rodríguez.

Arroyo del Gato. Se extiende por una distancia de 15 km en dirección N-S. Al llegar a la Planicie Costera, al E de la localidad de Ringuelet, es canalizado para que sus aguas desemboquen en el Río de la Plata. Presenta en general tributarios bien desarrollados como el arroyo Pérez, el cual recibe a su vez por su margen derecha al arroyo Regimiento.

Dentro del ejido urbano fundacional se pueden reconocer tres arroyos: Pérez, Regimiento y Jardín Zoológico, los cuales, junto con sus tributarios tienen gran influencia en la morfología de la ciudad. En la actualidad se encuentran entubados al ingresar al ejido, por lo cual las descripciones siguientes se refieren al curso original existente antes de su entubamiento.

Arroyo Pérez. Tiene sus nacientes a la altura de la Ruta Provincial N° 10, siguiendo una dirección S-N en la mayor parte de su recorrido a través de 12 km de extensión. En su tramo inferior, unos 3 km antes de su desembocadura en el arroyo del Gato, cambia su rumbo a una dirección SE-NO

.Arroyo Regimiento. Presenta una longitud de 10 km con un rumbo S-N, describiendo una amplia inflexión hacia el E, antes de desembocar en la margen derecha del arroyo Pérez. Cruza totalmente y en forma diagonal el ejido urbano de La Plata. Sus cabeceras se encuentran a casi 25 m snm.

Arroyo Jardín Zoológico. Se trata de un curso de escasa longitud, cercana a los 4 km, que escurre en dirección S-N atravesando la parte norte del casco urbano. Su cabecera se sitúa en las cercanías del Parque Saavedra en cotas de 20 m snm.

Los arroyos localizados al S y SE del ejido urbano fundacional siguen una dirección de escurrimiento predominante SO-NE, teniendo una importante influencia sobre la morfología presente en la zona periurbana. Se trata de los arroyos Circunvalación, Maldonado, Garibaldi y El Pescado.

Arroyo Circunvalación. Tiene una longitud de 4 km y se origina en alturas próximas a los 20 m snm, en las proximidades de la ex estación ferroviaria homónima. Se encuentra totalmente entubado.

Arroyo Maldonado. Tiene sus nacientes en cotas próximas a los 20 m snm, es de carácter permanente y presenta una extensión de 8 km. Un afluente, conocido localmente como arroyo Monasterio, nace en cota de alrededor de 20 m snm, desagua en su margen izquierda y tiene una longitud de 4 km. Se encuentra parcialmente entubado. Existe otro afluente de 5 km de extensión que desemboca en su margen derecha.

Arroyo Garibaldi. Posee aguas permanentes aproximadamente a partir de la calle 13. Su extensión total es de alrededor de 9 km, originándose en alturas próximas a los 17,5 m snm en las proximidades de la estación Arana. Estos dos últimos cursos muestran características similares en cuanto a su desarrollo; con pocos cursos tributarios pero de importante extensión, lo cual configura el desarrollo de cuencas bien drenadas. Por otra parte, en los sectores próximos a las desembocaduras se advierte una ampliación del valle, principalmente en el último de los cursos, con extensiones cercanas a 1 km por la cual drena el curso principal y sus tributarios.

Arroyo El Pescado. Es un curso de agua permanente presentando gran parte de su recorrido un rumbo general O-E, cambiando a una dirección casi S-N a unos 7 km del cruce con la ruta 11. Se origina por la confluencia de dos cursos menores en las proximidades de las vías del ex F.C.G.R. que comunicaba a las localidades de Oliden con R. de Elizalde denominados arroyo del Sauce y otro sin nombre. El curso principal presenta afluentes secundarios, destacándose los arroyos Difuntos y Cajaravilla, entre otros. Este último resulta ser el principal afluente, aunque gran parte de su recorrido se ubica en el partido de Magdalena. Se localizan en la margen derecha del colector principal con extensiones variables entre 7 y 17 km, mientras que, en la margen opuesta se desarrollan cursos relativamente cortos en su mayoría de carácter transitorio de 3 a 5 km de longitud. Esta situación se origina como consecuencia de la diferente distancia que se hallan las divisorias a ambos lados del colector principal. Antes de llegar a la planicie costera divaga en una amplia planicie de aproximadamente 2 km de ancho, describiendo amplias curvas. El resto de curso se desarrolla en la planicie costera dentro del partido de Berisso.

Vertiente del río Samborombón

El ámbito que drena hacia el sur presenta características morfológicas y de drenaje notablemente diferentes del anterior. Se trata de los sectores de cabeceras de los cursos que conforman el escurrimiento hacia el río Samborombón, siendo el más importante el arroyo Abascay, que es el único que se describirá en detalle. Se encuentran además pequeños sectores que corresponden a las nacientes de los arroyos San Carlos, Godoy, Cañada Larga y San Luis que se extienden en su mayor parte en los partidos de Brandsen y Magdalena. Se destacan además, una cantidad apreciable de depresiones, generalmente ocupadas por agua y que se ubican indistintamente en relación con cursos de agua y en divisorias.

Arroyo Abascay. Presenta una dirección de escurrimiento N-S, con una extensión dentro del partido de 15 km y una cota en zona de cabeceras de 25 m snm. A partir de la cota de 20 m snm presenta áreas anegadas a ambos lados. En los últimos 4 km dentro del partido presenta un recorrido entre barrancas, manteniendo esta condición fuera de los límites del partido.

En su margen izquierda y con rumbo NE-SO, desagua un curso tributario que se origina a partir de dos cursos que nacen en zonas deprimidas en cotas próximas a los 25 y 20 m snm. A partir del cruce con la ruta provincial 2 presenta carácter permanente, escurriendo entre barrancas, con una longitud de 5 km hasta confluir en el arroyo Abascay en el partido de Brandsen.

GEOMORFOLOGIA

El Mapa de Geomorfología (Mapa 5), pone de manifiesto las características naturales del drenaje superficial de la zona de estudio, la localización de cuencas y subcuencas de los arroyos y la identificación y delimitación de Areas y Unidades Geomorfológicas. Se han identificado los procesos geodinámicos que originaron las geoformas y el grado de intervención que sobre ellas se ha ejercido. Como referencias del mapa geomorfológico se incluye un cuadro descriptivo (Tabla 3) que incluye los nombres de las unidades con su forma, localización topográfica relativa en el paisaje, material que la compone, origen de ese material, grado de erosión tanto hídrica como eólica, características generales de la hidrología superficial y subterránea y el grado de riesgo de inundación. Este mapa, junto con los de topografía y pendientes, y el análisis del uso del suelo, han sido la base de la elaboración del Mapa de Riesgo de Inundación (Mapa 11).

Características regionales

La Llanura Alta está formada por sedimentos loéssicos eólicos o retrabajados por el agua, de origen continental. Corresponde a la Terraza Alta de Frenguelli (1950) o a la Zona Interior definida por Fidalgo y Martínez (1983). Ha sido incluida por diversos autores dentro de la "Pampa Ondulada". Daus (1946) ubica a esta región en una franja ribereña de los ríos Paraná y de la Plata entre Rosario y Buenos Aires "con la forma de un arco de corona". El límite oeste no está bien definido, afirmando que en el ámbito bonaerense sigue el curso del río Salado. Describe a la región como una llanura con ondulaciones ocasionadas por una red de drenaje relativamente abundante. Tricart (1973) comenta que la región situada al norte del río Salado ya pertenece a la Pampa Ondulada. Fidalgo y Martínez (1983) afirman que la Pampa Ondulada se extiende desde el arroyo del Medio hasta la bahía de Samborombón, quedando incluídas la totalidad de las cuencas de drenaje que desaguan hacia los ríos Paraná, de la Plata y Samborombón.

A nuestro juicio, la vertiente del Río de la Plata presenta dentro del partido de La Plata rasgos morfológicos que guardan semejanza con los de la Pampa Ondulada, evidenciados en las ondulaciones producidas por la alternancia de interfluvios y planicies de inundación. Un ejemplo típico lo constituyen las importantes diferencias de cota entre el interfluvio entre la cuenca del arroyo del Gato y el Pérez en relación con los cursos de agua. Esta morfología se torna más plana en el interfluvio principal y en la vertiente del río Samborombón, en la cual las reducidas pendientes podrían indicar una transición hacia la Pampa Deprimida.

Unidades Geomorfológicas de la zona de estudio

Teniendo en cuenta diferentes criterios de análisis geomorfológicos como origen y tipo de materiales de cobertura, litología, estratigrafía, suelos, geoformas y sus procesos generadores, se caracterizaron dos grandes áreas en la zona de estudio: el **Area de Influencia Estuárico-Marina**, y el **Area de Influencia Continental**, separadas entre sí por una franja que denominamos **Zona de Origen Mixto** (Cabral, 2000). Ver Mapa 5 y Perfil esquemático en la Fig. 5.

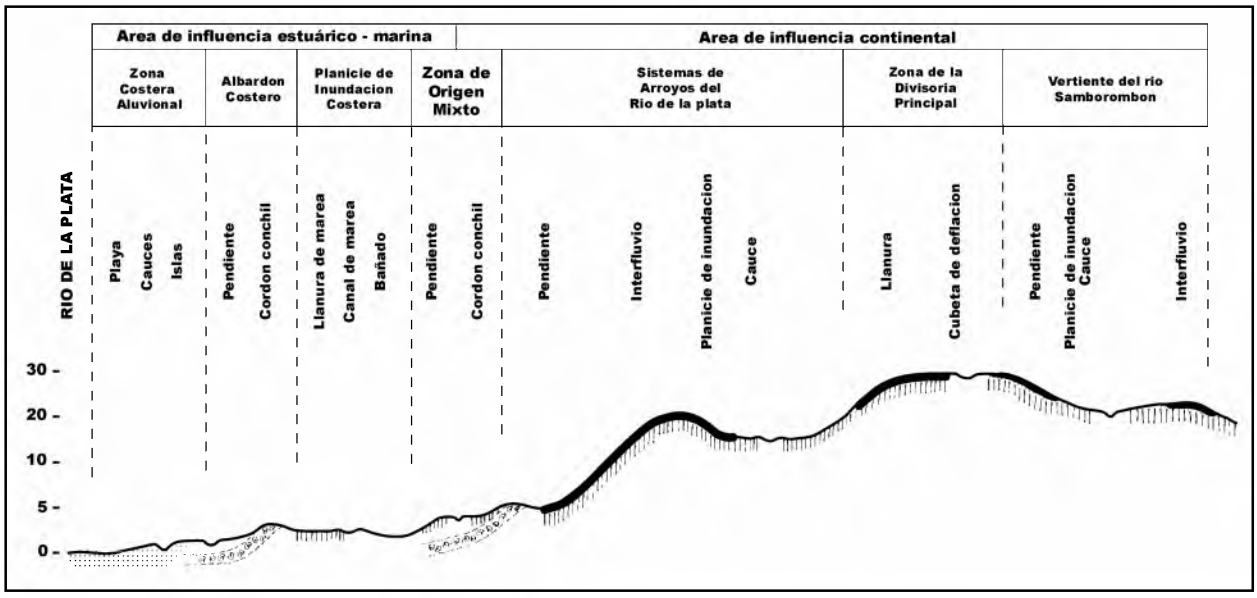


Fig. 5. Perfil esquemático N-S desde el Río de la Plata hasta el límite con el Partido de Brandsen.

Area de Influencia Estuárico-Marina

Se encuentra dentro de la denominada Planicie Costera (Fidalgo y Martínez, 1983) o Llanura Costera (Cavallotto, 1995), aproximadamente entre la cota de 5 m y el nivel del mar. Violante et al. (2001) diferencian en la provincia de Buenos Aires tres llanuras costeras, que de norte a sur son: Río de la Plata, Ajó y Mar Chiquita. Los extensos depósitos marinos y costeros que las cubren se han originado: a) por su ubicación en la zona central más deprimida de la cuenca del Salado, b) por la intensa sedimentación inducida por las enormes descargas del Río de la Plata y c) por el transporte litoral; dichos factores interactuaron con las fluctuaciones del mar producidas después de la última glaciación.

Una pequeña parte del partido de La Plata se ubica dentro de la Llanura Costera Río de la Plata, cerca del límite con los partidos de Ensenada y Berisso. Se trata de una zona llana que contiene una sucesión de formas originadas durante el ciclo transgresivo-regresivo ocurrido en el Holoceno, tales como cordones conchiles, llanuras de mareas, bañados, canales de marea, etc.

Una característica del drenaje superficial y subterráneo de esta región es que las aguas provenientes del continente no llegan directamente al Río de la Plata, sino que se insumen o se distribuyen superficialmente sobre esta planicie. Sólo el arroyo El Pescado logró elaborar un cauce que atraviesa esta área por su mayor caudal originado en una extensa cuenca de drenaje. Esto hace que la Planicie Costera, que está separada de la costa por un albardón, permanezca anegada durante períodos prolongados, particularmente en los bañados. Para lograr una mejor y más rápida evacuación de las aguas de crecidas de los arroyos, se realizaron varios canales que atraviesan la Planicie Costera y desaguan directamente en el Río de La Plata.

Cordón conchil

Son geoformas positivas generadas por la acumulación de valvas de moluscos enteras y fragmentadas, acompañadas por arenas finas a muy finas de color castaño claro. Constituyen formas alargadas, discontinuas, dispuestas en forma paralela a subparalela a la actual línea de costa, localizadas cerca de la Llanura Interior. Son producto de las regresiones marinas del Cuaternario.

Los depósitos corresponden al Miembro Cerro de la Gloria de la Formación Las Escobas de edad Holocena. Las geoformas han sido en gran parte alteradas por la extracción de conchilla y urbanizaciones. Dos de los sitios en que se encuentran mejor preservadas son el Parque Ecológico Municipal y el campo "La Casuarina", cerca de la desembocadura del arroyo Garibaldi (Ruta 11 y calle 620).

Llanura de fango (Cavallotto, 1995)

Se trata de una zona de relieve plano, cuyo límite interior está marcado por un pequeño escalón que marca la antigua línea de costa. Los cursos que drenan la Llanura Interior, al llegar a ella no pueden labrar su cauce y dispersan sus aguas en grandes depresiones o bañados, lo que ha motivado la necesidad de su canalización hasta el Río de la Plata.

Las secuencias sedimentarias observadas presentan una marcada heterogeneidad litológica. Efectuando una amplia generalización se pueden distinguir tres materiales superpuestos de diferente origen: en la parte superficial aparece un material sumamente arcilloso, posiblemente de origen mixto, con rasgos vérticos marcados, tales como cutanes de tensión y grietas que van desde la superficie hasta cerca de 1 m de profundidad. Lo subyace un material de origen marino de alrededor de 1 m de espesor con estructura laminar, alternando capas arcillosas y arenosas y restos de conchilla (Fm. Las Escobas, Miembro Canal 18) (Fidalgo et al., 1973). Por debajo, aproximadamente a los 2 m de profundidad, aparece un material loéssico masivo de color pardo y abundantes concreciones calcáreas (Fm. Ensenada) (Riggi et al., 1986).

Bañado

Esta unidad tiene mayor expresión areal en los vecinos partidos de Ensenada (bañado Ensenada) y Berisso (bañado Maldonado). En el partido de La Plata ocupan sectores relativamente pequeños en las cercanías del arroyo El Pescado. Son áreas cóncavas que permanecen anegadas en forma casi permanente. Se halla cubiertos en gran parte por vegetación higrófila. La imperfecta mineralización de los restos vegetales favorece la formación en superficie de horizontes orgánicos. Por debajo, los materiales presentan una secuencia similar a la descripta para la Llanura de Fango.

Tabla 2. Geomorfología

ORIGEN DEL AREA	UNIDAD	FORMA	LOCALIZACIÓN TOPOGRAFICA	MATERIAL	PROCESOS DE FORMACION	EROSIÓN ACTUAL		HIDROLOGÍA		RIESGO DE INUNDACIÓN
						EÓLICA	HÍDRICA	SUPERFICIAL	SUBTERRANEA	
ESTUARICO-MARINO	Cordón Conchil	leve elevación en el paisaje	aprox. cota 5 m	valvas marinas	acumulación marina	nula	mínima	control del escurrimiento	sin incidencia	mínimo
	Llanura de fango	plana	baja	arcilla/limo/arena fina	aluvional estuárico	nula	moderada y con mínima infiltración	anegamiento semipermanente	freática salinizada cercana a la superficie	máximo
	Bañado	irregular poco profunda	baja	arcilla	estuárico	nula	elevada	anegamiento permanente	freática salinizada cercana a la superficie	máximo
	Llanura de Marea Interior	plana	baja	arcilla	estuárico	nula	elevada y con mínima infiltración	anegamiento semipermanente	freática salinizada cercana a la superficie	máximo
	Antiguos Canales de Marea	meandrosa	baja	arcilla/limo/arena fina	aluvional estuárico	nula	máxima	drenaje semipermanente	freática salinizada cercana a la superficie	máximo
MIXTO	Antiguo Estuario Interior	quiebre de pendiente	entre cotas de 3 y 5 m	arcilla/limo	fluvial estuarico marino	nula	máxima	area desagüe de arroyos	zona de descarga	máximo
	Antigua Franja Costera	desnivel suavizado	entre cotas de 3 y 5 m	loess	erosión marina	nula	moderada	drenaje en manto	freática salinizada cercana a la superficie	medio
	Interfluvio de Origen Mixto	plana	media	arcilla/limo/loess	fluvial estuarica	nula	moderada	anegamiento esporádico	freática salinizada cercana a la superficie	medio
CONTINENTAL	Interfluvio Convexo	convexa	alta	loess	erosión hídrica	nula	mínima	nacimiento de afluentes	zona de recarga	nulo
	Interfluvio Plano	plana	alta	loess/arena fina	erosión hídrica y eólica	moderada	mínima	cabecera de los arroyos	zona de recarga	mínimo
	Area con Pendiente	plano inclinado	media	loess	erosión hídrica	nula	elevada	drenaje en manto	zona de recarga	medio
	Planicie de Inundación	elongada plana	área baja	arcilla/limo	acumulación fluvial	nula	elevada	áreas de desbor-des periódicos	esporádicamente mantiene caudal de base	máximo
	Cañadas	elongada plano-cóncava	área levemente deprimida	loess/limo/arcilla	erosión fluvial incipiente	nula	moderada	drenaje incipiente	zona de recarga	medio
	Cauce de Arroyos	lineal cóncava	área deprimida	arcilla/limo	erosión fluvial	nula	máxima	cursos permanen-tes y transitorios	cursos alternati-vamente influentes o efluentes	máximo
	Cubetas de deflación	circular cóncava	media-alta	limo/arcilla	erosión eólica e hídrica	mínima	elevada	drenaje centrípeto esporádico	cuerpos alternati-vamente influentes o efluentes	medio
	Lagunas	cóncava	variable	limo/arcilla	erosión eólica e hídrica	nula	máxima	agua permanente	cuerpos alternati-vamente influentes o efluentes	máximo

Llanura de mareas interior (Cavallotto, 1995)

Esta unidad se extiende desde la margen derecha del arroyo El Pescado, tomando una pequeña zona al noreste del partido, una parte de Berisso y se desarrolla fundamentalmente en el partido de Magdalena. Tiene materiales similares a la Llanura de fango, pero se caracteriza por contener una gran cantidad de antiguos canales de mareas.

Antiguos canales de mareas

Constituyen una serie de antiguos cauces de diseño meandroso o localmente sinuoso, desarrollados sobre la Llanura de mareas interior. Son geoformas relictos de un área afectada por mareas durante el máximo de la transgresión holocena, quedando desactivados al depositarse en su frente los cordones conchiles. Luego, estos canales fueron rellenados con depósitos aluviales (Cavallotto, 1995). Esta unidad se extiende solamente sobre el antiguo estuario interior correspondiente al arroyo El Pescado.

Zona de Origen Mixto

Antiguo estuario interior

En vinculación con los tramos inferiores de los cursos de agua del Area de Influencia Continental y generalmente por debajo de la cota de 5 m snm se puede apreciar un ensanchamiento con formas semejantes a "embudos" cuyos vértices apuntan en dirección aguas arriba. Se trata de áreas inundables que funcionaron como "estuarios" durante la última ingresión marina del Holoceno, muchas veces asociadas a depósitos conchiles. Los sedimentos depositados en esta unidad presentan características similares a las descriptas en la Llanura de Fango.

Antigua franja costera

Esta unidad se desarrolla sobre un paleoacantilado que marcó el límite de la última ingresión y en la actualidad se visualiza como un pequeño escalón topográfico o un quiebre de pendiente, en algunos sitios de pocos centímetros y en otros de unos pocos metros. Un ejemplo lo constituyen determinados sectores cercanos a la calle 122, límite con los partidos de Ensenada y Berisso, entre las calles 44 y 66.

Interfluvio de origen mixto

Son pequeños sectores levemente sobreelevados de relieve plano situados entre brazos del arroyo El Pescado o de antiguos canales de marea. Están constituidos por materiales medianamente finos a medianamente gruesos de origen fluvial y estuárico.

Área de Influencia Continental

Esta área pertenece a la región denominada Pampa Ondulada y se caracteriza por un modelado fluvial, con suaves ondulaciones, que afectan depósitos loéssicos pampeanos. Ha sido también llamada Zona Interior (Fidalgo y Martínez, 1983) o Llanura Alta (Cavallotto, 1995). Se han distinguido en ella dos vertientes: la del Río de la Plata y la del río Samborombón, separadas por una amplia divisoria (Interfluvio plano). Los arroyos que constituyen cada una de las vertientes han sido indicados en el capítulo Hidrología Superficial.

Interfluvio convexo

Se trata de áreas elongadas en el sentido de los arroyos y en general de forma convexa, formadas por materiales loéssicos. Corresponden a las divisorias de aguas entre los arroyos y/o sus afluentes. Pueden tener entre 7 y 11 km de largo. El ancho es más variable, pues hay zonas en las cuales mide sólo unos pocos metros y otras donde llega a los 2 km.

Interfluvio plano

Se encuentra en la zona de cabecera de los arroyos e incluye la divisoria principal de aguas entre la cuenca del río Samborombón y el sistema de arroyos del Río de la Plata. En él se encuentran las mayores cotas del partido y se caracteriza por su chatura, la existencia de pequeñas cubetas de deflación eólica y la ausencia de un sistema integrado de drenaje.

Area con pendiente

Se denomina así a la unidad que queda definida como una franja intermedia entre las planicies de inundación de los arroyos y los interfluvios, correspondiendo a las paredes de los antiguos valles fluviales. En los arroyos de la vertiente del Río de la Plata tienen gradientes del 0,8 al 2,5% y longitudes que varían entre 50 y 500 m, aunque las pendientes asociadas al arroyo El Pescado son algo mayores. En la vertiente

del río Samborombón, las pendientes tienen gradiente más bajo, generalmente entre 0,03 y 0,1 %, y longitudes mayores (500 a 2000 m). En ambas vertientes pueden presentarse localmente evidencias de erosión hídrica.

Planicie de inundación

En épocas de grandes lluvias, ya sea en intensidad o duración, el agua tiende a ocupar naturalmente este ámbito fluvial. Por consiguiente, esta unidad ha sido definida en base a criterios hidrológicos. Estas planicies de inundación pueden tener un ancho de entre 100 y 200 m según la importancia del curso principal. En el arroyo El Pescado el ancho es aún mayor. En otros cursos de primer y segundo orden, puede reducirse a unos 20-50 m.

El área delimitada por el Camino Gral. Belgrano, Camino Centenario y vías del ex Ferrocarril Roca (que comprende las cuencas inferiores de los arroyos Carnaval, Martín, Rodríguez, Don Carlos y El Gato) ha experimentado un intenso proceso de urbanización. Ello ha originado que las planicies de inundación de esos arroyos sean ocupadas en muchos casos por viviendas, las que por un lado sufren permanentes inundaciones y por otro lado se constituyen en un obstáculo físico para la normal evacuación de las aguas.

Cañadas

Esta subunidad incluye las depresiones elongadas que se encuentran en las nacientes de los arroyos o en la planicie costera, de poca profundidad y donde el movimiento del agua no se produce por un cauce definido.

Cauce de arroyos

En general se trata de pequeños cauces de poca profundidad, con canales de estiaje de unos pocos metros de ancho, con agua permanente sólo en la cuenca media y baja.

Cubetas de deflación

Son en general depresiones subcirculares pequeñas, de menos de 50 m de diámetro, de poca profundidad y con un grado importante de colmatación, aunque existen otras de mayor tamaño y formas irregulares. Se originaron por deflación eólica en épocas de extrema aridez, aunque en la actualidad funcionan como depresiones permanentemente húmedas o anegadas. Se encuentran en mayor cantidad dentro del Interfluvio Plano.

Lagunas

Son cubetas amplias que contienen agua en forma prácticamente permanente. Un ejemplo lo constituye la Laguna García, ubicada dentro del interfluvio principal y otras situadas en las cabeceras y en la cuenca alta de los arroyos de la vertiente del río Samborombón.

SUELOS

Existen algunos antecedentes previos respecto a estudios cartográficos de suelos, pero donde no se trata el tema en forma integral. Entre ellos se puede citar a Cappannini y Mauriño (1966), que realizan una cartografía en pequeña escala de la región litoral del Río de la Plata, entre las ciudades de Buenos Aires y La Plata. Posteriormente, Issa y Urbiztondo (1971) elaboraron un mapa de capacidad de uso de los suelos y uso actual de la tierra. A partir de 1968, el INTA comienza el estudio de Suelos de la Pampa Deprimida, que incluye en su mayor parte el sector del Partido de La Plata perteneciente a la vertiente del Río Samborombón.

Los estudios de este recurso natural requieren su actualización ya que el tiempo y el uso generan cambios en las propiedades de los suelos. Ademas, el avance científico exige incorporar nuevos datos a los ya existentes. De esta manera, se amplía también el espectro de las especialidades a las cuales están destinados estos estudios.

Los suelos del área se han diferenciado en primera instancia según sus materiales originarios. Se han distinguido así dos ambientes contrastantes: el área continental con suelos desarrollados a partir de sedimentos loéssicos eólicos y fluviales, que abarca la mayor parte del partido, y el área de la planicie costera con sedimentos aportados por ingresiones marinas. Entre ambos ambientes existe una zona de transición en la que los suelos han evolucionado a partir de materiales de origen mixto.

Los suelos formados a partir de sedimentos continentales eólicos aparecen principalmente en interfluvios y pendientes. En la vertiente del Río de la Plata predominan suelos zonales en los cuales el clima y la vegetación han desempeñado un papel importante en su génesis, aunque también hay cierta influencia de los materiales de texturas finas a partir de los cuales se han desarrollado muchos de ellos. En la vertiente del río Samborombón ha tenido una participación importante el factor relieve, que en gran parte de la cuenca es plano o cóncavo, lo que ha contribuido a la formación de muchos suelos hidromórficos y sódicos.

Los suelos con mejor drenaje pertenecen principalmente a los órdenes Molisol y Vertisol. Se caracterizan por sus perfiles de fuerte desarrollo, con horizontes A oscuros, generalmente espesos y bien provistos de materia orgánica, a los que subyacen horizontes B con marcados rasgos de iluviación de arcilla, acompañados, especialmente en los Vertisoles, por evidencias de expansión y contracción de los materiales. Son suelos con elevada capacidad de intercambio catiónico aportada por la materia orgánica y la arcilla. Desde el punto de vista físico los altos tenores de la fracción fina le confieren moderada a baja permeabilidad y elevada plasticidad, particularmente en el sector iluvial del perfil (horizontes B).

En las planicies de inundación de arroyos, en cañadas y en muchas pendientes e interfluvios planos de la cuenca del río Samborombón los suelos se han formado a partir de materiales continentales retrabajados por el agua. Por ello, comparten algunas de las características de los suelos de interfluvios y pendientes en lo que respecta a granulometría y mineralogía. Las diferencias estriban en el menor tiempo de evolución de los suelos y la posición deprimida del relieve que ha favorecido el desarrollo de procesos de hidromorfismo y sodificación. Estos suelos pertenecen en muchos casos a los Alfisoles o bien a Molisoles y Vertisoles con régimen ácuico.

En la planicie costera y la zona de transición los suelos muestran menor desarrollo que los del área continental, especialmente por la menor edad de los sedimentos. Además, en muchos de los suelos los procesos de alcalinización y salinización han tenido una participación importante, a los que se suman en casi todos los casos, los procesos hidromórficos en razón de las posiciones deprimidas que ocupan estos suelos. También se ha desarrollado el proceso de vertisolización o argiliturbación, particularmente en los suelos de la planicie costera. En los ambientes citados predominan Alfisoles y Vertisoles, algunos Molisoles y, en el caso de los suelos de menor desarrollo, los Entisoles.

CLASIFICACION TAXONOMICA DE LOS SUELOS

Los suelos fueron clasificados de acuerdo con el sistema Taxonomía de Suelos (Soil Survey Staff, 1999) hasta el nivel de serie en aquellos suelos de mayor difusión y de mejor aptitud. En algunos suelos de extensión reducida o de baja aptitud la clasificación se efectuó a niveles más altos (principalmente subgrupo).

Las series creadas no tienen el carácter de series establecidas sino que son tentativas. Podrán llegar a aquella condición cuando se efectúe la correlación con suelos de áreas cercanas en las que existen estudios regionales, cuando se amplíe la superficie que ocupan algunos suelos en posteriores

levantamientos y cuando se disponga de mayor información tanto de carácter analítico como datos de rendimientos de cultivos, comportamiento mecánico, etc. En ese sentido se debe aumentar la cantidad de análisis mineralógicos de arcilla para definir la clasificación a nivel de familia mineralógica.

Algunas de las series fueron subdivididas aplicando el concepto de fase a fin de precisar sus propiedades desde el punto de vista de su uso. Así, se consideró la *fase inclinada* para aquellos suelos que se encuentran en pendientes superiores al 2% y la *fase imperfectamente drenada* para suelos con mayores deficiencias en el drenaje que el resto de la serie, por hallarse en posiciones topográficas ligeramente deprimidas. Se aplicó también la "*fase decapitada*" a aquellos suelos en los que se extrajo el horizonte superficial para la fabricación de ladrillos y otros usos. Esta fase no se separó en el mapa básico de suelos como delineaciones separadas sino que se indicó con una trama especial en el Mapa de Capacidad de Uso de Suelos.

LAS UNIDADES CARTOGRAFICAS

En esta sección se incluye una caracterización de cada una de las unidades cartográficas del Mapa Básico de Suelos (Mapa 6), ordenadas por orden alfabético del símbolo de la unidad. Dichas unidades pueden estar integradas por una sóla unidad taxonómica (consociaciones) o bien agrupar a más de una de ellas (asociaciones y complejos). El primer caso corresponde a interfluvios y pendientes de la vertiente del Río de la Plata que muestran una distribución relativamente homogénea de los suelos y donde se ha podido cartografiar series puras. Los suelos de cada serie tienen grandes semejanzas, pero admiten cierto margen de variabilidad en sus propiedades que se ha señalado en cada caso. Además, en esas unidades cartográficas puras se admite la existencia de otros suelos que constituyen "inclusiones" y cuyo porcentaje respecto a la superficie de la unidad puede llegar hasta un 15% aproximadamente. Se han representado también unidades cartográficas puras en algunos sectores de poca extensión donde los suelos fueron clasificados sólo hasta nivel de subgrupo.

Las características de las unidades taxonómicas se consignan en la sección siguiente (**Descripción de las Unidades Taxonómicas**), donde se describen por orden alfabético las series y luego los subgrupos, agrupados por orden de suelo.

Cuando un ambiente no es homogéneo respecto a la distribución de los suelos o cuando la escala no ha permitido representar unidades cartográficas puras, se han empleado unidades compuestas (**asociaciones**, **complejos** y **grupos indiferenciados**).

La **asociación** es una agrupación de dos o más suelos distribuidos en un patrón relativamente sencillo, cuyos componentes pueden separarse al aumentar la escala. Los **complejos** constituyen una agrupación de dos o más suelos en un patrón más intrincado que las asociaciones. Se ha recurrido a este tipo de unidad cartográfica en la cuenca del río Samborombón y en el Área Transicional de Origen Mixto donde los suelos muestran variaciones en sus propiedades dentro de distancias cortas. Se han utilizado también complejos, con una connotación especial, indicada en cada caso, para las zonas urbanas.

Los **grupos indiferenciados** constituyen unidades cartográficas compuestas en las que los suelos muestran una distribución anárquica, no estando asociados geográficamente de manera previsible, clasificándose a los suelos a nivel de subgrupo. Esta unidad se utilizó para las planicies aluviales de los arroyos y en la planicie costera.

En las descripciones que se incluyen a continuación y en la leyenda del mapa básico de suelos se han ordenado las unidades en primer lugar según los orígenes de los materiales formadores (continentales, mixtos y marinos) y en segundo lugar, para el caso de los materiales continentales, según la cuenca. Se han descripto las unidades cartográficas puras y las compuestas indicando su área de distribución y la superficie que ocupan, las características del relieve, las principales propiedades del suelo o los suelos que integran la unidad y su aptitud para el uso.

Leyenda del Mapa Básico de Suelos (Mapa N° 6)

Suelos desarrollados sobre sedimentos de origen continental

Unidad Cartográfica	*Unidades Taxonómicas*	*Superficie hectáreas %*	*Subclase Capacidad de Uso*
Albv	Complejo Albacualfes vérticos, Epiacuertes típicos y Natracualfes vérticos	1953 2,18 %	VIws
AS	Consociación Serie Arturo Seguí (Argiudoles vérticos, fina, montmorillonítica, térmica)	6246 6,98 %	I-2
AS1	Consociación Serie Arturo Seguí, fase inclinada.	642 0,72 %	IIe
AS2	Consociación Serie Arturo Seguí, fase imperfectamente drenada.	435 0,49 %	IIw
AS3	Complejo Serie Arturo Seguí (60%) Serie Gorina (Hapludertes típicos, fina montmorillonítica, térmica) (40 %)	6470 7,23 %	IIs
AS4	Complejo Fases imperfectamente drenadas de: Series Arturo Seguí (60%) y Gorina (40 %)	296 0,33 %	IIIws
AS5	Complejo Serie Arturo Seguí (70 %) Serie Esquina Negra (Hapludoles tapto-árgicos, fina, illítica, térmica) Hapludalfes y Albacualfes vérticos (30 %)	484 0,54 %	IIIws
AS-Go	Complejo Series Arturo Seguí y Gorina (70 %) Albacualfes vérticos (20 %) Serie Esquina Negra (Hapludoles tapto-árgicos, fina, illítica, térmica) (10 %)	7378 8,25 %	IIIws
EC	Asociación Series Estancia Chica (Argiudoles vérticos, fina, illítica, térmica) (80 %) y Los Hornos (Argiaboles vérticos, muy fina, térmica (20%)	13.806 15,43 %	I-2
EN-LC	Complejo Series Esquina Negra (Hapludoles tapto-árgicos, fina, illítica, térmica) y La Cigüeña (Hapludoles tapto-glósicos, fina, illítica, térmica) (60 %); Serie Arturo Seguí (40 %)	1808 2,02 %	IIws
Ev	Asociación Epiacualfes y Epiacuoles vérticos (60%) Serie Gorina fase inclinada (40 %)	517 0,58 %	IVws
Go	Consociación Serie Gorina (Hapludertes típicos, fina, montmorillonítica, térmica)	6491 7,26 %	IIs
Go1	Complejo Fase inclinada de unidades cartográficas Go y AS-Go	2007 2,24 %	IIIes
Go2	Consociación Serie Gorina, fase imperfectamente drenada	249 0,28 %	IIIws
LH	Consociación Serie Los Hornos (Argiaboles vérticos, muy fina, térmica)	238 0,27 %	IVws
Nv1	Complejo Natracualfes vérticos (60%); Series La Cigüeña y Esquina Negra (40 %)	5824 6,51 %	VIws
Nv2	Complejo: Natracualfes vérticos (60 %) Serie Arturo Seguí, fase imperfectamente drenada y Albacualfes vérticos (40 %)	10.523 11,76 %	VIews
Nv3	Complejo: Natracualfes vérticos (80 %) Argiudoles acuérticos, muy fina, illítica, térmica (20 %)	2117 2,37 %	VIIws

Nv4	Complejo Natracualfes vérticos (60%) Argiudoles acuérticos (40 %)	2228 2,49 %	VIws
U - AS-Go	Complejo Tierra Urbana y Series Gorina-Seguí.	6605 7,38 %	-
U - PA	Complejo Tierra Urbana y planicies aluviales.	296 0,33 %	-
GI-1	Grupo indiferenciado de Suelos de Planicies aluviales de los arroyos San Juan, Carnaval, Martín, Rodríguez, Don Carlos y El Gato.	1411 1,58 %	VIIws
GI-2	Grupo indiferenciado de suelos de planicies aluviales de los arroyos Pérez, Regimiento, Maldonado y Garibaldi.	794 0,89 %	VIIws
GI-3	Grupo indiferenciado de suelos de planicies aluviales del arroyo El Pescado y afluentes	2779 3,11 %	VIIws
GI-4	Grupo indiferenciado de suelos de planicies aluviales de arroyos de la cuenca del río Samborombón.	1683 1,88 %	VIIws

Suelos desarrollados sobre sedimentos de origen mixto (continental y estuárico-marino).

Unidad Cartográfica	*Unidades Taxonómicas*	*Superficie hectáreas %*	*Subclase Capacidad de Uso*
Aa	Consociación Argiudoles ácuicos	436 0,49 %	IIIw
Aac	Consociación Argiudoles acuérticos	130 0,15	IIIw
Ho	Consociación Hapludoles oxiácuicos	437 0,49 %	IIIw
Ht - U	Complejo Haprendoles típicos, franca gruesa sobre fragmentaria, carbonática, térmica - Tierra Urbana.	93 0,10 %	-
Na	Consociación Natrudalfes ácuicos, fina, mixta, térmica	62 0,07 %	Viws
Nt	Complejo Natracualfes y Natracuoles típicos (80%) Udipsamentes y Haprendoles (20%) Incluye Tierra Urbana.	296 0,33 %	Viws
Nv5	Complejo Natracualfes vérticos (80%) Natracuoles, Argiacuoles y Argialboles (20%). Incluye Tierra Urbana.	1955 2,18 %	VIIws
Ua	Udortentes ácuicos	57 0,06 %	IIIw
U a	U d	4 0	I I
GI-5	Grupo indiferenciado de suelos de planicies aluviales de las Areas de Origen Mixto y Estuárico-Marino	835 0,93 %	VIIws

Suelos desarrollados sobre sedimentos de origen estuárico-marino.

Unidad Cartográfica.	*Unidades Taxonómicas*	*Superficie hectáreas %*	*Subclase Capacidad de Uso*
N-E	Complejo Natracuertes típicos, familia muy fina, mixta térmica (70 %) Epiacuertes típicos y Epiacuentes vérticos (30 %)	795 0,89 %	VII / VIIIws

Areas misceláneas

Unidad Cartográfica.	*Componente*	*Superficie hectáreas (%)*
L	Laguna o bañado	567 (0,63)
C	Cantera	483 (0,54)

DESCRIPCION DE LAS UNIDADES CARTOGRAFICAS

Suelos desarrollados sobre sedimentos de origen continental

UNIDAD CARTOGRAFICA Albv

Complejo de:

- *Albacualfes vérticos, Epiacuertes típicos y Natracualfes vérticos*

Superficie: 1953 hectáreas (2,18 %)

Los suelos de esta unidad se encuentran casi siempre en cañadas y cubetas de la vertiente del río Samborombón, particularmente en las cuencas de los arroyos Godoy, Cañada Larga y San Luis. Los suelos dominantes serían los Albacualfes vérticos (Fig. 6, 7, 8 y 9), apareciendo en menor proporción los Epiacuertes típicos y Natracualfes vérticos. La unidad no es apta para uso agrícola debido al anegamiento prolongado que experimenta y en algunos casos, al exceso de sodio intercambiable. El uso pecuario es factible sobre pastos naturales o pasturas, al igual que la forestación, en ambos casos con especies adaptadas a las mencionadas limitaciones. Se adjudicó la subclase de capacidad de uso VIws. El uso ingenieril tiene restricciones por el drenaje deficiente y la alta capacidad de expansión-contracción de prácticamente todos los suelos de la unidad.



Fig. 6. Perfil de Albacualf vértico



Fig. 7. Superficie de deslizamiento (slickenside) y moteados en horizonte Btss de Albacualf vértico



Fig. 8. Cubeta donde se desarrollan Albacualfes vérticos



Fig. 9. Detalle de horizonte álbico con rasgos hidromórficos en Albacualf vértico

UNIDAD CARTOGRAFICA AS
Consociación de

- *Serie Arturo Seguí (Argiudoles vérticos, fina, montmorillonítica, térmica)*

Superficie: 6246 ha (6,98 %)

La unidad se ubica preferentemente en interfluvios convexos de los arroyos San Juan, Carnaval, Martín y Rodríguez. Puede contener inclusiones de otros suelos, en particular donde el horizonte A tiene contenidos de arcilla significativamente menores, como la serie Estancia Chica (Fig. 11), o mayores, como la serie Gorina (Fig. 12). Incluye suelos de buena aptitud agrícola con buena fertilidad química indicada por los valores de materia orgánica, nitrógeno, capacidad de intercambio catiónico y saturación con bases. Tienen aceptable fertilidad física, con algunas deficiencias en su drenaje interno derivadas de la lenta permeabilidad del horizonte B. La elevada capacidad de contracción-expansión puede originar problemas en las raíces de las plantas y en construcciones. Se asignó el subgrupo de capacidad de uso I-2 (Fig. 10).

UNIDAD CARTOGRÁFICA AS1
Consociación de:

- *Serie Arturo Seguí, fase inclinada*

Superficie: 642 ha (0,72 %)

Esta unidad cartográfica se encuentra en pendientes del 2 al 4%, situadas entre interfluvios de los arroyos San Juan, Carnaval, Martín y Rodríguez y las respectivas planicies de inundación. Los perfiles son similares a los ubicados en los interfluvios, salvo en algunas situaciones donde el espesor del horizonte A es más reducido. Son suelos con escurrimiento superficial medio a rápido y moderada susceptibilidad a la erosión hídrica, particularmente en las pendientes que alcanzan mayor longitud. Una característica que puede agravar el riesgo de erosión es la susceptibilidad al encostramiento o "planchado" de la superficie luego de fuertes lluvias, cuando la cobertura vegetal es escasa o nula. Este proceso se debe a los elevados tenores de limo del horizonte A, agravándose en suelos con bajos contenidos de materia orgánica. Se asignó a esta unidad cartográfica la subclase IIe de capacidad de uso.

UNIDAD CARTOGRÁFICA AS2
Consociación de:

- *Serie Arturo Seguí, fase imperfectamente drenada*

Superficie: 435 ha (0, 49 %)

Esta unidad se encuentra en las nacientes de los arroyos San Juan, Carnaval, Martín y Rodríguez y algunas vías de escurrimiento incipientes que desaguan en esos arroyos. Incluye suelos susceptibles al anegamiento, muestran rasgos hidromórficos desde cerca de la superficie y algunas veces tienen la superficie compactada por pisoteo en campos dedicados a uso ganadero. En años con precipitaciones elevadas estos sectores ofrecen limitaciones a los cultivos. Se asignó a esta unidad la subclase de capacidad de uso IIw.

UNIDAD CARTOGRAFICA AS3
Complejo de:

- *Serie Arturo Seguí (Argiudoles vérticos, fina, montmorillonítica, térmica) - 60%*
- *Serie Gorina (Hapludertes típicos, fina, montmorillonítica, térmica) - 40 %*

Superficie: 6470 hectáreas (7,23 %)

Esta unidad se ubica en interfluvios convexos entre cursos de la vertiente del río de la Plata hacia el Este del partido (arroyos Maldonado, Garibaldi y El Pescado). Las dos series están mezcladas de manera intrincada, por lo cual los porcentajes de ocupación asignados son tentativos. Son suelos moderadamente bien drenados, sin riesgo de anegamiento por las posiciones elevadas que ocupan, aunque la lenta permeabilidad de los horizontes B puede producir cierta saturación con agua en la parte superior del perfil durante los períodos más lluviosos. Es una unidad con buena aptitud para la agricultura, a la que se le asignó la subclase IIs. Para los fines ingenieriles valen las consideraciones indicadas en las unidades cartográficas AS y Go.

UNIDAD CARTOGRAFICA AS4

Complejo de fases imperfectamente drenadas de:

- *Serie Arturo Seguí Argiudoles vérticos, fina, montmorillonítica, térmica) - 60%*
- *Serie Gorina (Hapludertes típicos, fina, montmorillonítica, térmica)- 40 %*

Superficie: 296 hectáreas (0,33 %)

Está unidad se encuentra en áreas cóncavas situadas entre los interfluvios convexos descriptos en la unidad AS3 o al pie de las correspondientes pendientes. La distribución de los suelos es similar a aquélla aunque tienen mayores restricciones en el drenaje, por lo cual se la ha diferenciado como una fase imperfectamente drenada. La mayor acumulación de agua que experimentan estos suelos reduce su aptitud para el uso agropecuario, asignándose a la unidad la subclase IIIws.

UNIDAD CARTOGRAFICA AS5

Asociación de:

- *Serie Arturo Seguí (Argiudoles vérticos, fina, montmorillonítica, térmica) - 70%*
- *Serie Esquina Negra (Hapludoles tapto-árgicos, familia fina, illítica, térmica), Hapludalfes y Albacualfes vérticos - 30 %*

Superficie: 484 hectáreas (0,54 %)

Comprende lomas aisladas de escasa superficie, planas a levemente convexas, situadas dentro de geoformas planas de mayor extensión, En general, los suelos poseen mejor drenaje y menores contenidos de sodio intercambiable que los de las unidades circundantes, en especial las series Arturo Seguí (Fig. 10) y Esquina Negra (Fig. 14) que poseen horizontes A profundos y se encuentran en las posiciones más altas. En las lomas más planas se encuentran manchones o peladales en los que aparecen suelos cuyo horizonte A es delgado o se halla ausente (Hapludalfes y Albacualfes vérticos) y que son susceptibles a anegamiento. La unidad tiene en su mayor parte aptitud para la agricultura, aunque la presencia de los Hapludalfes y Albacualfes reduce en cierta medida su capacidad de uso, asignándosele la subclase IIIws. Desde el punto de vista ingenieril experimentan limitaciones por la alta expansividad de todos los suelos, algo atenuada en la serie Esquina Negra.





Fig. 10. Perfiles de Serie Arturo Seguí (Argiudol vértico)



Fig.11. Perfil de Serie Estancia Chica (Argiudol vértico)

UNIDAD CARTOGRAFICA: AS-Go
Complejo de:

- *Series Arturo Seguí (Argiudoles vérticos, fina, montmorillonítica, térmica) y Gorina (Hapludertes típicos, fina, montmorillonítica, térmica) - 70 %*
- *Albacualfes vérticos - 20 %*
- *Serie Esquina Negra (Hapludoles tapto-árgicos, fina, illítica térmica) -10 %*

Superficie: 7378 hectáreas (8,25 %)

La unidad se sitúa principalmente en las divisorias entre las cuencas del arroyo El Pescado y del río Samborombón. Está constituida por interfluvios planos a muy suavemente ondulados, donde alternan microcubetas y lomas convexas. En general ocupa posiciones topográficas ligeramente más bajas que la unidad EC. En las áreas planas altas, que cubren la mayor parte de la unidad, se ubican las series Arturo Seguí (Fig. 10) y Gorina (Fig. 12, 13), cuyo drenaje es moderadamente bueno.

Es frecuente la presencia de microcubetas de formas irregulares (5 a 20 m de diámetro) donde aparecen los Albacualfes vérticos (Fig. 6, 7, 8, 9) o la fase imperfectamente drenada de las series Arturo Seguí y Gorina con el horizonte A más delgado o ausente. Las lomas convexas constituyen acumulaciones eólicas relativamente recientes donde se encuentra la serie Esquina Negra, constituida por suelos bien drenados, con un suelo superficial de desarrollo incipiente que sepulta a un suelo más antiguo de fuerte desarrollo.

Es una unidad de buena aptitud para fines agropecuarios y forestales. Las series Arturo Seguí, Gorina y Esquina Negra tienen restricciones leves de drenaje, que se acentúan en las áreas deprimidas, donde los cultivos pueden experimentar mermas de rendimiento por anegamiento durante lapsos significativos y cercanía del horizonte B arcilloso con la superficie.

Se ha asignado a la unidad la subclase de capacidad de uso IIIws. Los usos ingenieriles tienen las restricciones ya mencionadas, algo más intensificadas en los Albacualfes vérticos por presencia más superficial de los horizontes Btss, cuya expansividad es mayor.



Fig.12. Perfiles de Serie Gorina (Hapludert típico)

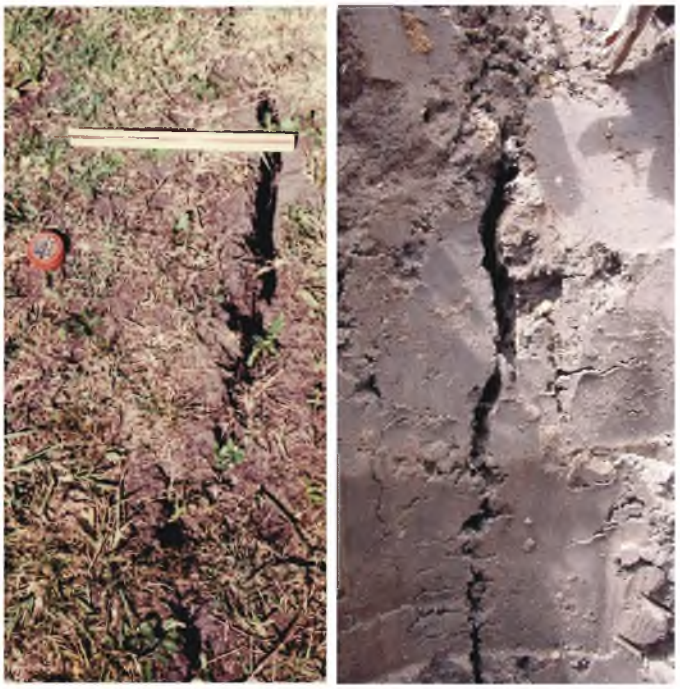


Fig.13. Grietas superficiales y en horizonte Btss de la Serie Gorina

UNIDAD CARTOGRAFICA EC

Asociación de:

- *Serie Estancia Chica (Argiudoles vérticos, fina, illítica, térmica) - 80 %*
- *Serie Los Hornos (Argialboles vérticos, muy fina, térmica) - 20%*

Superficie: 13.806 hectáreas (15,43 %)

Esta unidad cartográfica se extiende en su mayor parte en el interfluvio que separa las vertientes del río Samborombón y del río de la Plata (principalmente en las divisorias correspondientes a las cuencas de los arroyos Pereyra-San Juan, Carnaval-Martín, Rodríguez-Don Carlos y del Gato-Pérez-Regimiento). Ocupa las cotas más elevadas del partido (aproximadamente entre 25 y 30 m snm). Se trata de un área plana a muy suavemente ondulada con intercalaciones de áreas plano-cóncavas, depresiones amplias y cubetas. La unidad contrasta con los interfluvios convexos o plano convexos situados entre arroyos de la vertiente del río de la Plata, que poseen pendientes apreciablemente más pronunciadas. Los suelos de la serie Estancia Chica aparecen en las partes más elevadas de la unidad mientras que la serie Los Hornos se encuentra en los sectores deprimidos.

Es una unidad que tiene buena aptitud agrícola en los sectores donde se encuentra la serie Estancia Chica (Fig. 11). Existen leves deficiencias en el drenaje derivadas del relieve plano y de la textura arcillosa del horizonte B. Éste suele generar "capas colgadas" en la parte superior del perfil en períodos de lluvias intensas. Las limitaciones son más importantes en suelos de la serie Los Hornos, que experimentan anegamiento prolongado. En base a las características del suelo dominante se asignó a la unidad el subgrupo de capacidad de uso I-2. Desde el punto de vista ingenieril la unidad tiene los problemas derivados de la presencia significativa de arcillas expandibles, aunque el problema sería menor que en los suelos de la series Gorina y Arturo Seguí.

UNIDAD CARTOGRAFICA EN-LC

Complejo de:

- *Series Esquina Negra (Hapludoles tapto-árgicos, familia fina, térmica) y La Cigüeña (Hapludoles tapto glósicos, familia fina, térmica) - 60 %*
- *Serie Arturo Seguí (Argiudol vértico, familia fina, montmorillonítica térmica) - 40%*

Superficie: 1808 hectáreas (2,02 %)

La unidad se extiende hacia el NO del partido, en interfluvios planos a muy suavemente ondulados de los arroyos San Carlos y Godoy de la vertiente del río Samborombón. Los suelos de las series Esquina Negra y La Cigüeña son poligenéticos, hallándose constituidos por una material superficial con un suelo incipiente que sepulta a un suelo más antiguo de fuerte desarrollo (Fig. 14, 15, 16). La diferencia entre ambos es que la serie La Cigüeña se encontraría en sectores más deprimidos de una paleosuperficie donde la mayor acumulación de agua ha producido una degradación de la parte superior del horizonte Bt antiguo. Sin embargo, la topografía actual ha enmascarado la antigua superficie y no siempre permite diferenciar ambos suelos.

Es una unidad con suelos aptos para agricultura, aunque el relieve plano y el cambio textural abrupto entre los materiales superiores y los B sepultados originan "capas colgadas" de agua, las cuales pueden afectar a los cultivos sensibles en épocas de precipitaciones intensas. Se le asignó la subclase de capacidad de uso IIws. Desde el punto de vista ingenieril, todos los suelos de la unidad requieren la implementación de medidas para atenuar los problemas derivados de alta capacidad de expansión-contracción que se produce particularmente en los horizontes Btss.

UNIDAD CARTOGRAFICA Ev

Asociación de:

- *Epiacualfes y Epiacuoles vérticos - 60%*
- *Serie Gorina, fase inclinada - 40 %*

Superficie: 517 hectáreas (0,58 %)

Esta unidad ocupa una pequeña superficie en sectores adyacentes a un interfluvio cercano a la localidad de Ignacio Correas. Comprende pendientes que descienden desde del interfluvio donde aparece la fase inclinada de la serie Gorina -aunque con gradientes menores que en la Unidad Go1- y áreas cóncavas o plano-concavas, que concentran el escurrimiento superficial, donde se encuentran los Epiacualfes y Epiacuoles vérticos (Fig. 27).



Fig. 14. Perfiles de Serie Esquina Negra (Hapludol tapto-árgico)



Fig.15. Perfil de Serie La Cigüeña (Hapludol tapto-glósico)

Fig.16. Detalle de contacto del material superior con horizonte B

UNIDAD CARTOGRÁFICA Go
Consociación de:

- *Serie Gorina (Hapludertes típicos, fina, montmorillonitica, térmica)*

Superficie: 6491 hectáreas (7,26 %)

Los suelos de esta serie se ubican en gran parte en los interfluvios convexos y pendientes suaves situados entre los arroyos Rodríguez, Don Carlos, del Gato y Regimiento. (Fig. 12). La unidad puede contener inclusiones de suelos cuyas características difieren en alguna medida de la serie Gorina, principalmente el contenido de arcilla del horizonte superficial, y que corresponderían en su mayor parte a la serie Arturo Seguí.

Se trata de una unidad con buenas condiciones para la agricultura, aunque presentan algunas limitaciones por permeabilidad lenta y dificultades en el enraizamiento derivadas de los altos contenidos de arcilla desde superficie. Se le asignó la subclase de capacidad de uso IIs. Desde el punto de vista ingenieril, la unidad presenta limitaciones por la alta capacidad de expansión-contracción de los suelos, lo que se refleja en grietas en muros, pisos y rotura de tuberías subterráneas (Fig. 13).

UNIDAD CARTOGRÁFICA Go1
Consociación de:

- *Serie Gorina, fase inclinada.*

Superficie 2007 ha (2,24 %)

Esta unidad incluye suelos de la serie Gorina ubicados en las pendientes que descienden a las planicies aluviales de arroyos de la vertiente del río de La Plata (Rodríguez, Don Carlos, del Gato y Regimiento) y las correspondientes a la Unidad Cartográfica AS3. Las pendientes son generalmente del 2 al 3 %, pudiendo llegar a veces al 4% y la longitud es generalmente de 200 a 300 metros. La variacion respecto al perfil modal radica en el menor espesor que se observa frecuentemente en el horizonte A debido a erosión hídrica superficial. Esta situación se observa especialmente cuando se realizan cultivos hortícolas en sentido de la pendiente con riego por surcos, lo cual favorece el escurrimiento superficial (Fig. 26). La fase inclinada de la serie Gorina fue asignada a la subclase de capacidad de uso IIIes.

UNIDAD CARTOGRÁFICA Go 2
Consociación de:

- *Serie Gorina, fase imperfectamente drenada.*

Superficie: 249 ha (0,28 %)

Esta unidad cartográfica fue identificada en las nacientes de los arroyos mencionados para la unidad cartográfica Go o en algunas vías de escurrimiento incipientes situadas en posiciones ligeramente más deprimidas que los terrenos adyacentes y concentran el escurrimiento durante los períodos de mayor precipitación. Los suelos presentan rasgos hidromórficos desde la superficie y a veces el horizonte superficial está engrosado. Los cultivos hortícolas que se extienden dentro de estos suelos tienen menores rendimientos por déficit de oxígeno en la zona radicular durante los períodos de exceso hídrico. Se asignó a esta unidad la subclase de capacidad de uso IIIws.

UNIDAD CARTOGRÁFICA LH
Consociación de:

- *Serie Los Hornos (Argialboles vérticos, familia muy fina, térmica)*

Superficie: 238 ha (0,27 %)



Fig.17. Agregados cuneiformes en horizonte Btss de Argialbol vértico

La unidad corresponde a suelos ubicados en cubetas y áreas plano-cóncavas sobre todo en el interfluvio principal que separa los arroyos de las vertientes del río de la Plata y el río Samborombón. Cuando dichos suelos ocupan extensión reducida han sido asociados a la serie Estancia Chica, formando parte de la Unidad Cartográfica EC. Las Fig. 18 y 19 muestran perfiles que tienen semejanzas con la serie Los Hornos y la Fig. 17 muestra un detalle de la estructura de tales suelos. Ellos experimentan anegamiento prolongado, por lo cual los cultivos agrícolas extensivos e intensivos sufren mermas más o menos graves en sus rendimientos, de acuerdo con las condiciones climáticas. Se le asignó la subclase de capacidad de uso IVws. Respecto a los usos ingenieriles, deben tomarse los recaudos necesarios debido a la muy alta expansividad de los horizontes Btss.



Fig.18. Perfil de Argialbol vértico



Fig.19. Contacto entre horizontes E y Btss de Argialbol vértico

UNIDAD CARTOGRAFICA Nv1

Complejo de:

- *Natracualfes vérticos - 60%.*
- *Series Esquina Negra (Hapludoles tapto-árgicos, familia fina, térmica) y La Cigüeña (Hapludoles tapto-glósicos, familia fina, térmica) - 40 %*

Superficie: 5824 hectáreas (6,51 %)

Esta unidad se encuentra en interfluvios planos situados entre afluentes del río Samborombón (arroyos Abascay, Cañada Larga y San Luis) en posiciones topográficas relativamente bajas. Es característica la presencia de microrrelieve más o menos bien expresado, consistente en microlomas de forma subcircular de 20-50 m de diámetro y 40-60 cm de altura, donde aparece la serie La Cigüeña y Esquina Negra. (Fig. 14, 15, 16). Rodeando estas formas positivas se extienden áreas planas con baja cobertura vegetal donde se encuentran los Natracualfes vérticos (Fig. 20, 21, 22 y 23). Pueden aparecer pequeñas cubetas de deflación subcirculares con Albacualfes vérticos, que han sido diferenciados en la Unidad Cartográfica Albv cuando las cubetas alcanzan mayor tamaño. En otros casos, el microrrelieve se manifiesta en microlomas menos expresadas, rodeadas de vías de escurrimiento poco marcadas, con áreas planas intermedias.

Existe un contraste marcado en la aptitud de los suelos de esta unidad. Los suelos de las microlomas tienen buenas condiciones para la agricultura por sus condiciones físicas y químicas. Sin embargo, los altos contenidos de sodio intercambiable y el drenaje deficiente de los suelos que las rodean condicionan el uso de toda la unidad que es preferentemente pecuario. Se asignó a la unidad la subclase de capacidad de uso VIws.

UNIDAD CARTOGRAFICA Nv2

Complejo de:

- *Natracualfes vérticos - 60 %. Serie Arturo Seguí, fase imperfectamente drenada*
- *Albacualfes vérticos - 40 %*

Superficie: 10.523 hectáreas (11, 76%)

La unidad incluye pendientes suaves (0,5-1,0 %) y muy extensas (generalmente de 500 a 1500 m de longitud) que vinculan interfluvios planos (Unidades Cartográficas AS-Go, EC, EN-LC y Nv1) con vías de escurrimiento de la cuenca del río Samborombón y algunos afluentes del arroyo El Pescado. Es común la presencia de franjas ligeramente deprimidas, con suelos erosionados (Natracualfes vérticos) a pesar del escaso gradiente de las pendientes (Fig. 20, 21, 22 y 23). Esta erosión se explica por la baja estabilidad estructural derivada del efecto dispersante del sodio, la escasa cobertura vegetal y la baja velocidad de infiltración, sobre todo por encostramiento superficial. Estas áreas alternan con sectores más elevados cuyos suelos presentan el perfil completo (Serie Arturo Seguí, fase imperfectamente drenada, y Albacualfes vérticos) y mayor cobertura vegetal (Fig. 30). Esta distribución se manifiesta en las fotografías áreas como un patrón "estriado" bien marcado.

Los suelos erosionados tienen el horizonte A delgado o ausente y los horizontes B, aflorantes o cercanos a la superficie, son sódicos; además son susceptibles a anegamiento prolongado (Fig. 20). Los suelos de las partes no erosionadas tienen mejores características físicas y químicas, principalmente por el mayor espesor del horizonte A y menor alcalinidad. Sin embargo, pueden sufrir cierto anegamiento durante períodos de lluvias intensas, a lo que contribuye las cotas topográficas bajas y el horizonte B muy arcilloso que origina "capas colgadas" de agua. Se clasificó a la unidad como subclase Vlews.

UNIDAD CARTOGRAFICA: Nv3
Complejo de:

- *Natracualfes vérticos - 80 %*
- *Argiudoles acuérticos - 20 %*

Superficie: 2117 hectáreas (2,37 %)

Esta unidad comprende pendientes situadas en su mayor parte en la cuenca del arroyo Abascay. Tiene similitud con la Unidad Cartográfica Nv2 en lo que.respecta a la alternancia de suelos erosionados y completos.Se diferencia de aquélla por la mayor proporción de suelos sódicos y con drenaje deficiente (Natracualfes vérticos), por lo cual se le adjudicó una subclase de capacidad de uso menor: VIlws.

UNIDAD CARTOGRÁFICA Nv4
Complejo de:

- *Natracualfes vérticos - 60%*
- *Argiudoles acuérticos - 40 %*

Superficie: 2228 hectáreas (2,49 %)

La unidad está constituida por pendientes muy suaves (0,3-0,5 %) y largas (500-1000 m) que conectan interfluvios convexos con la planicie aluvial del arroyo El Pescado. Predominan los suelos sódicos, pobre o imperfectamente drenados, que ocupan las partes más bajas de la unidad, mientras que en los sectores más elevados, cercanos a los interfluvios, se encuentran los Argiudoles acuérticos con drenaje moderadamente bueno a imperfecto. La unidad tiene restricciones para la agricultura por el drenaje deficiente y exceso de sodio intercambiable en la mayoría de los suelos. Se le asignó la subclase de capacidad de uso Vlws. Los usos ingenieriles tienen limitaciones derivadas de la alta expansividad de los suelos y las deficiencias en el drenaje.

UNIDAD CARTOGRÁFICA U-AS/Go
Complejo de:

- *Tierra Urbana-Series Arturo Seguí y Gorina*

Superficie: 6605 hectáreas (7,38 %)

Esta unidad cartográfica abarca las áreas urbanas más densamente pobladas de la ciudad de La Plata y localidades vecinas, donde la mayor parte de los suelos se hallan cubiertos por edificaciones, pavimentos, etc. Por tal causa, no se ha efectuado en esas áreas un levantamiento de suelos convencional. La descripción de los suelos y la extracción de muestras se ha realizado en pozos excavados en áreas baldías o en zanjas para el tendido de cañerías. En casi todos los casos, la parte superior de los perfiles está truncada, existiendo una o más capas de material de relleno, lo que impide una clasificación estricta. En tal sentido, se ha utilizado el término Tierra Urbana para designar los suelos cubiertos por diversos materiales y modificados hasta una profundidad cercana a 1 metro por lo menos. Las observaciones realizadas en interfluvios y pendientes permiten suponer que los suelos corresponderían en la mayoría de los casos a las series Arturo Seguí y Gorina.

No se ha efectuado una interpretación de la capacidad de uso de los suelos pues la clasificación utilizada está dirigida a usos agropecuarios. Desde el punto de vista ingenieril, es importante destacar que gran parte de los horizontes B se conserva, más o menos modificados en los suelos del área. La elevada capacidad de expansión-contracción de los mismos es responsable de agrietamiento de paredes, roturas de cañerías, estrangulamiento de raíces de árboles, etc. (Fig. 13).

UNIDAD CARTOGRÁFICA U-PA

Complejo de:

- *Tierra Urbana-Planicies Aluviales*

Superficie: 296 ha (0,33 %)

La unidad corresponde a las antiguas planicies aluviales de los arroyos Pérez, Regimiento, del Zoológico y Circunvalación que atraviesan zonas de alta densidad urbana. Estos sectores son susceptibles a anegamiento luego de lluvias intensas, particularmente en sectores donde los desagües pluviales se hallan total o parcialmente obstruidos por falta de limpieza. Valen para los suelos de esta unidad los conceptos expresados en la Unidad U-AS/Go en lo referente a las modificaciones antrópicas. Los suelos originales de estas áreas corresponderían a los descriptos en las unidades cartográficas GI-C1 y GI-C2.

No se efectuó una clasificación de capacidad de uso de los suelos. Sobre los aspectos ingenieriles se debe destacar que en estas áreas los suelos pueden diferir sustancialmente de los adyacentes por la presencia de materiales aluviales, lo que requiere estudios puntuales para definir su aptitud para fundaciones. Por otro lado, el nivel freático puede encontrarse cerca de la superficie en períodos de exceso hídrico.

UNIDAD CARTOGRÁFICA GI-1

Grupo indiferenciado de:

- *Suelos de planicies aluviales de arroyos San Juan, Carnaval, Martín, Don Carlos y El Gato.*

Superficie: 1411 hectáreas (1,58 %)



Fig.20. Perfil de Natracualf vértico con nivel freático cercano a la superficie



Fig.21. Paisaje de Natracualfes vérticos



Fig.22. Perfil de Natracualf vértico



Fig.23. Vegetación (Distichlis sp.) y enlame en superficie de Natracualfes vérticos

Esta unidad se difunde en planicies aluviales y áreas adyacentes de los cursos principales y afluentes mayores de gran parte de los arroyos que atraviesan el área de influencia continental.

La depositación de materiales de naturaleza variable y las diferencias en el tiempo de evolución, entre otros factores, han generado una distribución anárquica de los suelos.Así, se observan en cortas distancias variaciones en la secuencia y propiedades de los horizontes. El hecho de que los suelos no estén asociados geográficamente de manera uniforme y la aptitud restringida de los mismos, ha inducido a considerar a esta unidad cartográfica como un grupo indiferenciado. Los suelos tienen en común el relieve plano o plano-cóncavo, riesgo de inundación frecuente, nivel freático cercano a la superficie, rasgos hidromórficos bien marcados y contenidos significativos de sodio intercambiable y/o sales solubles.

Su grado de desarrollo es variable: los que evolucionaron en materiales aluviales de relleno muestran una pedogénesis incipiente (Epiacuoles vérticos), mientras que los desarrollados en sedimentos eólicos más antiguos presentan horizontes B bien expresados e incluso horizontes E (Natralboles y Argialboles vérticos). (Fig. 17, 18, 19).

Los ambientes en que aparece esta unidad cartográfica ofrecen graves limitaciones al uso, fundamentalmente por el riesgo de inundación y anegamiento y el nivel freático cercano a la superficie. Se suma a menudo la presencia de tenores elevados de sodio intercambiable y/o sales solubles. Por lo tanto, la unidad no es apta para uso agrícola u hortícola, siendo más recomendable el uso pecuario o forestal con especies adaptadas. Se asignó a esta unidad la subclase de capacidad de uso VIIws. La unidad también plantea serias limitaciones para el uso urbano o industrial fundamentalmente por el riesgo de inundación. A ello debe sumarse la presencia frecuente de arcillas expansivas y la posibilidad de riesgo de corrosión al acero o al hormigón.

UNIDAD CARTOGRÁFICA GI-2
Grupo indiferenciado de:

- *Suelos de planicies aluviales de los arroyos Pérez, Regimiento, Maldonado y Garibaldi.*

Superficie: 794 ha (0,89 %)

Esta unidad tiene las características generales ya mencionadas para la unidad cartográfica GI-1. Se la ha diferenciado por presentar mayor cantidad de suelos de desarrollo muy fuerte con presencia de horizontes E de espesor variable o bien horizontes transicionales (EB, EA). Algunos de los suelos identificados han sido clasificados como Argialboles vérticos. Se han encontrado también Natralboles vérticos, suelos similares a los anteriores, pero con tenores elevados de sodio intercambiable.

En algunas vías de escurrimiento amplias de la cuenca del arroyo Garibaldi se intercalan cubetas con suelos con horizonte E bien expresado que subyace a horizontes B de textura franco arcillo limosa, reacción ácida y carente de rasgos vérticos clasificados como Argialboles típicos). Existen también suelos con similitudes a los descriptos en la unidad cartográfica GI-1 (Epiacuoles, Argiacuoles, Natracuoles, Epiacualfes, Natracualfes típicos y vérticos) (Fig. 20, 22, 27). Valen las mismas consideraciones hechas para la unidad cartográfica G1-1, clasificándose la unidad con la subclase de capacidad de uso VIIws.

UNIDAD CARTOGRÁFICA GI-3
Grupo indiferenciado de:

- *Suelos de planicies aluviales del arroyo El Pescado y afluentes (área continental)*

Superficie: 2779 hectáreas (3,11 %)

Esta unidad comprende los suelos ubicados sobre planicies de inundación o áreas adyacentes del arroyo El Pescado y sus afluentes (arroyos Del Sauce, Difuntos y Cajaravilla). La unidad comprende las áreas situadas sobre ambientes continentales que abarcan desde las nacientes hasta aproximadamente la confluencia del arrroyo El Pescado con el arroyo Cajaravilla. Una característica que diferencia a este grupo indiferenciado es la amplitud de la planicie aluvial, que en sus tramos media llega a 700-1500 m de ancho. Aguas abajo, los suelos de las llanuras aluviales tienen materiales de origen mixto estuárico-marino y se han agrupado en la unidad cartográfica GI-5, junto con otros arroyos que atraviesan esa área.

Los suelos tienen fuerte desarrollo, generalmente con horizonte Bt bien expresados y rasgos vérticos. Tienen rasgos hidromórficos bien marcados, moteados y concreciones en superficie y horizontes gleizados en profundidad por presencia de niveles freáticos elevados gran parte del año. En las nacientes de los arroyos los suelos tienden a tener tenores bajos de sodio intercambiable (Epiacuertes típicos, Albacualfes vérticos), catión que se incrementa aguas abajo, apareciendo con mayor frecuencia suelos sódicos (Natracualfes y Natralboles vérticos).

Esta unidad no es apta para la agricultura por la sodicidad y el elevado riesgo de inundación y anegamiento. El uso pecuario es posible sólo a un nivel extensivo y la forestación requiere una cuidadosa

selección de las especies a implantar. Se clasificó a la unidad con la subclase de capacidad de uso VIIws. Tienen las mismas restricciones para uso urbano indicadas en la unidad GI-1

UNIDAD CARTOGRÁFICA GI-4
Grupo indiferenciado de:

- *Suelos de planicies aluviales de afluentes de la vertiente del río Samborombón*

Superficie: 1683 hectáreas. (1,88 %)

Comprende las planicies aluviales y áreas adyacentes correspondientes a los arroyos Godoy, Abascay, San Carlos, San Luis y Cañada Larga y sus afluentes, correspondientes a la vertiente del río Samborombón. La red de drenaje está menos desarrollada que en la vertiente del río de la Plata debido a las menores pendientes. Son comunes las vías de escurrimiento incipientes en forma de cañadas, que por tener una distribución más uniforme de los suelos, se las ha diferenciado como unidad cartográfica separada (complejo Albv). El resto de las vías de drenaje, que forman parte de la presente unidad cartográfica, tienen una distribución de suelos más intrincada; por esta razón y la baja aptitud se consideró a la unidad un grupo indiferenciado, en el que se ha identificado como suelo más frecuente a los Natracualfes vérticos, y en menor proporción a los Epiacualfes y Albacualfes vérticos.

La unidad tiene graves limitaciones para el uso agropecuario-forestal y urbano por el drenaje deficiente derivado del riesgo de inundación y anegamiento y del nivel freático cercano a la superficie durante períodos prolongados. A ello se suma los contenidos altos de sodio de los suelos más frecuentes y alta capacidad de expansión-contracción. Se le asignó la subclase de capacidad de uso VIIws.

Suelos desarrollados sobre sedimentos de origen mixto (continental y estuárico-marino)

UNIDAD CARTOGRAFICA: Aa
Consociación de:

- *Argiudoles ácuicos*

Superficie: 436 hectáreas (0,49 %)

La unidad abarca una reducida superficie restringida a algunos interfluvios planos de la cuenca del arroyo El Pescado, cerca del límite con el partido de Magdalena., en el Area de Origen Continental cercana al Area de Origen Mixto, entre cotas de 6 y 8 m snm. Los suelos están formados por sedimentos eólicos, que tal vez difieran de aquellos del área continental por los menores contenidos de arcilla. En la mayoría de los casos, no se encuentran rasgos vérticos o ellos son escasos, reflejado por valores bajos de expansión libre. La unidad es apta para la agricultura con algunas limitaciones moderadas en el drenaje derivadas del relieve plano y del nivel freático algo elevado en épocas de exceso hídrico. Se le asignó la subclase de capacidad de uso IIIw.

UNIDAD CARTOGRÁFICA Aac
Consociación de:

- *Argiudoles acuérticos*

Superficie: 130 hectáreas (0,15 %)

Esta unidad abarca una pequeña superficie en algunos interfluvios planos a muy suavemente ondulados de las cuencas de los arroyos Garibaldi y El Pescado situados dentro del Area de Origen Mixto. Ocupa posiciones topográficas levemente más elevadas que los ambientes circundantes en cotas de 8 a 10 m snm). Los suelos parecen haber evolucionado a partir de materiales de origen continental. En áreas levemente más deprimidas se han observado algunos perfiles con un horizonte E discontinuo con abundantes rasgos hidromórficos, que constituirían un intergrado a los Argialboles.

La unidad incluye suelos con drenaje moderadamente bueno a imperfecto, por susceptibilidad ocasional al anegamiento y a la formación de "capas colgadas" sobre el horizonte Bt. Asimismo, el nivel freático puede afectar a veces a la base del solum. La unidad tiene condiciones aceptables para agricultura y se le asignó la subclase de capacidad de uso IIIw. Desde el punto de vista ingenieril los suelos presentan limitaciones por expansividad de arcillas comunes en gran parte de la región.

UNIDAD CARTOGRAFICA: Ho

Consociación de:

- *Hapludoles oxiácuicos*

Superficie: 437 hectáreas (0,49 %)

Esta unidad comprende interfluvios planos, medianamente bajos, situados en el Area de Origen Mixto y Estuárico-Marino, entre brazos del arroyo El Pescado y paleocanales de marea cercanos. Estos sectores se ubican aproximadamente entre cotas de 3,5 y 6 m snm. Los suelos, que muestran un desarrollo moderado, están constituidos superficialmente por materiales eólicos que sobreyacen a sedimentos marino-estuáricos de texturas variables, apareciendo los sedimentos loéssicos aproximadamente a los 3 m de profundidad. La unidad está constituida por suelos moderadamente bien drenados, sujetos a anegamiento esporádico aunque el nivel freático puede afectar la base del solum. Las condiciones físicas y químicas son adecuadas para el crecimiento de las plantas, aunque las limitaciones del drenaje citadas podrían restringir algunos cultivos o especies forrajeras de enraizamiento profundo y poco resistentes al exceso de agua. Le corresponde la subclase de capacidad de uso IIIw. Desde el punto de vista ingenieril los suelos no presentan problemas de expansión-contracción como ocurre en gran parte de la región.

UNIDAD CARTOGRÁFICA Ht-U

Complejo de:

- *Haprendoles típicos, franca gruesa sobre fragmentaria, carbonática, térmica - Tierra Urbana*

Superficie: 93 hectáreas (0,10 %)

La unidad aparece en cordones conchiles que atraviesan el Area Transicional de Origen Mixto, cerca del límite con la Planicie Costera. Se destacan en el paisaje por su morfología convexa, aunque en muchos casos la acción antrópica (urbanizaciones, caminos, actividades extractivas) no permiten su identificación. Sólo se han encontrado algunos perfiles poco alterados en el Parque Ecológico Municipal y en las cercanías del cruce del arroyo Garibaldi y Ruta 11 (Fig. 26). Por ello, no se ha efectuado una clasificación por capacidad de uso. La presencia de conchilla, más o menos suelta o endurecida, ha sido encontrada en diversos lugares de la zona urbana. Ello ha permitido trazar en forma tentativa la continuidad de los cordones conchiles. Si bien los perfiles han sido modificados en su parte superior y pueden no ser clasificados estrictamente como Haprendoles, se ha considerado útil señalar la presencia de conchilla por sus implicancias desde el punto de vista constructivo, especialmente cuando se encuentra endurecida en que plantea problemas para el tendido de cañerías.

UNIDAD CARTOGRÁFICA Na

Consociación de:

- *Natrudalfes acuérticos*

Superficie: 62 hectáreas (0,07 %)

La unidad ocupa algunas lomas planas bajas dentro del Area de Origen Mixto, a 6-7 m snm. El área está sujeta a anegamiento ocasional, aunque el nivel freático puede estar cerca de la superficie al fin del período de exceso hídrico. Los suelos son sódicos al igual que en las áreas circundantes, diferenciándose de éstas por su mejor drenaje y la menor capacidad de expansión-contracción. Son suelos con restricciones para los cultivos por los niveles elevados de sodio y ciertas deficiencias en el drenaje. Se lo clasificó con la subclase de capacidad de uso VIws. Las restricciones para usos ingenieriles por arcillas expansivas serían menores que otros suelos cercanos.

UNIDAD CARTOGRÁFICA Nt

Complejo de:

- *Natracuoles y Natracualfes típicos, fina, mixta, térmica - 80%*
- *Haprendoles y Udipsamentes típicos - 20%*

Incluye Tierra Urbana.

Superficie: 296 hectáreas (0,33 %)

Esta unidad cartográfica se extiende entre los cordones conchiles (Unidad Cartográfica Ht) y el Area de Origen Marino-Estuárico o Llanura Costera (Unidad Cartográfica N-E). Está constituida por ambientes planos o plano-cóncavos originados por depósitos marinos holocenos pero de menor antigüedad que los correspondientes a los de la unidad Nv5 por el menor grado de evolución de los Natracuoles y Natracualfes, los que muestran horizontes iluviales menos expresados y profundos y carecen de los rasgos vérticos de aquéllos. Aparecen asimismo antiguos depósitos arenosos de playa en los que se han formado suelos de escaso desarrollo (Udipsamentes típicos). Se han incluido algunos suelos que presentan acumulaciones de carbonato

de calcio en forma de conchilla en distintos grados de endurecimiento. Estos suelos han sido considerado Haprendoles aunque en muchos casos se encuentran en zona urbana o suburbana donde los perfiles han sido parcialmente disturbados. La misma situación ocurre con los otros suelos situados en tales zonas.

En razón de las limitaciones por exceso de sodio intercambiable y drenaje deficiente de los suelos dominantes se asignó a esta unidad la subclase de capacidad de uso VIws. Sin embargo, el único uso agrario posible en el área sería el forestal en pequeña escala ya que una parte importante de la unidad está ocupada por urbanizaciones. Respecto al uso ingenieril, no se plantearían problemas serios de expansividad por arcillas; en cambio, existen problemas de anegamiento y en el caso de los Haprendoles, la posibilidad de encontrar en profundidad horizontes endurecidos.

UNIDAD CARTOGRÁFICA Nv5
Complejo de:
- *Natracualfes vérticos, fina, illítica, térmica - 80%*
- *Natracuoles, Argiacuoles y Argialboles - 20%*

Incluye Tierra Urbana.
Superficie: 1955 hectáreas (2,18 %)

Esta unidad se sitúa entre el Area de Influencia Continental y los cordones conchiles que atraviesan el Area de Origen Mixto. La unidad penetra más profundamente hacia el continente en la "desembocadura" de los arroyos que desaguan en la Planicie Costera, especialmente en el arroyo El Pescado. Se trata de ambientes planos a plano-cóncavos con intercalaciones de depresiones y vías de escurrimiento. Están sujetos a anegamiento frecuente y. tienen el nivel freático cercano a la superficie (0,5-2,5 m), Los suelos tienen una distribución intrincada, produciéndose cambios sustanciales de sus características en distancias cortas. Son frecuentes las discontinuidades litológicas en las que alternan horizontes con mezclas de materiales marinos y continentales. Dominan los suelos con elevadas cantidades de sodio intercambiable que ocupan áreas planas o muy suavemente inclinadas. Se han identificado como dominantes a los Natracualfes vérticos y como subordinados a los Natracuoles y, en cubetas y vías de escurrimiento incipiente, a los Argiacuoles y Argialboles.

Hacia el norte del partido (de Villa Elisa a Tolosa) gran parte de la unidad está ocupada por áreas urbanas y los suelos han sido modificados en su parte superior por extracciones y rellenos. En áreas rurales, la unidad tiene graves limitaciones para el uso agrícola en razón de la excesiva alcalinidad y la susceptibilidad al anegamiento de los suelos, que son sólo aptos para uso pecuario o forestación, asignándoseles la subclase de capacidad de uso VIIws. Para los usos ingenieriles debe tenerse en cuenta la alta expansividad de los suelos dominantes, además de los problemas de drenaje ya mencionados.

UNIDAD CARTOGRÁFICA Ua
Consociación de:
- *Udortentes ácuicos*

Superficie: 57 hectáreas (0,06 %)

Esta unidad cartográfica ocupa una franja de 200 m de ancho y 2,5 km largo desde el límite con Berazategui hasta el arroyo Carnaval. Forma parte de la Antigua Franja Costera o paleoacantilado que vincula el Area Continental con la Planicie Costera. Los suelos, de incipiente desarrollo, se han originado a partir de materiales loéssicos erosionados del borde del área continental, los cuales han sufrido un corto acarreo, mezclándose en profundidad con sedimentos de origen estuárico-marino. Los Udortentes ácuicos tienen buenas condiciones físicas, especialmente por sus texturas favorables para el buen enraizamiento de las plantas. Los cultivos hortícolas de raíz que se realizan sobre estos suelos tienen buenos rendimientos; sin embargo, el nivel freático cercano a la superficie genera problemas, especialmente en los sectores contiguos a la Planicie Costera. Se asignó a estos suelos la subclase de capacidad de uso IIIw.

UNIDAD CARTOGRÁFICA Ua1
Consociación de:
- *Udortentes ácuicos, fase inclinada*

Superficie: 40 hectáreas (0,05 %)

Ocupa una angosta franja entre el área continental y la unidad Ua. Los perfiles son similares a los de esta unidad, aunque se observan concreciones de carbonato desde la superficie provenientes de los sedimentos loéssicos erosionados. Los problemas de drenaje son menores por su posición topográfica más elevada; en cambio, la pendiente algo superior al 2%, hace a estos suelos susceptibles a la erosión hídrica. Esta

situación se agrava por la elevada proporción de limo que favorece el encostramiento superficial o "planchado". Le corresponde a esta unidad la subclase de capacidad de uso IIIe.

UNIDAD CARTOGRÁFICA GI-5
Grupo indiferenciado de:

- *Suelos de planicies aluviales de las Areas de Origen Mixto y Estuárico-Marino*

Superficie: 835 hectáreas (0,93 %)

Esta unidad incluye los suelos de las planicies aluviales de los arroyos en los tramos que atraviesan las Areas de Origen Mixto (Antiguos Estuarios Interiores) y Estuárico-Marino. Estas áreas alcanzan mayor extensión en los arroyos Carnaval, Martín, El Gato, Garibaldi y, especialmente, El Pescado. Existe una distribución anárquica de los suelos, que muestran desarrollo variable: en unos casos incipiente (Epiacuentes mólicos) y en otros con horizontes Bt bien expresados (Natracualfes vérticos, Epiacualfes típicos y vérticos. Son frecuentes las discontinuidades litológicas e intercalaciones de sedimentos marinos y de horizontes sódicos, a lo que se suman niveles elevados de sales solubles. En algunas vías de escurrimiento amplias de la cuenca del arroyo Garibaldi se intercalan cubetas donde se identificaron suelos con horizontes E bien expresados que subyacen a horizontes B de textura franco arcillo limosa y reacción ácida (Argialboles típicos).

La unidad tiene muy graves limitaciones para el uso agropecuario por la susceptibilidad al anegamiento e inundación y por el carácter sódico-salino de muchos de los suelos. Se le asignó la subclase de capacidad de uso VIIws. La unidad puede dedicarse a uso ganadero extensivo o, en forma restringida, a forestación con especies adaptadas a las condiciones mencionadas. Por las limitaciones señaladas se deduce que la unidad no es tampoco apta para uso urbano o industrial.

Suelos desarrollados sobre sedimentos de origen estuárico-marino

UNIDAD CARTOGRÁFICA N-E
Complejo de:

- *Natracuertes típicos, familia muy fina, mixta, térmica – 70 %*
- *Epiacuertes típicos y Epiacuentes vérticos – 30 %*

Superficie: 795 ha (0,89 %)

Se extiende entre el Área de Origen Mixto y el límite de la zona de estudio que coincide con los límites de los partidos de Berisso y Ensenada. Pertenece al Area de Origen Estuárico-Marino o Llanura Costera del río de la Plata, en la unidad Llanura Costera de Fango (Cavallotto, 1995). Los suelos están constituidos principalmente por arcillas marinas, que incidieron decisivamente en su evolución (Fig. 24, 25). Se caracterizan por su muy baja permeabilidad, anegabilidad frecuente, nivel freático cercano a la superficie, texturas extremadamente finas, contenidos elevados de sodio intercambiable y rasgos hidromórficos y vérticos bien marcados. Los suelos tienen varios rasgos comunes. La distinta ubicación taxonómica se debe a variaciones en los contenidos de sodio intercambiable: alto en los Natracuertes y bajo en los Epiacuertes. Los Natracuertes tienden a aparecer en sectores ligeramente elevados, mientras que los Epiacuertes se encuentran especialmente en áreas deprimidas tales como canales de marea, vías de escurrimiento incipientes y cubetas.

La unidad tiene muy graves limitaciones que la hacen inapta para el uso agrícola o ganadero intensivo. Sólo es factible el uso ganadero extensivo en razón de la baja calidad de los pastos y la susceptibilidad al pisoteo. La forestación es un uso posible, debiéndose seleccionar cuidadosamente las especies adecuadas, las que tendrán un crecimiento lento. Las mismas deberán estar adaptadas a las limitaciones antedichas. Hay sectores deprimidos muy anegables donde aun tales usos serían problemáticos. Por lo tanto se asignó a esta unidad las subclases de capacidad de uso VIIws/VIIIws.

Los suelos plantean también serios problemas para el uso ingenieril. Tienen un coeficiente de expansibilidad lineal y un índice de plasticidad muy altos. Es también alta la compresibilidad y el contenido natural de humedad, lo que confiere muy baja resistencia al corte. Plantean serios problemas en la cimentación de estructuras de cierta importancia; la fundación directa debe ser descartada casi siempre reemplazándola por un sistema indirecto que transfiera las cargas hasta las capas de limos y loess del Ensenadense.

Areas Misceláneas

Areas no incluidas en el levantamiento de suelos:

L Lagunas o bañados. Superficies cubiertas por aguas permanentes o casi permanentes.

C Canteras. Excavaciones destinadas a la extracción de materiales loéssicos profundos ("suelo seleccionado") de hasta 20 m profundidad.



Fig. 24. Perfil de Natracuert típico



Fig. 25. Discontinuidad litológica entre material superior (fluvial-marino) y sedimentos loéssicos en ambiente de Natracuertes típicos



Fig. 26. Perfil de Haprendol típico



Fig. 27. Perfil de Epiacualf vértico

DESCRIPCION DE LAS UNIDADES TAXONOMICAS

En esta sección se describen en primer lugar las series de suelos y luego los subgrupos por orden de suelo. En cada caso el ordenamiento se ha hecho alfabéticamente. Para cada unidad taxonómica se indica el ambiente y las unidades cartográficas en que se encuentra, la secuencia de horizontes y las principales propiedades del suelo y su aptitud para diversos usos. A continuación se incluye la descripción morfológica y los datos analíticos (físicos, químicos, mineralógicos) de perfiles representativos.

SERIES

Serie Arturo Seguí, Argiudol vértico, familia fina, montmorillonítica, térmica.

La serie se distribuye principalmente en interfluvios y pendientes la vertiente del río de La Plata (unidades cartográficas AS, AS1, AS2, AS3, AS4, AS5, AS-Go, U-AS-Go, EN-LC, Go1, Nv2). Incluye suelos de fuerte desarrollo, moderadamente bien drenados, de permeabilidad lenta o muy lenta. Tienen horizontes A franco limosos o franco arcillo limosos con menos de 30 % de arcilla y espesores de 20-30 cm. Generalmente le subyace un horizonte de transición BA. Continúa un horizonte Bt de 65-85 cm de espesor, textura arcillosa o arcillo limosa, con valores de arcilla de 50-60% que llega hasta una profundidad de 90-110 cm. Por debajo se encuentran horizontes de transición BC arcillo limosos, frecuentemente con acumulación de carbonato de calcio en la masa o en concreciones. Tienen algunas veces rasgos hidromórficos débiles (moteados) debido a la lenta permeabilidad del horizonte B. Al igual que en otros suelos de la región, los rasgos vérticos están bien expresados, particularmente las superficies de deslizamiento (slickensides) que generalmente son más abundantes y extensos en los subhorizontes Bt más profundos y grietas con chorreaduras de materia orgánica (Fig. 10). La serie Arturo Seguí tiene semejanzas con la serie Estancia Chica, diferenciándose de ésta por la la mayor cantidad de arcilla y familia mineralógica. La mayor proporción de expandibles interestratificados de la serie Arturo Segui explican sus valores más elevados de expansión libre. Se diferencia de la serie Gorina por la menor cantidad de arcilla del horizonte A que la excluye del orden Vertisol.

El análisis mineralógico de la fracción arcilla del Perfil 47 revela reflexiones típicas de los tres grupos de argilominerales (illita, esmectita, caolinita) en proporciones fluctuantes en el perfil. Los expandibles son predominantes en el horizonte Btss, pero su mejor grado de definición se obtuvo en el horizonte BCk2. Por su parte, los componentes illíticos muestran mayor agudeza de sus reflexiones en los horizontes superficiales.

Son suelos de buena aptitud agrícola; generalmente están bien provistos de materia orgánica y nitrógeno. Presentan algunas deficiencias en su drenaje interno derivadas de la lenta permeabilidad del horizonte B. La elevada capacidad de contracción-expansión puede originar problemas en las raíces de las plantas y en construcciones. Se asignó a esta serie el subgrupo I-2 de capacidad de uso.

Perfil LP 47. Datos morfológicos y analíticos

A	0-22 cm; negro (10YR 2/1) en húmedo; franco arcillo limoso; bloques subangulares finos, débiles; friable, plástico y adhesivo; raíces abundantes; límite claro y plano.
BA	22-30 cm; negro (10YR 2/1) en húmedo; arcillo limoso; bloques subangulares finos, moderados; firme; plástico y adhesivo; cutanes arcillo-húmicos escasos y finos; raíces abundantes; límite claro y plano.
Btss1	30-65 cm; negro (10YR 2/1) en húmedo; arcilloso; bloques angulares, medios, moderados; muy firme; muy plástico y muy adhesivo; cutanes arcillo-húmicos abundantes y espesos; superficies de deslizamiento (slickensides) comunes; raíces comunes; límite gradual y plano.
Btss2	65-85 cm; pardo oscuro (7,5YR 3,5/2) en húmedo; arcilloso; bloques subangulares, medios, moderados; muy firme, muy plástico, muy adhesivo; cutanes arcillo-húmicos abundantes y espesos; superficies de deslizamiento comunes; raíces comunes; límite claro y plano.
Btss3	85-100 cm; pardo oscuro a pardo (7,5YR 4/4) en húmedo; arcilloso; bloques subangulares cuneiformes, medios, fuertes; firme, muy plástico y muy adhesivo; débil reacción de carbonatos en la masa; concreciones de carbonato de calcio escasas; cutanes de arcilla comunes y espesos; superficies de deslizamiento abundantes; raíces escasas; límite claro y plano.
BCk1	100-160 cm; pardo (7,5YR 4,5/4) en húmedo; franco arcillo limoso; bloques subangulares, finos medios, débiles; friable, plástico y adhesivo; fuerte reacción de carbonatos en la masa; concreciones de carbonato de calcio comunes; cutanes de arcilla comunes a escasos y finos; raíces escasas; límite gradual y plano.

2BCk2 160-220+ cm; rosado (7,5YR 7/4) en seco y pardo (7,5YR 5/4) en húmedo; franco limoso, friable; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; fuerte reacción de carbonatos en la masa; concreciones de carbonato de calcio comunes, cutanes de arcilla escasos y finos.

Horizonte		*A*	*BA*	*Btss1*	*Btss2*	*Btss3*	*BCk1*	*BCk2*
Profundidad (cm)		0-22	22-30	30-64	64-85	85-100	100-160	160-220+
pH (pasta)		5,7	5,9	6,2	6,8	7,2	7,3	7,6
$CaCO_3$ (%)		-	-	-	-	2,6	6,1	3,5
Resistencia (pasta) (ohms)		966	302	387	374	314	350	302
Composición granulométrica (%)	Arcilla < 2 µm	26,55	26,90	62,50	54,44	48,07	39,03	36,25
	Limo 2 -50 µm	66,55	64,54	31,69	39,19	41,20	50,06	52,66
	Arena total 50-2000 µm	6,95	8,56	5,81	6,37	10,73	10,91	11,09
	Arena muy fina	5,63	6,86	5,09	5,97	10,22	10,27	10,23
	Arena fina	0,79	0,83	0,55	0,35	0,47	0,55	0,71
	Arena media	0,29	0,62	0,12	0,05	0,04	0,06	0,12
	Arena gruesa	0,24	0,17	0,05	0	0	0,03	0,03
	Arena muy gruesa	0	0	0	0	0	0	0
Carbono orgánico. (%)		2,55	1,60	0,68	0,45	0,25	0,21	0,15
Materia orgánica. (%)		4,40	2,76	1,17	0,78	0,43	0,36	0,26
N total (%)		0,22						
Relación C/N		11,6						
Capac. intercambio cat. (cmolc/Kg)		24,34	34,43	42,29	52,09	45,96		
Capacidad de campo (%)		42,24	44,57	56,91	54,91	54.76	42,26	52,99
Punto de marchitez permanente (%)		16,86	22,89	33,22	30,44	28,30	19,82	26,69
Agua útil (%)		25,38	21,68	23,69	24,47	26,46	22,44	26,30
Expansión libre (%)		90	90	150	140	130	90	110
Límite líquido (%)		38,72	50,80	74,96	70,81	63,07	40,57	59,27
Límite plástico (%)		21,86	21,67	27,67	25,58	24,32	16,63	27,19
Indice de plasticidad		9,86	28,53	47,29	45,59	40,87	23,94	31,03
Sistema de Clasif. de Casagrande		ML	CH	CH	CH	CH	CL	CH
Conductividad hidráulica (cm/hora) (*)	1a. hora	3,32		1,83				2,14
	2a. hora	2,42		0,60				1,43

(*) Determinaciones realizadas por la Ing.Agr. Margarita Alconada

Composición mineral en % de la fracción menor a 2 µm

Horizonte	*Illita*	*Esmectitas*	*Interestratificados*	*Caolinita*
A	54	----------43----------		2
BA	57	---------- 41----------		1
Btss2	34		65	1
BCk1	50	---------- 49----------		1
BCk2	30	68		2

Perfil LP 399. Datos morfológicos y analíticos

A 0-20cm; gris oscuro (10YR 4/1) y negro (10YR 2/1); franco limoso; granular con tendencia a migajosa, fina, moderada; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; raices abundantes; límite neto y ondulado.

Btss1 20-46 cm; gris muy oscuro (10 YR 3/1) en húmedo; arcillo limoso; prismas medios a finos que rompen a bloques angulares; muy duro, muy firme, plástico y adhesivo; cutanes arcillo-húmicos abundantes y espesos; superficies de deslizamiento (slickensides) comunes; grietas y chorreaduras de materia orgánica; moteados escasos, finos y débiles; raices comunes; límite gradual y plano.

Btss2 46-65 cm; pardo oscuro (7,5YR 3/2) en húmedo; arcilloso; prismas medios fuertes que rompen a bloques angulares; muy duro, muy firme, muy plástico y muy adhesivo; cutanes arcillosos, abundantes espesos y continuos; slickensides comunes; grietas y chorreaduras de materia orgánica; moteados, comunes, finos y precisos; raices escasas; límite gradual y plano.

Btss3 65-102 cm; pardo oscuro a pardo (7,5YR 4/3) en húmedo; arcillo limoso; prismas medios fuertes que rompen a bloques angulares; muy duro, muy firme, muy plástico y muy adhesivo; cutanes arcillosos abundantes, espesos y continuos; slickensides comunes; grietas y chorreaduras de materia orgánica; raices escasas; límite gradual y plano.

BCk 102-128+ cm; rosado (7,5YR 7/4) y pardo (7,5YR 5/4); franco arcillo limoso; bloques angulares, médios, moderados; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; carbonato de calcio en la masa abundante, concreciones de carbonato de calcio, comunes; cutanes arcillosos, muy delgados y discontinuos; moteados escasos, finos y débiles.

Horizontes			***A***	***Btss1***	***Btss2***	***Btss3***	***BCk***
Profundidad (cm)			0-20	20-46	46-65	65-102	102-128+
pH (pasta)			5,3	5,3	5,6	6,7	7,8
Resistencia (pasta) (ohms)			1060	640	511	420	258
Composición Granulométrica (%)	Arcilla	< 2 μm	26,40	52,00	64,00	50,00	28,36
	Limo	2 -50 μm	57,6	41,00	31,20	42,60	53,04
	Arena	50-2000 μm	16,00	7,00	4,80	7,40	18,60
Clase textural			FL	aL	a	aL	FaL
Carbono orgánico (%)			3,68	1,49	0,64	0,21	0,22
Materia orgánica (%)			6,34	2,57	1,11	0,36	0,38
Nitrógeno total (%)			028	nd	nd	nd	nd
Relación C/N			13				
Capacidad de inter. catiónico (cmolc./Kg)$^{-}$			23,2	27,7	29,6	25,8	14,66
Bases de intercambio (cmol c. kg^{-1})	Ca^{++}		16,92	21,79	25,28	24,89	nd
	Mg^{++}		1,28	2,12	5,41	4,25	nd
	Na^{+}		0,40	0,41	0,83	1,02	nd
	K^{+}		2,86	2,55	2,59	2,07	nd
Porcentaje de Na^{+} intercambiable			1,7	1,4	2,8	3,9	
Saturación con bases (%)			91,7	97,0	91,2	98,3	
Capacidad de Campo (%)			45,03	49,48	53,63	48,90	45,78
Punto de Marchitez Permanente (%)			21,32	27,56	31,60	26,21	20,94
Agua útil (%)			23,71	21,93	22,03	22,69	24,83
Límite líquido (%)			52,43	73,28	83,26	60,93	45,96
Límite plástico (%)			29,47	26,86	28,67	24,58	23,89
Indice de plasticidad			22,96	46,28	54,59	36,35	22,07
Expansión Libre (%)			70	125	150	85	70
Sistema Clasificación de Casagrande			MH	CH	CH	CH	CL

Composición mineral en % de la fracción menor a 1 μm. Perfil LP 399 (*)

Horizonte	*Ilita*	*Esmectitas*	*Expandibles interestratificados*	*Caolinita*	*Otros*
A	70		30	4	
Btss2	49	49		2	
BCk	59	40			

(*) En los difractogramas de los horizontes de este perfil, se reitera la insinuación de esmectitas en el horizonte Btss2 y su presencia indiscutible en el BCk.

Serie Esquina Negra, Hapludoles tapto-árgicos, familia fina, illítica, térmica

Se encuentra en lomas levemente convexas de interfluvios planos y pendientes de la vertiente del río Samborombón (unidades EN-LC, AS5, AS-Go, Nv1). El suelo resulta de la superposición de dos materiales: en el más moderno se ha producido una pedogénesis incipiente con desarrollo de horizontes A-AC o A-AC-C. En discordancia se encuentra un material más antiguo afectado por iluviación de arcilla, con generación de horizontes Bt y BC de más 1 m de espesor, contenidos de arcilla de alrededor del 45 %, moderada cantidad de rasgos vérticos, con capacidad de intercambio catiónico y grado de saturación con bases altas (Fig. 14). Son suelos de alta productividad y con leves limitaciones para el uso, debido principalmente a la disminución de la permeabilidad entre por lo cual se lo clasificó desde el punto de vista de su aptitud dentro del subgrupo I-2. Desde el punto de vista ingenieril, el material superior tiene bajo grado de expansividad

Perfil LP 359. Datos morfológicos y analíticos

A1 0-17 cm; gris muy oscuro (10YR 3/1) en húmedo; franco limoso; granular fina a media, moderada; friable; no plástico, ligeramente adhesivo; raíces abundantes; límite claro y plano.

A2 17-30 cm; negro (10YR 2/1) en húmedo; franco limoso; granular fina y media moderada; friable, no plástico, ligeramente adhesivo; raíces abundantes; límite gradual y plano.

AC 30-50 cm; pardo claro (10YR 6/3) en seco y pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en húmedo; franco arcillo limoso; masivo; friable, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; moteados comunes, finos y precisos; raíces abundantes; límite neto y plano.

2Btssb 50-84 cm; pardo oscuro a pardo (7,5YR 4/3) en húmedo; arcillo limoso; prismas gruesos, fuertes con tendencia a bloques angulares; duro, plástico, adhesivo; cutanes arcillo-húmicos abundantes y espesos; chorreaduras de materia orgánica entre caras de agregados; moteados comunes, finos y precisos en parte superior del horizonte; raíces comunes; límite claro y plano.

2Btb 84-110 cm; pardo oscuro a pardo (7,5YR 4/4) en húmedo; franco arcillo limoso; bloques angulares medios moderados; duro, plástico, adhesivo; cutanes arcillo-húmicos abundantes y espesos; raíces escasas; límite claro y plano

2BCg 110-140+ cm; pardo (7,5 YR 5/4) en húmedo; bloques subangulares; cutanes de arcilla escasos; raíces escasas.

Horizontes		*A1*	*A2*	*AC*	*2Btkss*	*2Bt*	*2BCg*
Profundidad (cm)		0 - 17	17 - 30	30 - 50	50 - 84	84-110	110-140+
pH (pasta)		6,0	6,1	6,2	6,4	6,4	6,25
Resistencia (pasta) (omhs)		1458	1789	2241	417	604	656
Composición granulométrica (%)	Arcilla < 2 μm	19,92	21,68	30,50	46,63	35,09	35,0
	Limo 2 -50 μm	67,75	65,74	58,00	46,53	54,07	45,6
	Arena 50-2000 μm	12,25	12,58	11,50	5,84	10,84	19,4
Carbono orgánico (%)		2,19	1,65	0,67	0,35	0,13	nd
Materia orgánica (%)		3,80	2,80	1,16	0,60	0,21	nd
Nitrógeno total (%)		0,23	0,12	nd	nd	nd	nd
Relación C/N		9,5	13,7				
Capacidad de intercambio catiónico (cmolc./Kg)		16,9	15,7	12,2	30,1	25,5	20,5
Bases de intercambio (cmol c./Kg)	Ca^{++}	12,03	10,83	7,34	18,37	16,96	12,98
	Mg^{++}	0,04	0,09	0,33	3,78	5,23	3,21
	Na^{+}	0,39	0,18	0,56	0,81	1,10	0,69
	K^{+}	2,40	1,33	1,26	1,92	2,25	1,84
Porcentaje de Na^{+} intercambiable		2,3	1,1	4,7	2,7	4,7	3,4
Saturación con bases (%)		87,9	79,2	77,8	82,6	100	91,3
Capacidad de campo (%)		44,88	44,45	36,07	49,05	46,89	40,78
Punto de marchitez permanente (%)		16,32	14,50	11,62	27,00	22,71	17,40
Agua útil (%)		28,56	29,95	24,45	22,05	24,18	23,38
Límite líquido (%)		47,86	nd	31,09	55,63	56,07	39,47
Límite plástico (%)		34,31	nd	24,27	24,87	23,30	21,50
Indice de plasticidad		13,55	nd	6,82	30,76	32,77	17,97
Expansión libre (%)		37	30	20	110	65	60
Sistema Unificado de Clasif. de Casagrande		ML	ML	ML	CH	CH	CL

Composición mineral en % de la fracción menor a 1 μm

Horizonte	*Illita*	*Esmectitas*	*Expandibles interestratificados*	*Caolinita*
AC	64		33	3
2Btss	75		20	3

Serie Estancia Chica, Argiudol vértico, familia fina, illítica, térmica.

Se encuentra en el interfluvio plano de la divisoria pricipal entre las cuencas de los ríos de la Plata y Samborombón (unidad cartográfica EC). Son suelos de fuerte desarrollo, bien a moderadamente bien drenados, de permeabilidad lenta o muy lenta. El horizonte superficial es generalmente de textura franco limosa,

con tenores de arcilla de 20-25% y espesor de 20-30 cm. Por debajo suele aparecer un horizonte de transición AB o bien el horizonte A apoya directamente sobre un horizonte Bt. Este horizonte tiene 60-90 cm de espesor, llegando a una profundidad algo superior a 1 metro, posee textura arcillosa (45-55% de arcilla) y rasgos vérticos bien expresados. La transición hacia el material originario es gradual, existiendo generalmente dos horizontes BC, a veces con acumulaciones de carbonato de calcio. El solum tiene entre 150 y 200 cm de espesor (Fig. 11). Se ha detectado algunas veces la presencia de un horizonte B sepultado por debajo de los horizontes BC. Esta paleosuperficie se extiende a otros suelos del área siendo visible en cortes profundos del terreno tales como canteras, donde se aprecian horizontes B enterrados que revelan que la región ha estado sometida a sucesivos ciclos de depositación y pedogénesis.

Los suelos de la serie Estancia Chica se diferencian de la serie Gorina por los menores contenidos de arcilla del horizonte A, que los excluye del orden Vertisol. Asimismo son muy similares a la serie Arturo Seguí, diferenciándose de ésta por su familia mineralógica más gruesa, que les otorga menor capacidad de expansión-contracción, su relieve más plano y los mayores contenidos de la fracción arena.

Son suelos de buena aptitud agrícola. Tienen algunas deficiencias en el drenaje derivadas del relieve plano en que se encuentran frecuentemente y de la textura arcillosa del horizonte B. La presencia de éste suele producir capas colgadas en el sector eluvial del perfil en períodos de lluvias intensas. En base a las características del suelo dominante se asignó a la unidad el subgrupo de capacidad de uso I-2. Desde el punto de vista ingenieril la unidad tiene los problemas derivados de la presencia significativa de arcillas expandibles, aunque el problema sería menor que en los suelos de la series Gorina y Arturo Seguí.

Perfil LP 11. Datos morfológicos y analíticos

Ap 0-18 cm; pardo grisáceo oscuro a pardo grisáceo (10YR 4,5/2) en seco y negro (10YR 2/1) en húmedo; franco limoso; granular con tendencia a migajosa; friable, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; raíces abundantes; límite neto y plano.

A 18-29 cm; pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en seco y negro (10YR 2/1) en húmedo; franco limoso; granular, fina, moderada; friable, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; raíces abundantes; límite claro y plano.

AB 29-37 cm; pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en seco y negro a gris muy oscuro (10YR 2,5/1) en húmedo, franco limoso; bloques subangulares medios moderados con tendencia a granular friable, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; raíces comunes; límite neto y plano.

Btss1 37-57 cm; pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/2) en seco y pardo muy oscuro a pardo oscuro (7,5YR 2,5/2) en húmedo; arcilloso, bloques angulares, medios, fuertes; muy firme, muy plástico, muy adhesivo; cutanes arcillo-húmicos, abundantes; superficies de deslizamiento (slickensides) comunes; chorreaduras de materia orgánica; raíces escasas; límite claro y plano.

Btss2 57-88 cm; pardo (7,5YR 4,5/4) en seco y pardo oscuro (7,5YR 3,5/2) en húmedo; arcilloso; prismas regulares, medios, fuertes que rompen a bloques angulares cuneiformes, medios, fuertes; muy firme, muy plástico, muy adhesivo; cutanes de arcilla abundantes y espesos; superficies de deslizamiento (slickensides) abundantes; chorreaduras de materia orgánica, moteados comunes, finos y precisos; raíces escasas; límite gradual y plano.

Btss3 88-115 cm; pardo (7,5YR 4,5/4) en seco y pardo oscuro (7,5YR 3,5/4) en húmedo; arcillo limoso a arcilloso; prismas regulares medios, fuertes que rompen a prismas finos; firme, muy plástico, muy adhesivo; cutanes de arcilla abundantes y espesos; superficies de deslizamiento abundantes; moteados de hierro escasos, finos y precisos; raíces escasas; límite claro y plano.

BC1 115-160 cm; pardo claro a amarillo rojizo (7,5YR 6/5) en seco y pardo (7,5YR 4,5/4) en húmedo; franco arcillo limoso; prismas medios, moderados que rompen a bloques angulares; firme, plástico, adhesivo; cutanes de arcilla comunes; raíces escasasi; ímite gradual y plano.

2BC2 160-196 cm; pardo fuerte a amarillo rojizo (7,5YR 5,5/6) en seco y pardo (7,5YR 5,5/6) en húmedo; franco arcillo limoso; bloques subangulares, medios, moderados a débiles; friable, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; cutanes de arcilla escasos; raíces escasas; muy poroso por antiguos canalículos de raíces; límite gradual y plano.

2C 196-220 cm; pardo claro a amarillo rojizo (7,5YR 6/5) en seco y pardo (7,5YR 5/4) en húmedo; franco, arcilloso a franco arcillo limoso; masivo; friable, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; límite neto y ondulado.

2Ck 220-235+ cm; rosado (7,5YR 7/4) en seco y pardo a pardo claro (7,5YR 5,5/4) en húmedo; masívo; moderada reacción de carbonatos en la masa; concreciones de carbonato de calcio comunes.

Horizonte	*Ap*	*A*	*AB*	*Btss1*	*Btss2*	*Btss3*	*BC1*	*2BC2*	*2C*
Profundidad (cm)	0-18	18-29	29-37	37-57	57-88	88-115	115-160	160-196	196-220

pH (pasta)		5,3	5,55	5,5	6,0	6,2	6,25	6,1	5,8	5,65
Resistencia (pasta) (ohms)		390	630	900	440	581	433	541	473	499
Composición granulométrica (%)	Arcilla < 2 µm	23,91	23,47	23,85	54,44	48,07	39,03	36,25	35,19	28,81
	Limo 2-50 µm	59,77	59,34	56,60	39,19	41,20	50,06	52,66	48,52	49,85
	Arena 50-2000 µm	16,31	17,19	19,54	6,37	10,73	10,91	11,09	16,30	21,33
	Arena muy fina	15,69	16,13	17,78	5,97	10,22	10,27	10,23	15,87	19,94
	Arena fina	0,39	0,59	0,55	0,35	0,47	0,55	0,71	0,37	1,33
	Arena media	0,16	0,30	0,12	0,05	0,04	0,06	0,12	0,02	0,06
	Arena gruesa	0,07	0,17	0,33	0	0	0,03	0	0,04	0
	Arena muy gr.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carbono orgánico. (%)		3,24	3,52	2,39	0,88	0,59	0,24	0,06	0,15	0,13
Materia orgánica. (%)		5,59	6,07	4,12	1,51	1,02	0,41	0,11	0,26	0,22
N total (%)		0,252	0,196	0,133						
Relación C/N		12,8	17,9	18,0						
Fósforo asimilable (ppm)		8,1	3,8							
Capac. Int. Cat. (cmolc/Kg)		20,91	20,50	18,59	34,69	34,54	32,89	30,92	30,80	
Bases de intercambio (cmolc/Kg)	Ca^{++}	15,1	13,1	10,6	24,7	22,0	16,4	21,3	20,3	
	Mg^{++}	1,08	1,35	2,1	3,2	4,68	7,67	1,34	1,56	
	K^{+}	1,15	1,06	0,87	1,36	1,49	1,47	1,59	1,66	
	Na^{+}	0,36	0,46	0,40	0,61	0,69	0,70	0,60	0,46	
% Na^{+} intercambiable		1,7	2,2	2,1	1,7	2,0	2,1	2,8	1,5	
Saturación con bases (%)		84,6	77,9	75,1	86,1	83,5	79,8	80,3	77,9	
Densidad aparente (Mg/m^3)			1,07		1,26				1,29	
Humedad equivalente (%)		33,7	33,0	31,4	44,9	43,2	38,1	36,2	35,7	34,8
Capacidad de campo (%)										
Punto de marchitez permanente (%)										
Agua útil (%)										
Límite líquido (%)		41,20	41,55			60,50	45,9		47,01	
Límite plástico (%)		31,40	27,26			25,29	24,4		22,00	
Indice de plasticidad		9,80	14,29			35,21	21,5		25,01	
COLE (ELP = 9,639)		0,023	0,021	0,026	0,115	0.143	0,100	0,081	0,091	
Expansión libre (%)			45			150			95	85
Sistema Unificado de Clasificación de Casagrande		ML	ML			CH	CH		CH	CL
Conductividad hidráulica (cm/h)	1a. hora	2,40		2,81	1,95		2,74	2,15		3,01
	2a. hora	2,17		2,38	1,36		1,92	1,56		2,23

Composición mineral en % de la fracción menor a 2 µm

Horizonte	*Illita*	*Esmectita*	*Interestratificados irregulares*	*Caolinita*	*Cuarzo*	*Feldespatos*
Ap	75	-	19	4	xx	x
A	84	-	10	6	xx	x
AB	85	-	11	4	xx	x
Btss1	80	-	16	4	xx	x
Btss2	68	29	-	3	xx	x
Btss3	65	31	-	2	xx	x
BC1	50	46	-	2	xx	x
2BC2	60	37	-	3	xx	x
2C	44	54	-	2	xx	x

Serie Gorina, Hapludert típico, familia fina, montmorillonítica, térmica.

Los suelos de la serie Gorina se encuentran sobre todo en interfluvios convexos y pendientes de la vertiente del río de la Plata (unidades cartográficas Go, Go1, Go2, AS3, AS4, AS-Go, U-AS-Go, Ev). Son suelos profundos, moderadamente bien drenados, de permeabilidad lenta o muy lenta. Poseen un horizonte A oscuro de 20-30 cm de espesor. El horizonte A puede presentar moteados en razón de la saturación con agua producida por la menor permeabilidad de los horizontes subyacentes. Tienen textura franco arcillo limosa, con tenores de arcilla de 32-40%. Suele aparecer por debajo un horizonte de transición AB de textura arcillo limosa. Poseen un horizonte Bt de 80 a 100 cm de espesor, subdividido casi siempre en tres subhorizontes, con 50-60 % de arcilla. Le subyace un horizonte de transición BC de textura arcillo limosa o franco arcillo limosa, con concentraciones de carbonato de calcio en concreciones y en la masa que llega hasta cerca de los 2 m. Se observan superficies de deslizamiento grandes y entrecruzadas que delimitan bloques angulares cuneiformes. En épocas de déficit hídrico presentan grietas anchas (1-2 cm) que pueden llegar a la superficie y se extienden hasta la base del horizonte B. Otro rasgo que permite deducir la susceptibilidad al agrietamiento es la presencia de "chorreaduras" oscuras que se extienden a través del horizonte B, las que señalan la translocación de material de los horizontes superiores por las grietas (Fig. 12).

Son suelos fértiles desde el punto de vista químico pues están generalmente bien provistos de materia orgánica y nitrógeno, poseen reacción levemente ácida en superficie y levemente alcalina en profundidad y carecen de tenores nocivos de sodio intercambiable o sales solubles. Sin embargo, desde el punto de vista físico poseen algunas limitaciones derivadas de los tenores elevados de arcilla desde superficie y particularmente en los horizontes B. Esto explica la presencia en algunos perfiles de rasgos hidromórficos en los horizontes superiores a pesar de la posición elevada que ocupan los suelos en el paisaje. Las labores agrícolas experimentan algunas dificultades pues la consistencia es muy dura en seco y adhesiva o muy adhesiva en mojado, siendo estrecho el margen de humedad óptimo. Por otra parte, los movimientos de contracción-expansión que experimentan estos suelos según las variaciones de humedad pueden producir estrangulamiento de raíces durante los períodos de expansión o mal contacto de ellas con el suelo y susceptibilidad al desecamiento en los períodos de contracción por las grietas profundas que se desarrollan (Fig. 13). Los suelos de esta serie fueron asignados a la subclase de capacidad de uso IIs. Desde el punto de vista ingenieril, dichos movimientos causan agrietamientos y roturas en obras civiles tales como paredes, cañerías, veredas, etc. Estos últimos problemas se hacen sentir particularmente en zonas urbanas donde esta serie también tiene gran difusión areal.

Perfil LP 9. Datos morfológicos y analíticos

Ap 0-14 cm; pardo grisáceo muy oscuro (10YR 4/2) en seco y pardo muy oscuro (10YR 2,5/2) en húmedo; franco arcillo limoso; bloques subangulares, finos, débiles con tendencia a granular, fina, débil; duro, friable, plástico y adhesivo; raíces comunes; límite neto y plano.

A 14-23 cm; pardo muy oscuro (10YR 2,5/2).en húmedo; franco arcillo limoso; bloques subangulares, medios, moderados; friable, plástico y adhesivo; raíces escasas; límite neto y plano.

Btss1 23-50 cm; negro (10YR 2/1) en húmedo; arcilloso; prismas que rompen a bloques angulares, medios, moderados; firme, muy plástico y muy adhesivo; cutanes arcillo-húmicos abundantes y espesos; superficies de deslizamiento (slickensides) escasas; moteados de hierro manganeso, comunes, finos y precisos; raíces escasas; límite claro y plano.

Btss2 50-73 cm; pardo oscuro (7,5YR 3/2) en húmedo; arcilloso; prismas, medios, fuertes que rompen a bloques angulares cuneiformes, medios, fuertes; firme, muy plástico y muy adhesivo; cutanes arcillo-húmicos abundantes y espesos; chorreaduras de materia orgánica en caras verticales de agregados; superficies de deslizamiento comunes; moteados comunes, finos y débiles; límite gradual y ondulado.

Btss3 73-104 cm; pardo oscuro a pardo (7,5YR 4/4 en húmedo; arcillo limoso; prismas medios, fuertes que rompen a bloques cuneiformes, medios, fuertes; muy firme, muy plástico y muy adhesivo; cutanes de arcilla abundantes y espesos; chorreaduras de materia orgánica en caras verticales de agregados; superficies de deslizamiento (slickensides) comunes; débil reacción de carbonatos en la masa; concreciones de carbonato de calcio escasas, límite gradual y ondulado.

Btssk 104-125 cm; pardo oscuro a pardo (7,5YR 4/4) en húmedo; arcillo límoso; bloques subangulares, medios, moderados; friable en húmedo, plástico y adhesivo; cutanes de arcilla comunes y finos; superficies de deslizamiento (slickensides) escasas; concreciones de carbonato de calcio comunes; límite gradual y plano.

BCk 125-155+ cm; pardo (7,5YR 5/4) en húmedo; arcillo limoso; bloques subangulares, medios, moderados; friable, plástico y adhesivo; cutanes de arcilla escasos y finos; fuerte reacción de carbonatos en la masa; concreciones de carbonato de calcio escasos.

Horizonte			*Ap*	*A*	*Btss1*	*Btss2*	*Btss3*	*Btssk*	*BCk*
Profundidad (cm)			0-14	14-23	23-50	50-73	73-104	104-125	125-155+
pH (pasta)			5,6	5,8	5,8	6,6	7,0	7,5	7,5
$CaCO_3$ (%)			----	----	----	----	Vest.	4,0	6,5
Resistencia (pasta) (ohms)			692	747	419	445	413	398	498
Composición granulométrica (%)	Arcilla	< 2 µm	35,09	35,85	58,1	57,52	54,47	48,70	45,37
	Limo	2 -50 µm	57,60	58,20	37,20	36,72	41,40	44,60	48,96
	Arena	50-2000 µm	7,31	5,95	4,79	5,76	4,13	6,7	6,67
	Arena muy fina		6,50	5,15	3,89	3,98	3,88	3,91	3,55
	Arena fina		0,52	0,59	0,53	1,74	0,22	0,42	0,31
	Arena media		0,26	0,17	0,31	0,04	0,03	0,27	1,13
	Arena gruesa		0,03	0,04	0,06	0,00	0,00	1,87	1,62
	Arena muy gruesa		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,06
Carbono orgánico. (%)			2,65	2,56	1,17	0,84	0,40	0,14	0,09
Materia orgánica. (%)			4,57	4,41	2,02	1,45	0,69	0,24	0,16
N total (%)			0,228	0,216	0,107	0,081	0,053	0,033	0,026
Relación C/N			11,2	11,9	11,0	10,4	7,6	4,3	3,5
Fosforo asimilable (ppm)			8,9						
Capacidad Int. Cat. (cmolc/Kg)			23,2	23,8	32,3	32,3	29,8	24,4	24,0
Bases de Intercambio (cmolc/Kg)	Ca^{++}		8,3	8,6	11,8	12,0	----	----	----
	Mg^{++}		3,8	3,8	7,0	8,0	----	----	----
	K^{+}		1,2	1,3	1,1	0,9	1,0	0,9	0,9
	Na^{+}		0,2	0,2	0,4	0,7	0,8	0,7	0,6
% Na^{+} intercambiable			0,9	0,8	1,2	2,2	2,7	2,9	2,5
Saturación con bases			58	58	63	67	100	100	100

Perfil LP 369. Datos morfológicos y analíticos

A 0-16 cm; pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) y pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2); arcillo limoso a franco arcillo limoso; bloques subangulares, medios y finos, moderados; plástico y adhesivo; raíces abundantes; límite claro y plano.

Btss1 16-60 cm; pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) y pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2); arcilloso; prismas medios, fuertes que rompen a bloques angulares; muy duro, muy plástico y muy adhesivo; cutanes arcillo-húmicos abundantes y espesos; chorreaduras de materia orgánica; slickensides comunes; raíces comunes; límite claro y ondulado.

Btss2 60-90 cm; pardo oscuro a pardo (7,5YR 4/4) y pardo oscuro (7,5YR 3/4); arcilloso; prismas medios, fuertes que rompen a bloques angulares; muy plástico y muy adhesivo; cutanes de arcilla abundantes y espesos; chorreaduras de materia orgánica; slickensides comunes; raíces escasas; límite claro y ondulado.

Btk 90-130 cm; pardo (7,5YR 5/4) y pardo oscuro a pardo (7,5YR 4/4); arcilloso a arcillo limoso; bloques angulares, medios, moderados; plástico, adhesivo; cutanes de arcilla, comunes; slickensides escasos; moderada reacción de carbonatos en la masa; concreciones irregulares de carbonato de calcio de entre 1 y 3 cm, abundantes; raíces escasas; límite gradual y plano.

BCk 130-150+ cm; rosado (7,5YR 7/4) y pardo (7,5YR 5/4); franco arcillo limoso; plástico y adhesivo; cutanes de arcilla escasos; moderada reacción de carbonatos en la masa; concreciones de carbonato comunes.

Horizontes			*A*	*Btss1*	*Btss2*	*Btk*	*BCk*
Profundidad (cm)			0-16	16-60	60-90	90-130	130-150+
pH (pasta)			5,1	5,8	6,6	7,2	7,1
Resistencia (pasta) (ohms)			751	530	409	421	381
Composición granulométrica (%)	Arcilla	< 2 µm	39,60	66,60	56,57	56,41	54,50
	Limo	2-50 µm	55,60	33,00	38,08	39,51	41,76
	Arena	50-2000 µm	4,80	0,40	5.35	4,08	3,74
Carbono orgánico (%)			3,94	1,17	0,73	0,19	0,12
Materia orgánica (%)			6,80	2,02	1,26	0,33	0,20
Nitrógeno total (%)			0,265	0,15	nd	nd	nd
Relación C/N			14,8	7,8			
Capacidad de intercambio catiónico (cmolc kg^{-1})			25,1	37,8	35,9	23,9	20,88

Bases de intercambio (cmolc.kg^{-1})	Ca^{++}	17,14	26,57	29,76	nd	nd
	Mg^{++}	0,72	4,88	3,11	nd	nd
	Na^{+}	0,24	0,67	0,52	0,60	0,41
	K^{+}	1,80	1,46	0,66	1,51	1,62
Porcentaje de Na^{+} intercambiable		1,10	1,80	1,40	2,51	1,90
Saturación con bases (%)		79,3	88,8	94,8	100	100
Capacidad de campo (%)		42,05	55,71	55,13	57,22	52,27
Punto de marchitez permanente (%)		19,98	31,63	29,32	28,36	26,27
Agua útil (%)		22,07	24,08	25,81	28,86	26,00
Límite líquido (%)		52,86	88,12	75,37	64,82	55,59
Límite plástico (%)		29,59	28,92	27,02	24,65	23,43
Indice de plasticidad		23,27	59,20	48,35	40,17	32,16
Expansión libre (%)		80	167	155	128	97
Sistema Unificado de Clasificación de Casagrande		MH	CH	CH	CH	CH

Composición mineral en % de la fracción menor a 1 μm

Horizonte	*Ilita*	*Esmectitas .*	*Expandibles interestratificados*	*Caolinita*	*Otros*
A	66		30	4	
Btss2	50	48		2	Cuarzo y feldespatos
BCk	59	40		Vestigios	

Serie Gorina (Fase Decapitada)

Perfil LP 14. Datos morfológicos y analíticos

Btss1 0-10 cm; gris muy oscuro (10YR 3/1) en húmedo; arcilloso; bloques subangulares, medios, moderados; extremadamente duro, muy firme, muy plástico, adhesivo; cutanes arcillo-húmicos abundantes; superficies de deslizamiento escasas; grietas de 1 cm de ancho que llegan hasta los 30 cm de profundidad; raíces comunes; límite gradual y plano.

Btss2 40-63 cm; pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en húmedo; arcilloso; bloques subangulares, medios, moderados; extremadamente duro, muy firme, muy plástico y adhesivo; cutanes arcillo-húmicos abundantes; slickensides comunes; raíces comunes; límite claro y plano.

BCk1 63-90 cm; pardo (7,5YR 4/4) en húmedo; arcillo limoso; bloques subangulares débiles con tendencia a masivo; duro, friable, plástico, adhesivo; cutanes de arcilla comunes; moderada reacción de carbonatos en la masa concreciones de carbonato de calcio comunes; raíces escasas.

BCk2 90-110+ cm; pardo (7,5YR 5/4) en húmedo; franco arcillo limoso; bloques subangulares, débiles con tendencia a masivo; duro, friable, plástico, adhesivo; cutanes de arcilla escasos; fuerte reacción de carbonatos en la masa; concreciones de carbonato de calcio comunes; raíces escasas.

Horizonte			*Btss1*	*Btss2*	*BCk1*	*BCk2*
Profundidad (cm)			0-40	40-63	63-90	90-110
pH (pasta)			6,1	6,45	7,5	7,55
Resistencia (pasta) (ohms)			440	320	270	230
Composición granulométrica (%)	Arcilla	< 2 μm	54,0	54,6	47,1	36,2
	Limo	2-50 μm	34,4	35,5	39,3	48,6
	Arena	50-2000 μm	11,6	9,9	13,6	15,2
Carbono orgánico. (%)			1,36	0,97	0,39	0,23
Materia orgánica. (%)			2,34	1,67	0,67	0,39
N total (%)			0,133	0,084	0,070	0,042
Relación C/N			10,2	11,5	5,6	5,5
Fósforo asimilable (ppm)			3,3	-	-	-
Conductividad hidráulica (cm/hora)	1a. hora		1,48	1,75	8,82	-
	2a. hora		1,05	1,13	6,11	-

Serie La Cigüeña, Hapludoles tapto-glósicos, familia fina, illítica, térmica

Se distribuye principalmente en interfluvios planos de la vertiente del río Samborombón (unidades cartográficas EN-LC, Nv1). Estos suelos se diferencian de la serie Esquina Negra en que la parte superior del segundo material incluye uno o dos horizontes (2E y 2BE) decolorados por haber sufrido una fuerte lixiviación de la fracción coloidal. Reúnen los requerimientos del horizonte de diagnóstico *glósico* por poseer una parte eluvial constituida por materiales álbicos y una parte iluvial con restos de horizonte argílico (Fig. 15 y 16). A estos horizontes los subyacen horizontes Btss1 y Btss2 con contenidos de arcilla de alrededor del 50 %, superficies de deslizamiento (slickensides) y grietas por las que se ha producido la caída de material decolorado de los horizontes inmediatamente superiores.

Perfil LP 354. Datos morfológicos y analíticos

A 0-28 cm; pardo grisáceo (10YR 5/2) y pardo grisáceo muy oscuro(10 YR 3/2); franco limosa; granular fina, moderada; duro, friable, plástico y adhesivo; raíces abundantes; límite claro y suave.

AC 28-40 cm; gris rosado (7,5YR 6/2) y pardo oscuro (7,5YR 3/2); franco limosa; bloques subangulares medios, moderados; duro, friable, plástico y adhesivo; concreciones de Fe- Mn comunes; moteados comunes, finos y precisos; raíces abundantes; límite neto y ondulado.

2E 40-45 cm; gris claro (10YR 7/2) y pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2); franco arcillo limosa; masivo; duro, ligeramente plástico y adhesivo; moteados comunes a abundantes, medios y sobresalientes, raíces comunes; límite claro y ondulado.

2BE 45-60 cm; gris claro (10YR 7/2) y pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2); franco arcillo limosa; semicolumnar; muy duro, muy plástico y muy adhesivo; moteados comunes a abundantes, medios y sobresalientes; raíces comunes.; límite claro y plano.

2Btss1 60-108 cm; pardo claro a gris rosado (7,5YR 6/3) y pardo oscuro a pardo (7,5YR 4/3); arcillosa; prismas gruesos,fuertes con tendencia bloques angulares; muy duro, muy plástico y muy adhesivo; cutanes arcillo-húmicos abundantes; slickensides comunes; moteados comunes, finos y débiles; raíces escasas; límite gradual y plano.

2Btss2 108-127 cm; pardo claro (7,5YR 6/4) y pardo oscuro a pardo (7,5YR 4,5/4); arcillosa; bloques angulares gruesos, fuertes; muy duro, muy plástico y muy adhesivo; cutanes de arcilla abundantes; slickensides comunes; raíces escasas; límite gradual y plano.

2Bt 127-140 cm; pardo claro a gris rosado (7,5YR 6/3) y pardo oscuro a pardo (7,5YR 4/3); arcillosa; bloques angulares, medios a moderados; duro, muy plástico y muy adhesivo; cutanes de arcilla comunes; raíces escasas; límite gradual y plano.

2BC 140-150+ cm.; rosado (7,5YR 7/4) y pardo oscuro a pardo (7,5YR 4/4); arcillo limoso; bloques medios; plástico y adhesivo; cutanes de arcilla escasos a comunes; moteados comunes, finos y precisos.

Horizontes		*A*	*AC*	*2E*	*2BE*	*2Btss1*	*2Btss2*	*2Bt*	*2BC*
Profundidad (cm)		0-28	28-40	40-45	45-60	60-108	108-127	127-140	140-150+
pH (pasta)		5,8	5,8	6,0	5,9	6,1	6,9	6,8	6,7
Resistencia (pasta) (ohms)		1691	2179	1624	996	462	480	507	437
Composición Granulométrica (%)	Arcilla < 2 μm	27,55	29.78	31,40	35,91	57,88	50,66	48,25	45,85
	Limo 2-50 μm	62,60	55,44	54,76	49,68	35,08	42,13	43,47	45,85
	Arena 50 - 2000 μm	9,85	14,78	13,84	14,41	7,04	7,21	8,29	8,30
Carbono orgánico (%)		3,21	1,99	0,65	0,73	0,62	0,44	nd	nd
Materia orgánica (%)		5,53	2,06	1,11	1,25	1,07	0,76	nd	nd
Nitrógeno total (%)		0,09	0,08	0,03	0,03	nd	nd	nd	nd
Relación C/N		35	24	21	21				
Capacidad intercambio catiónico (cmolc./Kg)		16,1	11,9	13,2	15,4	30,6	37,7	28,7	28,5
Bases de intercambio (cmolc./Kg^{-})	Ca^{++}	13,3	9,89	9,57	12,2	20,66	21,05	20,46	22,98
	Mg^{++}	0,12	1,21	0,39	0,24	2,90	3,96	4,76	2,33
	Na^{+}	0,34	0,39	0,57	0,17	0,94	1,06	0,90	0,81
	K^{+}	0,57	0,41	0,33	1,62	0,43	2,73	1,98	2,24
% Na^{+} intercambiable		2,4	3,6	4,6	0 9	3,1	2,8	3,2	2,86
Saturación		89,0	100	82,2	92,4	81,5	76,4	97,9	99,5
Capacidad de campo (%)		43,05	36,10	32,30	33,19	48,32	50,53	47,76	51,36
Punto de marchitez permanente (%)		19,06	14,70	13,58	16,88	30,98	27,08	25,59	25,54
Agua útil (%)		23,99	21,40	18,72	16,31	17,34	23,45	22,17	25,82
Límite plástico (%)		37,15	nd	nd	33,95	67,04	nd	51,70	51,39
Límite líquido (%)		32,16	nd	nd	19,51	25,09	nd	26,38	24,86
Indice de plasticidad		4,99	nd	nd	14,44	41,95	nd	25,32	26,53
Expansión libre (%)		40	35	35	60	130	100	95	90
Sistema Unificado de Casagrande		ML	nd	nd	CL	CH	nd	CH	CH

Composición mineralógica en % de la fracción menor a 1 μm

Horizonte	*Ilita*	*Esmectitas*	*Expandibles interestratificados*	*Caolinita*	*Otros*
AC	63		27	8	
2E	79		13	7	amorfos
2BE	85		8	6	feldespatos
2Btss1	75	20		5	
2BC	49	49		2	

Serie Los Hornos, Argialbol vértico, familia muy fina, térmica.

La serie se encuentra en cubetas y depresiones situadas principalmente en el interfluvio plano principal (unidades cartográficas LH y EC). Son suelos profundos, de muy fuerte desarrollo, pobre o imperfectamente drenados, de permeabilidad lenta. Presentan un horizonte A de 20-25 cm, de textura franco limosa a franco arcillo limosa, al que subyace un horizonte E bien expresado. Existe un cambio textural abrupto entre los horizontes eluviales mencionados y los horizontes Bt subyacentes donde la fracción arcilla llega 55-65 %. Presentan rasgos hidromórficos (moteados y concreciones de hierro-manganeso) bien marcados, particularmente en el horizonte E y parte superior del horizonte B. Ello señala la saturación con agua que se produce sobre el techo del horizonte B (capa colgada) durante lapsos significativos. En algunos pedones aparecen colores glei en la base de solum, lo que indicaría que ese sector del perfil es afectado por la capa freática. Poseen superficies de deslizamiento (slickensides) comunes o abundantes en los horizontes B, observándose grietas en la superficie en épocas de sequía. Tienen reacción ácida en todo el perfil, salvo en algunos pedones que presentan concreciones de carbonatos finas por debajo de 1 metro de profundidad, donde la reacción se torna levemente alcalina.

Son suelos con graves limitaciones para los cultivos por sufrir anegamiento frecuente o presentar los horizontes superiores saturados con agua durante períodos prolongados. El horizonte B arcilloso, además de restringir el movimiento de agua en profundidad, dificulta el enraizamiento de las plantas. Las labores agrícolas se ven dificultadas frecuentemente por falta de piso. Generalmente están bien provistos de materia orgánica y nitrógeno, siendo variables los tenores de fósforo.Están mejor adaptados a pasturas o forestación, aunque muchas veces la reducida superficie que ocupan dificultan darles un uso diferencial. Se consideran marginales para el uso agrícola ya que los cultivos sufren mermas de sus rendimientos más o menos graves según las precipitaciones. Se les ha asignado la subclase de capacidad de uso IVws.

Perfil LP 16. Datos morfológicos y analíticos

A 0-18 cm; pardo oscuro a pardo (10YR 4/3) en seco y pardo muy oscuro (10YR 2,/3) en húmedo; franco limoso; bloques subangulares, medios, moderados; duro, friable, plástico y adhesivo; raíces abundantes; límite neto y plano.

E 18-28 cm; gris claro (10YR 7/2) en seco y pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en húmedo; franco limoso; masivo; muy friable; ligeramente, plástico, ligeramente adhesivo; moteados comunes, finos y precisos; concreciones de Fe-Mn abundantes; raíces comunes; límite neto y plano.

Btss1 28-53 cm; pardo (7,5YR 4,5/3) en seco y pardo oscuro (7,5YR 3/3) en húmedo; arcilloso; prismas, medios, moderados; muy duro, firme, muy plástico y muy adhesivo; cutanes arcillo-húmicos abundantes, espesos y continuos; superficies de deslizamiento (slickensides) comunes; moteados escasos, finos y precisos; concreciones de Fe-Mn comunes; raíces comunes; límite claro y plano.

Btss2 53-110 cm; pardo (7,5YR 4,5/4) en seco y pardo oscuro a pardo (7,5YR 4/4) en húmedo; arcilloso; bloques angulares, medios moderados; muy duro, firme, muy plástico y muy adhesivo; cutanes arcillo-húmicos abundantes y espesos; superficies de deslizamiento (slickensides) comunes; límite gradual y plano.

BC 110-140+ cm; pardo fuerte (7,5YR 5/6) en seco y pardo fuerte (7,5YR 5/6) en húmedo; arcillo limoso; bloques angulares, medios, débiles; cutanes de arcilla comunes y espesos; raíces escasas.

Horizonte			*A*	*E*	*Btss1*	*Btss2*	*BC*
Profundidad (cm)			0-18	18-28	28-53	53-110	110-130+
pH (pasta)			5.6	5.8	6.0	6.4	6.9
Resistencia (pasta) (ohms)			1340	1260	360	350	350
Composición granulométrica (%)	Arcilla	< 2 µm	26.8	26.3	62.4	61.4	42.2
	Limo	2 -50 µm	55.9	57.0	30.7	32.5	45.1
	Arena	50-2000 µm	17.3	16.7	6.9	6.1	12.7
Carbono orgánico. (%)			2,02	0,58	0,48	0,25	0,18
Materia orgánica. (%)			3,48	1,00	0,83	0,43	0,31
N Total (%)			0,189				
Relación C/N			10,7				
Capac. Int. Cat. (cmolc/Kg)			19,08	14,21	40,71	37,23	
Bases de intercambio (cmolc/Kg)	Ca^{++}		7,45	6,59	18,59	16,60	
	Mg^{++}		2,76	2,24	6,51	6,49	
	K^{+}		1,06	0,64	1,06	0,85	
	Na^{+}		0,48	0,64	1,80	2,20	
% Na^{+} intercambiable			2,5	4,5	3,9	5,9	
Saturación con bases (%)			61,6	71,1	68,7	70,5	
Humedad equivalente (%)			29,1	26,0	56,2	44,7	37,2
COLE (ELP = 14,3 cm)			0,011	0,010	0,218	0,173	0,092
Conductividad hidráulica (cm/hora)	1a. hora		4,80	1,15	1,01	1,58	4,17
	2a. hora		3,85	0,76	0,44	0,59	3,78
Límite líquido (%)			40,1	29,9	64,3	51,5	44,4
Límite plástico (%)			30,6	22,8	31,8	29,8	28,7
Indice de plasticidad			9,5	7,1	32,5	21,7	15,7

SUBGRUPOS

ALFISOLES

Albacualf vértico

Este suelo es característico de cubetas y cañadas (Fig. 8) ubicadas en la divisoria principal e interfluvios planos y partes bajas de pendientes de la vertiente del rio Samborombón, y en planicies aluviales de este río y el arroyo El Pescado (unidades cartográficas Albv, AS5, AS-Go, Nv2, Gl-3, Gl-4). Son ambientes que experimentan anegamiento frecuente, lo que explica la presencia de horizontes orgánicos (Oi) que denotan la deficiente mineralización de los restos vegetales por ausencia o bajos contenidos de oxígeno durante períodos prolongados. A los horizontes Oi le subyacen horizontes A-E-(B/E)-Btgss. El horizonte E suele ser masivo y muy duro en seco, lo que dificulta la penetración de las raíces (Fig. 6, 9). Es

común observar la degradación de la parte superior del horizonte B que se revela por la presencia de lenguas del horizonte E que penetra en el B (horizonte B/E). Posee contenidos elevados de arcilla en los horizontes Bt (más de 60 % en algunos casos) con abundantes *slickensides* (Fig. 7). Experimentan anegamiento prolongado y "capas colgadas" evidenciados por moteados y concreciones de Fe-Mn, sobre todo en el horizonte E (Fig. 9); además, en los horizontes inferiores se observan colores glei debido a la influencia del nivel freático. La reacción del horizonte A es fuertemente ácida, aumentando hacia los horizontes inferiores, donde se hace levemente ácida. La resistencia eléctrica es elevada, lo que revela bajo contenido de sales solubles. Son suelos no aptos para uso agrícola y aptos con restricciones para uso ganadero o forestal. Se les asignó la subclase de capacidad de uso VIws.

Perfil LP 364. Datos morfológicos y analíticos

Oi 7-0 cm; raíces y restos vegetales muy abundantes; límite neto y ondulado.

A 0-7 cm; gris claro (10 YR 7/2) y pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2); franco arcillo limoso; masivo, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; raíces comunes; límite claro e irregular.

E 7-16 cm; gris claro (10YR 7/2) y pardo grisáceo (10YR 5/2); franco arcillo limoso; masivo, muy duro, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; moteados abundantes, medios y sobresalientes; concreciones de Fe-Mn comunes; raíces escasas; límite neto e irregular.

B/E 16-26 cm; pardo a gris rosado (7,5YR 5,5/2) y pardo oscuro a pardo (7,5YR 4/2); franco arcillo limoso; bloques angulares medios con tendencia a masivo; cutanes arcillo-húmicos comunes y espesos; moteados comunes, medios y precisos; concreciones de Fe-Mn comunes; raíces escasas; límite claro y plano.

2Btgss1 26-75 cm; pardo oscuro a pardo (7,5YR 4/2) y pardo oscuro (7,5YR 3/2); arcilloso; bloques angulares medios, moderados; extremadamente duro, firme, muy plástico, muy adhesivo; cutanes arcillo-húmicos abundantes y espesos; slickensides comunes; raíces escasas; vetas de color glei (2,5Y 5/2 en húmedo) límite gradual y plano.

2Btgss2 75-120+ cm; pardo claro (7,5YR 6/4) y pardo (7,5YR 5/4); arcillo limoso; bloques angulares, medios, moderados; extremadamente duro, firme, muy plástico, muy adhesivo; cutanes de arcilla comunes y espesos; vetas de color glei (2,5Y 5/2 en húmedo).

Horizontes			*Oi*	*A*	*E*	*B/E*	*Btgss1*	*Btgss2*
Profundidad (cm)			7-0	0-7	7-16	16-26	26-75	75-110+
pH (pasta)			nd	4,84	5,23	5,37	6,17	6,31
Resistencia (pasta) (ohms)			nd	1241	2005	676	483	531
Composición granulométrica (%)	Arcilla	< 2 µm	nd	32,85	31,75	33,48	63,97	51,78
	Limo	2-50 µm	nd	59,25	56,23	60,70	33,75	41,34
	Arena	50-2000 µm	nd	7,90	12,02	6,42	2,28	6,88
Clase textural				FaL	FaL	FaL	a	aL
Carbono orgánico (%)			20,47	3,25	0,49	0,46	0,32	0,20
Materia orgánica (%)			35,29	5,61	0,84	0,80	0,55	0,35
Nitrógeno total (%)			1,10	0,24	nd	nd	nd	nd
Relación C/N			18	13				

Hapludalf vértico

La única unidad en que estos suelos tienen una participación significativa es AS5, que comprende lomas aisladas de relativamente escasa superficie, planas a levemente convexas. También pueden aparecer como inclusión en algunas pendientes erosionadas y en áreas levemente deprimidas de interfluvios planos (Unidades Cartográficas Nv1 y Nv2). Los Hapludalfes vérticos son suelos moderadamente bien drenados, de fuerte desarrollo, con un horizonte A generalmente delgado, masivo y muy duro. Puede subyacer al mismo un horizonte lixiviado (EB o BE). Los horizontes B son arcillosos o arcillo limosos, con rasgos vérticos (superficies de deslizamiento) bien marcados. Tienen reacción levemente ácida a levemente alcalina y niveles bajos de sales solubles. Algunos perfiles con rasgos hidromórficos podrían ser transicionales a los Albacualfes vérticos. Tiene algunas limitantes para la agricultura derivada sobre todo de las deficientes características físicas de los horizontes superficiales y dificultan el enraizamiento y el movimiento del agua. Su subclase de capacidad de uso es IIIs.

Perfil LP 391. Datos morfológicos y analíticos.

A 0-15 cm; pardo (10YR 5/2) en seco; franco limosa; masivo; muy duro, plástico, adhesivo; raíces comunes; límite gradual y plano.

EB 15-43 cm; pardo a pardo pálido (10YR 5,5/2) en seco; franco arcillo limosa; masivo, muy duro, plástico, adhesivo; moteados comunes finos y débiles; raíces comunes; límite neto y ondulado.

Btss1 43-70 cm; pardo oscuro (7,5YR 3/2) en húmedo; arcillosa a arcillo limosa; prismas que rompen a bloques angulares; cutanes arcillo-húmicos abundantes; superficies de deslizamiento comunes; raíces escasas; límite gradual y ondulado.

Btss2 70-95 cm; pardo (7,5YR 5/3) en húmedo; arcillosa; bloques angulares medios moderados; cutanes de arcilla abundantes; raíces escasas; límite gradual y ondulado.

BCk 95-125+ cm; rosado (7,5YR 7/4) en seco y pardo (7,5YR 5/4) en húmedo; arcillo limosa; cutanes de arcilla comunes; raíces escasas.

Horizontes			*A1*	*EB*	*Btss1*	*Btss2*	*BCk*
Profundidad (cm)			0-15	15-43	43-70	70-95	95-115+
pH (pasta)			5,1	6,4	7,6	8,0	7,9
Resistencia (pasta) (ohms)			909	843	292	290	345
Composición granulométrica (%)	Arcilla	<2 µm	25,9	28,8	52,0	57,7	50,3
	Limo	2-50 µm	61,1	57,0	40,2	38,1	44,0
	Arena	50-2000 µm	13,0	14,2	7,8	4,2	5,7
C			F	F	a	a	a
Carbono orgánico (%)			3,00	0,80	0,53		
Materia orgánica (%)			5,22	1,39	0,92		
Nitrógeno total (%)			0,19	0,07			
Relación carbono/nitrógeno			15,8	11,4			

Epiacualf típico y vértico

Estos suelos se desarrollan en las unidades cartográficas Ev, GI-2, GI-4 y GI-5. Se encuentran en posiciones deprimidas del paisaje, tales como pie de pendientes o planicies de inundación, que los hace susceptibles a anegamiento e inundación. Su clase de drenaje natural varía de imperfecta a pobre. El horizonte A es delgado, con una estructura y consistencia que dificultan el enraizamiento de las plantas. Tienen horizontes B con altos contenidos de arcilla, que en el caso de los Epiacualfes vérticos se suma su alta expansividad reflejada en la presencia de superficies de deslizamiento (slickensides) abundantes. Carecen de niveles elevados de sodio intercambiable o sales solubles (Fig. 27). Son suelos con restringida aptitud para la agricultura principalmente por su baja fertilidad física y el drenaje deficiente. Su subclase de capacidad de uso puede variar de IVws a VIws.

Natracualf vértico

Estos suelos tienen amplia difusión en el partido. Aparecen principalmente en áreas planas o muy suavemente inclinadas de la cuenca del río Samborombón y del Área de Origen Mixto como así también en zonas de influencia de arroyos y cañadas (unidades cartográficas Nv1, Nv2, Nv3, Nv4, Nv5, Albv, GI-2, GI-3, GI-4, GI-5) (Fig. 21).

Se trata de suelos de fuerte desarrollo, pobre o imperfectamente drenados y de permeabilidad lenta. Tienen secuencias A-Btnss-BC-C, siendo frecuente la presencia de una costra superficial (enlame) de 1-2 cm de espesor. El horizonte A tiene tonos claros, espesores de 10-15 cm, es masivo y de consistencia dura o muy dura en seco. Los horizontes B tienen un espesor de 50 a 60 cm, su textura varía de franco arcillo limosa a arcillosa, tienen estructura prismática que rompe con facilidad en bloques angulares finos debido a la acción dispersante del sodio. En algunos casos muestran signos de gleización bien expresados en los horizontes más profundos y superficies de deslizamiento (slickensides) en los horizontes Bt. La reacción es muy fuertemente alcalina en casi todo el perfil, llegando algunas veces a pH 10 en razón de los valores muy altos de sodio intercambiable (más del 50%). Tienen contenidos leves de salinidad (conductividad entre 2 y 4 dS/m). Producen moderada reacción de carbonatos en la masa (Fig. 20, 22, 23). En algunos perfiles del Area de Origen Mixto (Perfil LP 21) se observan antiguas cuevas de cangrejos rellenadas.

En razón de las limitaciones por exceso de sodio y drenaje deficiente de los suelos dominantes se aplicó a esta unidad la subclase de capacidad de uso VIIws, siendo más recomendables los usos ganadero y forestal con especies adaptadas tales condiciones.

Perfil LP 21. Datos morfológicos y analíticos

Enlame 0-1 cm; gris claro (10YR 7/2) en seco y pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en húmedo; franco limoso; estructura laminar, fina, débil; ligeramente duro, muy friable, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; débil reacción de carbonatos en la masa; límite neto y plano.

A 1-14 cm; gris pardusco claro (10YR 6/2) en seco y pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en húmedo; franco limoso; bloques subangulares, medios, débiles; muy duro, friable, ligeramente plástico, adhesivo; moderada reacción de carbonatos en la masa; raíces comunes; límite neto y plano.

Btngss 14-39 cm; gris oscuro (5Y 4/1) en seco y gris muy oscuro (5Y 3/1) en húmedo; arcilloso; prismas irregulares, medios, débiles que rompen a bloques angulares, finos; muy duro, firme, muy plástico, adhesivo; cutanes arcillo-húmicos abundantes; superficies de deslizamiento (slickensides) comunes; moderada reacción de carbonatos en la masa; parte superior del horizonte algo decolorada; raíces escasas; límite claro y plano.

Btnss 39-65 cm; pardo claro (7,5YR 6/4) en seco y pardo (7,5YR 4,5/4) en húmedo; arcilloso; prismas irregulares, medios, moderados; muy duro, firme, muy plástico, adhesivo; leve reacción de carbonatos en la masa; cutanes arcillosos abundantes; superficies de deslizamiento (slickensides) comunes; raíces escasas; límite neto y plano.

2BC 65-160 cm; pardo claro (7,5YR 6/4) en seco y pardo (7,5YR 5/5) en húmedo; arcillo limoso; masivo con tendencia a laminar; duro, friable, plástico, adhesivo; cutanes de arcilla escasos; numerosos "túbulos" subverticales subcirculares, color 5Y 7/3 en seco, que nacen en el techo del horizonte y penetran en el horizonte C (antiguas cuevas de cangrejos); límite gradual y plano.

2C 160-230 cm; rosado a amarillo rojizo (7,5YR 7/5) en seco y pardo a pardo fuerte (7,5YR 5/5) en húmedo; franco arcilloso; masivo, duro, friable, plástico, adhesivo.

2Ckg 230-260+ cm; gris claro (2,5Y 7/2) en seco y pardo grisáceo oscuro (2,5Y 4/2) en húmedo; franco arcillo limoso; masivo; friable, plástico, adhesivo; moderada reacción de carbonatos en la masa; concreciones de carbonato de calcio comunes.

Horizontes		*Enlame*	*A*	*Btngss*	*Btnss*	*2BC*	*2C*	*Ckg*
Profundidad (cm)		0-1	1-14	14-39	39-65	65-160	160-230	230-260+
pH (pasta)		6,8	8,3	9,5	9,1	8,9	8,9	8,6
Resistencia (pasta) (ohms)		466	254	74	101	151	191	180
Composición granulométrica (%)	Arcilla < 2 μm	14,45	9,26	30,31	46,87	44,67	33,20	17,34
	Limo 2 -50 μm	70,36	75,76	54,25	44,32	39,34	38,21	41,33
	Arena 50-2000 μm	15,18	14,97	15,43	8,80	15,99	28,58	41,33
Clase textural		FL	FL	FaL	aL	a/aL	Fa	F
Carbono orgánico (%)		nd	1,27	0,55	0,27	0,14	0,15	0,15
Materia orgánica (%)		nd	2,19	0,95	0,47	0,24	0,26	0,26
Nitrógeno total (%)		nd	0,14	nd	nd	nd	nd	nd
Relación C/N		nd	9,1	nd	nd	nd	nd	nd
Capacidad de intercambio catiónico (cmolc/Kg)		nd	22,9	34,5	31,0	37,1	27,1	24,2
Bases de intercambio (cmolc/Kg)	Ca^{++}	nd	nd	nd	nd	4,25	4,90	nd
	Mg^{++}	nd	nd	nd	nd	1,64	1,16	nd
	Na^{+}	nd	12,70	23,90	21,30	23,40	19,60	13,30
	K^{+}	nd	2,76	4,74	3,89	1,89	1,62	1,19
% Na^{+} intercambiable		nd	55,4	69,2	68,7	71,1	72,2	55,0
Saturación con bases (%)		nd	100	100	100	97,5	100	100
Fósforo asimilable (ppm)		nd	8,0	nd	nd	nd	nd	nd
Conductividad hidráulica (cm/h)	Primera hora	nd	0,71	0,03	0,04	0,16	nd	0,03
	Segunda hora	nd	0,34	0,02	0,00	0,02	nd	0,01
Límite líquido (%)		nd	nd	74,9	nd	nd	nd	nd
Límite plástico (%)		nd	nd	30,3	nd	nd	nd	nd
Indice de plasticidad		nd	nd	44,6	nd	nd	nd	nd
Expansión libre (%)		nd	35	110	145	nd	nd	nd

El análisis mineralógico revela que la fracción menor a 2 µm está compuesta en orden decreciente por minerales illíticos, expandibles muy poco definidos, mal cristalizados o desordenados, presumiblemente interestratificados, y escasa caolinita. El horizonte eluvial presenta una composición similar, siendo la característica común en estos materiales la baja cristalinidad que presentan los minerales. A partir del horizonte Btngss los argilominerales presentan mejor cristalinidad, siendo los componentes mayoritarios minerales 2:1 expandibles (esmectitas) y no expandibles (illitas). Los horizontes B alcanzan los valores máximos de esmectitas, que no superan el 45%. A los 65 cm de profundidad se produce un incremento de illita hasta el horizonte 2C del 18%, en detrimento de las esmectitas, no registrándose diferencia cuali-cuantitativa en el horizonte 2Ckg subyacente.

Composición mineral en % de la fracción menor a 2 µm. Perfil LP 21

Horizonte	*Illita*	*Esmectita*	*Interest. irregular*	*Caolinita*	*Cuarzo*	*Feldespatos*
Enlame	75	-	20	3	xx	x
A	60	-	35	5	xxx	xx
Btngss	56	44	-	1	x	vest.
Btnss	57	40	-	3	xx	x
2BC	63	34	-	3	x	vest.
2C	71	26	-	3	x	vest.
2Ckg	71	26	-	3	x	vest.

Perfil LP 362. Datos morfológicos y analíticos

Enlame 0-2 cm; gris claro (10YR 7/2) y pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2); franco limoso; laminar; blando, no plástico y no adhesivo; débil reacción de carbonatos en la masa; raíces comunes; límite neto y plano.

A 2-14 cm; gris claro (10YR 7/2) y pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2); franco limoso; masivo; muy duro, no plástico, no adhesivo; moderada reacción de carbonatos en la masa; raíces comunes; límite neto y plano.

2Btnss1 14-30 cm; pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo; arcilloso limoso; bloques subangulares, finos y medios, débiles; muy duro, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; cutanes arcillo-húmicos abundantes; superficies de deslizamiento (slickensides) comunes; moderada reacción de carbonatos en la masa; raíces escasas; límite gradual y plano.

2Btnss2 30-45 cm; pardo oscuro (7,5YR 3/2) en húmedo; arcilloso; bloques subangulares, medios, moderados a débiles; duro, muy plástico y muy adhesivo; cutanes de arcilla abundantes; superficies de deslizamiento comunes; moderada reacción de carbonatos en la masa; raíces escasas; límite claro y ondulado.

2Btnk 45-77 cm; pardo (7,5YR 5/4) en húmedo; arcillo limoso; muy duro, plástico y adhesivo; cutanes de arcilla comunes; débil reacción de carbonatos en la masa; concreciones botroidales de carbonato de calcio comunes; límite gradual y plano.

2BCk 77-103 cm; pardo fuerte (7,5YR 4/6) en húmedo; arcillo limoso; duro, plástico y adhesivo; comunes; cutanes de arcilla escasos; moteados comunes, medios y precisos; concreciones botroidales de carbonato de calcio; límite gradual y plano.

2Ck 103-130+ cm; pardo fuerte (7,5YR 4/6) en húmedo; franco limoso; duro, no plástico y no adhesivo; moteados abundantes, medios y precisos; moderada reacción de carbonatos en la masa; seudomicelios de carbonato de calcio comunes; concreciones botroidales de carbonato de calcio comunes.

Horizontes		*Enlame*	*A*	*2Btnss1*	*2Btnss2*	*2Btnk*	*2BCk*	*2Ck*
Profundidad (cm)		0-2	2-14	14-30	30-45	45-77	77-103	103-130+
pH (pasta)		7,5	9,1	9,7	9,4	9,2	8,7	8,7
Resistencia (pasta) (ohms)		344	182	121	135	160	205	295
Composición Granulométrica (%)	Arcilla $< 2\ \mu m$	20,05	26,48	54.08	62,92	53,69	41,17	26,02
	Limo 2 -50 μm	66,10	63,09	42,26	35,58	41,05	49,76	58,66
	Arena 50-2000 μm	13,85	10,43	3,66	1,50	5,26	9,07	15,32
Clase textural		FL	FL	aL	a	aL	aL	FL
Carbono orgánico (%)		2,17	1,09	0,53	0,32	0,07	0,06	0,02
Materia orgánica (%)		3,74	1,88	0,91	0,55	0,12	0,10	0,04
Nitrógeno total (%)			0,08					
Relación C/N			13					
Capacidad int. Cat. (cmolc/Kg)		11,12	11,24	20,82	24,37	27,15	17,59	20,27
Cationes Solubles (cmolc/L)	Ca^{++}	1,82	2,72	0,71	0,64	0,54	nd	nd
	Mg^{++}	0,26	0,46	0,23	0,24	0,20	nd	nd
	Na^{+}	15,64	31,35	14,80	12,16	9,56	nd	nd
	K^{+}	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Valor RAS		15,34	24,82	21,56	18,33	15,72	nd	nd
Capacidad de campo (%)		43,8	36,3	73,74	83,63	66,24	49,35	45,03
Punto de marchitez permanente (%)		11,4	14,5	37,67	37,86	32,96	22,41	19,54
Agua útil (%)		32,4	21,8	36,07	45,77	33,28	26,94	25,49
Límite líquido (%)		nd	29,22	76,72	79,60	62,81	41,36	32,07
Límite plástico (%)		nd	20,74	27,68	30,10	26,28	23,41	22,28
Indice de plasticidad		nd	8,48	49,04	49,50	36,53	17,95	9,79
Expansión libre (%)		nd	50	190	120	130	70	50
Sistema Clasif. Casagrande		nd	CL	CH	CH	CH	CL	CL

Composición mineralógica en % de la fracción menor a 1 µm

Horizonte	*Illita*	*Esmectitas*	*Expandibles interestratificados*	*Caolinita*	*Otros*
A	85	-	8	7	Feldespatos y cuarzo
2Btnss2	49	49	-	2	Cuarzo y feldespatos
2Ck	50	50	-	vestigios	-

Natrudalf ácuico

Estos suelos ocupan una pequeña superficie en lomas planas cercanas al Area de Origen Mixto (Unidad Cartográfica Na). Son suelos moderadamente bien drenados a imperfectamente drenados, sujetos a anegamiento ocasional. Tienen perfiles de fuerte desarrollo con secuencia A, Bt, Btn, Btnk, BCk, C. El horizonte B tiene alrededor de 50 cm de espesor, contenidos de arcilla de 35 a 55 %, con rasgos vérticos muy escasos, lo que coincide con valores bajos de expansión libre, que no superan el 50%. Son fuertemente alcalinos y con contenidos bajos de sales solubles. Tienen rasgos hidromórficos escasos en superficie y carbonatos abundantes en la masa y en concreciones desde los 50 cm de profundidad. Se lo clasificó con la subclase de capacidad de uso Vlws.

Perfil 298. Datos morfológicos y analíticos

A 0-15 cm; pardo claro (7,5YR 6/3) en seco y pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/3) en húmedo; franco limoso; bloques subangulares finos a medios débiles; blando, muy friable, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; moteados escasos finos y débiles; raíces abundantes; límite neto y ondulado.

2Bt 15-34 cm; pardo muy oscuro (10YR 2/2) en húmedo; arcillo limoso a arcilloso; columnar con tendencia a prismas medios moderados; cutanes arcillo-húmicos abundantes; moteados comunes, finos y precisos; raíces escasas; límite gradual y plano.

2Btn 34-49 cm; pardo oscuro (7,5YR 3/2) en húmedo; arcilloso; bloques angulares, medios y finos débiles; cutanes arcillo-húmicos abundantes; moteados comunes finos y precisos; raíces escasas; límite gradual y plano.

2Btnk 49-67 cm; pardo oscuro (7,5YR 3/3) en húmedo; franco arcillo limoso; bloques angulares medios y finos moderados; cutanes arcillo-húmicos comunes; fuerte reacción de carbonatos en la masa; concreciones de carbonato de calcio comunes; raíces escasas; límite gradual y plano.

BCk 67-110 cm; pardo oscuro a pardo (7,5YR 4/4) en húmedo; franco a franco limoso; bloques subangulares con tendencia a masivo; cutanes de arcilla escasos; débil reacción de carbonatos en la masa; concreciones de carbonato de calcio escasas; límite gradual y plano.

C 110 -127+ cm; pardo fuerte (7,5YR 4/6) en húmedo; franco limoso; masivo.

Horizontes		*A*	*2Bt*	*2Btn*	*2Btnk*	*2BCk*	*C*
Profundidad (cm)		0-16	16-34	34-49	49-67	67-110	110-127+
pH (pasta)		5,9	7,5	8,3	8,6	8,5	8,2
Resistencia (pasta) (ohms)		2268	250	198	209	279	423
Conductividad eléctrica (dS/m)		-	0,97	1,49	1,92	1,31	-
Composición Granulométrica (%)	Arcilla < 2 µm	13,1	43,1	54,2	35,1	26,0	17,2
	Limo 2 -50 µm	58,3	40,4	45,5	57,5	48,5	60,5
	Arena 2000-50 µm	28,5	16,5	1,21	7,38	25,5	25,2
Clase textural		FL	aL-a	a	FaL	F/FL	FL
Carbono orgánico (%)		1,82	0,88	0,51	0,20	0,08	0,04
Materia orgánica (%)		3,13	1,52	0,88	0,35	0,13	0,07
Expansión libre (%)		20	50	48	42		

ENTISOLES

Epiacuent mólico

Estos suelos se encuentran en planicies aluviales de los arroyos en los tramos que atraviesan las Areas de Origen Mixto (en los Antiguos Estuarios Interiores) y Estuárico-Marino, principalmente en el arroyo El Pescado (unidad cartográfica GI-5). Son suelos de incipiente desarrollo, formados a partir de sedimentos estuáricos. Tienen clase de drenaje natural pobre, lo cual se refleja en rasgos hidromórficos bien expresados. Poseen elevados contenidos de sales solubles debido a la influencia de los materiales originarios.

Perfil LP 280. Datos morfológicos y analíticos

A 0-20 cm; pardo grisáceo (10YR 5/2) y pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2); franco; bloques subangulares gruesos, fuertes; muy duro, no plástico y ligeramente adhesivo; moteados escasos, finos y precisos; raíces comunes; límite gradual y plano.

ACk 20-28 cm; pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en húmedo; franco; masivo; duro, no plástico y ligeramente adhesivo; carbonato de calcio en la masa comunes; concreciones de carbonato de calcio y de Fe-Mn comunes; moteados comunes, finos y precisos; raíces comunes; límite claro y plano.

Cg1 28-60 cm; oliva (5Y 5/3) en húmedo; franco; masivo; duro, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; moteados, abundantes, medios y precisos; débil reacción de carbonatos en la masa; raíces escasas; límite gradual y plano.

Cg2 60-85+ cm; gris oliva (5Y 5/2) en húmedo; franco; masivo; duro; moteados abundantes, medios y precisos; débil reacción de carbonatos en la masa; raíces escasas.

Horizontes			*A*	*ACk*	*Cg1*	*Cg2*
Profundidad (cm)			0-20	28-28	28-60	60-85+
pH (pasta)			7,2	7,9	7,9	7,5
Resistencia (pasta) (ohms)			205	55	31	23
Conductividad específica (dS/m)			nd	13,1	19,95	29,1
Composición granulométrica (%)	Arcilla	<2µm	24,00	19,00	17,50	22,50
	Limo	2-50µm	44,20	38,10	35,00	35,70
	Arena	50-2000µm	33,70	42,90	47,50	41,80
Clase textural			F	F	F	F
Carbono orgánico (%)			2,44	0,31	0,14	0,05
Materia orgánica (%)			4,21	0,53	0,24	0,09

Epiacuent vértico, familia muy fina, mixta térmica.

Estos suelos se extienden en la planicie costera, en áreas planas situadas entre antiguos canales de marea y otras vías de escurrimiento (unidad cartográfica N-E), donde acompañan sobre todo a los Natracuertes y Epiacuertes típicos, de los que se diferencian por el menor contenido de arcilla del horizonte

superficial. Son suelos de incipiente desarrollo, formados principalmente a partir de sedimentos marino-estuáricos. Tienen drenaje pobre o muy pobre, permeabilidad muy lenta y nivel freático cercano a la superficie, siendo susceptibles a anegamiento frecuente. Posee horizontes A masivos, de textura medianamente fina, 20-30 cm de espesor y abundantes rasgos hidromórficos. Le subyacen horizontes C muy arcillosos (alrededor de 70% de arcilla), de colores verdosos y superficies de deslizamiento abundantes. Muestran segregaciones de hierro oxidado en forma de moteados y concreciones de hierro-manganeso. Tienen reacción moderadamente alcalina en los horizontes subyacentes. Se observa carbonato diseminado en la masa y en algunos casos en concreciones. Tienen coeficientes de expansibilidad lineal e índices de plasticidad sumamente elevados.

Perfil LP 18. Datos morfológicos y analíticos

A 0-20 cm; pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en húmedo; franco arcillo limoso; masivo; duro, firme; plástico, adhesivo; moteados comunes, finos y precisos; moderada reacción de carbonatos en la masa; raíces abundantes; límite neto y plano.

2Cgkss1 20-73 cm; pardo grisáceo muy oscuro (2,5Y 3/2) en húmedo; arcilloso; bloques angulares (cuneiformes), medios y gruesos, fuertes; extremadamente duro, muy firme, muy plástico, muy adhesivo; superficies de deslizamiento (slickensides) abundantes; moteados comunes, medios y precisos; concreciones de hierro-manganeso comunes; fuerte reacción de carbonatos en la masa; raíces comunes; límite gradual y ondulado.

2Cgkss2 73-105+ cm; pardo oliva a pardo oliva claro (2,5Y 4,5/4) en húmedo; arcilloso; bloques angulares (cuneiformes), medios, fuertes con tendencia a prismas; extremadamente duro, muy firme, muy plástico, muy adhesivo; superficies de deslizamiento (slickensides) abundantes; moteados abundantes, gruesos y sobresalientes; concreciones de hierro-manganeso abundantes; moderada reacción de carbonatos en la masa; raíces escasas.

Horizontes			*A*	*2Cgkss1*	*2Cgkss2*
Profundidad (cm)			0-20	20-73	73-105+
pH (pasta)			7,8	9,3	8,5
Resistencia (pasta) (ohms)			330	66	93
Conductividad específica (dS/m)			Nd	3,78	nd
Composición Granulométrica (%)	Arcilla	< 2 µm	17,5	72,6	71,3
	Limo	2-50 µm	63,7	22,1	24,7
	Arena	50-2000 µm	18,8	5,3	4,0
Carbono orgánico (%)			1,70	0,72	0,33
Materia orgánica (%)			2,93	1,24	0,57
Humedad equivalente (%)			29,9	82,4	80,1
Velocidad de infiltración (cm/hora)			1,53	0	
Conductividad hidráulica (cm/hora)				0	
COLE (ELP = 20,7 cm)			0,033	0,250	0,250
Límite líquido (%)				107,0	
Límite plástico (%)				38,3	
Indice de plasticidad				68,7	

Udipsament típico

Estos suelos ocupan pequeñas superficies en la Unidad Cartográfica Nt, dentro del Area de Origen Mixto. Se han formado sobre antiguos depósitos arenosos de playa de edad holocena. Son suelos de escaso desarrollo con secuencias A-AC-C, textura franco arenosa a arenosa, dominando la arena fina. Tienen estructura débilmente expresada en superficie y ausente (grano suelto) en profundidad, observándose intercalaciones de conchilla fragmentada.

Datos morfológicos

A 0-37 cm; pardo muy oscuro (7,5YR 2/3) en húmedo; franco arenosa; granular, fina, débil; friable no plástico, no adhesivo; moderada reacción de carbonatos en la masa; fragmentos de conchilla escasos; raíces abundantes; límite gradual y plano.

AC 37-100 cm; pardo oscuro (7,5YR 3/3) en húmedo; franco arenosa; grano suelto; suelto, no plástico, no adhesivo; fuerte reacción de carbonatos en la masa; fragmentos de conchilla abundantes; raíces abundantes; límite gradual y ondulado.

C 100-115+ cm; blanco (2,5Y 8/2) en húmedo; arenosa; grano suelto; suelto, no plástico, no adhesivo; fuerte reacción de carbonatos en la masa; fragmentos de conchilla abundantes; raíces escasas.

Udortent ácuico

Estos suelos ocupan una franja de extensión reducida en la Zona Transicional de Origen Mixto en la zona de Villa Elisa, cerca de la Planicie Costera (Unidades Cartográficas Ua y Ua1). Se han originado a partir de materiales loéssicos erosionados desde el borde del área continental que han sufrido un corto acarreo, mezclándose en alguna medida con sedimentos de origen marino. La depositación de los sedimentos parece ser relativamente reciente pues los suelos tienen perfiles de escaso desarrollo (Ap-C). Poseen textura franca a franco limosa, carecen de estructura bien definida, tienen reacción levemente alcalina y moteados desde la superficie.

Son suelos con buenas condiciones físicas, especialmente por sus texturas favorables para el buen enraizamiento de las plantas. Los cultivos hortícolas de raíz tienen buenos rendimientos, sin embargo, el nivel freático cercano a la superficie (1-2 m) plantea problemas, especialmente en años con precipitaciones intensas. En los sectores contiguos a la Planicie Costera la situación respecto al drenaje se agrava. Otra limitante podría ser los contenidos relativamente bajos de materia orgánica. Se asignó a estos suelos la subclase de capacidad de uso IIIw. Los suelos cercanos al área continental aparecen sobre pendientes más marcadas y se han diferenciado como una fase inclinada (Unidad Cartográfica Ua1) por su riesgo de erosión hídrica.

MOLISOLES

Argialbol vértico, familia fina, térmica

Estos suelos se encuentran en planicies de inundación y áreas de influencia de arroyos de la vertiente del río de la Plata (unidades cartográficas GI-1, GI-2). Se han diferenciado de la serie Los Hornos a nivel de familia por presentar texturas más gruesas en el horizonte Bt, perteneciendo a la clase por tamaño de partículas *fina*. Presentan un horizonte A oscuro de 20 a 30 cm de espesor, al que subyace un horizonte E de colores claros, textura franco limosa y con abundantes rasgos hidromórficos. Por debajo se encuentra un horizonte Btss de 70-80 cm de espesor, con 40-50 % de arcilla, abundantes superficies de deslizamiento (slickensides) en su parte superior y presencia de moteados y concreciones de Fe-Mn. Tienen reacción levemente ácida en los horizontes superficiales y moderadamente alcalina en profundidad por presencia de carbonatos. El horizonte A posee un contenido alto de materia orgánica y óptima relación carbono/nitrógeno. Algunos perfiles son similares al descripto pero su reacción es netamente más alcalina, indicando tenores altos de sodio intercambiable y que se han clasificado como *Natralboles vérticos*.

Perfil LP 374. Datos morfológicos y analíticos

A	0-26 cm; pardo grisáceo (10YR 5/2) y pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2); franco limoso; bloques subangulares finos, moderados; plástico y adhesivo; concreciones de Fe-Mn escasas; moteados comunes, finos y precisos; raíces abundantes; límite claro y suave.
E	26-35 cm; gris rosado (7,5YR 7/2) y pardo (7,5YR 5/2); franco limoso; masivo; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; concreciones de Fe-Mn comunes; moteados abundantes, medios y sobresalientes; raíces escasas; límite neto y quebrado.
Btss	35-57 cm; pardo (7,5YR 5/2) y pardo oscuro (7,5YR 3/2); arcillo limoso; prismas gruesos, fuertes que rompen a bloques angulares; muy plástico y muy adhesivo; cutanes arcillo húmicos abundantes, espesos y continuos; slickensides comunes; moteados comunes, finos y precisos; raíces comunes; concreciones de hierro-manganeso escasas; parte superior del horizonte degradada con lenguas de horizonte E que penetran entre grietas; límite claro y plano.
Btk	57-80 cm; pardo claro (7,5 YR 6/4) y pardo oscuro a pardo (7,5YR 4/4); franco arcillo limoso; bloques angulares, medios, moderados; plástico y adhesivo; cutanes arcillo-húmicos comunes; concreciones de carbonato de calcio escasas; raíces comunes; límite gradual y ondulado.
BCk	80-110 + cm; pardo claro (7,5YR 6/4) y pardo oscuro a pardo (7,5YR 4/4); franco arcillo limoso; duro, plástico y adhesivo; cutanes de arcilla escasos; raíces escasas; moderada reacción de carbonatos en la masa; concreciones de carbonato de calcio comunes.

Horizontes			*A*	*E*	*Btss*	*Btk*	*BCk*
Profundidad (cm)			0-26	26-35	35-57	57-80	80-110+
pH (pasta)			5,20	5,80	5,90	7,47	7,73
Resistencia (pasta) (ohms)			1059	2900	600	441	567
Composición Granulométrica (%)	Arcilla	< 2 µm	18,77	18,36	45,29	34,61	33,32
	Limo	2-50 µm	66,32	65,75	43,13	52,35	50,94
	Arena	50-2000 µm	14,91	15,89	11,58	13,04	15,74
Clase textural			FL	FL	aL	FaL	FaL
Carbono orgánico (%)			3,57	0,30	0,31	0,16	0,13
Materia orgánica (%)			6,16	0,53	0,53	0,28	0,23
Nitrógeno total (%)			0,23	nd	nd	nd	nd
Relación C/N			15				
Límite líquido (%)			48,91	22,03	61,77	49,27	37,70
Límite plástico (%)			37,73	20,84	20,68	21,66	21,02
Indice de plasticidad			11,18	1,19	41,09	27,61	16,68
Expansión libre (%)			25	22	90	80	60
Sistema Unificado de Clasificación de Casagrande			ML	ML	CH	CH	CH

Argialbol típico

Se desarrollan sobre planicies aluviales y áreas adyacentes de los arroyos de la vertiente del río de la Plata (unidades cartográficas GI-1 y GI-2) y en algunas cubetas situadas dentro de cañadas de la cuenca del arroyo Garibaldi. Son suelos imperfectamente drenados, de fuerte desarrollo, con una secuencia A-E-Bt-BCg. La textura varía de franco limosa en superficie a franco arcillo limosa en el horizonte Bt. La reacción varía de ácida en superficie a ligeramente alcalina en profundidad por presencia de carbonato de calcio. Tienen rasgos hidromórficos bien marcados, especialmente en el horizonte E. Se diferencian de otros Argialboles de la región por las texturas más gruesas y la ausencia casi total de rasgos vérticos. Se le asignó a estos suelos la subclase de capacidad de uso IVws.

Perfil LP 78. Datos analíticos y morfológicos

A 0-28 cm; pardo muy oscuro a pardo grisáceo muy oscuro (10YR 2,5/2) en húmedo; franco limosa; muy friable, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; moteados comunes finos y precisos; raíces abundantes; límite claro y ondulado. pH: 5,5. Materia orgánica: 5,45 %.

E 28-34 cm; gris claro (10YR 7/2) en seco y pardo grisáceo oscuro a pardo grisáceo (10YR 4,5/2) en húmedo; franco; masivo; muy friable; ligeramente plástico, adhesivo; moteados comunes finos y precisos; concreciones de Fe-Mn comunes; raíces comunes; límite neto y plano. pH: 6,0. Materia orgánica: 0,91 %.

Bt 34-67 cm; pardo muy oscuro (10YR 2/3) en húmedo; franco arcillo limosa; prismas medios moderados; friable, plástico, adhesivo; cutanes arcillo-húmicos comunes; concreciones de Fe-Mn comunes; débil reacción de carbonatos en masa; raíces escasas; límite gradual y plano. pH: 7,5.Materia orgánica: 0,93%.

BCg 67-86+ cm; pardo amarillento oscuro (10YR 3,5/4) en húmedo; franco limosa; friable, plástico, adhesivo; cutanes de arcilla escasos; concreciones de de Fe-Mn comunes; moderada reacción de carbonatos en la masa. pH: 7,5.

Argiudol acuértico

Los suelos se encuentran principalmente en las Unidades Cartográficas Aac, Nv3 y Nv4 en áreas planas o sectores ligeramente elevadas en pendientes de las cuencas de los arroyos Garibaldi y El Pescado. Son moderadamente bien drenados a imperfectamente drenados, con algún riesgo de anegamiento por el relieve plano en que se encuentran. Los perfiles tienen alguna similitud con los de la serie Arturo Seguí, pero se diferencian de ésta por tener mayor evidencias de hidromorfismo. Tienen un horizonte Bt de unos 75 cm de espesor que posee moderada cantidad de superficies de deslizamiento. Por encima del mismo aparece a veces un horizonte E discontinuo con abundantes rasgos hidromórficos. Tienen reacción levemente ácida hasta alrededor de los 70 cm, haciéndose luego levemente alcalina por presencia de carbonatos. Se la clasificó desde el punto de vista de su aptitud agropecuaria-forestal en la subclase IIw por las limitaciones en el drenaje.

Perfil LP 322. Datos morfológicos

A 0-18 cm; pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en seco y pardo muy oscuro (10YR 2/2) en húmedo; franco arcillo limoso; bloques subangulares medios moderados; friable, plástico, adhesivo; moteados comunes, finos y precisos; concreciones de Fe-Mn escasas; raíces abundantes; límite neto y plano. pH: 6,0

Btss 18-40 cm; gris muy oscuro a pardo oscuro (7,5 YR 3/1) en húmedo; arcilloso; bloques angulares medios moderados; firme, muy plastico y muy adhesivo; cutanes arcillo-húmicos abundantes; superficies de deslizamiento (slickensides) comunes; moteados comunes, finos y precisos; raíces comunes; concreciones de Fe-Mn comunes; límite gradual y plano. pH: 6,0

Btkss 40-63 cm; pardo oscuro (7,5 YR 2/2) en húmedo; arcilloso; bloques angulares medios moderados;firme, muy plástico y muy adhesivo; cutanes de arcilla abundantes; superficies de deslizamiento (slickensides) comunes; moteados escasos, finos y precisos; débil reacción de carbonatos en la masa; concreciones de carbonato de calcio comunes (redondeadas de 1 a 2,5 cm de diámetro) raíces escasas; límite claro y plano. pH: 7,5

Btk 63-93 cm; pardo (7,5 YR 5/4) en húmedo; arcillo limoso; bloques angulares medios, débiles con tendencia a masivo; cutanes de arcilla discontinuos; plástico y adhesivo; cutanes arcillo-húmicos comunes; leve reacción de carbonatos en la masa; concreciones de carbonato comunes; raíces escasas; límite gradual y ondulado. pH: 7,5

BC 93-115+ cm; amarillo rojizo (7,5 YR 6/6) en seco y pardo oscuro (7,5 YR 3/4) en húmedo; arcillo limoso a franco arcillo limoso; bloques con tendencia a masivo; friable, plástico y adhesivo; cutanes de arcilla comunes a escasos; leve reacción de carbonatos en la masa. pH: 7,0

Argiudol ácuico

Son suelos cuyo solum está formado por materiales eólicos que tendrían un origen distinto de otros suelos del área continental, por la ausencia o escasez de rasgos vérticos, reflejada por valores bajos de expansión libre. Su secuencia de horizontes es A-Bt-Btk-BC; tienen drenaje imperfecto a moderadamente bueno por formación de capas colgadas sobre el horizonte Bt, evidenciado por rasgos hidromórficos en la parte superior del perfil. Son suelos aptos para la agricultura con algunas limitaciones moderadas en el drenaje por hidromorfismo superficial y nivel freático algo elevado en períodos de exceso hídrico.Su subclase de capacidad de uso es IIIw.

Perfil LP 294. Datos morfológicos y analíticos.

A1 0-16 cm; pardo oscuro (10YR 3/3) en húmedo; franco limoso; granular fina moderada; friable; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; moteados comunes finos y precisos; concreciones de Fe-Mn escasas; raíces abundantes; límite claro y plano.

A2 16-26 cm; pardo muy oscuro (10YR 2/3) en húmedo; franco limoso; bloques subangulares medios débiles con tendencia a granular; friable, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; moteados abundantes finos y precisos; concreciones de Fe-Mn comunes; raíces abundantes; límite neto y plano.

Bt 26-57 cm; pardo muy oscuro (7,5YR 2/3) en húmedo; arcilloso; prismas gruesos fuertes; duro, muy firme, muy plástico, muy adhesivo; cutanes arcillo-húmicos comunes; concreciones de Fe-Mn escasas; raíces escasas; límite claro y plano.

Btk 57-94 cm; pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/3) en húmedo; franco arcillo limoso; prismas medios débiles que rompen a bloques angulares finos; muy duro, muy firme, muy plástico, muy adhesivo; cutanes de arcilla comunes; ligera reacción de carbonatos en la masa; concreciones de carbonato de calcio comunes; límite gradual y plano.

BC 94-110+ cm; pardo claro (7,5YR 6/4) en seco y pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/4) en húmedo; franco limoso; duro, firme, muy plástico, muy adhesivo; cutanes de arcilla escasos; leve reacción de carbonatos en la masa.

Horizontes			*A1*	*A2*	*Bt*	*Btk*	*BC*
Profundidad (cm)			0-16	16-26	26-57	57-94	94-110+
pH (pasta)			5,5	5,5	5,8	7,3	7,3
Resistencia (pasta) (ohms)			2140	2616	666	452	642
Composición granulométrica (%)	Arcilla	<2 µm	17,3	21,4	42,8	38,9	28,7
	Limo	2-50 µm	58,5	54,7	38,8	42,7	51,9
	Arena	50-2000 µm	24,2	23,9	18,4	18,4	19,4
Carbono orgánico (%)			1,98	1,10	0,71	0,07	0,02
Materia orgánica (%)			3,41	1,90	1,22	0,12	0,04
Capacidad de campo (%)			34,75	31,58	35,64	41,05	35,65
Punto de marchitez permanente (%)			10,41	8,98	18,44	18,5	14,42
Agua útil (%)			24,34	22,60	17,20	22,90	21,14
Expansión libre (%)			18	20	32	40	30
Sistema Unificado de Clasif. de Casagrande			ML-CL	ML-CL	ML-CL	ML-CL	ML-CL

Epiacuol vértico, familia fina, illítica, térmica

Estos suelos se encuentran en tramos medios e inferiores de los arroyos San Juan, Carnaval, Martín, Rodriguez y El Gato y otras áreas cóncavas y plano cóncavas (unidades cartográficas GI-1, GI-2). Presentan tres materiales bien diferenciados: en superficie un aluvio reciente de 30-40 cm de espesor de textura franco limosa o franco arcillo limoso. Le subyace un material arcilloso, de 50 a 100 cm de espesor, con colores glei y abundantes superficies de deslizamiento que delimitan agregados cuneiformes. Entre los 100 y 150 cm de profundidad y separado por un límite neto aparece un material masivo, de color pardo rojizo y textura franco limosa a franco arcillo limosa. Se han encontrado otros perfiles en los cuales los materiales fluviales han tenido mayor evolución, habiéndose generado un horizonte Bt con diferente grado de expresión. Estos horizontes apoyan en discordancia sobre los sedimentos pampeanos, que en algunos lugares aparecen endurecidos.

Las variantes que se producen en la parte superior de los perfiles y en los contenidos de sodio del horizonte B originan distintas unidades taxonómicas. Así, en aluvios recientes relativamente espesos, en los que se ha formado un horizonte mólico, aparecen Epiacuoles tapto-árgicos o tapto-nátricos. En otros casos, los suelos pueden ser Argiacuoles, Natracuoles, Natracualfes, etc. En ambientes más estables, donde se ha desarrollado un horizonte E álbico, los suelos fueron clasificados como Argialboles o Natralboles.

Los ambientes en que aparece esta unidad taxonómica ofrecen graves limitaciones al uso, fundamentalmente por el riesgo de inundación y anegamiento y el nivel freático cercano a la superficie. Por lo tanto, la unidad no es apta para uso agrícola extensiva u hortícola, siendo el uso pecuario o forestal el recomendable. Se asignó a esta unidad la subclase de capacidad de uso Viws. Estos suelos también plantean serias limitaciones para el uso urbano o industrial fundamentalmente por el riesgo de inundación. Se suma la presencia frecuente de arcillas expansivas y la posibilidad de riesgo de corrosión al acero o al hormigón.

Perfil LP 26. Datos morfológicos y analíticos

A 0-20 cm, pardo muy oscuro a pardo grisáceo muy oscuro (10YR 2,5/2) en húmedo; franco limoso; bloques subangulares finos débiles; duro, friable, plástico, adhesivo; raíces abundantes; límite neto e irregular.

AC 20-40 cm; pardo oscuro (10YR 3/3) en húmedo; franco limoso; masivo; duro, friable, plástico, adhesivo; moteados escasos finos y débiles; leve reacción de carbonatos en la masa; raíces comunes; límite neto y plano.

2Cgss 40-70 cm; pardo grisáceo (2,5Y 5/2) en húmedo; arcilloso; bloques angulares (cuneiformes) medios, fuertes; extremadamente duro, muy firme, muy plástico, muy adhesivo, superficies de deslizamiento (slickensides) abundantes; moteados comunes, medios y precisos; concreciones de Fe-Mn comunes; leve reacción de carbonatos en la masa; raíces comunes; límite gradual y plano.

2Cgkss 70-130 cm; pardo (2,5Y 5/2) en húmedo; arcilloso; bloques subangulares, medios, moderados; muy firme, muy plástico, muy adhesivo; superficies de deslizamiento (slickensides) abundantes; moteados abundantes, gruesos y sobresalientes; concreciones de Fe-Mn comunes; moderada reacción de carbonatos en la masa; concreciones de carbonato de calcio comunes; raíces escasas; límite neto y plano.

3C 130-150+ cm; pardo (7,5YR 5/4) en húmedo; arcillo limoso; masivo; duro, friable, plástico, adhesivo.

Horizontes			*A*	*AC*	*2Cgss*	*2Cgkss*	*3C*
Profundidad (cm)			0-20	20-40	40-70	70-130	130-150+
pH (pasta)			5,6	7,2	7,9	8,2	7,6
$CaCO_3$ (%)			-	vest.	vest.	4,0	-
Resistencia (pasta) (ohms)			1420	700	188	216	344
Composición Granulométrica (%)	Arcilla	< 2 µm	26.2	28,4	49,7	45,2	38,9
	Limo	2- 50 µm	61,2	55,6	41,9	47,5	53,9
	Arena	50-2000 µm	12,6	16,0	8,4	7.3	7,2
	Arena muy fina		11,3	14,2	6,5	6,2	5,3
	Arena fina		0,9	1,2	0,8	0,6	0,9
	Arena media		0,2	0,3	0,4	0,4	0,8
	Arena gruesa		0,2	0,4	0,7	0,2	0,2
	Arena muy gruesa		0	0	0	0	0
Carbono orgánico (%)			2,41	0,67	0,32	0,27	0,14
Materia orgánica (%)			4,15	1,16	0,55	0,47	0,24
Capacidad de intercambio catiónico (cmolc/Kg)			14,77	14,71	31,60	29,40	28,40
Bases de intercambio (cmolc/Kg)	Ca^{++}		6,31	-	-	-	13,71
	Mg^{++}		2,01	-	-	-	7,07
	Na^{+}		0,47	1,41	13,00	15,40	4,60
	K^{+}		0,77	0,56	1,27	1,06	1,77
% Na^{+} intercambiable			3,2	9,6	41,1	52,2	33,5
Saturación con bases (%)			64,7	100,0	100,0	100,0	95,6
Humedad equivalente (%)			24,8	24,6	54,0	nd	41,7
COLE (ELP = 9,4 cm)			0,011	0,022	0,105	0,187	0,131

Composición mineral en % de la fracción menor a 2 µm

Horizonte	*Mica/illita*	*Expandibles*	*Caolinita*
A	60	38	2
AC	63	35	1
2Cgss	64	35	1
3C	63	36	1

Hapludol oxiácuico

Estos suelos se distribuyen en interfluvios planos, medianamente bajos, situados en el Area de Origen Mixto y Estuárico-Marino, entre brazos del arroyo El Pescado y paleocanales de mareas cercanos (unidad cartográfica Ho). Los suelos son de moderado desarrollo con una secuencia general de horizontes A-Bw-2Cg. Los materiales superiores, de textura franca a franco limosa, son de origen eólico y a partir de aproximadamente 50 cm de profundidad aparecen sedimentos de origen estuárico-marino con alternancia de sedimentos de texturas contrastantes (de arenosa a arcillosa) e intercalaciones de conchilla. Son suelos moderadamente bien drenados, con riesgo de anegamiento ocasional. Tienen rasgos hidromórficos en profundidad y reacción levemente ácida en superficie a levemente alcalina en profundidad por presencia de carbonatos. Se los clasificó con la subclase de capacidad de uso IIIw, siendo su principal limitante el nivel freático relativamente alto.

Perfil LP 278. Datos morfológicos.

A1 0-10 cm; pardo grisáceo (10YR 4/2) en seco y pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en húmedo; franco; granular, fina, moderada; duro, firme, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; raíces comunes; límite claro y plano.

A2 10-25 cm; pardo grisáceo (10YR 4/2) en seco y pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en húmedo, franco limoso; masivo; muy duro, muy firme, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; raíces escasas; límite gradual y plano.

Bw 25-45 cm; pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en seco y pardo muy oscuro (10YR 2/2) en húmedo; franca; bloques angulares con tendencia a prismática, débil; duro, firme, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; raíces escasas; límite claro y plano.

2Cg 45-65 cm; pardo grisáceo a pardo oliva claro (2,5Y 5/3) en seco y pardo grisáceo oscuro a pardo oliva (2,5Y 4/3) en húmedo; franco; masivo; duro, firme, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; moteados de Fe-Mn comunes finos y precisos; límite claro e irregular.

2C 65-100+ cm; pardo grisáceo claro (10YR 6/2) en seco y pardo grisáceo (10YR 5/2) en húmedo; franco; masiva; reacción al carbonato en la masa fuerte; abundantes restos de conchilla muy fragmentada.

Horizontes		*A1*	*A2*	*Bw*	*2Cg*	*2C*
Profundidad (cm)		0-10	10-25	25-45	45-65	65-100+
pH (pasta)		6,0	5,8	6,0	6,4	7,8
Resistencia (pasta) (ohms)		1722	1367	1114	911	921
Composición Granulométrica (%)	Arcilla < 2 μm	14,7	7,6	15,8	17,9	15,4
	Limo 2-50 μm	44,9	51,2	43,0	39,0	36,1
	Arena 50-2000 μm	40,4	41,2	41'2	43,1	48,5
Carbono orgánico (%)		2,90	1,12	0,57	0,19	0,13
Materia orgánica (%)		5,00	1,94	0,99	0,33	0,22
Capacidad de campo (%)		27,36	21,31	21,57	25,69	25,14
Punto de marchitez permanente (%)		13,38	10,76	8,20	9,07	8,26
Agua útil (%)		13,98	10,55	13,37	16,62	16,88
Expansión libre (%)		12	30	45	50	38
Sistema de Clasificación de Casagrande		ML-CL	ML-CL	ML-CL	ML-CL	ML-CL

Haprendol típico, familia franca gruesa sobre fragmentaria, carbonática, térmica.

Estos suelos se han formado en depósitos holocenos correspondientes al Miembro Cerro de la Gloria de la Formación Las Escobas (Fidalgo y Martínez, 1983) (unidades cartográficas Ht-U, Nt). La conchilla se encuentra generalmente inconsolidada, aunque en algunos casos se han observado capas algo consolidadas. Son suelos poco profundos, de incipiente desarrollo, permeabilidad rápida, bien drenados, aunque por la cota topográfica en que se sitúan, el nivel freático puede llegar a una profundidad de 100-150 cm. Tienen un horizonte A oscuro, de 20 a 40 cm de espesor, con tenores moderados a altos de materia orgánica bien humificada. Presenta textura franco arenosa, estructura granular y abundantes fragmentos de conchilla diseminados. El análisis mineralógico revela mezcla de aportes, ya que un 40% de la fracción clástica está formada por fragmentos de conchilla y alrededor de un 60% tiene similitud con los sedimentos loessoides. Hay abundancia de vidrio volcánico y restos orgánicos silíceos y se observa también plagioclasas, cuarzo y escasa cantidad de minerales pesados. Subyace al horizonte A un horizonte transicional AC o bien un horizonte C constituido por capas subparalelas de conchilla en distinto grado de fragmentación que alternan con rodados calcáreos y arena. Entre los 80 y 150 cm, y separado por un límite neto, aparece una capa masiva, de textura franca, colores amarillo verdosos y abundantes moteados y concreciones de hierro-manganeso donde el carbonato de calcio disminuye abruptamente.

Son suelos con restricciones para los cultivos por la escasa profundidad efectiva. Por otra parte, tienen mejores condiciones de drenaje que los suelos vecinos por su posición topográfica más elevada y su mayor permeabilidad. Sin embargo, la reducida superficie que ocupan estos suelos no favorece un uso diferencial. Debe señalarse que en algunos sectores (Ruta Provincial 11, cuencas de los arroyos Garibaldi y El Pescado) los perfiles han sido sustancialmente alterados por actividades extractivas y urbanizaciones. Se asignó a esta unidad la subclase de capacidad de uso IVs.

Perfil LP 77. Datos morfológicos

A 0-20 cm; pardo grisáceo muy oscuro a pardo grisáceo oscuro (10YR 3,5/2) en seco y pardo muy oscuro (10YR 2/2) en húmedo; franco arenoso; granular, fina, moderada; blando, friable, no plástico, no adhesivo; fuerte reacción al carbonato en la masa; fragmentos de conchilla y rodados de calcáreo abundantes; raíces abundantes; límite neto e irregular.

C1 20-73 cm; blanco (10YR 8/1) en seco; areno franco gravilloso, alternan capas de conchilla en distinto grado de fragmentación y rodados de calcáreo, en una matriz arenosa; carbonato pulverulento en superficies de conchilla y rodados; raíces comunes; límite neto y ondulado.

C2 73-83 cm; gris claro (10YR 7/2) en seco; fragmentos de conchilla y rodados con escasa matriz arenosa; raíces escasas; límite neto y plano.

2Cg 83-110+ cm; gris pardusco claro (2,5Y 6/2) en seco pardo grisáceo oscuro a pardo grisáceo (2,5Y 4,5/2) en húmedo; franco; masivo; blando, muy friable, no plástico, no adhesivo; leve reacción de carbonatos en la masa; moteados de hierro abundantes, medios y sobresalientes.

Natracuol típico

Esto suelos se difunden en el Area Transicional de Origen Mixto (unidades cartográficas Nt y Nv5). Son suelos de moderado desarrollo, pobre o imperfectamente drenados, de permeabilidad lenta. Poseen un horizonte superficial oscuro, generalmente de textura franco limosa y estructura en bloques, con moteados y concreciones de hierro- manganeso. Le subyace un horizonte Btn de reducido espesor, de textura franco arcillo limosa. Tienen reacción fuertemente alcalina, con tenores elevados de sodio intercambiable y leves contenidos de sales solubles (2-4 dS/m). Por debajo aparece un horizonte de transición BC donde la gleización es intensa. Los horizontes que se observan en profundidad muestran variaciones en la composición granulométrica que sugieren la presencia de discontinuidades litológicas.

El análisis mineralógico de la fracción menor a 2 μm revela bajo grado de cristalinidad o mayor grado de interestratificación en los horizontes más superficiales. Estas características impiden una estimación cuantitativa adecuada; solamente pudo precisarse un predominio marcado de expandibles en el horizonte Cg, no observándose reflexiones de esmectitas aisladas en el mismo. En el horizonte 2C predominan las illitas (alrededor del 60%) sobre las esmectitas bien definidas.

VERTISOLES

Epiacuert típico

Estos suelos se encuentran en las unidades cartográficas Albv y N-E. Los situados en la unidad Albv aparecen en cañadas y cubetas y como inclusión en planicies aluviales o áreas adyacentes a cursos de agua. Se han desarrollado sobre materiales continentales y tienen similitud con los Albacualfes vérticos y Epiacualfes vérticos. Se diferencian de éstos por el mayor contenido de arcilla de los horizontes superficiales, que supera el 30 %, lo cual los ubica en el orden Vertisol. Los Epiacuertes típicos que aparecen en la unidad cartográfica N-E tienen difusión en depresiones de la Llanura Costera y se han formado a partir de sedimentos estuárico-marinos, siendo similares a los Natracuertes típicos descriptos más abajo, de los cuales se diferencian por el menor contenido de sodio intercambiable.

La diferencia entre los Epiacuertes típicos de las dos unidades cartográficas radica en el contenido de arcilla: generalmente por debajo del 60 % en la unidad Albv y superando ese valor en la unidad E-V. Por otro lado, comparten muchas propiedades como clase de drenaje pobre por anegamiento frecuente, rasgos hidromórficos y vérticos muy bien expresados y permeabilidad muy lenta, salvo en época de déficit hídrico cuando aparecen grietas anchas y profundas, por las cuales el agua puede percolar rápidamente por flujo preferencial (*bypass flow*).

Natracuert típico, familia muy fina, mixta, térmica

Este suelo tiene amplia difusión en la llanura de fango interior de la Llanura Costera del río de la Plata. Se lo encuentra en las unidades cartográficas Gl-5 y N-E, ubicadas en el Area de Influencia Estuárica-Marino. Se ha formado en un material sumamente arcilloso (60 a 80 % de arcilla), principalmente de origen estuárico-marino, con rasgos acentuados de contracción-expansión revelados por superficies de deslizamiento abundantes y grietas que llegan a la superficie en períodos de déficit hídrico. Las evidencias de iluviación de arcilla (barnices), son dudosas pues están enmascaradas por los rasgos vérticos. En las cercanías de la Llanura Continental le subyace a 1,00-2,00 m de profundidad un material loéssico masivo, fuertemente compactado, de color pardo, con acumulaciones de carbonato de calcio en forma de concreciones gruesas, de textura franca a franco limosa (Formación Ensenada). Este material se profundiza hacia la costa (partidos de Ensenada y Berisso), intercalándose otro depósito estuárico en el que alternan capas de texturas finas y gruesas, con inclusión de fragmentos de conchillas.

Los suelos tienen deficiencias en el drenaje, por anegamiento superficial, acompañado por nivel freático cercano a la superficie, revelado por rasgos hidromórficos (moteados, concreciones de hierro-manganeso y colores glei) muy bien expresados. Tienen contenidos elevados de sodio intercambiable y, a veces también, de sales solubles. Leves diferencias en el relieve determinan diferencias en el período de anegamiento de los suelos, variando de la clase de drenaje natural de pobre a muy pobre, y en correspondencia, la clase de capacidad de uso de VIIws a VIIIws.

El análisis mineralógico de la fracción arcilla revela contenidos significativos de caolinita, lo que diferencia a estos sedimentos marinos de los de origen continental. Estos minerales de arcilla, que tienen buena cristalinidad en todo el perfil, provendrían de la meteorización de lavas Triásicas y suelos latosólicos de la cuenca del río Paraná. En los horizontes Cgkss1 y Cgkss2 la cristalinidad de las illitas es algo menor y

tienen muy poca proporción de capas expandibles. La montmorillonita u otras especies de esmectitas, a pesar de no estar homoionizada la arcilla, expande entre 2,2 y 2,6 Å, lo que indicaría que los iones intercambiables mantienen una relación constante en todos los horizontes. Este comportamiento se logra normalmente sólo al homoionizar, no siendo típico de los suelos sino de los sedimentos.

Perfil LP 208. Datos morfológicos y analíticos

A 0-18 cm; negro (10YR 1/1) en húmedo; arcilloso; bloques subangulares; muy duro en seco, muy firme en húmedo, muy plástico, muy adhesivo; raíces abundantes; límite neto y plano.

Cgkss1 18-53 cm; pardo oliva (2,5Y 4/4) en húmedo; arcilloso; masivo; extremadamente duro, extremadamente firme, muy plástico, muy adhesivo; superficies de deslizamiento (slickensides) comunes; moteados gruesos, abundantes y sobresalientes; moderada reacción de carbonatos en la masa; límite claro y ondulado.

Cgkss2 53-86 cm; gris (7,5Y 4/1) en húmedo; arcilloso; masivo; extremadamente duro, extremadamente firme, muy plástico, muy adhesivo, superficies de deslizamiento comunes; moteados comunes; moderada reacción de carbonatos en la masa; límite gradual y plano.

Cgkss3 86-111+ cm; gris (7,5Y 4/1) en húmedo; arcilloso; masivo con tendencia a prismas; extremadamente duro; extremadamente firme, muy plástico, muy adhesivo; superficies de deslizamiento comunes; moteados abundantes, gruesos, sobresalientes; concreciones de hierro-manganeso gruesas y abundantes; fuerte reacción de carbonatos en la masa y en forma pulverulenta.

Horizontes			*A*	*Cgkss1*	*Cgkss2*	*Ckgss3*
Profundidad (cm)			0-18	18-53	53-86	86-111+
pH (pasta)			7,2	8,3	8,6	8,7
Resistencia (pasta) (ohms)			220	80	41	40
Conduct. específica (dS/m)			nd	3,88	9,81	nd
Composición Granulométrica (%)	Arcilla	< 2 µm	67,5	77,2	71,8	82,2
	Limo	2 -50 µm	23,5	20,3	25,5	16,9
	Arena	50-2000 µm	9,0	2,5	2,7	0,9
Carbono orgánico (%)			3,82	0,61	nd	nd
Materia orgánica (%)			6,59	1,05	nd	nd
Nitrógeno total (%)			0,275	0,076	nd	nd
Relación carbono/nitrógeno			13,9	8,0	nd	nd

Composición mineral en % de la fracción menor a 2 µm

Horizonte	*Caolinita*	*Illita*	*Esmectita*
A	16	63	21
Cgkss1	26	43	31
Cgkss2	29	51	20
Cgkss3	27	48	25

APTITUD DE LOS SUELOS

Un levantamiento de suelos constituye un inventario y evaluación de los suelos de una determinada área. El inventario ha quedado reflejado en el mapa básico de suelos y su leyenda (Mapa 6), en los cuales los suelos han sido clasificados taxonómicamente de acuerdo con sus propiedades intrínsecas. La evaluación consiste en una interpretación utilitaria de esas propiedades para conocer las cualidades y limitaciones de los suelos para un uso particular. En este estudio se ha efectuado una evaluación de los suelos de acuerdo con su aptitud para su uso agropecuario-forestal. Para ello, se adoptó el sistema de clasificación de tierras por capacidad de uso del Servicio de Conservación de Suelos de los EE.UU. (Klingebiel y Montgomery, 1961). Este sistema está integrado por ocho clases (I a VIII), las que indican un grado creciente de limitaciones para el uso agropecuario y forestal. Las clases I a IV se aplican a suelos aptos para los cultivos agrícolas, pero con limitaciones que se van incrementando, desde los suelos de clase I que carecen de limitaciones, o ellas son leves y no requieren prácticas especiales de manejo y conservación, hasta aquéllos en los cuales las condiciones desfavorables hacen que dichas prácticas sean imprescindibles (clase IV). Los suelos de las clases V a VII tienen limitantes tan importantes que los tornan inaptos para un uso agrícola rentable, pero se pueden utilizar para pasturas, campos naturales de pastoreo y forestación. Los suelos de clase VIII no son aptos para ningún uso agropecuario o forestal rentable.

Cada una de las clases, excepto la I, se subdividen en subclases en las que se destaca el tipo de limitación dominante mediante una letra minúscula, a saber:

"c": limitaciones de orden climático.

"e": erosión actual o susceptibilidad a la erosión (hídrica o eólica)

“s”: limitaciones en la zona radicular por horizontes endurecidos, exceso de sales o sodio intercambiable, texturas desfavorables, baja fertilidad química, etc.

"w": exceso de agua por nivel freático elevado, anegabilidad o susceptibilidad a inundación.

La clase I se puede dividir en subgrupos para distinguir a algunas deficiencias en el drenaje. Por ejemplo, un suelo moderadamente bien drenado se incluye en el subgrupo I-2.

Tabla 3 - Superficies (en hectáreas y porcentaje) de las clases y subclases de capacidad de uso identificadas en el partido de La Plata.

Clase	*Subclase*	*Superficie (hectáreas)*	*Superficie (%)*
I	Subgrupo 2	20.052	22,44
II	IIe	642	1,61
	IIs	12.962	14,51
	IIw	435	0,49
	IIws	1.808	2,02
		15.847	17,74
III	IIIe	40	0,05
	IIIes	2.007	2,25
	IIIw	1.060	1,19
	IIIws	8.407	9,41
		11.514	12,89
IV	IV	755	0,84
VI	VIws	10.298	11,53
	VIews	10.523	11,78
		20.821	23,31
VII	VIIws	11.525	12,90
VII / VIII	VII / VIIIws	795	0,89
No evaluado (áreas misceláneas: zonas urbanas de alta densidad, canteras, lagunas y bañados)		8.044	9,00

En el presente estudio cada una de las unidades cartográficas ha sido asignada a una subclase o subgrupo de capacidad de uso, salvo aquéllas con elevada proporción de urbanizaciones de alta densidad. Tampoco se evaluaron áreas misceláneas como canteras y lagunas. La evaluación de la aptitud de los suelos se ha representado en el Mapa 7 (Capacidad de Uso de los Suelos). En la Tabla 3 se han detallado las superficies en hectáreas de las clases y subclases de capacidad y el porcentaje que representan respecto a la superficie total del partido de La Plata.

A continuación se indican las unidades cartográficas agrupadas por clase y subclase de capacidad de uso:

CLASE I: Suelos con muy leves limitaciones para el uso agrícola.

Subgrupo I-2: Suelos moderadamente bien drenados por drenaje interno algo lento resultante de las texturas finas del horizonte B.

- Unidad Cartográfica AS. Consociación Serie Arturo Seguí.
- Unidad Cartográfica EC. Asociación series Estancia Chica (80%) y Los Hornos (20%).

CLASE II: Suelos con leves limitaciones para el uso agrícola.

Subclase IIe: Suelos que aparecen en pendientes moderadamente inclinadas (2-4%) que presentan erosión hídrica o son susceptibles a ella.

- Unidad Cartográfica AS1: Consociación Serie Arturo Seguí, fase inclinada.

Subclase IIs: Suelos que presentan texturas finas desde la superficie que restringen en alguna medida el movimiento del agua y el crecimiento de las raíces.

- Unidad Cartográfica AS3. Asociación Series Arturo Seguí y Gorina.
- Unidad Cartográfica Go. Consociación Serie Gorina.

Subclase IIw: Suelos imperfectamente drenados ubicados en vías de escurrimiento incipientes o depresiones que permanecen anegadas durante breves períodos.

- Unidad Cartográfica AS2. Consociación Serie Arturo Seguí, fase imperfectamente drenada.

Subclase IIws: Suelos de texturas finas, imperfectamente drenados ubicados en vías de escurrimiento incipientes o depresiones que permanecen anegadas durante breves períodos

- Unidad Cartográfica EN-LC. Complejo Series Esquina Negra y La Cigüeña (60 %) y Serie Arturo Seguí (40 %)

CLASE III: Suelos con moderadas limitaciones para el uso agrícola

Subclase IIIe: Suelos que aparecen en pendientes moderadas (2-4%) con escurrimiento rápido por susceptibilidad a encostramiento superficial

- Unidad cartográfica Ua1. Consociación Udortentes ácuicos, fase inclinada.

Subclase IIIes: Suelos que aparecen en pendientes moderadas (2-4%) con escurrimiento rápido por infiltración lenta del horizonte superficial.

- Unidad Cartográfica Go1. Complejo de fases inclinadas de unidades cartográficas Go y AS-GO.

Subclase IIIw Suelos imperfectamente drenados ubicados en áreas planas o plano-cóncavas que permanecen anegadas durante períodos significativos, generalmente con nivel freático cercano a la superficie.

- Unidad Cartográfica Ua. Consociación Udortentes ácuicos.
- Unidad Cartográfica Aa. Consociación Argiudoles ácuicos
- Unidad Cartográfica Aac. Consociación Argiudoles acuérticos
- Unidad Cartográfica Ho. Consociación Hapludoles oxiácuicos

Subclase IIIws Suelos de texturas finas, imperfectamente drenados ubicados en vías de escurrimiento incipientes o depresiones que permanecen anegadas durante períodos significativos.

- Unidad Cartográfica AS4. Fases imperfectamente drenadas de Serie Arturo Seguí (60%) y Gorina (40 %)

- Unidad Cartográfica AS5. Serie Arturo Seguí (70 %) y Serie Esquina Negra, Hapludalfes y Albacualfes vérticos (30 %)
- Unidad Cartográfica AS-Go. Series Arturo Seguí y Gorina (70 %); Albacualfes vérticos (20 %) y Serie Esquina Negra (10 %)
- Unidad Cartográfica Go2. Consociación Serie Gorina, fase imperfectamente drenada.

CLASE IV: Suelos con graves limitaciones para el uso agrícola

Subclase IVws: Suelos que permanecen anegados durante períodos prolongados por hallarse en depresiones y presentar un horizonte B de permeabilidad muy lenta. (Incluye sectores de pendientes donde el riesgo de anegamiento es menor en la Unidad Cartográfica Ev).

- Unidad Cartográfica LH. Consociación Serie Los Hornos.
- Unidad Cartográfica Ev. Asociación de Epiacualfes y Epiacuoles vérticos (60 %) y Serie Gorina, fase inclinada (40 %)

CLASE VI: Suelos no aptos para cultivos, por limitaciones excesivamente graves; sólo aptos para uso pecuario o forestal.

Subclase VIws: Suelos imperfecta o pobremente drenados por anegamiento frecuente y nivel freático alto; tenores elevados de sodio intercambiable en algunos casos. Los suelos de aptitud agrícola que existen en algunas unidades cartográficas (Nv1, Nv4) ocupan pequeñas superficies que dificultan tal uso.

- Unidad Cartográfica Albv. Complejo de Albacualfes vérticos, Epiacuertes típicos y Natracualfes vérticos.
- Unidad Cartográfica Na. Consociación de Natrudalfes ácuicos
- Unidad Cartográfica Nt. Complejo de Natracualfes y Natracuoles típicos (80 %) y Udipsamentes y Haprendoles (20 %). Incluye Tierra Urbana.
- Unidad Cartográfica Nv1. Complejo de Natracualfes vérticos (60 %), Series La Cigüeña y Esquina Negra (40 %).
- Unidad Cartográfica Nv4. Complejo de Natracualfes vérticos (60 %) y Argiudoles acuérticos (40 %)

Subclase VIews. Suelos imperfecta o pobremente drenados por anegamiento frecuente y nivel freático alto. Presencia de tenores elevados de sodio en muchos casos. Erosión hídrica localizada en pendientes largas como consecuencia de la baja estabilidad estructural de los suelos con susceptibilidad a encostramiento superficial ("planchado") y reducida cobertura vegetal, problemas que se originan principalmente por los contenidos elevados de sodio intercambiable

- Unidad Cartográfica Nv2. Complejo de Natracualfes vérticos (60 %) y Serie Arturo Seguí, fase imperfectamente drenada y Albacualfes vérticos (40 %).

CLASE VII: suelos no aptos para cultivos, por limitaciones excesivamente graves. Sólo aptos para uso pecuario o forestal con restricciones.

Subclase VIIws: suelos pobremente drenados por anegamiento o inundación muy frecuentes, o nivel freático elevado y tenores muy elevados de sodio intercambiable.

- Unidad Cartográfica Nv3. Complejo de Natracualfes vérticos (80 %) y Argiudoles acuérticos (20 %)
- Unidad Cartográfica Nv5. Complejo de Natracualfes vérticos (80 %) y Natracuoles, Argiacuoles y Argialboles (20 %). Incluye Tierra Urbana.
- Unidad Cartográfica Gl-1. Grupo indiferenciado de suelos de planicies aluviales de los arroyos San Juan, Carnaval, Martín, Rodríguez, Don Carlos y El Gato.
- Unidad Cartográfica Gl-2. Grupo indiferenciado de suelos de planicies aluviales de los arroyos Pérez, Regimiento, Maldonado y Garibaldi.
- Unidad Cartográfica Gl-3. Grupo indiferenciado de suelos de planicies aluviales del arroyo El Pescado y afluentes.
- Unidad Cartográfica Gl-4. Grupo indiferenciado de suelos de planicies aluviales de arroyos de la cuenca del río Samborombón.
- Unidad Cartográfica Gl-5. Grupo indiferenciado de suelos de planicies aluviales de las Areas de Origen Mixto y Estuárico-Marino.

CLASE VIII: Suelos no aptos para ningún uso agrícola, pecuario o forestal rentable.

Subclase VII/VIIIws: Suelos pobres y muy pobremente drenados por anegamiento muy frecuente y agua freática salina muy cercana a la superficie. Tenores muy elevados de sodio intercambiable y sales solubles. Contenidos muy elevados de arcilla desde la superficie.

- Unidad Cartográfica N-E: Complejo de Natracuertes típicos (70 %), Epiacuertes típicos y Epiacuentes vérticos (30 %). En esta unidad cartográfica aparecen algunos sectores con mejores condiciones en los que se puede desarrollar alguna actividad pecuaria extensiva o forestal, donde los suelos pertenecerían a la subclase VIIws. Por ello en el Mapa de Capacidad de Uso se asignó a esta unidad cartográfica el símbolo VII/VIIIws.

Analizando la agrupación de unidades cartográfica por clase y subclase de capacidad de uso indicada arriba, como así también la Tabla 3 y los Mapas 6 y 7, se deduce que la mayor parte de suelos de alta calidad se concentra en los interfluvios convexos de la vertiente del Río de la Plata y en el interfluvio principal, que actúa como divisoria entre dicha vertiente y la del río Samborombón. En dichas áreas ocupan amplias extensiones las series Estancia Chica y Arturo Seguí, ambos Argiudoles vérticos. Son suelos con una alta fertilidad química, cuya única limitante son los contenidos algo elevado de arcilla de los horizontes Bt donde se reduce la permeabilidad interna, generándose ocasionalmente "capas colgadas" de agua, indicado por el subgrupo I-2. Cuando los contenidos de arcilla son altos desde superficie, como ocurre en la serie Gorina perteneciente al orden Vertisol, la aptitud disminuye, clasificándose a estos suelos cuando se encuentran en posiciones elevadas con la subclase IIs, reduciéndose su aptitud a clase IIIes y IIIws para las fases inclinadas e imperfectamente drenada, respectivamente.

En la vertiente del río Samborombón se produce una disminución marcada de la aptitud de los suelos para fines agropecuario-forestales, principalmente por hidromorfismo y sodicidad, indicado por las elevadas superficies ocupadas por las subclases VIws y VIIws. Estas limitaciones son propias de la Pampa Deprimida, región con la cual la cuenca del río Samborombón comparte muchos rasgos. Según Tricart (1972) tales deficiencias son atribuibles al relieve sumamente plano que ha dificultado el desarrollo de una red de drenaje bien organizada a pesar del clima húmedo, lo cual ha favorecido los anegamientos e inundaciones. Este autor afirma que los altos contenidos de sodio intercambiable serían herencia de climas secos; el cambio a climas más húmedos ha favorecido la eliminación de gran parte de las sales solubles, pero sólo parcialmente del sodio intercambiable a causa del drenaje deficiente.

Son también comunes en la vertiente del río Samborombón los interfluvios planos con microrrelieve expresado de diferentes maneras, pero que en general comprende pequeñas elevaciones o microlomas que alternan con vías de escurrimiento incipientes o cubetas y áreas planas intermedias. Existe con frecuencia un gran contraste en la aptitud de los suelos de las diferentes geoformas. Se puede pasar así en poca distancia (10 a 20 m), de lomas bien drenadas con contenidos bajos de sodio intercambiable a áreas deprimidas pobremente drenadas con suelos sódicos. De todas maneras, la escasa superficie que ocupan los mejores suelos impide darles un uso agrícola; así, los suelos de menor aptitud -que son los que generalmente ocupan la mayor superficie- determina el uso de los predios, que es generalmente ganadero.

La degradación de suelos en la región

La clasificación realizada corresponde a suelos no alterados sustancialmente por el hombre. En una superficie significativa del partido el horizonte superficial, e incluso la parte superior del B y horizontes de transición, ha sido truncado para la fabricación de ladrillos, para jardinería y otros usos. Esta degradación afecta principalmente a los suelos ubicados en interfluvios y pendientes. Cuando la extracción es relativamente reciente o el suelo no ha sido mejorado por labranzas, incorporación de materia orgánica, etc., el horizonte aflorante conserva sus características de horizonte Bt. Estos suelos han sido indicados en el Mapa de Capacidad de Uso de los Suelos (Mapa 7) como una *fase decapitada* mediante una trama especial. No se ha efectuado el cruzamiento de estas áreas con cada una de las unidades cartográficas afectadas a fin de no elevar el número de unidades y dificultar la lectura del mapa.

La aptitud de estos suelos es en consecuencia menor que la indicada en el Mapa 7, en el cual se ha clasificado a los suelos considerando que conservan el perfil completo. Deberá tenerse en cuenta en esos casos que los rendimientos de los cultivos sufren disminuciones apreciables en relación con los suelos inalterados. En el capítulo *Degradación de Suelos por Actividades Extractivas* se trata en profundidad el tema, incluyendo datos sobre pérdida de productividad.

Cálculos realizados por este grupo de trabajo (Cabral, 2002) muestran que la superficie de suelos de alta calidad (clases I a III) habría sido de alrededor de 450 km^2 en la época de la fundación de la ciudad de La Plata (1882). Esa superficie decreció a 313 km^2 en 1966 y a 244 km^2 en 2001, tanto por urbanizaciones como por extracción de suelos (decapitación y canteras). Esto significa una pérdida de suelo de casi 2 km^2/año en los últimos 35 años. Si el proceso continúa a un ritmo similar, los suelos de alta calidad habrán sido prácticamente eliminados en el partido de La Plata dentro del presente siglo.

Otra pérdida de suelo, aunque de menor magnitud, es la producida por la erosión hídrica. Esta se manifiesta en algunos suelos ubicados sobre pendientes de interfluvios convexos de la cuenca del Río de la Plata. En esos sectores se encuentran pendientes del 2 al 3 %, con una longitud de 200 a 300 metros. Allí pueden desencadenarse procesos erosivos, particularmente en predios hortícolas donde se practica riego por surcos en sentido de la pendiente (Fig. 28). La erosión hídrica afecta también a suelos de menor productividad del Area de Origen Mixto y la vertiente del río Samborombón (Fig. 30).



Fig. 28. Erosión hídrica sobre fase inclinada de Serie Gorina - Origen Continental - Unidad geomórfica Area con Pendiente de la Vertiente del Río de la Plata.

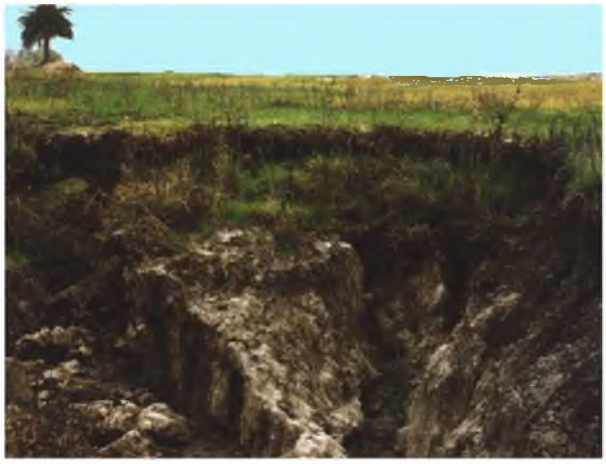


Fig. 29. Erosión en cárcavas en Natracualfes del Área de Origen Mixto - Unidad Geomórfica Antiguo Estuario Interior.



Fig. 30. Erosión hídrica en franjas en la Unidad Cartográfica Nv2 - Origen Continental - Unidad Geomórfica Area con Pendiente de la Vertiente del Río Samborombón.

1)Areas deprimidas erosionadas con Natracualfes vérticos.

2)Areas no erosionadas (Serie Arturo Seguí, fase imperfectamente drenada)

PROPIEDADES INGENIERILES DE LOS SUELOS

Para la clasificación de los suelos a efectos de conocer su aptitud para los requerimientos de la ingeniería, resulta útil la determinación de algunas de sus propiedades índice. El método que ha resultado más apropiado para los propósitos de la ingeniería civil fue tomado de la agronomía (Terzagui y Peck, 1955) y se conoce como método de Atterberg. Este método permite determinar los contenidos de humedad correspondientes a los límites entre los distintos estados de consistencia, que se conocen también como Límites o Parámetros de Atterberg.

Otra propiedad de importancia para prever el comportamiento de los suelos es su actividad potencial de contracción y expansión vinculada al cambio en los contenidos de humedad. Las características plásticas de los suelos y el cambio de volumen fueron relacionados directamente con el contenido de partículas coloidales menores a 1 μm, por Skempton (1953) en un sencillo parámetro conocido como *Indice de Actividad* (IA), posteriormente modificado por Seed et al. (1962). Ranggatanatham y Satyanarayana (1965) y Bandyopadhyay (1981), propusieron relaciones entre la expansión potencial de suelos expansivos disturbados, utilizando propiedades índices como el Indice Plástico (diferencia numérica entre el Límite Líquido y el Límite Plástico), el contenido de la fracción menor a 2 μm y el Indice de Contracción (diferencia numérica entre el Límite Líquido y el Límite de Contracción).

Muchos métodos directos se desarrollaron para determinar la expansión de los suelos debida a los cambios en los contenidos de humedad. Estos métodos incluyen entre otros: Ensayo de Expansión Libre (*Free Swell Test*, FST: Holtz y Gibbs, 1956); California Bearing Ratio (CBR: Nelson y Miller, 1992); Índice de Expansión (EI: Nelson y Miller, 1992); Cambio Potencial de Volumen (PVC: Lambe, 1960) y el Coeficiente de Extensibilidad Lineal (COLE: Soil Survey Staff, 1996).

Uno de los más sencillos procedimientos analíticos es el Ensayo de Expansión Libre (FST), normatizado y empleado por Abete y Sánchez (1970) para estimar la relación entre la expansión libre y las constantes de Atterberg. Thomas (1998) y Thomas et al. (2002) utilizaron el FST para la formulación de ecuaciones predictivas de la expansión de los suelos, combinando con un criterio aditivo la expansión libre, el límite líquido, la mineralogía de arcillas y la capacidad de intercambio catiónico. Roa et al. (2004) relacionaron el contenido inicial de humedad, el peso unitario, la sobrecarga inicial y la expansión libre, para desarrollar ecuaciones predictivas de la expansión potencial y de la presión de expansión en muestras disturbadas de suelos expansivos.

Conociendo los parámetros de Atterberg y la actividad potencial de contracción-expansión, que se relacionan con la textura, composición mineralógica y contenido de humedad, es posible determinar intervalos dentro de los cuales los suelos presentan comportamientos definidos, que permiten predecir su aptitud como plano de apoyo de estructuras o como material para la construcción de subrasantes, terraplenes compactados, etc.

Se establecieron relaciones entre las propiedades índice sobre la base de 80 muestras de horizontes, correspondientes a perfiles representativos de diferentes unidades taxonómicas. En la sección Descripción de las Unidades Taxonómicas se consignan los valores de dichas propiedades y el grupo al cual pertenece cada horizonte, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (Casagrande, 1948). De acuerdo con el sistema de clasificación adoptado, a los horizontes eluviales (A, E, AC) e inferiores (BC, C) les corresponden los grupos CL o ML. Los horizontes subsuperficiales (B) más arcillosos pertenecen al grupo CH, mientras que los menos arcillosos pertenecen al grupo CL o MH cuando poseen alto límite líquido. En las Tablas 4 y 5 se indican las características de dichos grupos de suelos y su aptitud para diferentes usos según el Soil Survey Staff (1971).

Tabla 4 - Aptitud de los suelos para subrasantes y construcciones

Grupo	*Definición*	*Subrasantes para caminos*	*Fundaciones de edificios*
CL IP < 15 CL IP > 15	Arcillas y arcillas limosas de baja y media plasticidad	Moderada Mala	Buena Moderada
CH	Arcillas expansibles con alta plasticidad	Mala	Mala
ML	Limos inorgánicos con ligera o baja plasticidad	Moderada	Moderada
MH	Limos inorgánicos elásticos con límite líquido alto	Mala	Mala

Tabla 5 - Características de los grupos de suelos para terraplenes compactados

Grupo	*Resistencia al corte*	*Compresibilidad*	*Permeabilidad del suelo compactado*	*Susceptibilidad al colapso*	*Aptitud para la Compactación*
CL	Media a Baja	Media	Baja	Baja a Media	Regular a Buena
CH	Media a Baja	Alta	Baja	Baja	Regular a Mala
ML	Media a Baja	Media	Media a Baja	Alta	Regular a Mala
MH	Baja	Alta	Baja a Media	Media a Baja	Mala

Parámetros utilizados

Los parámetros seleccionados para el presente estudio fueron:

1. Porcentaje de la fracción arcilla:

Mediante tratamiento por vía húmeda (Método de Bouyoucos), se determinaron los porcentajes relativos de arcilla, limo y arena de cada muestra, de los cuales el correspondiente a la fracción más fina, es el de mayor influencia a los efectos de las correlaciones analizadas.

2. Límite líquido (LL); Límite plástico (LP) e Índice Plástico (IP):

Los límites líquido y plástico corresponden a contenidos de humedad límites. El Límite líquido (LL), expresa el contenido de humedad a partir del cual, el suelo comienza a comportarse como un fluido viscoso. El Límite plástico (LP), corresponde al contenido de humedad debajo del cual el suelo se comporta como un sólido. El Índice plástico (IP), diferencia entre LL y LP, define el campo plástico de los suelos, que será máximo en suelos arcillosos (cohesivos) y mínimo en suelos friccionantes (arenosos). Dentro de este campo plástico se definen la cohesión y fricción interna, conocidos como parámetros de corte, que junto con el peso volumétrico unitario, son indispensables para el cálculo de la capacidad portante de los suelos que van a servir de plano de apoyo para la fundación de estructuras.

3. Ensayo de Expansión Libre (FST: Free Swelling Test):

El ensayo de expansión libre, expresa de manera semicuantitativa la actividad potencial de contracción-expansión de los suelos, vinculada al cambio en su contenido de humedad. Conocer este comportamiento es de fundamental importancia para la seguridad y economía en el momento de proyectar y ejecutar las fundaciones de obras civiles. Los suelos se clasifican según su expansividad, dentro de los siguientes intervalos:

< 50%: Sin Riesgo (Baja o nula expansividad)

50 a 90%: Bajo Riesgo (Mediana expansividad)

> 90%: Alto Riesgo (Alta expansividad)

Relaciones entre % de arcilla total, plasticidad y expansión libre

1. Relación Límite líquido – Expansión libre (LL-FST)

En la Fig. 31 se visualiza la relación entre el incremento del valor del LL y su correlación con la expansión libre. El valor LL es función de la cantidad y tipo de arcilla presente. En 48 muestras, equivalentes al 60% de la población total, se observan valores de expansión media a baja (FST < 90), encontrando que 38 de ellas poseen valores de LL < 50 (suelos de baja plasticidad) y 10 de ellas valores de LL > 50 y hasta un valor máximo de 62,82. El 40% de la población (32 muestras), presentan valores de expansión altos (FST > 90) y valores de LL > 50 en 30 casos (suelos de alta plasticidad), mientras que en 2 casos se corresponden valores de FST 95 y 110 %

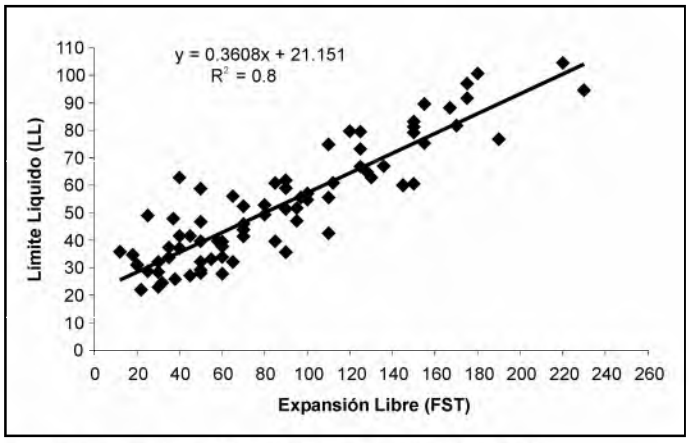


Fig. 31. Relación Límite Líquido (LL) Expansión Libre (FST)

con valores de LL 47,01 y 42,63 respectivamente, posiblemente debidos a una mayor proporción de esmectita y a la presencia de Na de intercambio para la muestra que posee LL = 42,63 (horizonte Btnk). Se observa una correlación positiva mayor al 89% y una expresión de la relación igual a:

LL = 0.3608 x FST + 21.151

2. Relación Índice plástico – Expansión libre (IP-FST)

Esta relación expresa el aumento de la capacidad de contracción-expansión de los suelos en función de su plasticidad, siendo esta última resultado de la cantidad y tipo de arcilla presentes. En el 40% de la población total representado por 32 muestras, se observan valores de FST > 90 (alta expansividad), relacionados a valores de IP > 25. En un caso, el valor de FST > 90 = 110 se relaciona con un valor de IP < 25 = 21,53, lo que se explica por la presencia de sodio de intercambio (horizonte Btnk). (Fig. 32)

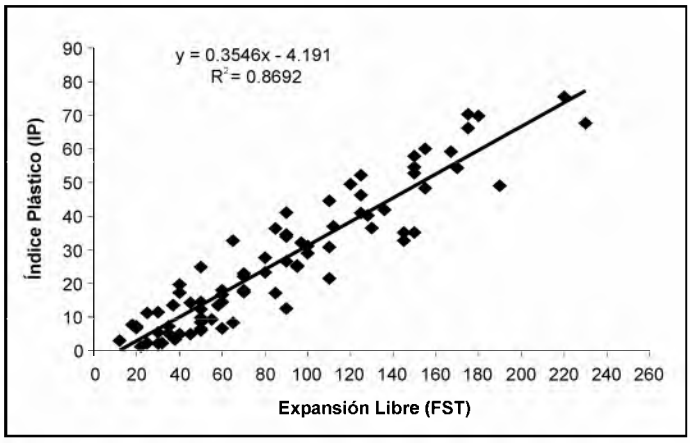


Fig. 32. Relación Indice Plástico (IP) Expansión Libre (FST)

Los valores extremos de FST > 145, que en algunos casos se relacionan con la presencia de sodio de intercambio, indicarían la presencia de una mayor proporción de arcillas esmectíticas. Se observa una correlación positiva mayor al 93% y una expresión de la relación igual a:

IP = 0.3546 x FST + 4.191

3. Relación % de Arcilla – Expansión libre (%a – FST)

El aumento de la expansión libre se encuentra directamente relacionado con la cantidad y tipo de arcilla presente. La relación establecida sobre la base del porcentaje de arcilla total, explica la dispersión de los resultados (Fig. 33)

No obstante, se observa una correlación positiva superior al 86% y una expresión de la relación igual a:

% a = 0.2591 x FST + 15.476

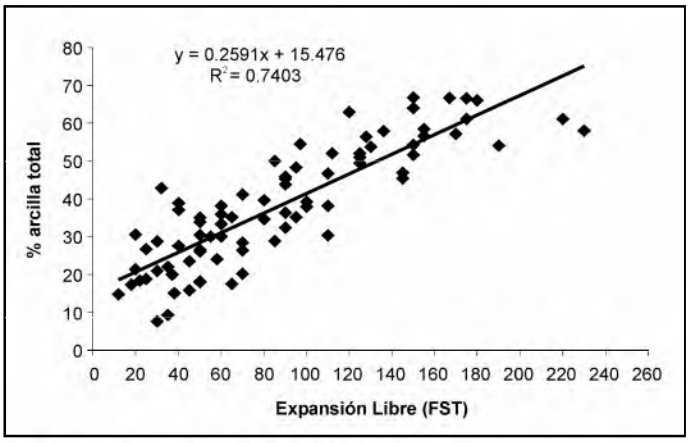


Fig. 33. Relación % Arcilla Expansión Libre (FST)

4. Relación % de Arcilla – Indice plástico (%a-IP)

La relación que muestra la Fig. 34 representa la amplitud del campo plástico en función del contenido de arcilla. Suelos con IP > 20 suelen ser altamente cohesivos, pero en contraposición pueden presentar problemas por contracción-expansión. Se observa una correlación positiva superior al 87% y una expresión de la relación igual a:

% a = 0.69658 x IP + 19.477

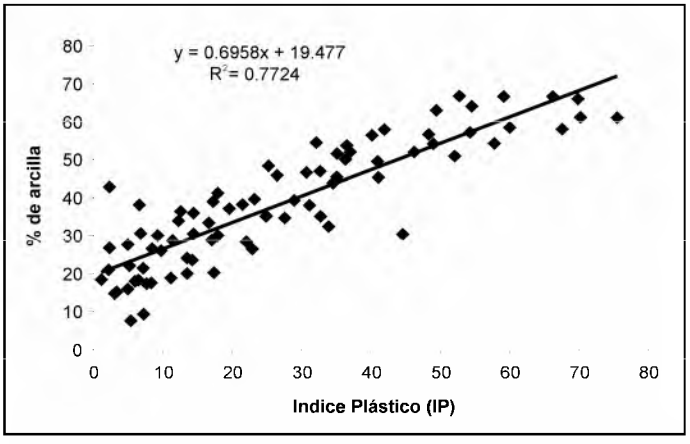


Fig. 34. Relación % Arcilla Indice Plástico (IP)

Actividad expansión-contracción por franjas de profundidad

Para estimar el potencial de contracción-expansión se consideraron dos franjas de profundidad. La primera, ubicada entre el nivel de la superficie topográfica a 0 cm y -50 cm (0 cm a – 50 cm), resulta coincidente con las profundidades habituales de construcción de veredas, contrapisos, tendido de algunas infraestructuras subsuperficiales (cañerías) especialmente en el interior de los predios y algunos caminos secundarios. La segunda franja, situada por debajo del nivel de los –50 cm (-50 cm +), coincide con la profundidad de construcción de infraestructuras subsuperficiales urbanas (redes de drenaje, distribución de agua y colección de excretas, gas natural, etc.), poliductos, pavimentos urbanos, caminos principales y fundaciones de edificios de pequeño y mediano porte. Los horizontes del perfil parcialmente comprendidos en las distintas profundidades (0 cm a – 50 cm y –50 cm +), fueron incluidos en las dos franjas.

En un primer paso se determinaron los riesgos de actividad por contracción-expansión, mediante los resultados semicuantitativos obtenidos en los ensayos de laboratorio (FST). (Tablas 6 y 7). En un segundo paso, se calcularon para cada muestra de suelo analizada, los Índices de Actividad (Skempton, 1953) mediante la expresión: Índice de Actividad (Ia) = $\frac{\text{Índice plástico}}{\%\ \text{arcilla}}$

Los resultados se muestran en las Tablas 8 y 9. Finalmente, se compararon los valores calculados mediante el método indirecto de Skempton (1953) y las determinaciones obtenidas en los ensayos de laboratorio. (Tablas 10 y 11)

Tabla 6 - Actividad potencial franja 0 cm a – 50 cm (FST)

Expansividad	*Cantidad de muestras*
Baja a nula (sin riesgo)	19
Baja a media (Riesgo bajo a medio)	13
Alta (Riesgo alto)	14

Tabla 7 - Actividad potencial franja por debajo – 50 cm. (FST)

Expansividad	*Cantidad de muestras*
Baja a nula (sin riesgo)	4
Baja a media (Riesgo bajo a medio)	18
Alta (Riesgo alto)	22

Tabla 8 - Indice de actividad franja 0 cm a – 50 cm (Ia)

Actividad	*Cantidad de muestras*
Inactivo (actividad > 0,75)	27
Normal (actividad entre 0,75 y 1,25)	18
Activo (actividad > 1.25)	1

Tabla 9 - Indice de actividad, franja por debajo – 50 cm (Ia)

Actividad	*Cantidad de muestras*
Inactivo (actividad > 0,75)	13
Normal (actividad entre 0,75 y 1,25)	31
Activo (actividad > 1,25)	-

Tabla 10 - Indices de actividad y Actividad potencial, franja 0 cm a – 50 cm

Actividad	*Índice de actividad (Ia)*	*Expansividad (FST)*
Inactivo – Sin Riesgo	27	19
Normal – Riesgo bajo a medio	18	13
Activo – Riesgo alto	1	14

Tabla 11 - Indices de actividad y Actividad potencial, franja por debajo –50 cm

Actividad	*Índice de actividad (Ia)*	*Expansividad (FST)*
Inactivo – Sin Riesgo	13	4
Normal – Riesgo bajo a medio	31	18
Activo – Riesgo alto	-	22

Comparando los valores obtenidos mediante el cálculo indirecto y las determinaciones de laboratorio, se advierten fuertes discrepancias debidas a la influencia que en los procesos de contracción-expansión ejercen el porcentaje relativo de arcillas expansibles (esmectitas) y la presencia de sodio de intercambio. El coeficiente de correlación para los dos conjuntos de datos es del 45%, lo que indica una débil correlación si se comparan los valores obtenidos para las relaciones %a – FST y IP – FST, situados en el 86% y 93%, respectivamente.

Los resultados obtenidos sugieren la necesidad de realizar determinaciones del riesgo debido a la actividad de contracción-expansión, mediante ensayos de laboratorio como el FST, que de manera semicuantitativa y a bajo costo, arroja valores más consistentes de la relación e influencia que sobre el comportamiento de los suelos ejercen la cantidad y tipo de arcillas presentes en los suelos y la presencia de Na de intercambio.

CORROSIÓN AL ACERO NO REVESTIDO Y AL HORMIGÓN

Corrosión al acero no revestido

La corrosión de tuberías, cables y otras estructuras de acero sin revestimiento, se deben a procesos complejos. La corrosión al acero no revestido, suele atribuirse a procesos físicos y bioquímicos que transforman el hierro en sus iones, (Soil Survey Staff, 1971). Para que tenga lugar la corrosión, debe existir humedad suficiente en el suelo para formar soluciones con las sales presentes. Algunos de los factores ambientales del suelo que influyen en la corrosión son: el contenido de humedad; la conductividad eléctrica en el extracto de suelo saturado; el potencial de hidrógeno (pH); la concentración de oxígeno y la actividad de microorganismos capaces de provocar reacciones de oxidación y reducción. (FAO, 1973).

La estimación de la corrosión del acero sin revestimiento, suele basarse en: la resistencia del suelo al paso de la corriente eléctrica; las condiciones de drenaje; la textura y la conductividad del extracto saturado. En la Tabla 12, se presentan niveles guía para la estimación de la corrosividad del suelo al acero no revestido (FAO, 1973).

Corrosión al hormigón

Los elementos estructurales y piezas de redes de infraestructura (fundaciones de edificios, cañerías, revestimientos de canales, sumideros, cisternas, etc.), pueden sufrir diferentes grados de deterioro. En este proceso influyen varios factores del suelo, especialmente la presencia y cantidad de sulfatos, su textura y acidez. (FAO, 1973). En suelos muy corrosivos pueden emplearse cementos especiales y métodos constructivos que aseguren su protección, especialmente en el caso de estructuras de hormigón armado, para evitar el deterioro de las capas de recubrimiento del acero. En la Tabla 13 se presentan niveles guía para estimar la corrosión al hormigón (FAO, 1973).

Tabla 12 - Guía para estimar el riesgo a la corrosión para el acero no revestido

Propiedades	Límites		
	Bajo	Moderado	Alto
Clase de drenaje y textura	Excesivamente drenados y texturas gruesas. Bien drenados y texturas gruesas a medias. Moderadamente bien drenados y texturas gruesas Pobremente drenados y texturas gruesas	Bien drenados y texturas Finas Moderadamente bien drenados y texturas medias. Pobremente drenados y texturas moderadamente gruesas. Muy pobremente drenados con superficie freática profunda.	Bien drenados y texturas finas o suelos interestraficados. Moderadamente drenados y texturas moderadamente finas o suelos estratificados. Pobremente drenados y texturas medias a finas o suelos estratificados. Muy pobremente drenados con fluctuaciones de la superficie freática.
Conductividad del extracto saturado (dS/m)	< 0.3	0.3 – 0.8	> 0.8
Acidez Total (meq/100g)	< 8	8 - 12	> 12
Resistividad a capacidad de campo (ohm/cm)	> 5000	2000 - 5000	< 2000

Tabla 13 - Niveles guía para estimar el riesgo a la corrosión del hormigón

Propiedades	Límites		
	Bajo	Moderado	Alto
Textura y reacción	Suelos arenosos y orgánicos con pH > 6,5. Suelos con texturas medias y finas con pH > 6,0.	Suelos arenosos y orgánicos con pH entre 5,5 y 6,5. Suelos de texturas medias y finas con pH entre 5,0 y 6,0.	Suelos arenosos y orgánicos con pH < 5,5. Suelos con texturas medias y finas con pH < 5,0
Sulfatos de Na y Mg (ppm)	< 1.000	1.000 a 7.000	> 7.000
NaCl (ppm)	< 2.000	2.000 a 7.000	> 10.000

DEGRADACIÓN DE SUELOS POR ACTIVIDADES EXTRACTIVAS

Las actividades extractivas constituyen la principal causa de pérdida de suelo en el área de estudio. Es por esta razón que se consideró esencial analizar y cartografiar las consecuencias territoriales y productivas de esta actividad. En el mapa elaborado se diferenciaron: *áreas decapitadas, hornos de ladrillos antiguos y en actividad* y *canteras,* tanto antiguas y abandonadas como en explotación. Se localizaron los hornos de ladrillos en actividad así como los sectores donde existieron hornos y extracción del horizonte humífero y que en la actualidad se encuentran principalmente baldíos o bajo un mínimo uso ganadero extensivo.

La tarea de detección de superficies decapitadas es sumamente difícil ya que se confunde con áreas donde se ha practicado la actividad agropecuaria y luego son abandonadas. Tampoco es significativa la diferencia de patrón fotográfico entre lo que actualmente se encuentra bajo extracción, y aquellas en las que se desarrollaron prácticas similares en el pasado. Por esta razón, la delimitación de estas áreas queda sujeta a un margen posible de error que en el total del partido se considera pequeño.

Se ha podido detectar que zonas antiguamente decapitadas, cercanas a centros poblados, han sido ocupadas y ello sigue ocurriendo, como zonas urbanas y suburbanas. En muy escasa proporción, algunas parcelas han sido recuperadas para actividades agrícolas intensivas, mediante el uso de nuevas técnicas de laboreo, construcción de invernáculos, relleno mediante compost, fertilización artificial, etc.

El Mapa de Degradación del Suelo por Actividades Extractivas (Mapa 8) se realizó teniendo en cuenta anteriores trabajos de fotointerpretación realizados a partir de fotografías históricas de los años 1956, 1966, 1972, 1984, 1992 y 1996. Esto permitió hacer un seguimiento en el tiempo de la afectación territorial producto de este tipo de actividades. Para el presente trabajo, fueron actualizadas por mosaicos digitales de los años 1997, 2000 y 2001 e incluso imágenes satelitales Aster del año 2002 (Gebhard et al, 2003). La información obtenida fue comprobada a través de trabajos de campo realizados a lo largo de los años 2003 y 2004.

La problemática que generan las actividades extractivas

Las regiones periféricas a los grandes centros urbanos son habitualmente afectadas por distintas formas de degradación ambiental. Es en estas zonas que se generan conflictos de uso de la tierra por la competencia entre las actividades urbanas, industriales, recreativas, agrícolas o extractivas, que utilizan al territorio en su función de *soporte de actividades*.

También generan conflictos las actividades que utilizan el territorio en su función de *fuente de recursos*. Un ejemplo de esta utilización es el recurso suelo destinado a la explotación agropecuaria, considerada como un aprovechamiento con posibilidades de sustentabilidad en el tiempo. En contraposición, la actividad extractiva considera al suelo como un recurso minero y se constituye en un claro ejemplo de desarrollo no sustentable y agotador del recurso. Esta práctica, conjuntamente con la urbanización, ocasionan la degradación parcial o total de los suelos. En el partido de La Plata el uso extractivo y el crecimiento urbano se han desarrollado en detrimento del uso hortícola, ya que afectaron suelos de buena aptitud para la agricultura intensiva.

Esta situación tiene su explicación en el hecho de que los productores agropecuarios se ven obligados por necesidad económica, a maximizar los ingresos y en este sentido la extracción de suelo proporciona mayores beneficios y con menores riesgos que las actividades agropecuarias. Se plantea así una disyuntiva entre la *rentabilidad a corto plazo* de las primeras, pero con una drástica disminución o pérdida total de la productividad de los suelos, y la *rentabilidad sostenida* derivada del cuidado del recurso a través de las practicas agropecuarias conservacionistas.

Si bien la agricultura sin suelo es tecnológicamente factible en algunos lugares, en nuestro país se dependerá durante mucho tiempo de ese recurso natural para la producción de alimentos debido a sus costos. La zona hortícola del Área Metropolitana, fuente de trabajo de cientos de familias, tiene a corta distancia el enorme mercado consumidor del Gran Buenos Aires con 12 millones de habitantes, afectados por graves problemas de desempleo. Por lo tanto, debería desalentarse la conversión de suelos de alta calidad productiva, para usos no agrícolas.

Las prácticas extractivas de suelo se realizan a distintas profundidades y para diferentes fines (Fig. 35).

Extracción superficial: Consiste en la remoción de la capa humífera u horizonte A (alrededor de 30 cm de espesor), con altos contenidos de materia orgánica, destinada a la fabricación de ladrillos artesanales y jardinería.

Extracción subsuperficial: Incluye primeramente la remoción de material arcilloso u horizonte B (entre los 0,50 y los 2,00 m aproximadamente) para fabricar ladrillos de máquina o cerámicos; por debajo de los 2 m se extrae material de granulometría media, generalmente con concreciones de carbonato de calcio, conocido comúnmente como "suelo seleccionado" o "tosca", destinado a rellenos o subrasantes de caminos. Esta última extracción genera profundas canteras o cavas que pueden alcanzar 15 a 20 m de profundidad. El límite de extracción está controlado por el nivel freático. Por ello, las extracciones profundas se han ubicado en posiciones elevadas del terreno. Generalmente, para poder continuar a mayor profundidad se bombea el agua freática del interior de la cava, por lo que al abandonar la explotación quedan anegadas.

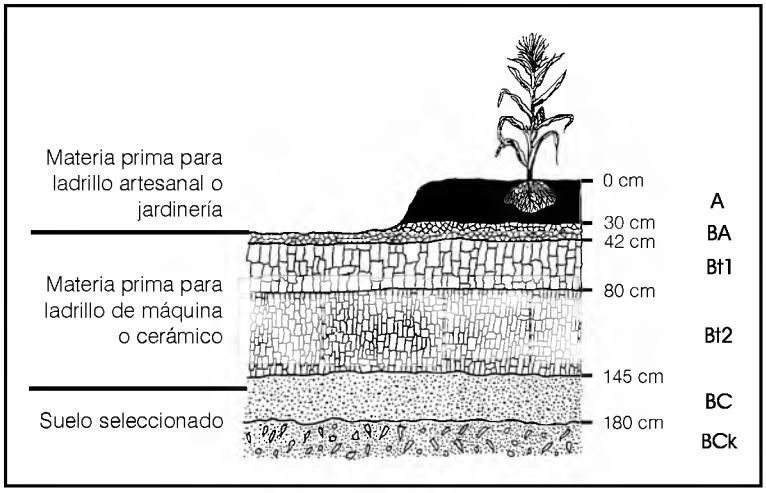


Fig. 35.- Utilización de los distintos horizontes del suelo

En la Tabla 14, que corresponde a la Leyenda del Mapa 8 de Actividades Extractivas (Mapa 8) se establecen las superficies afectadas tanto por canteras como por decapitación. La cantidad de canteras detectadas es de 95.

Tabla 14 - Superficies y porcentajes afectados por actividad extractiva

ACTIVIDAD	SUPERFICIE Km²	% DEL PARTIDO
Cantera	5,00	0,56
Decapitación	96,03	10,75
Total:	101,03	11,31

Extracción superficial del suelo

Conocida también como decapitación de suelos, los primeros antecedentes de esta actividad se remontan a la fundación de la ciudad en 1882, cuando se comienza a extraer la capa humífera u horizonte A del suelo como materia prima para la fabricación de ladrillos. Hacia fines del siglo XIX alrededor de 150 hectáreas ya habían sido afectadas por esta extracción. La localización de más de 130 hornos de ladrillos en el partido, de los cuales sólo existen cuatro en la actualidad, corrobora el hecho de que la industria ladrillera ha cumplido una importante función en la construcción de la nueva capital; sin embargo, con el transcurrir del tiempo ha ido en detrimento de un recurso vital para las actividades agropecuarias del Partido, como es el suelo productivo (Fig. 36).

Para tener una idea del valor de este recurso debe señalarse que **sólo el 11 % de la superficie terrestre del planeta puede ser utilizado sin restricciones con fines agrícolas.** El resto tiene limitaciones por aridez, desequilibrio de nutrientes, escasa profundidad, exceso de humedad y congelamiento permanente. (FAO, 1995). En la provincia de Buenos Aires la situación es mejor, aunque los suelos de mejor aptitud (clases I y II) representan sólo el 30 % de su superficie (INTA, 1989).

El partido de La Plata posee suelos de alta calidad para la actividad agrícola principalmente en las áreas ubicadas en los interfluvios de los arroyos de la vertiente que drenan al Río de la Plata, donde la actividad extractiva se torna grave e injustificable. La calidad productiva de estos suelos está fundamentada en sus características intrínsecas, ya que no presentan problemas graves de drenaje, ni de sodicidad/salinidad, se desarrollan en áreas elevadas donde los niveles freáticos están muy por debajo de la superficie del terreno y difícilmente presentan situaciones de anegabilidad. En contraposición, los suelos

situados hacia el sur del partido, pertenecientes a la cuenca del Río Samborombón, son en gran parte anegables y tienen alto contenido de sodio intercambiable. Se deduce de ello que existen serios obstáculos para la expansión de la horticultura hacia estas áreas si es desplazada por la urbanización y las actividades extractivas.

La extracción del horizonte A implica la pérdida de la parte más valiosa del suelo, pues allí se concentra la mayor cantidad de nutrientes para las plantas y donde éstas encuentran un substrato adecuado para desarrollar sus raíces. Se elimina la mayor parte de la microflora y meso/microfauna, responsable en gran parte de la descomposición de restos orgánicos y reciclado de nutrientes. Quedan en superficie horizontes B, generalmente con elevada cantidad de arcilla, lo que significa una menor infiltración de agua, estructura desfavorable para el contacto suelo-raíz, consistencia muy dura o extremadamente dura en seco, y plasticidad y adhesividad muy altas en mojado, lo cual dificulta las labranzas y por último una menor cantidad de agua útil, lo que significa mayores posibilidad de estrés hídrico para las plantas. Por lo tanto, la decapitación implica una merma muy importante de la productividad de los suelos, y así aquéllos que originariamente poseían la clase I o II de aptitud, correspondiente a suelos sin limitaciones o con escasas limitaciones aptos para todo uso, luego de la extracción del horizonte A pasan a la clase VI o VII considerados como suelos con graves o muy graves limitaciones, sólo aptos para ganadería o forestación con restricciones. Esto fue comprobado en un ensayo de forestación con tres especies de eucaliptos en el partido de La Plata, en un suelo de clase I (Argiudol vértico) no alterado y otro suelo similar decapitado. En este último suelo se observó a los 5 años de la plantación una disminución en el volumen de madera que varió entre 86,5 y 98,5 % según las especies (Giménez et al., 2002).

También se ve afectado el relieve, ya que se generan ambientes plano cóncavos a cóncavos, que sufren frecuentes anegamientos, por las nuevas condiciones topográficas y el haber quedado aflorando las capas arcillosas subyacentes (horizontes Bt). Asimismo disminuye el valor del suelo como componente esencial del ecosistema, ya que sus funciones de sistema filtrante, amortiguador y transformador, son gravemente afectadas al ser eliminados muchos de los microorganismos responsables de tales funciones. Los horizontes Bt aflorantes tienden a agrietarse profundamente cuando se secan, lo que le imprime a esos suelos una alta permeabilidad secundaria, que puede ser causa de la contaminación de acuíferos, si se vierten residuos peligrosos sobre la superficie (Fig. 36).



Fig. 36 - Decapitación, horno de ladrillos y horizonte arcilloso expuesto luego de la extracción del humus.

Conclusiones y Recomendaciones

Existen ejemplos en el mundo respecto a la creciente conciencia sobre lo que significa la pérdida de suelo agrícola por usos extractivos o urbanos. En 1978 el Secretario de Agricultura de los EE.UU. aconsejaba a los organismos de su ministerio no emprender acciones que contribuyan a reducir la superficie de tierra apta para la producción de alimentos y fibras. Estados como California, Nueva York, o Michigan, entre otros, establecieron "distritos agrícolas" a fin de preservar áreas con suelos de alta calidad para los cultivos. En Ontario, Canadá, las Normativas sobre Tierras Agrícolas prohiben el uso residencial en zonas consideradas como de alta prioridad agrícola (Sallee, 1979).

Ante la necesidad de resguardar y proteger los buenos suelos productivos, se reglamentó en 1983 el Código Rural de la Provincia de Buenos Aires (Decreto Ley 2081), que establece un claro enfoque conservacionista. En el Libro I "Del Suelo", Sección Primera "La Propiedad Rural", Capítulo único "Ambito Público y Privado", los capítulos 50 y 51 disponen:

> Artículo 50: *El Poder Ejecutivo podrá prohibir o limitar temporariamente la decapitación del suelo agrícola para fines industriales cuando ello implique riesgo para el mantenimiento de reservas hortícolas vecinas a centros urbanos. Por decapitación debe entenderse la eliminación de la capa superficial del suelo cultivable y que anula sus condiciones naturales para la producción agrícola.*
>
> Artículo 51: *Podrán declararse de utilidad pública y sujetas a expropiación las tierras de propiedad privada erosionadas, agotadas o degradadas..... etc. La disponibilidad de las mismas queda circunscripta única y exclusivamente a la aplicación de planes de recuperación y su explotación deberá efectuarse bajo regímenes conservacionistas. El Poder Ejecutivo concretará la expropiación mediante el régimen legal vigente.*

Por último podemos agregar que de la comparación entre la cartografía de Actividades Extractivas del Partido de La Plata y de Usos del Suelo (Mapas 8 y 10) y la zonificación establecida en la Ordenanza 9231/00 y esquematizada en la Fig. 37, es posible visualizar que la Zona Rural destinada para la Actividad Agrícola Intensiva se encuentra sumamente afectada por la decapitación de suelos, lo que hace imprescindible la implementación urgente de medidas de protección, conservación y, si es posible, recuperación, de los suelos productivos que aún quedan en el partido. Por las razones expuestas, se proponen una serie de recomendaciones que ayuden a mitigar la degradacion que implica la decapitación de suelos:

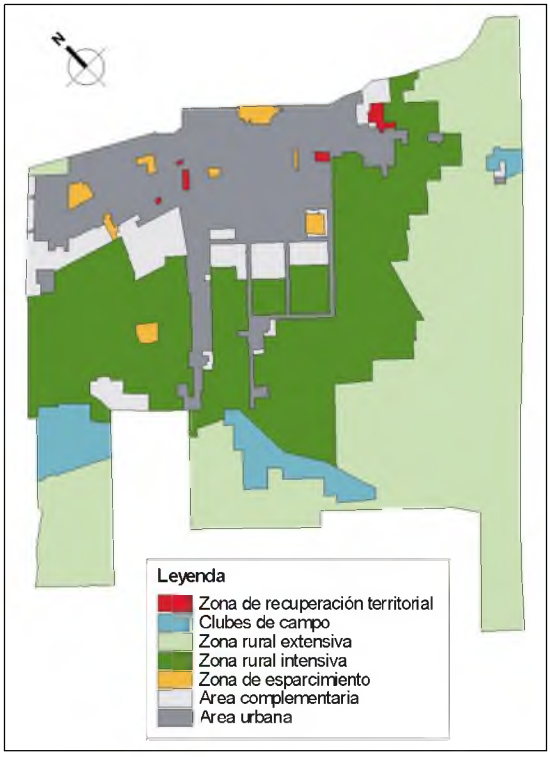


Fig. 37. Simplificación de la zonificación descripta en la Ordenanza 9231/00

- Desalentar el uso de horizontes humíferos como materia prima para la fabricación de ladrillos ya que las áreas decapitadas inducen a proseguir la explotación del suelo en profundidad.
- Hacer cumplir las normativas municipales vigentes respecto al Area Rural de Agricultura Intensiva (RI), donde se prohiben las actividades extractivas. Además, en dichas áreas se debería prohibir toda otra actividad que no sea agrícola.
- Proponer el dictado de ordenanza municipal específica sobre protección de suelos de alta calidad en el partido de La Plata, utilizando como fundamentos la legislación provincial existente antes mencionada.
- Promover las investigaciones que apunten a la búsqueda de materiales alternativos al humus para la fabricación del ladrillo en los organismos científico-técnicos de la Nación y la Provincia.
- Favorecer la recuperación de suelos decapitados, promoviendo investigaciones conducentes a tal fin.
- Promover la recolección diferenciada de residuos y el reciclado de residuos orgánicos. Ello apunta a reducir el volumen de residuos urbanos dirigidos a rellenos sanitarios y obtener compost para jardinería. De tal manera se reduce la demanda de material de suelo para este fin y se obtiene una enmienda efectiva para la recuperación de suelos decapitados.
- Promover campañas de concientización sobre el valor de los suelos en sus diversas funciones.

Extracción profunda de suelos

La extracción profunda de suelo causa un grave deterioro del ambiente ya que implica la pérdida del sustrato tanto para uso agropecuario como urbano.

A partir de la fotointerpretación y la corroboración realizada en el campo, se detectaron **95 canteras** para todo el Partido, las cuales tienen características muy variables entre ellas. Las superficies varían entre 0,1 y 21 hectáreas, mientras que las profundidades van de 1 a 20 metros aproximadamente. En general ocupan sectores elevados del terreno como interfluvios y pendientes. El 71% del total de las canteras afectan a suelos de buena aptitud agrícola.

Las canteras abandonadas suelen convertirse en vaciaderos clandestinos de residuos (Fig. 38). Los lixiviados pueden afectar las aguas subterráneas cuando los acuíferos afloran o están cerca de la superficie. Las paredes de las canteras suelen ser casi verticales, haciéndolas susceptibles a derrumbes con los consiguientes riesgos de accidentes cuando se encuentran cerca de caminos, calles, construcciones u otras instalaciones. Se produce una desvalorización del paisaje, especialmente cuando se convierten en vaciaderos de basura, con la consiguiente pérdida del valor inmobiliario de la zona. Durante las tareas de explotación, la actividad extractiva produce impactos adicionales tales como la contaminación atmosférica por ruidos y polvo, el deterioro de la infraestructura vial y, en algunos casos, fisuras en las paredes de viviendas aledañas al paso de camiones. En muchas oportunidades, las canteras originalmente ubicadas en zonas rurales quedan rodeadas de viviendas, con todos los peligros que esto conlleva, debido al crecimiento caótico de las áreas urbanas (Cabral et al., 1998).

Uno de los impactos más graves lo generan las canteras inundadas situadas cerca de zonas urbanizadas, las cuales se convierten en balnearios improvisados que han cobrado numerosas vidas. En la Tabla 15 se resumen los accidentes relevados a partir de noticias periodísticas:

Tabla 15 - Muertes en canteras producidas en el Gran La Plata desde 1970 (Fuente diario "El Día", La Plata)

Fecha	Nombre	Edad	Cantera	Código
14-dic-81	Ramón José Rondó	22	122 y 522 (Tolosa)	EG1
14-dic-81	Jorge Clemente Maldonado	42	122 y 522 (Tolosa)	EG1
1981	NN	17	120, 122, 522 y 524 (Tolosa)	EG2
11-oct-83	Luis Alejandro García	11	38 e/ 139 y 141 (San Carlos)	Pz1
04-dic-85	Gustavo Díaz	16	18, 20, 603 y 605 (Altos de S. Lorenzo)	Ma2
01-feb-86	Jorge Blanco	18	18, 20, 603 y 605 (Altos de S. Lorenzo)	Ma2
17-ago-92	Roque Cabral	16	17, 22, 630 y 635 (Altos de S. Lorenzo)	Ga16
04-dic-92	Félix Omar Pintos	16	28, 31, 514 y 517 (Hernández Gorina)	EG7
06-dic-92	Aníbal Bianchi	42	18, 20, 603 y 605 (Altos de S. Lorenzo)	Ma2
23-dic-94	Cristian Piñeiro	14	18, 20, 603 y 605 (Altos de S. Lorenzo)	Ma2
06-nov-95	Gustavo Alfredo Medina	24	18, 20, 603 y 605 (Altos de S. Lorenzo)	Ma2
27-feb-00	Ricardo Rivero	10	120, 122, 522 y 524 (Tolosa)	EG2
24-feb-02	NN	9	21bis, 25, 514 y 517 (Hernández Gorina)	EG5
05-ene-03	NN	20	28, 31, 514 y 517 (Hernández Gorina)	EG7
19-mar-04	NN	14	28, 31, 514 y 517 (Hernández Gorina)	EG7
ago-05	NN		21bis, 25, 514 y 517 (Hernández Gorina)	EG5
07-dic-05	NN	9	157 e/ 513 y 514 (Melchor Romero)	EG13
05-feb-06	NN	13	86, 90, 177 y 178 (Los Hornos)	EP10

De las 95 canteras existentes en el partido, la gran mayoría se encuentran con agua en su interior, debido a que su explotación se realizó por debajo del nivel freático, en contra de lo que establece la normativa vigente respecto a la actividad extractiva, que establece que se debe respetar una separación mínima de 3 metros entre el piso de la cava y el nivel freático histórico máximo. Esto queda establecido en la Ordenanza Municipal 9664/03 en su Artículo 21 - c, Modificatoria de las Ordenanzas 9231/00 y 9380 de Ordenamiento Territorial y Usos del Suelo, que comprende los usos destinados a la producción u obtención de materias primas y a la producción de bienes, equipos y servicios industriales, entre los cuales se encuentra el ítem *c) Extractivo*, que se transcribe a continuación:

c) Extractivo: comprende actividades de extracción de suelo y subsuelo consolidado naturalmente, destapes, desmontes, excavaciones y las tareas de movimiento de tierra o suelo en general, tales como relleno, compactación y terraplenamiento.

Requisitos y limitaciones:

-Sólo podrán autorizarse actividades extractivas de suelos previo estudio del agotamiento de las explotaciones existentes, tanto para ampliación de las mismas como para nuevas explotaciones.

-Si del estudio de agotamiento de las explotaciones existentes se desprendiera la demanda de nuevas explotaciones, el Departamento Ejecutivo elaborará un Estudio para la delimitación de zonas para la localización de este tipo de actividad dentro del Área Rural Extensiva y a no menos de 5 km de zonas urbanas, para su posterior aprobación a través del Concejo Deliberante.

-Una vez definida la zona de admisión, las actividades extractivas deberán cumplimentar:

-Evaluación de Impacto Ambiental.

-Superficies: en ningún caso podrá superarse las 5 ha de superficie.

-Profundidad: Máxima 9 metros. En todos los casos, las explotaciones deberán respetar una separación mínima de 3 metros entre el piso de la cava y el nivel freático máximo.

-Distancias mínimas: la distancia de separación mínima entre cavas será de 1.000 metros. En las zonas aledañas a rutas nacionales y provinciales y avenidas de acceso no podrán ser ocupadas por cavas hasta una distancia de 200 metros respecto del límite del dominio público.



Fig. 38 - Cantera abandonada, con afloramiento de nivel freático.

Índice de peligrosidad de canteras

El índice de peligrosidad de canteras - IPC (Cabral et al., 1998) fue definido específicamente para la determinación de valores de riesgo como una importante herramienta de gestión municipal, permitiendo priorizar acciones que den respuesta a los accidentes ocurridos en las canteras al ser utilizadas como balnearios improvisados. Se ha desarrollado para poder evaluar de manera objetiva y a través de cifras, el estado de cada cava, compararlas entre sí y planificar obras de saneamiento, control y recuperación. Califica a cada una de las canteras según su nivel de peligrosidad a través de la combinación de indicadores específicos.

Un indicador representa de manera sintética alguna característica medible o cuantificable que permite evaluar, comparar o diagnosticar situaciones pertenecientes a diversos campos del conocimiento. Un índice es una cifra adimensional que resulta de transformar uno o más indicadores a un valor único. Así es posible combinar y comparar indicadores representados por unidades de medidas muy diversas.

La probabilidad de ocurrencia de los accidentes o problemas sanitarios depende de una serie de variables; algunas de ellas denominadas variables de riesgo, se relacionan principalmente a las características de las nuevas geoformas creadas, como por ejemplo profundidad, superficie, taludes, presencia y profundidad de agua. Otras, denominadas variables de exposición o vulnerabilidad tienen relación con factores humanos, como señalización, cercado, vigilancia, distancia a zonas urbanas, accesibilidad, presencia de contaminantes y estado (activa o inactiva). La combinación de ambos tipos de variables permite estimar los riesgos (probabilidad de accidentes / enfermedad a las personas).

La metodología para la elaboración del índice de peligrosidad de canteras está basada en la hipótesis de que las variables o indicadores se pueden identificar, evaluar individualmente y combinar de tal manera que proporcionen un valor numérico que refleje la probabilidad de accidentes o enfermedades producidos como consecuencia de la presencia de las mismas.

Tareas realizadas y métodos empleados

A cada una de las canteras se les asignó un código de identificación, el cual está compuesto por letras, que hacen referencia a la cuenca hidrográfica donde se encuentran ubicadas, y números asignados de manera sucesiva (Mapa 9).

El trabajo de campo consistió en el relevamiento de indicadores de peligrosidad (vías de acceso, estado general, vigilancia, señalización, cercado y perímetro protegido, existencia de agua y su profundidad máxima, presencia de basura, talud de las paredes, profundidad de la cava, cercanía a caminos, zonas urbanizadas, otros). Los datos fueron volcando en las fichas técnicas para cada cantera, con fotografías, donde constan además datos relacionados con la situación actual de las mismas (localización, características físicas y catastrales de la región afectada, propietario, etc.).

Con toda la información obtenida se creó una base de datos que posteriormente fue insertada en un Sistema de Información Geográfica que permitió la determinación de indicadores medidos en gabinete como el cálculo de superficies y medición de distancias a áreas urbanizadas.

Posteriormente se ajustaron los intervalos de variación de cada indicador, tanto de los establecidos en el campo como en gabinete. Se le asignó un peso a cada uno con el objeto de ponderar cada valor según su importancia y se procedió a la valoración de los mismos (Tabla 16)

Tabla 16 - Indicadores utilizados para el cálculo del índice de peligrosidad de canteras.

INDICADOR	UNIDAD	INTERVALO		PESO
		1	0	P
Profundidad máxima de agua	m	0	>1	0,250
Cerco perimetral		completo olímpico	ausente	0,200
Vigilancia		permanente	ausente	0,150
Profundidad máxima de cantera	m	<1	>10	0,100
Talud de las paredes	grados	<45	>80	0,050
Accesibilidad		aislada	contigua a calle de alto tránsito	0,048
Estado		activa	abandonada	0,045
Distancia a zonas urbanas	km	>1	<0,1	0,043
Superficie	ha	<1	>10	0,040
Superficie con residuos	%	0	>50	0,037
Señalización		adecuada	ausente	0,037

Por último se procedió al cálculo del Índice de Peligrosidad para cada cantera de la zona de estudio. Estos fueron diferenciados según su Clase de Peligrosidad y se graficaron en un mapa, de acuerdo al "código del semáforo", para su mejor visualización (Mapa Nº 9 - Clases de Peligrosidad con códigos de cantera).

Muy alta (rojo)	0 a 0,200
Alta (anaranjado)	0,200 a 0,400
Media (amarillo)	0,400 a 0,600
Baja (verde claro)	0,600 a 0,800
Muy baja (verde oscuro)	0,800 a 1

A continuación se describen los indicadores utilizados:

▪ *Profundidad máxima de agua*: Indicador de tipo cuantitativo. Se consideró que una cantera con agua de por lo menos 1 metro de profundidad puede convertirse en balneario y ser potencialmente peligrosa para que una persona se ahogue. A partir de esta profundidad se estaría frente a la peor situación de peligro de accidentes, por lo que además se le asignó el mayor peso o mayor importancia.

▪ *Cerco perimetral:* Indicador de tipo cualitativo. Según ordenanzas relacionadas al tema, las canteras deberían estar totalmente rodeadas por un cerco de tipo "olímpico" para evitar el ingreso de personas al predio donde se ubican. La presencia de esta protección evitaría los accidentes. La mayoría de las canteras no cumplen con esta regla y tienen alambrado común, bajo, en mal estado o incompleto que no logran impedir el ingreso de personas a la cantera.

▪ *Vigilancia*: Indicador de tipo cualitativo. Este indicador se refiere a la presencia de personas que controlen la entrada a la cantera. Si ésta se encuentra dentro de un predio donde viven sus propietarios, se considera que la vigilancia es permanente, al igual que las canteras que tiene cuidador las 24 horas. Si sólo se controla

durante el horario de trabajo, la vigilancia se considera parcial. La mayoría de las canteras abandonadas no presentan ningún tipo de vigilancia, mientras que las que se encuentran en producción cuentan con mayor control.

▪ *Profundidad máxima de la cantera:* Indicador de tipo cuantitativo. Cuanto más profunda es una cantera, mayor peligro existe de que se produzcan derrumbes. Además, generalmente las canteras de gran profundidad sobrepasan el nivel superior de fluctuación del nivel freático, por lo que presentan espejos de agua que las tornan peligrosas.

▪ *Talud de las paredes*: Indicador de tipo cuantitativo. Se refiere al ángulo de inclinación de las paredes de la cantera. En general las paredes de las canteras suelen ser casi verticales, lo cual las torna susceptibles a derrumbes con los consiguientes riesgos de accidentes cuando se encuentran cerca de caminos, calles, construcciones u otras instalaciones. Se considera que si este ángulo es suave, menor a los 45°, el riesgo de accidentes es mínimo. A medida que el ángulo aumenta, el peligro se incrementa, siendo máximo cuando el talud es vertical o casi vertical (ángulo mayor a 80°).

▪ *Accesibilidad:* Indicador de tipo cualitativo. En este punto se considera la facilidad con que se puede acceder al predio que contiene a la cantera. Se tienen en cuenta el tipo de caminos que conducen a la misma o si se encuentra dentro de una propiedad privada o carece de vías de acceso, casos en los cuales se estaría frente a la situación de menor riesgo.

▪ *Estado de la cantera:* Indicador de tipo cualitativo. Se refiere a su condición actual, pudiendo ser en explotación o abandonada, sin situaciones intermedias. Se entiende que si la cantera está siendo explotada, hay personas trabajando o cuidadores en el predio, por lo que disminuye la posibilidad de ingreso. Por otro lado, la necesidad de continuar la explotación a una mayor profundidad, para hacer más rentable el emprendimiento, requiere la implementación de sistemas de bombeo que depriman artificialmente el nivel freático. Esto suele significar otra de las ventajas de una cantera en explotación.

▪ *Distancia a zonas urbanas:* Indicador de tipo cuantitativo. Cuando las canteras se encuentran cercanas o dentro de zonas urbanas es muy frecuente que las personas accedan a las mismas con objeto de utilizarlas como balneario o recreación. También es común que se viertan en las mismas residuos domiciliarios. Cuanto más lejos se encuentre la cantera de la urbanización, menos expuesta estarán las personas al peligro de accidentes.

▪ *Superficie:* Indicador de tipo cuantitativo. Como en la realidad las canteras no se encuentran totalmente aisladas del medio, se entiende que a mayor perímetro, quedan más expuestas al contacto con el entorno.

▪ *Superficie cubierta por residuos:* Indicador de tipo cuantitativo. En general las canteras abandonadas se transforman frecuentemente en vaciaderos clandestinos de residuos cuyos lixiviados pueden afectar las aguas subterráneas al encontrarse los niveles de los acuíferos aflorando o cerca de la superficie, y es en esta situación cuando el suelo deja de cumplir una de sus funciones fundamentales, como es la de filtro. El consumo de agua freática así afectada es común en barrios carentes de red de agua corriente o de pozos de explotación del acuífero profundo (Puelche). Otro inconveniente que causan estos vertidos son las emanaciones provocadas directamente por los residuos o su incineración, afectando áreas urbanas circundantes. Se consideró que a mayor superficie cubierta por residuos, mayor es el riesgo de contraer enfermedades causadas por las aguas contaminadas o vectores de enfermedades provenientes de las canteras.

▪ *Señalización:* Indicador de tipo cualitativo. Este punto también ha sido tomado en cuenta en las ordenanzas que rigen la actividad extractiva. Por ejemplo en la ordenanza municipal 7362/89 se exige la presencia de carteles que adviertan la proximidad a la excavación en los lugares de posible acceso.

Para el cálculo del índice se combinan e integran los indicadores mediante su transformación en valores adimensionales. Esto es válido tanto para los indicadores cuantitativos como para los cualitativos. Para ello se normalizan, utilizando una escala que varía entre 0 y 1, independientemente de las medidas utilizadas para cada indicador. El valor 0 representa la peor situación, es decir máxima peligrosidad y 1 la mejor situación o mínima peligrosidad. Se establecen intervalos de variación de cada medida.

La magnitud determinada (MD) o medida del indicador debe ser transformada a valores normalizados variables entre 0 y 1. Para esto se procede de diferente manera de acuerdo a si el indicador es de tipo cuantitativo o cualitativo (Crincoli, 2004).

- Para los indicadores de tipo **cuantitativo** (Profundidad máxima del agua, Profundidad máxima de la cantera, Distancia a zona urbanas, Superficie de la cantera, Superficie cubierta por residuos, Talud de las paredes) para lograr esa transformación de deben tener en cuenta dos situaciones:

1. Cuando la máxima magnitud del intervalo seleccionado (Mmáx) es la mejor situación (valor 1). Si el valor no es ni 0 ni 1, se calcula con la fórmula: $V = \frac{MD - Mmín}{Mmáx - Mmín}$
2. Cuando la máxima magnitud del intervalo seleccionado (Mmáx) es la peor situación (valor 0). Se calcula con la fórmula: $V = 1 - \frac{MD - Mmín}{Mmáx - Mmín}$

- Para los indicadores de tipo **cualitativo** (Cerco perimetral, Vigilancia, Accesibilidad, Estado, Señalización) la asignación de valores comprendidos entre 0 y 1 se hizo en base a las siguientes valoraciones:

Cerco perimetral

Ausente = 0

Presente
- completo, buen estado
  - olímpico = 1
  - bajo = 0,4 - 0,
- incompleto, mal estado
  - olímpico = 0 - 0,3
  - bajo = 0 - 0,2

Vigilancia

Permanente = 1
En horario de trabajo solamente (para canteras en actividad) = 0,5
Ausente = 0

Accesibilidad

Aislada (dentro de propiedad privada o sin camino de acceso) = 1
Caminos internos de difícil acceso = 0,75
Caminos internos de fácil acceso = 0,5
Calles de tierra de bajo tránsito = 0,25
Calles asfaltadas y rutas de medio a alto tránsito = 0

Estado

En Actividad = 1
Abandonada = 0

Señalización

Adecuada (carteles de peligro, prohibido pasar, visibles desde vías de acceso) = 1
Inadecuada (carteles en mal estado o poco a nada visibles) = 0,5
Ausente = 0

Resultados

La metodología descripta permitió determinar el índice de peligrosidad de todas las cavas ubicadas dentro del partido de La Plata y su clasificación en base al grado de peligrosidad. (Tabla 17),

Los índices de peligrosidad calculados se encuentran dentro de un intervalo que varía entre 0,973, correspondiente a la cantera menos peligrosa (EG1) y 0,033, para la más peligrosa (EG7). En el Mapa 9 se representa a las canteras según su clase de peligrosidad utilizando el código del semáforo para su mejor visualización.

Según los resultados obtenidos vemos que casi la mitad de las canteras analizadas poseen una peligrosidad alta a muy alta. Sólo ocho caen dentro de la clase de baja peligrosidad y cuatro poseen clase muy baja. El resto se ubica dentro de la clase de peligrosidad media. De las 95 canteras existentes cuatro no pudieron ser evaluadas, tres de ellas se encuentran dentro de predios militares (Batallón de Comunicaciones de City Bell y Regimiento 7 de Infantería de Arana) y otra, a la cual no se pudo acceder.

Las canteras de mayor peligrosidad corresponden a cavas sin actividad, abandonadas, lo cual implica ausencia de vigilancia, inapropiada protección, deficiente señalización y presencia de agua. Estas características son comunes para casi todas las canteras donde se interrumpe la explotación y no se toman recaudos necesarios para evitar accidentes, como por ejemplo suavización de taludes, control de la capa freática con bombeo, la colocación de un cercado olímpico completo, etc.

En el caso contrario, en las canteras que están en actividad, la vigilancia generalmente es permanente, hay señalización adecuada, y lo que es más importante, no hay agua, a consecuencia del bombeo que se realiza para poder proseguir con la explotación a mayores profundidades. Como ejemplo se puede mencionar a las canteras Ga7, Ga10, Go3, Ca10, Ga5 y Ga20 todas en actividad y con peligrosidad media a baja.

Tabla 17 - Índices y clases de peligrosidad de las canteras del partido de La Plata

Código	IPC	Clase de Peligrosidad
EG7	0,033	Muy Alta
EG5	0,064	
SN1	0,064	
Ga3	0,070	
EG13	0,071	
EG6	0,093	
Ca2	0,146	
Ga16	0,153	
Ga4	0,155	
Ga11	0,161	
Ga6	0,171	
Ca1	0,171	
Ab8	0,176	
Ma1	0,182	
EG2	0,184	
EP10	0,214	Alta
SJ1	0,220	
Ma2	0,221	
Go2	0,237	
Ga12	0,238	
Ga2	0,244	
Ga9	0,273	
Ab5	0,276	
DC1	0,285	
Ab6	0,291	
Ro5	0,295	
Ga13	0,298	
Ga15	0,304	
EG11	0,327	
Ga19	0,336	
Ab17	0,340	
Ab22	0,340	
Ab2	0,343	
EP8	0,345	
EP12	0,348	
Pz1	0,355	
EG12	0,374	
EP3	0,381	
SJ2	0,385	
Go4	0,388	
Ab3	0,388	
Ab18	0,393	
Ga8	0,400	Media
Go3	0,400	
Ab9	0,404	
Ab10	0,404	
Ab21	0,409	
EG3	0,422	
EP6	0,422	
Ga1	0,428	
Ca5	0,432	
EP9	0,433	
Ca7	0,445	
EG8	0,449	
Ab20	0,451	
Ga10	0,453	
EG10	0,453	
Go1	0,457	
Ga14	0,464	
Ga17	0,466	
Ab11	0,473	
Ma3	0,484	
Ga7	0,488	
Ca6	0,492	
Ab19	0,495	
Ab4	0,495	
Ab13	0,499	
Ca8	0,500	
EP1	0,503	
Ro3	0,506	
EP4	0,508	
SC1	0,522	
Ca4	0,529	
EP11	0,545	
Ro4	0,547	
EG4	0,574	
EP5	0,580	
EP13	0,587	
Rg2	0,591	
Rg1	0,605	Baja
EG9	0,612	
Ca10	0,618	
Ga5	0,625	
Ab1	0,649	
Ab15	0,657	
Ga20	0,718	
Ma4	0,729	
EP7	0,834	Muy Baja
Pz2	0,866	
Ab16	0,923	
EG1	0,973	

Las canteras Ga3A y Ga3B corresponden al mismo predio por lo que se las reúne como Ga3 en el mapa de Clases de Peligrosidad (Mapa Nº 9). Sin embargo debido a la variabilidad de sus características se las ha separado a los fines de calcular el índice. La diferencia fundamental entre las dos es la presencia de agua y de residuos en sólo una de ellas. Estas diferencias se ven reflejadas en los resultados ya que Ga3A es de muy alta peligrosidad (0,070) mientras que a Ga3B le corresponde una peligrosidad menor.

Un ejemplo interesante de mencionar es el de la cava Ga2, que de acuerdo a distintas observaciones separadas en el tiempo, puede corresponder a dos clases de peligrosidad distintas. Una de ellas correspondiente a la cantera sin agua, por lo cual el índice es 0,494 (clase de peligrosidad media). Otra, en la que presenta agua suficiente como para estar frente a la peor situación de riesgo de accidentes,

con un índice de 0,244 (clase alta). De acuerdo a lo mencionado anteriormente, es posible que esta variación responda al bombeo generado en una cantera cercana.

De esta manera queda reflejada la sensibilidad del índice frente a los cambios de valor de los indicadores. Esto puede ser muy útil a la hora de planificar la recuperación de cavas una vez terminada la explotación.

Recuperación de canteras

La recuperación es un proceso que debería iniciarse antes de la explotación y terminar mucho después de haber concluido, con el objeto de reducir el impacto ambiental y obtener un beneficio para la comunidad. Cualquier propuesta de recuperación de canteras deberá incluir un Plan de Trabajos que contemple las sucesivas etapas de diagnóstico, evaluación, planificación, obras y monitoreo, además de controles estrictos de su cumplimiento por parte de los organismos estatales responsables.

Recuperación significa alcanzar condiciones estables de acuerdo con los valores ambientales, estéticos y sociales de la región. El sitio degradado deberá tener condiciones mínimas para establecer un nuevo equilibrio dinámico (IBAMA, 1990). En muchos países existen normativas específicas al respecto. La Constitución de Brasil de 1988 establece: "quien explota recursos minerales queda obligado a recuperar el ambiente degradado, de acuerdo con una solución técnica exigida por el órgano público competente, en forma de ley". La Ley de Bases del Ambiente de Portugal (No. 11/1987) exige en su artículo 14 la "recuperación obligatoria del paisaje cuando la explotación del subsuelo origine una alteración de la topografía preexistente y de los sistemas naturales, a fin de producir una integración armoniosa del área afectada con el paisaje circundante". En España se legisló en 1982 acerca de la Restauración del Espacio Natural Afectado por Actividades Mineras (Instituto Tecnológico Geominero de España, 1996).

Se pueden contemplar diferentes alternativas para la recuperación de las canteras, para lo cual se deben tener en cuenta: a) características de la cava (posición topográfica, superficie y profundidad, nivel de agua freática, topografía del piso, presencia de residuos, distancia a zonas urbanas o rutas, etc.); b) entorno social, ecológico y paisajístico y c) condicionantes técnicos, económicos y legales.

Así, de acuerdo con las características de la cantera, existen varias alternativas para la recuperación: a) Uso deportivo-recreativo-cultural: parques, campos de deportes, áreas para espectáculos o exposiciones, pesca, reserva faunística, etc. b) Uso productivo agrario: horticultura, granja, forestación, viveros, acuicultura (en caso de cavas anegadas), etc. c) Uso industrial no contaminante. d) Uso urbano restringido incluyendo viviendas, cocheras, establecimientos comerciales, depósitos, servicios, etc. Estos últimos usos sólo serían aconsejables en el caso de canteras de escasa profundidad. e) Relleno con escombros. Este sistema es posible utilizarlo evitando la posibilidad de la mezcla de basura con el material inerte, triturando el material para evitar futuros asentamientos del suelo y realizando permanentes ensayos de compactación f) Relleno sanitario controlado con producción de compost orgánico; sólo se podrían utilizar estas alternativas en canteras con el nivel freático profundo y alejadas de áreas urbanas, debiéndose utilizar las prácticas establecidas según las más modernas normas tecnológicas para este tipo de instalaciones y cumplir estrictamente todas las medidas de seguridad exigidas.

En algunos países en que se realiza actividad minera, los horizontes humíferos se extraen y almacenan para reponerlos después de finalizada la extracción. Esta práctica no se puede realizar en nuestro caso ya que dichos horizontes han sido comercializados para la fabricación de ladrillos. Por lo tanto, la implantación de vegetación se hace más difícil ya que el sustrato aflorante es pobre en nutrientes y cualquier fertilización debe efectuarse cuidadosamente por riesgo de contaminación de acuíferos.

La metodología del IPC podría aplicarse para evaluar cómo variará la peligrosidad de una cantera luego de modificarle algunas de sus características como parte de un plan de recuperación. Algunas tareas que se pueden realizar son la suavización de taludes, el emparejamiento de la superficie que podría disminuir la profundidad máxima de la cantera, la disminución del nivel de agua, etc. Otra variante sería la ocupación de la cantera por alguna actividad que implique vigilancia permanente como las prácticas deportivas o recreativas. Incorporando al IPC los cambios esperados de los indicadores correspondientes, se puede evaluar si realmente disminuye la peligrosidad de la cava.

Conclusiones y Recomendaciones

Del trabajo realizado, es posible concluir que a pesar de las propuestas y prohibiciones establecidas en la legislación vigente en nuestra provincia, se continua con la apertura de cavas en áreas no permitidas, reduciendo la superficie de suelos agrícolas a partir de estas prácticas, por lo que se requiere una ampliación de los alcances de las leyes sobre extracción de suelo y un cumplimiento estricto de las leyes nacionales, provinciales y municipales elaboradas para el tratamiento de esta problemática.

De ser necesario, deberán actualizarse, y en el caso de que no existan instrumentos legales que regulen esta actividad, deberán implementarse. Las normativas deberán considerar la previsión de zonas permitidas o no para la apertura de nuevas cavas de acuerdo con estudios de diagnóstico detallado de las situaciones en las que se encuentran en la actualidad las canteras.

La Ordenanza 9231 y sus modificaciones se ocupan de esta temática en el Art. 106, Actividad Productiva, Uso Extractivo, donde en Requisitos y Limitaciones expresa taxativamente que: "Sólo podrán autorizarse actividades extractivas de suelos previo estudio del agotamiento de las explotaciones existentes, tanto para ampliación de las mismas como para nuevas explotaciones."

Para diagnosticar el agotamiento de una cantera deberá tenerse en cuenta la profundidad de explotación en relación con la variación de los niveles freáticos a través de registros históricos. Las explotaciones deberán respetar una separación mínima de 3 metros entre el piso de la cava y el nivel freático registrado más cercano a la superficie. Esta condición debería ser considerada una limitante y un argumento de agotamiento. Por otro lado, otro de los argumentos para el diagnóstico del agotamiento de una explotación minera, responde a la falta de previsión de espacios destinados a los movimientos de suelo, dentro de las parcelas explotadas, necesarios para la recuperación paisajística, disminución del ángulo de taludes y atenuación de peligros. Como la práctica habitual ha sido explotar las cavas hasta el mismo borde de las parcelas es imprescindible interrumpir la explotación de las que se encuentran en actividad y prever este tipo de correcciones.

Respecto al Índice de Peligrosidad de Canteras (Cabral et al, 1998) los resultados obtenidos permiten concluir que la metodología es útil para la determinación de prioridades de intervención y puede transformarse en una buena herramienta de gestión a la hora de buscar soluciones a este problema ambiental.

Por último, en relación con el estado técnico-legal de las canteras detectadas, es necesario remarcar que sólo algunas de ellas cumplen con la zonificación establecida. Por otro lado, ninguna cumple con las condiciones de explotación mencionadas anteriormente. En relación a las exigencias reglamentadas por la Dirección de Minería de la Provincia (Registro de Productor Minero, Informe de Impacto Ambiental o Declaración de Impacto Ambiental), la mayor parte de las que actualmente se encuentran en actividad, no ha completado los trámites necesarios o tiene los permisos vencidos.

Las recomendaciones concretas que se proponen son:

- Exigir el control y cumplimiento de leyes nacionales, provinciales y ordenanzas municipales que regulan estas actividades. (Para este caso son también válidas algunas de las recomendaciones expuestas para la Extracción superficial de suelos)
- Realizar un pormenorizado estudio de la situación actual de todas las canteras de la región.
- Poner en práctica los recaudos necesarios para evitar accidentes (cercos perimetrales, señalización, taludes adecuados, etc.).
- Se deberán establecer normas para recuperar las canteras una vez terminada la explotación, de manera de incorporarlas a otros usos útiles con los menores costos posibles. En este caso serían necesarios trabajos interdisciplinarios e interinstitucionales para determinar los usos más adecuados y un bajo impacto ambiental.
- Incentivar proyectos de recuperación de cavas a cargo de los particulares involucrados.
- Expropiación gratuita de áreas degradadas por canteras cuya recuperación no sea realizada por los particulares.
- Utilizar los resultados obtenidos de aplicar el Indice de Peligrosidad de Canteras, con el objeto de planificar estrategias y prioridades de intervención para afrontar esta grave problemática ambiental que ha cobrado un número importante de vidas.
- Desarrollar tareas de concientización y prevención de riesgos de esta problemática por parte del Estado.
- Prohibir el desarrollo residencial e industrial en áreas bajas sujetas a anegamiento e inundación ya que demandan grandes volúmenes de suelo seleccionado para su rellenado, además de producir alteraciones graves en la dinámica hídrica.

USO ACTUAL DE LA TIERRA

En el partido de La Plata se desarrollan una gran diversidad de actividades (Mapa 10). En algunos casos, se plantean entre ellas serios conflictos y competencia de usos. En un capítulo posterior se analizarán algunos de dichos antagonismos, efectuándose las recomendaciones del destino más conveniente, teniendo en cuenta la optimización del recurso natural suelo para la actividad productiva y las características del territorio en sus diversas funciones de soporte de actividades, fuente de recursos y sumidero de residuos.

El análisis de fotografías aéreas de distintas épocas permite detectar un avance de determinadas actividades sobre otras, tal es el caso del área urbana que ejerce una muy fuerte presión sobre el sector que tradicionalmente era de uso agrícola intensivo (horticultura, floricultura). Éste a su vez, al verse desplazado, comienza a ocupar áreas tradicionalmente utilizadas para uso agropecuario (agricultura extensiva, ganadería de cría, tambo, haras, etc.).

La actividad extractiva está considerada una actividad minera del suelo, ya sea de horizontes humíferos superficiales o profundos, donde el destino del material depende de la profundidad de la extracción. Esta actividad entra en conflicto con el uso agrícola intensivo o agropecuario y con las zonas residenciales, en la medida que la urbanización avanza hacia la periferia, generalmente sobre suelos previamente decapitados, a la vez que incorpora en su trama a las antiguas canteras abandonadas (Hurtado, 1987).

En el marco de esta dinámica, se han detectado los usos que se describen a continuación:

- Uso Urbano: incluye actividades comerciales, residenciales de alta y baja densidad ocupacional, clubes de campo, barrios cerrados, institutos educativos, hospitales, parques industriales e industrias.

- Baldíos Urbanos: comprende las parcelas aún no urbanizadas dentro de las áreas autorizadas para ese uso por la Ordenanza 9231/00 como zonas residenciales urbanas y rurales, industriales, complementarias o corredores de uso mixto. Generalmente estas áreas han sido ya amanzanadas. En las áreas delimitadas como de reserva urbana se consideraron baldíos sólo los terrenos decapitados, no así los afectados actualmente a actividades agropecuarias intensivas o extensivas, debido a que todavía conservan la excelente aptitud productiva de sus suelos.

- Uso Recreativo: incluye parques y plazas, Parque Ecológico Municipal, clubes, *countries*, campos de deportes (Estadio Unico, canchas de futbol, rugby, polo, etc.), Hipódromo, Autódromos, Club de Planeadores, Escuela de Vuelo en Ultralivianos, etc.

- Uso Extractivo: Se delimitan las parcelas donde se encuentran cavas y canteras tanto abandonadas como en explotación. Incluye también la localización de hornos de ladrillos y fábricas de ladrillos cerámicos que presentan actividad en la actualidad. Este uso se trata detalladamente en la sección Degradación de Suelos por Actividades Extractivas.

- Uso Agrícola Intensivo: se incluyen la horticultura, floricultura y fruticultura, al igual que avicultura, apicultura y granja de pequeños animales. La mayor superficie es ocupada por la horticultura, especialmente los cultivos de tomate, apio y alcaucil, de los cuales el partido de La Plata constituye uno de los grandes centros productores del país. Este uso constituye una de las más importantes fuentes de mano de obra de la región. Pueden realizarse a cielo abierto o bajo cubierta y generan en forma continuada alimentos que son consumidos principalmente en el Gran La Plata y Gran Buenos Aires, destinándose últimamente un gran volumen a la exportación.

- Uso Experimental Agrícola: incluye las terrenos de la Estación Experimental Gorina del Ministerio de Asuntos Agrarios y Producción de la Provincia de Buenos Aires, la Estación Experimental Ing. Hirschhorn localizada en Los Hornos y perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (UNLP) y los terrenos aledaños a esta Facultad en la zona del Bosque.

- Uso Forestal: en el partido de La Plata esta actividad es reducida ya que ha sido poco incentivada y promocionada. Este uso podría ser una alternativa en suelos con limitaciones por sodicidad o exceso de agua, donde el uso agrícola es problemático, particularmente en la vertiente del río Samborombón. Una correcta selección de especies y un manejo adecuado de las plantaciones son esenciales en estos casos. Las actividades ganaderas y forestales (sistemas silvo-pastoriles) pueden combinarse, como se ha observado en algún caso en la zona.

- Engorde a Corral (*feed-lot*): Se trata de un sistema intensivo de producción de carne bovina con animales en confinamiento, con dietas de alta concentración energética y alta digestibilidad. Se detectó

sólo en una parcela cercana a Ruta 36 y camino de acceso a la localidad de Oliden, a pesar de lo cual se lo ha diferenciado debido a los impactos que pueden causar en el ambiente: a) generación de grandes cantidades de excretas con importantes aportes de nitrógeno, fósforo y, a veces, patógenos, con posible contaminación del suelo y las aguas superficiales y subterráneas; b) eutrofización de ecosistemas acuáticos; c) contaminación del aire por el gas amoníaco, de olor desagradable; d) proliferación de moscas por las grandes cantidades de estiércol y e) compactación del suelo por pisoteo.

- **Uso Agropecuario Extensivo:** queda reservado a los cultivos extensivos (soja, trigo, maíz, girasol, lino, etc.) e incluye pasturas artificiales para ganadería, tambo, haras, cabañas, etc. También incluye el uso ganadero extensivo y los terrenos incultos que pueden corresponder principalmente a terrenos antiguamente decapitados con mínima recuperación, o bien suelos degradados, químicamente agotados y con serios problemas de alteración física, por intenso uso hortícola, florícola o frutícola. Para estos suelos la receptividad ganadera es muy baja. También se destinan a este uso los sectores relacionados a la Planicie Costera, las planicies de inundación de los arroyos, y gran parte de la región Este y Sur del partido, correspondiente a las cuencas del arroyo El Pescado y los de la vertiente del río Samborombón.

- **Enterramiento de Basura:** si bien este uso no abarca grandes superficies en el Partido, se pueden citar dos sitios donde antiguas cavas fueron rellenadas, constituyendo parcelas de topografía positiva, sin ningún tipo de uso actual.

En la Tabla 18, leyenda del Mapa de Uso de la Tierra, (Mapa 10) se indican las superficies afectadas por cada actividad y el porcentaje que representan respecto a la superficie total del partido:

Tabla 18 - Superficie y porcentajes de los usos actuales de la tierra en el partido de La Plata

USO	SUPERFICIE Km²	% DEL PARTIDO
Agrícola intensivo	111,15	12,44
Baldío	72,88	8,16
Extractivo	9,27	1,04
Agropecuario extensivo	529,14	59,22
Forestal	8,43	0,94
Enterramiento de basura	0,20	0,02
Urbano	123,72	13,85
Recreativo	23,19	2,60
Servicio	14,08	1,58
Engorde a corral	0,40	0,04
Agrícola experimental	1,07	0,12
Total:	893,53	100,00



Figura 39 – Algunos de los usos de mayor relevancia presentes en el partido: urbano, hortícola, pecuario y extractivo

RIESGOS

Los profesionales y técnicos dedicados a la planificación y la gestión territorial necesitan contar con información y medios tecnológicos que les permita prever riesgos, paliarlos o evitarlos. Por las pérdidas en vidas y bienes que producen los riesgos en el mundo, existe toda una especialidad dentro de las ciencias ambientales que los estudian en su identificación, génesis, prevención, mitigación, mapeo y evaluación. Es así que la consideración de los riesgos es, o debería ser, un aspecto esencial dentro de los esquemas de ordenación y protección del entorno ambiental (Cendrero Uceda, 1987). En este capítulo, se ha realizado una caracterización de los riesgos que afectan al partido de La Plata, señalando sus causas y las formas de prevenirlos o atenuar sus consecuencias.

Existe gran diversidad en las acepciones de los términos relacionados con la caracterización de riesgos. Con el fin de facilitar la comprensión del presente informe, se ha incluido una recopilación de los términos más corrientes utilizados al respecto.

Dos términos que se utilizan frecuentemente de manera indistinta son *riesgo* y *peligro*. El Diccionario de la Real Academia Española (2001) define *riesgo* como la "contingencia o proximidad de un daño" o "cada una de las contingencias que pueden ser objeto de un contrato de seguro". Define a *peligro* como el "riesgo o contingencia inmediata de que suceda algún mal". Se deduce de estas definiciones que para el lenguaje corriente ambas palabras son prácticamente sinónimos.

Desde un punto de vista técnico, se han diferenciado ambos términos. Así, se ha definido a *peligro* (en inglés *hazard*) como la amenaza potencial a personas y/o bienes. Por su parte, *riesgo* (en inglés *risk*) es la posibilidad que eventos peligrosos produzcan consecuencias indeseables. Riesgo implica una pérdida potencial evaluada (Ogura y Soares Macedo, 2000).

El *riesgo* ha sido definido por Rowe (1977) como el "producto de la probabilidad de ocurrencia de un peligro, por el valor del daño". Por lo tanto el riesgo puede medirse en unidades monetarias. Una definición similar es proporcionada por la Oficina Nacional de Emergencia de Chile que entiende por riesgo "todas aquellas condiciones y acciones, factores y elementos agresivos en el ambiente que poseen la capacidad de provocar daño material y al ser humano, traduciéndose siempre en pérdidas económicas". El U.S.Geological Survey (1977) ha usado la Ecuación del Riesgo para analizar riesgos de fallas de presas:

$$R = Pc \times C(v)$$

donde: R: riesgo

Pc: probabilidad de ocurrencia de un peligro

C(v): valor del daño

De acuerdo con estas definiciones, si la ocurrencia de un peligro no causa daños valorables no existiría riesgo. Esto puede ser el caso de una erupción volcánica en áreas deshabitadas. Para este último caso, algunos autores utilizan el término peligrosidad.

También se define a riesgo como el resultado de calcular la potencial acción de una amenaza (A), con las condiciones de vulnerabilidad (V) de una comunidad o sistema. En conclusión: Riesgo = A x V.

Esta definición exige definir a los términos amenaza y vulnerabilidad. Amenaza es un factor externo a una comunidad expuesta (o a un sistema expuesto), representado por la potencial ocurrencia de un fenómeno (o accidente) desencadenante, el cual puede producir un desastre al manifestarse. Esta definición podría ser equivalente a la de peligro o peligrosidad.

Vulnerabilidad es el factor interno de una comunidad expuesta (o de un sistema expuesto) a una amenaza, resultado de sus condiciones intrínsecas para ser afectada e incapacidad para soportar el evento o recuperarse de sus efectos. Por ejemplo, ante un mismo terremoto (amenaza), las construcciones antisísmicas serán menos vulnerables que aquellas que no se edificaron con esas técnicas. También se puede resumir lo dicho de la siguiente manera: si la amenaza es grande y la vulnerabilidad es baja, el riesgo será bajo; si la amenaza es pequeña y la vulnerabilidad es alta, el riesgo será también bajo.

En el campo de las ciencias de la tierra, el U.S. Geological Survey (1977) define a peligro geológico como una "condición geológica, proceso o suceso potencial que supone una amenaza para la salud, seguridad o bienestar de un ciudadano o para las funciones o economía de una comunidad". La condición geológica puede ser una llanura de inundación de un río que se encuentra habitada, el proceso sería la tormenta y el suceso la inundación. De acuerdo con esta definición un terremoto o deslizamiento de un área desértica no constituye un peligro geológico.

Ayala Carcedo (1987) define a riesgo geológico como "todo proceso, situación u ocurrencia en el medio geológico, natural, inducida o mixta, que puede generar un daño económico o social para alguna comunidad y en cuya previsión, prevención o corrección se emplearan criterios geológicos". Por otro lado se emplea el término riesgo geológico tanto en ámbitos profesionales como en usuarios en combinación con daños o costos esperados para un período de retorno.

El uso de estos conceptos de riesgo puede justificarse cuando se hacen valoraciones económicas o se ha evaluado la vulnerabilidad, lo cual no siempre es posible. Es por ello usual que se emplee el término riesgo como sinónimo de peligrosidad o peligro. En este último sentido se utilizará el término riesgo en el presente informe.

Clasificación de riesgos

Los riesgos por su origen se pueden diferenciar en dos tipos: **naturales** y **tecnológicos** o **antrópicos.**

Los **riesgos naturales** comprenden aquellos elementos del medio físico perjudiciales para el hombre y causados por fuerzas extrañas a él (Burton et al., 1978). También se hace referencia con ese término a fenómenos atmosféricos, hidrológicos, geológicos o producidos por la biota, que por su localización, gravedad y frecuencia pueden afectar adversamente a seres humanos, sus estructuras o actividades. Los riesgos naturales se dividen en:

Riesgos Físicos: son riesgos abióticos, que se subdividen en cuatro grupos:

Climáticos o atmosféricos: incluyen huracanes, granizo, rayos, torrencialidad, nieblas, olas de frío o calor, sequía, etc.

Geológicos: son generados por procesos que ocurren en la litosfera o hidrosfera continental.

Geoclimáticos: riesgos en los que intervienen a condiciones climáticas y geológicas a la vez.

Cósmicos: comprende el impacto contra la Tierra de objetos provenientes del espacio (meteoritos, asteroides) y la intensificación de los rayos cósmicos asociados a un descenso en el campo magnético terrestre.

Riesgos Biológicos: incluyen plagas y epidemias, algunas de las cuales han provocado gran cantidad de muertes en el pasado (por ejemplo, peste bubónica en el siglo XIV).

Por la íntima relación con los temas tratados en el presente informe, se tratará más en detalle a los riesgos físicos, tanto geológicos como geoclimáticos.

De acuerdo con su origen, a los riesgos geológicos se los ha clasificado como **naturales**, **inducidos** y **mixtos**.

Los **riesgos geológicos naturales** de acuerdo a su génesis se los puede dividir en **endógenos** y **exógenos** (Filho et al., 1990). Los **riesgos geológicos endógenos** están relacionados con procesos geodinámicos internos tales como erupciones volcánicas, terremotos, tsunamis y diapiros. Los **riesgos geológicos exógenos** se vinculan con procesos externos, por ejemplo: deslizamientos, suelos expansivos, subsidencia natural, etc.

Los **riesgos geológicos inducidos** son aquellos en que la acción del hombre provoca una modificación de la litosfera que tiene consecuencias desfavorables para la vida o salud del hombre o para la infraestructura. Un ejemplo es la minería subterránea o la sobreexplotación de acuíferos, que pueden originar hundimientos del terreno o subsidencia inducida.

Debe tenerse en cuenta que el hombre ha generado profundas modificaciones del medio geológico externo, por lo que los riesgos naturales puros está prácticamente limitados a los procesos endógenos. Es así que se han identificado a los **riesgos mixtos,** los cuales en nuestra región se encuentran representados por los procesos de **erosión acelerada (hídrica** y **eólica)** y **sedimentación**.

En los **riesgos geoclimáticos** intervienen los procesos climáticos, principalmente precipitaciones, y las características geomorfológicas del paisaje. Un ejemplo de nuestra región lo constituyen las inundaciones y anegamientos.

Los **riesgos tecnológicos o antrópicos** son aquellos en los que se producen fallas en los sistemas diseñados y desarrollados por el hombre, tales como roturas de presas, accidentes de medios de transporte o contaminación de recursos naturales (agua, suelo, aire, biota) por diversas causas (fugas en buques de transporte de petróleo, vertido de residuos industriales, etc.). Algunas catástrofes combinan la acción destructiva del accidente propiamente dicho y la posterior contaminación (por ejemplo, el accidente nuclear de Chernobyl). Las guerras y otros conflictos socio-políticos constituyen también para algunos autores un riesgo antrópico.

Riesgos determinados para la zona de estudio

En la Tabla 19 se enumeran los riesgos de mayor importancia presentes en el partido, en función de la clasificación antes citada.

Tabla 19 – Clasificación de riesgos y principales riesgos presentes en el partido de La Plata

Clasificación de riesgos				*Principales riesgos en el partido de La Plata*
Naturales	Físicos	Atmosféricos o climáticos		Torrencialidad Sudestada
		Geológicos	Naturales	Suelos expansivos
			Inducidos	
			Mixtos	Erosión hídrica Sedimentación
		Geoclimáticos		Inundación Anegamiento
		Cósmicos		
	Biológicos			
Tecnológicos o antrópicos				Contaminación de aire, suelos y aguas. Canteras

Riesgos Naturales

Riesgo de sudestada

La sudestada es un fenómeno que afecta al estuario del Río de la Plata. Es provocada por fuertes vientos provenientes del sudeste, acompañados en general por lluvias persistentes débiles o moderadas. Se origina por la acción de dos sistemas: uno de alta presión, anticiclón, cercano a la Patagonia Central, y otro de baja presión, ciclón, ubicado en el sur del Litoral y oeste del Uruguay. La mayor frecuencia de las sudestadas se produce en invierno y principios de primavera, es así que el 48% de ellas ocurre entre julio y octubre.



Figura 40 – Rotura del murallón de la costanera de Punta Lara

Los vientos persistentes producen una elevación del nivel de las aguas del Río de la Plata, originando inundaciones en la zona ribereña y a veces daños en el camino y murallón costeros (Fig. 40). En la zona de Punta Lara la situación se considera comprometida cuando el nivel del río llega a alrededor de 2,50 m. La máxima altura fue registrada en abril de 1940 con una altura de 4,65 m. Por consiguiente, este riesgo puede ser encuadrado también como *inundación costera*.

El partido de La Plata, se encuentra a unos 6 km de la actual línea de costa, por lo cual el efecto de las inundaciones provocada por la sudestada no se hace sentir en forma directa. Sin embargo, el aumento del nivel de aguas del Río de la Plata tiene gran influencia en la inversión del flujo del drenaje en los canales principales que desaguan en el río, situación que agrava los efectos de las inundaciones.

Riesgo de torrencialidad

Se conoce con el término de torrencialidad a las precipitaciones de gran magnitud concentradas en un período breve de tiempo, es decir que hace referencia a las lluvias de alta intensidad, responsables de inundaciones y anegamientos. Un ejemplo reciente lo constituye la tormenta producida el 26-27 de enero de 2002, en el transcurso de la cual llovió 71,9 mm en 1 hora 25 minutos, lo que representa una intensidad de 48 mm/hora. El sistema pluvial de La Plata, esta diseñado para evacuar lluvias con intensidades de hasta 34 mm/hora, lo cual explica las grandes inundaciones producidas en esa tormenta en áreas urbanas y periurbanas.

Según datos del Departamento de Sismología e Información Meteorológica de la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la UNLP, las lluvias máximas extremas mensuales, clasificadas en el período que va desde 1909 a 1998, muestran en la Tabla 20, algunas tormentas históricas:

Tabla 20 - Lluvias máximas extremas mensuales (1909 – 1998)

Mes	Máxima en mm	Año
Enero	339,5	1953
Febrero	**365,9**	1977
Marzo	362,7	1988
Abril	356,2	1959
Mayo	270,7	1951
Junio	186,0	1954
Julio	209,0	1914
Agosto	292,0	1922
Setiembre	232,1	1937
Octubre	331,3	1967
Noviembre	333,0	1990
Diciembre	310,9	1911

No se dispone de datos sobre intensidad horaria, por lo cual no se puede hacer una comparación con la tormenta antes mencionada. De todas, maneras, la torrencialidad de estas tormentas queda evidenciada si se considera que la precipitación media mensual más alta (marzo) es de 110 mm. De la consulta de la información periodística, surge que varias veces al año se producen precipitaciones no de gran volumen total, pero importantes en intensidad, que generan problemas de inundaciones, principalmente en áreas urbanizadas.

Ya se mencionó las características de la sudestada, fenómeno que cuando es acompañado por lluvias de gran intensidad y prolongada duración, produce fuertes crecidas en los arroyos de la vertiente del Río de la Plata cuando los canales a los cuales se conectan en la Planicie Costera no evacuan el agua hacia el río.

Desde otro punto de vista, la torrencialidad está directamente vinculada con la erosión hídrica, provocando pérdidas importantes de suelos con escasa o nula cobertura vegetal, principalmente en pendientes cultivadas.

Riesgo de inundación

Se entiende por *inundación*, también denominada *crecida* o *avenida*, al desborde de los ríos y arroyos, cubriendo sus aguas a su llanura aluvial, denominada por esto planicie de inundación natural o terrenos inundables adyacentes. Se reserva el término *anegamiento* para la acumulación de agua en superficie no proveniente de desbordes. Este riesgo se tratará más adelante.

Cuando el caudal de un curso supera la capacidad de su cauce, desborda sobre sus márgenes, ocupando sectores que, desde el punto de vista hidrológico, reciben el nombre de *planicies de inundación*. Este es un proceso o riesgo geoclimático que resulta de la acción conjunta del clima (lluvias intensas y/o persistentes) y el relieve (áreas deprimidas).

El sistema fluvial funciona como un sistema natural autorregulado que, en determinados momentos, alcanza un equilibrio entre los factores ambientales, pero ante cualquier cambio de alguno de sus componentes, se produce un desequilibrio en su dinámica. Estos cambios no se producen de forma

continua, sino alternada, sucediendo a períodos de estabilidad, otros de inestabilidad (Garzón Haydt, 1987).

Contribuyen a las inundaciones cambios en la distribución de lluvias, torrencialidad, contenido de agua en el suelo, cobertura vegetal y la acción humana que interviene de distinta manera (reducción de la infiltración, integración de cuencas, etc.), como se indica detalladamente más adelante. El hecho físico de las inundaciones da lugar a dos tipos de riesgos, según el el daño sea causado por la inundación (erosión, impactos de carga sólida, arrastres, destrucción de obras de infraestructura, enterramientos, muertes) o bien por situaciones que se producen luego del fenómeno (corrimientos de masas, hundimiento de estructuras y construcciones, etc.) (Elizaga Muñoz, 1987).

Se puede considerar que las inundaciones son el principal riesgo geológico que afecta al partido de La Plata. Estos eventos, que se reiteran con cierta frecuencia, afectan principalmente a los tramos medios e inferiores de las cuencas de la vertiente del río de la Plata, donde se asientan las principales localidades del partido. En la región platense, el mecanismo por el cual se produce la inundación es el siguiente: mientras las precipitaciones se encuentran en los valores normales para la zona, los caudales de los arroyos se incrementan en relación con las precipitaciones y el suelo permite una infiltación moderada, sin generar mayores inconvenientes. La situación se torna crítica cuando luego de un período de precipitaciones relativamente constantes y de baja intensidad, las cuales saturan el medio poroso disminuyendo la infiltración, culmina con un pico de fuerte intensidad (Torrencialidad). En estos casos se produce el desborde y las aguas ocupan la planicie de inundación. El pico de creciente es rápido, de corta duración y en sentido inverso al escurrimiento es decir, desde la desembocadura hacia las cabeceras. En general la duración de las inundaciones rara vez excede las 24 horas.

El comportamiento de los arroyos se aparta de lo convencional, lo que sin duda se debe a una serie de acciones llevadas a cabo por el hombre en la zona. Entre las más importantes, se pueden destacar: integración de cuencas, ocupación de las planicies de inundación, puentes y alcantarillas de diseño inadecuado, obras de pavimentación y compactación de calles, construcción de caminos y terraplenes perpendiculares a la pendiente regional.

Integración de cuencas. Consiste en canalizar las aguas de un curso hacia otro. Esta técnica origina en muchos casos un desequilibrio entre el colector principal y la nueva área de la cuenca. Como resultado se produce una mayor concentración de agua en su valle lo que supera su capacidad. Ejemplos de este tipo son la integración del arroyo Pérez con el arroyo del Gato, cuyo resultado son las inundaciones de la zona S y SE de la ciudad y el arroyo Don Carlos con el arroyo Rodríguez. En ambos casos la conexión se realizó mediante un entubamiento. En el primer ejemplo, el arroyo Pérez es entubado al ingresar en el cuadrado fundacional, cerca de la intersección de las calles 31 y 36, donde se lo deriva hacia el arroyo del Gato. Esta conexión se realiza en una posición más alta con respecto a la superficie del agua, considerando el caudal de base, de tal modo que sólo funcionan durante las crecientes. Durante las inundaciones, los entubamientos resultan deficientes y el agua escurre superficialmente siguiendo el antiguo valle, invadiendo amplios sectores de la ciudad. En el segundo ejemplo, durante las crecientes el sistema no funciona como era de esperar, debido a que el aumento del caudal en el arroyo Rodríguez es mayor y se produce en forma más rápida que en el arroyo Don Carlos. Estas diferencias de funcionamiento determinan que las aguas del primero prevalezcan sobre las del arroyo Don Carlos, que en la zona de entubamiento, al producirse una especie de cierre hidraúlico, toman el camino del antiguo valle, inundando amplios sectores totalmente urbanizados entre las localidades de Gonnet y City Bell (Fig. 41). Esta situación conlleva a que cuando el agua se encuentra con el Camino Centenario, aumente las proporciones del encharcamiento, el que migra hacia las cabeceras de ambos arroyos, ocasionando la inundación de gran parte de ambas cuencas.



Fig. 41 - La misma calle, trazada sobre un antiguo cauce desviado, que se inunda ante una crecida.

Construcción de caminos perpendiculares a la pendiente regional. Un ejemplo es el Camino Parque Centenario, una ruta de dos carriles por mano que recorre la totalidad de la zona comprendida entre la Ciudad de La Plata y el límite con el Partido de Berazategui, en sentido NO-SE en el sector próximo al límite entre la Planicie Costera y el Area de influencia Continental. Se dispone en forma perpendicular al escurrimiento superficial. La rasante se apoya sobre un terraplén en los tramos correspondientes a la zona baja. A este tipo de construcción debe agregarse un deficitario sistema de alcantarillado y/o puentes construidos en base a cálculos insuficientes para permitir el paso de los arroyos, comportándose como un verdadero "dique" en los períodos críticos (Fig. 42). En los tramos correspondientes a los sectores bajos del paisaje han sido construidos dos zanjones que encauzan el agua procedente del escurrimiento en manto y la conducen a los arroyos, desaguando a la altura de los puentes. Esta cuota adicional de agua en la zona de los puentes, origina un rápido incremento de la altura del agua en los arroyos, dando de esta forma el primer paso hacia las inundaciones. Este incremento migra hacia las cabeceras ocasionando un ascenso general del nivel del agua, dando origen de esta forma a extensas lagunas en áreas que de otra manera no se verían afectadas. Otra obra de reciente construcción que produce efectos similares es la Autopista Buenos Aires-La Plata. Esta obra también contribuye a aumentar el riesgo de anegamiento, como se indica más adelante.



Fig. 42 – Camino Centenario - Puente sobre el Arroyo Rodriguez

Pavimentación y compactación de calles. Estas acciones, derivadas de la expansión urbana, provocan una drástica disminución o anulación de la capacidad de infiltración del agua, la que de por sí es deficiente por naturaleza, dada las características arcillosas de los horizontes subsuperficiales del suelo. Esto induce a un aumento del escurrimiento superficial hacia los arroyos a través de cunetas y zanjas, contribuyendo de esta forma a un aumento rápido del caudal de aquéllos. Debe considerarse asimismo dentro de las áreas urbanas, la reducción de superficie ocupada por jardines, terrenos con huertas familiares, etc., que contribuían a la infiltración y a reducir el volumen de agua de los conductos pluviales hacia las calles.

Puentes de diseño inadecuado. Se considera que el diseño de un puente es inadecuado cuando no responde a las necesidades del escurrimiento, ya sea por cálculos deficientes o por modificaciones posteriores a su construcción. Esto pasa, por ejemplo, en los puentes localizados sobre el Arroyo del Gato en la intersección con las calles 6, 7 y 19 (Fig. 43).También existen puentes conformados por estructuras "flotantes" sobre los depósitos fluviales, con un pilar central que produce un retardo en la velocidad del agua, reteniendo palos, ramas y otros tipos de basura durante las crecientes. De esta manera se originan verdaderos diques que retardan notablemente el escurrimiento de los arroyos. A esto se suma la abundante vegetación que crece en su lecho y orillas por falta de mantenimiento, lo que produce un fuerte aumento en el coeficiente de roce (Fotos 2 y 7 del Anexo 1).



Figura 43 – Calle 19 y 520- Puente sobre el Arroyo del Gato

Ocupación de planicies de inundación. La ilimitada especulación inmobiliaria y la falta de un control estatal, ha llevado a la ocupación urbana de zonas no aptas (Fig. 44). De esta forma gran parte de las planicies de inundación de los arroyos han sido integradas a la estructura urbana sin ningún tipo de restricción. En la Fig. 8 se aprecia la misma calle sin inundación y durante un desborde del arroyo Don Carlos. Otros ejemplos de lo antes expresado lo constituye la urbanización localizada entre las calles 5, 7, 636 y 638, sobre la planicie de inundación del arroyo Garibaldi. También en los barrios Monasterio, 19 de Febrero (calle 90 de 118 a 122, Fig. 44) y Duplex (calle 116 entre 85 y 86), situados en la planicie de inundación del arroyo Maldonado o de algunos de sus afluentes (Ver Fig. 45 y Anexo 1). Por otra parte, la falta de controles

y un código adecuado determina que cada propietario realice las obras que a su juicio resulten las más adecuadas para evitar la inundación de su vivienda. La acción más común es el relleno sobre la cota de inundación construyendo en algunos casos verdaderas barrancas. De esta manera se produce el encajonamiento del cauce, impidiéndose el derrame de sus aguas sobre la planicie. La imposibilidad del arroyo de compensar la situación con un incremento de la velocidad, por los impedimentos descriptos, determina un rápido ascenso del nivel del agua, que cuando sobrepasa los terrenos con rellenos se extiende con mayor amplitud. En otras



Figura 44 – Barrio localizado sobre la planicie de inundación del Arroyo Maldonado

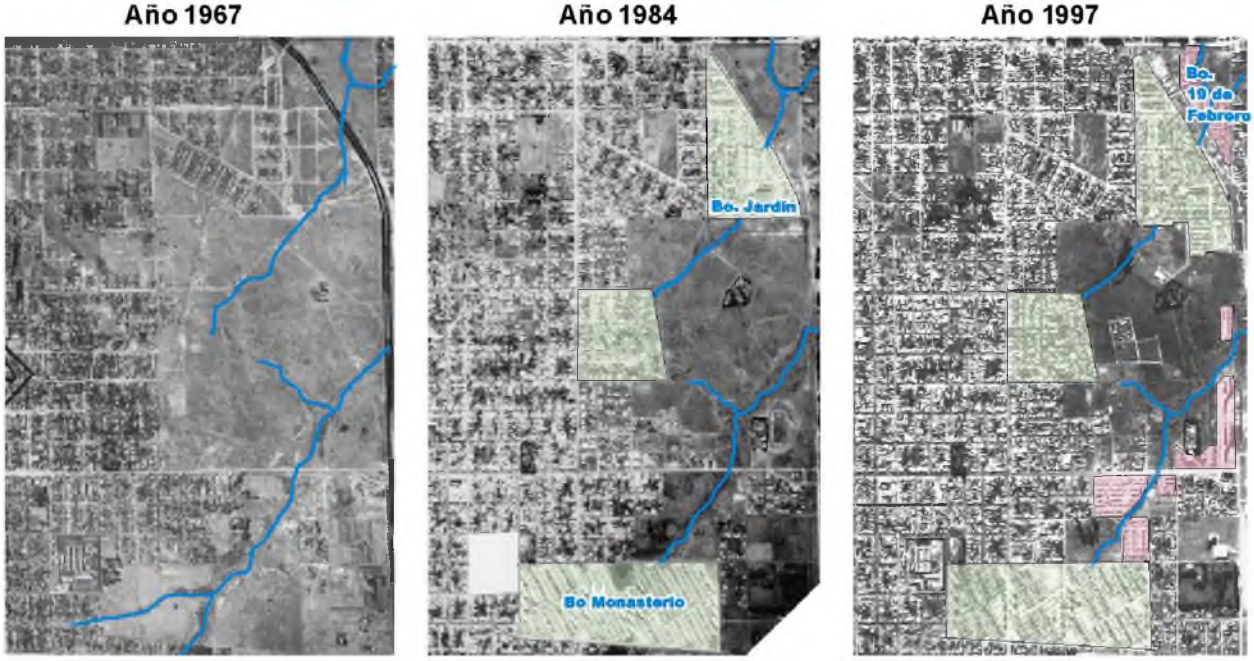


Fig. 45 - Expansión de área urbana sobre planicies de inundación en la cuenca del arroyo Maldonado.

circunstancias se construye sobre los mismos arroyos, ocasionando entubamientos parciales que no contemplan las características dinámicas del agua, por lo que resultan deficitarios y se comportan como verdaderos vertederos de pequeña sección. Las acciones descriptas no responden a normas internacionales establecidas, que indican que planicies de inundación afectadas por desbordes con una periodicidad de 20 años o menos, no son aptas para asentamientos urbanos.

Otras obras. Aquí debemos destacar la incidencia que ha tenido para un sector importante de la ciudad, la construcción del distribuidor de tránsito Ing. Pedro Benoit. El sector donde se inicia el Camino Parque Centenario debe ser tratado de manera especial, por la magnitud de las alteraciones que provoca. Esta obra consiste en un sistema de puentes, con terraplenes donde se cruzan la Ruta Nacional N° 1, la avenida 520 y el mencionado camino. Esta obra se asienta sobre los tramos finales de la cuenca del arroyo del Gato y se dispone de tal forma que, en los períodos críticos, se comporta como un cierre frontal al escurrimiento del arroyo. Al producirse el desborde se origina una amplia laguna que afecta en forma considerable sectores urbanizados. La situación se agrava por la imposibilidad del agua de movilizarse bordeando el distribuidor, por el cierre lateral que produce la avenida 520 y el frente de la edificación. En este sector se han producido en 1982 grandes inundaciones que determinaron la decisión gubernamental de modificar el diámetro del entubamiento por debajo de la obra. Aún así modificadas, las obras del distribuidor influyeron negativamente en las inundaciones del 27 de enero de 2002.

Riesgo de anegamiento

Es un riesgo geoclimático exógeno que está íntimamente vinculado a la inundación, al punto que a veces se los considera sinónimos. En este estudio se ha preferido diferenciar a estos procesos por tener distinto origen. El anegamiento es la acumulación de agua en superficie, producida en terrenos de relieve cóncavo que reciben aguas desde áreas más elevadas o en áreas con pendientes muy bajas que no pueden evacuar el agua de lluvia por escurrimiento superficial, o lo hacen muy lentamente. En algunos casos puede sumarse a estas características la presencia del nivel freático elevado.

En el partido de La Plata contribuye a este riesgo las texturas arcillosas de los materiales del suelo desde cerca de la superficie. Es común que en áreas deprimidas o planas el agua infiltrada se acumule sobre la parte superior de los horizontes B poco permeables. Esta parte del suelo saturado con agua se conoce como "capa colgada" o "falsa freática".

La principal área con riesgo de anegamiento de la región es la Planicie Costera del Río de la Plata. Este ambiente ocupa un pequeño sector en el partido de La Plata, aproximadamente entre el Camino Centenario y el límite con el partido de Ensenada. Corrresponde principalmente al barrio Villa Castells de la localidad de Gonnet, que en gran parte se está expandiendo sobre áreas anegables de esa planicie (Fig. 46). Las principales causas naturales que contribuyen al anegamiento en esta zona son la pendiente muy baja (menos de 0,05 %) y la permeabilidad muy lenta de los suelos que poseen contenidos muy elevados de arcilla (60-80%). Algunas obras pueden estar agravando la situación, principalmente la Autopista La Plata-Buenos Aires, recientemente inaugurada, asentada sobre un terraplén que actúa como dique. Otro sector de la planicie costera se encuentra sobre la desembocadura del arroyo El Pescado, en el cual no existen áreas urbanas.



Fig. 46 - Expansión urbana sobre planicie costera (entre Camino Centenario y Autopista La Plata-Buenos Aires)

Otras áreas anegables en áreas rurales se encuentran en cubetas y depresiones situadas en el interfluvio que constituye la divisoria entre la vertiente del Río de la Plata y el río Samborombón y en muchos de los interfluvios planos situados entre cursos de agua de la cuenca de este último río (arroyos San Carlos, Godoy, Abascay, Cañada Larga y San Luis).

El anegamiento es también común en terrenos decapitados, donde se ha extraído la capa humífera superficial (horizonte A) para la fabricación de ladrillos o jardinería, dejando en



Fig.47 – Anegamiento sobre suelo decapitado

superficie a horizontes Bt de baja permeabilidad (Fig. 47).

Riesgo de erosión hídrica

La erosión hídrica no tiene una manifestación generalizada en el partido de La Plata, aunque se han advertido problemas en algunos sectores, particularmente aquellos donde las pendientes son relativamente más pronunciadas (2 - 3 %) de algunos arroyos de la vertiente del Río de la Plata. Agravan el problema algunas características propias del clima y de los suelos y otras de carácter antrópico, por lo cual se considera en este caso a la erosión hídrica un riesgo geológico mixto. Entre los factores naturales, aparte del relieve, se pueden citar el carácter torrencial de algunas lluvias que pueden producirse en determinadas épocas del año y los elevados tenores de limo de los horizontes superficiales que favorecen el encostramiento o planchado, reduciendo la infiltración y aumentando el escurrimiento superficial. Entre los factores antrópicos se debe destacar a los cultivos hortícolas que ocupan una superficie significativa y que en su mayor parte exigen labranzas en líneas, con un desmenuzamiento excesivo del suelo. Esta situación se agrava pues el riego en surcos que se practica comúnmente requiere que las labranzas se hagan en sentido de la pendiente (Fig. 28). Dentro de factores favorables se debe mencionar los contenidos generalmente altos de materia orgánica del horizonte A, y las longitudes de las mayores pendientes, que no llegan a ser excesivamente largas (500 m a lo sumo).

Se ha observado también erosión hídrica en algunas calles de tierra que se ubican en pendientes de cierta magnitud, donde el escurrimiento alcanza en determinados tramos gran velocidad debido a la baja infiltración de la superficie, pudiéndose producir cárcavas o surcos que dificultan el tránsito.

De la vertiente del río Samborombón sólo se dispone de datos aislados sobre suelos. De todas maneras, se puede afirmar con la información disponible que a pesar del relieve más plano de esta vertiente respecto a la del Río de la Plata, existen evidencias de erosión hídrica (Fig. 30). Predisponen a este proceso la presencia de suelos sódicos, de baja estabilidad estructural, y las pendientes, que si bien tienen bajo gradiente (0,5 %) son generalmente de gran longitud (hasta cerca de 2000 m).

Riesgo de sedimentación

La sedimentación es un proceso asociado a la erosión hídrica. Se trata por lo tanto, al igual que ésta, de un riesgo geológico exógeno mixto. Afecta a diversos cuerpos de agua: cauces de arroyos, canales, zanjones, lagunas, depresiones, etc.

Debido al escaso potencial morfogenético que poseen los derrames superficiales en llanuras, el sedimento fino resultante de la erosión (aluvio) es transportado en suspensión por el agua y se deposita en las posiciones deprimidas del paisaje. Cuando ese material se deposita sobre otros suelos, produce su engrosamiento; cuando llega a cuerpos de agua, contribuye a disminuir su profundidad.

Este proceso conduce a reducir la capacidad de transporte de los cauces, los que acentúa el riesgo de inundación. En muchos casos se ha llegado a la obstrucción de las vías de drenaje. En el caso de lagunas y bajos, se reduce o elimina la función reguladora de esos cuerpos de agua. Un ejemplo lo constituye el área de bañados de la planicie costera localizada en los partidos de Ensenada y Berisso que se encuentran en gran parte colmatados, lo cual repercute en el partido de La Plata.

La sedimentación también contribuye al proceso de *eutroficación,* que es un enriquecimiento de nutrientes, especialmente nitrógeno y fósforo, en los cuerpos de agua. Ello conduce a una proliferación de diversos organismos (bacterias, plancton, algas), aumentando el consumo de oxígeno y generando desequilibrios en el ecosistema acuático. La sedimentación puede asimismo originar contaminación del agua por aporte de plaguicidas y otros compuestos.

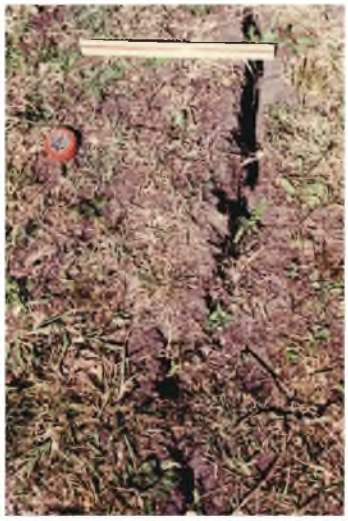


Fig. 48 Suelo agrietado

Riesgo por suelos expansivos

La mayoría de los suelos del área, poseen horizontes subsuperficiales con elevados tenores de arcilla. Estos horizontes están constituidos por materiales de origen continental o marino. Una parte significativa de los minerales de la fracción arcilla son de carácter expansivo (arcillas esmectíticas). Ello significa que retenien agua entre las láminas de su estructura cristalina, produciéndose su expansión, mientras que al perder agua se contraen. Tales variaciones de volumen se traducen en rasgos visibles tales como grietas hasta la superficie (Fig. 48),

agregados cuneiformes y superficies de deslizamiento (*slickensides)*. La capacidad de expansión-contracción se puede medir en laboratorio a través de distintos métodos; en este estudio se ha utilizado el Ensayo de Expansión Libre -cuya escala de expansividad es la siguiente: más de 90% alta, 90-60 % mediana, y menos de 60% baja- y el Coeficiente de Expansibilidad Lineal (COLE), cuyos valores se pueden interpretar a través de la siguiente escala:

menos de 0,03 .....horizonte poco expansivo

0,03 - 0,06 .....horizonte medianamente expansivo

0,06 - 0,09 .....horizonte altamente expansivo

más de 0,09 .....horizonte muy altamente expansivo

Los horizontes superficiales o eluviales (A, E) tienen baja capacidad de expansión-contracción por los menores porcentajes de arcilla. Esta característica, junto con la elevada cantidad de materia orgánica, determinan que esa sea la parte del suelo más buscada para la fabricación de ladrillos.

En los horizontes subsuperficiales o iluviales (Bt) se concentra la mayor cantidad de arcilla y allí el COLE alcanza los mayores valores de cada perfil. En los horizontes profundos (BC, C), ese coeficiente vuelve a disminuir. La mayor capacidad de expansión-contracción se ha encontrado en suelos de la Planicie Costera, formados a partir de arcillas marinas, donde el COLE alcanza valores excepcionalmente altos (0,25). En este caso, contribuye a aumentar la expansividad los elevados niveles de sodio intercambiable, catión con alta capacidad de hidratación. Dentro de los suelos de origen continental se han hallado los mayores valores entre los 30 y los 100 cm de profundidad, con valores que oscilan entre 0,218 (Argialbol vértico) y 0,10 (Argiudol vértico).

Otro parámetro que sirve para efectuar comparaciones entre distintos suelos respecto a su capacidad de expansión-contracción es la *expansibilidad lineal potencial (ELP)* que consiste en la suma del producto del COLE por el espesor de cada horizonte (en cm) hasta 1 metro de profundidad. Algunos valores calculados para distintos suelos y unidades geomorfológicas se indican en la Tabla 21. Se observa que la expansividad es máxima en la llanura costera, cerca del límite con los partidos de Ensenada y Berisso, disminuyendo de NE a SO hacia el interfluvio principal, donde sin embargo se encuentran también valores algo elevados. De la vertiente del río Samborombón, sólo se dispone de datos aislados, los cuales sugerirían que aquí también existen suelos con expansividad alta.

En los suelos de la región hay una participación significativa de las arcillas de tipo esmectítico. Sin embargo, no siempre ellas alcanzan a ser dominantes, siendo superadas a veces por los minerales illíticos en términos relativos. Se deduce que es necesario tener en cuenta también el tenor absoluto de minerales esmectíticos. Es decir, horizontes con muy elevadas cantidades de arcilla total pueden tener una capacidad de expansión-contracción considerable, a pesar de que la participación relativa de los minerales expandibles no sea dominante.

Los movimientos de expansión-contracción del suelo tienen implicancias en las actividades agrícolas ya que producen estrangulamiento de raíces, acentúan el desecamiento del perfil a través de las grietas formadas en el período de déficit hídrico y por otra parte, las labranzas son difíciles en este tipo de suelos pues el margen de humedad óptimo es estrecho.

Tabla 21 - Expansibilidad lineal potencial (ELP) de suelos ubicados en distintas unidades geomorfológicas

Suelo	*Unidad geomorfológica*	*ELP (cm)*
Epiacuent vértico	Llanura de fango (Llanura costera)	20,7
Argialbol vértico (Serie Los Hornos)	Cubeta	14,3
Hapludert típico (Serie Gorina)	Interfluvio convexo	12,4
Argiudol vértico (Serie Arturo Seguí)	Interfluvio convexo	11,8
Endoacuol vértico	Planicie de inundación (arroyo Carnaval)	9,4
Argiudol vértico (Serie Estancia Chica)	Interfluvio plano	8,0

No existen en nuestro país, estadísticas de los daños producidos a infraestructuras y construcciones civiles debido a la actividad de los suelos, ni cuantificación de los costos anuales de reparación. Sin embargo, los daños producidos son importantes y demandan inversiones recurrentes.

Grietas y fracturas en muros de carga y cerramiento, con desplazamientos que pueden conducir al colapso de las estructuras ante la falta de mantenimiento, son observadas con frecuencia (Fig. 49). Daños estructurales en pavimentos urbanos y caminos principales, así como pérdidas ocultas y visibles en acueductos, redes de distribución de agua potable o de riego, colección de líquidos cloacales y gas natural, son en muchos casos atribuibles a la actividad de los suelos.



Fig. 49 – Paredes agrietadas por asentamientos

La Asociación Norteamericana de Ingeniería Civil estimó que aproximadamente la mitad de las construcciones ubicadas sobre suelos expansivos en los Estados Unidos son afectadas y que los daños económicos resultan superiores a los efectos combinados de inundaciones, tornados y huracanes (Muckel, 2004). Análogamente, Thomas (1998) estimó para el estado de Virginia, pérdidas económicas por daños a estructuras y autopistas, superiores a las ocasionadas por el efecto combinado de esos fenómenos naturales.

Vincent (2003) informó que desde 1989, los siniestros producidos por movimientos diferenciales atribuibles a la actividad de contracción-expansión de los suelos en Francia, demandó la cifra de más de tres millones de euros en concepto de indemnizaciones, ubicando al potencial destructivo de este fenómeno en el segundo lugar después de las inundaciones.

Si bien los suelos expansivos de la región tienen algunas diferencias respecto a los de los Estados Unidos y otras regiones del mundo, la relación entre el potencial destructivo de las arcillas expansibles y las capacidades económicas y tecnológicas, obligan a maximizar el uso de los recursos disponibles, adoptando previsiones al momento de planificar la construcción de edificios e infraestructuras.

En consecuencia, se sugieren las siguientes recomendaciones:

1) Cartografía de suelos utilitaria

Se recomienda a los responsables de las Administraciones Regionales y Locales, promover la confección de cartografía utilitaria para los fines de la ingeniería, con densidad de información acorde a las diferentes escalas, a los efectos de proveer información de base para la planificación y diseño de las obras de infraestructura y construcciones civiles. Esta información, que no podrá reemplazar los estudios de suelos que deban realizarse por requerimientos específicos de cada obra o por imperio de la normativa vigente, será de suma utilidad como cartografía de niveles guía. Además, integrada a los códigos de construcciones y planeamiento, constituiría un indispensable documento de consulta de libre acceso, para el adecuado diseño de estructuras de pequeño y mediano porte, lo que redundaría en importantes beneficios económicos y sociales.

2) Protección de las áreas adyacentes a las fundaciones frente a los cambios de humedad.

Los movimientos de contracción y expansión se manifiestan en función de los cambios en el contenido de humedad de los suelos. En consecuencia, la actividad de los suelos puede ser reducida, si se mantiene el contenido de humedad de manera relativamente estable. Importantes daños pueden ser prevenidos si se toma la precaución de que el suelo ubicado bajo las fundaciones no experimente cambios excesivos de humedad. Esto puede lograse adoptando medidas preventivas sencillas:

a) Dotar a la vivienda de un adecuado sistema de drenaje del agua de lluvia es el más importante y simple factor de prevención. El agua debe escurrir sin infiltrar en las zonas adyacentes a las fundaciones, lo más rápido que sea posible. Debe dotarse al predio de un adecuado sistema de drenaje, privilegiando el escurrimiento frente a la infiltración.

b) La instalación de canaletas colectoras del agua de lluvia, contribuye a la eliminación de los problemas de drenaje. Debe adoptarse la precaución de que las columnas de bajada no descarguen en áreas

permeables adyacentes a las zonas donde se encuentran las fundaciones. Las bajadas pluviales deben conectarse a sistemas de drenaje con punto de descarga en áreas impermeables alejadas de la construcción y escurrir directamente hacia las calles.

c) La impermeabilización de las áreas adyacentes a las construcciones, impide que el agua de lluvia infiltre hacia las zonas donde se encuentran las fundaciones, reduciendo las variaciones drásticas en los contenidos de humedad. Deben construirse veredas perimetrales a las construcciones, con colectores de agua interconectadas al sistema de drenaje.

d) En el verano o períodos secos debe asegurarse el mantenimiento de un contenido uniforme de humedad mediante riego suave. Un riego intenso puede saturar el suelo adyacente a las fundaciones, pero puede ser necesario bajo condiciones húmedas, seguidas de períodos muy secos para mantener relativamente constante el contenido de humedad del suelo. El riesgo de daño por contracción-expansión debe reducirse durante los períodos secos (contracción) y húmedos (expansión).

e) La plantación de árboles -incluso plantas pequeñas- a distancias menores de 3,00 m de las construcciones no es recomendable; los árboles de gran porte deben ubicarse aún a mayor distancia. Los árboles extraen humedad del suelo y pueden ser responsables por lo tanto de acentuar la contracción del suelo. Las especies que requieren altos contenidos de humedad y riego permanente no son recomendables cerca de las construcciones.

3) Diseño de las Fundaciones

Un apropiado diseño de las fundaciones, constituye sin dudas el principal factor para evitar los riesgos por actividad del suelo. Los profesionales de la Ingeniería y la Arquitectura conocen debidamente qué sistema emplear en cada caso. Sin embargo, deben asegurarse el nivel de actividad, preferentemente mediante ensayos de laboratorio y para diferentes franjas de profundidad. En todos los casos, y aún cuando se hubieran adoptado todas las previsiones de diseño, es útil recordar dos medidas preventivas sencillas durante la ejecución de las obras:

a) Bajo las piezas estructurales y elementos constructivos más superficiales, debe evitarse el contacto directo entre los elementos constructivos y el plano de apoyo, interponiendo una capa de material capaz de absorver los movimientos y recuperar las deformaciones.

b) Las capas aisladoras hidrófugas, deben terminarse en su cara superior con materiales aislantes de buena elongación. En las etapas iniciales de la construcción, y cuando las piezas estructurales aún no han sido cargadas, el hinchamiento del suelo produce fisuras generalmente visibles, que deben ser selladas para asegurar la estanqueidad hidráulica futura.

4) Tratamiento de los suelos expansibles

Los suelos expansibles deben ser tratados siempre que sea posible, a los efectos de evitar daños futuros y asegurar una equilibrada relación riesgo-beneficio-costo. Esta práctica recomendada para la ejecución de obras viales y otras obras de ingeniería, no es aplicada ni considerada en la planificación de obras civiles. Debe evaluarse la posibilidad de efectuar alguna de las técnicas de tratamiento de suelos expansibles, tales como la remoción y la estabilización.

Riesgos Antrópicos

Entre los Riesgos Antrópicos, los de contaminación son unos de los más importantes, y no solo del suelo sino también del aire y agua. En la Tabla 6 se han consignado las potenciales fuentes de contaminación de los principales componentes del medio físico en el partido de La Plata.

Contaminación del aire

Si bien el tema escapa a este estudio, la cercana presencia del Polo Petroquímico instalado en los partidos vecinos de Berisso y Ensenada, y del relleno sanitario del CEAMSE, implican un serio riesgo, ya que los vientos predominantes del noreste hacen sentir la influencia de olores y gases con ciertos tenores de toxicidad, sobre importantes sectores del partido (Fig. 50).

Por otro lado, el elevado parque automotor produce a través de sus emanaciones la contaminación del aire por hidrocarburos, plomo, óxidos de azufre, etc. El problema adquiere mayor importancia en zonas con alta densidad urbana; un ejemplo grave los constituye los alrededores de la Terminal de ómnibus y en las cercanías de los principales caminos de acceso (rotondas de 7 y 32 y 13 y 32).



Fig 50 –Influencia del Polo Petroquímico y del Relleno Sanitario de Ensenada, sobre el Partido de La Plata.

Contaminación del suelo

El suelo tiene el poder de recibir agentes de polución, siendo capaz de desactivarlos, descomponiéndolos en productos inofensivos y hasta liberar nutrientes para las plantas. Existen en cambio otros materiales cuya descomposición es compleja o imposible, ocasionando su acumulación (Hurtado, 1987).

Dentro de este tipo de riesgos es importante señalar el uso de fertilizantes en proporciones que exceden las necesidades de los cultivos (hiperfertilización), pudiendo algunos nutrientes llegar a niveles tóxicos, producir antagonismos con otros elementos o percolar en profundidad hasta contaminar los acuíferos (por ejemplo, nitratos). Por otro lado, en invernáculos de la región es frecuente observar salinización (conductividad eléctrica superior a 4 dS/m) en los primeros 10 cm del suelo como consecuencia de la fertilización y el riego con aguas subterráneas, agravado por la falta de lavado de sales que produce el agua de lluvia (Alconada, 1998, 2000).

Por otro lado, las sustancias contaminantes del aire, tanto de origen industrial como automotor, pueden llegar en última instancia a la superficie del suelo, desde donde son transportadas por el agua de escurrimiento o penetran en el perfil. En el suelo, los contaminantes pueden tener distintos destinos: transporte en profundidad hasta el nivel freático o acuíferos más profundos, adsorción por coloides (materia orgánica y arcilla), absorción por raíces o microorganismos, transformación química o bioquímica, etc. La magnitud y características de la contaminación del suelo por las sustancias transportadas por el aire requieren estudios específicos, como así también su incidencia en la incorporación en plantas, animales y seres humanos.

Contaminación del agua

En cuanto a la contaminación de aguas subterráneas y superficiales sólo nos limitaremos a mencionar como las principales problemas a los vertidos sin tratamiento de efluentes industriales y domésticos, la presencia de nitratos en aguas subterráneas provenientes de pozos ciegos y de fertilizantes en el cinturón hortícola, la presencia de basurales en canteras y cerca de arroyos y el avance de agua salina ante la

sobreexplotación de acuíferos. Otras posibles causas de contaminación de aguas se indican en la Tabla 22.

Tabla 22 - Potenciales fuentes de contaminación de los componentes del ambiente

Origen	*Componente*			
	Aire	*Agua superficial*	*Agus subterránea*	*Suelo*
Emanaciones vehiculares	X			X
Emanaciones polo petroquímico (SO_2, NO_2, particulados)	X			X
Emanaciones industrias contaminantes	X			X
Incineración de residuos hospitalarios	X			X
Transporte de sustancias peligrosas (fugas,accidentes)	X	X	X	X
Efluentes domésticos sin tratamiento previo		X	X	
Desagües pluviales directos a los arroyos		X	X	
Agroquímicos (fertilizantes, plaguicidas)		X	X	X
Efluentes industriales (sin plantas de tratamiento)		X	X	X
Hidrocarburos(estaciones de servicio, talleres, refinería de petroleo, ductos)	X	X	X	X
PCB (Pérdida de transformadores eléctricos)		X	X	X
Lixiviado de basurales (en superficie y canteras)		X	X	X
Pozos ciegos en áreas sin servicio cloacal			X	
Depósitos de insumos industriales (azufre, coque, metales, etc.)	X	X	X	X
Lixiviado de vertederos industriales (metalúrgicas, pinturas, etc.)		X	X	X

EL MAPA DE RIESGO HIDRICO

La identificación, delimitación y cuantificación del riesgo hídrico, esto es, la confluencia de problemas de inundación, anegamiento y ascenso del nivel freático, adquiere mayor interés en la actualidad, debido al pronóstico mundial de incremento del nivel del mar y del régimen de precipitaciones por efecto del calentamiento atmosférico global.

El conglomerado del Conurbano Bonaerense y su extremo sudeste, donde se encuentra el Partido de La Plata, constituye un escenario de suma fragilidad ante fenómenos de lluvias torrenciales. La zona presenta un período de lluvias por encima de la media histórica secular, persistente desde inicios de la década de los ´70. La dificultad del relieve plano para evacuar volúmenes importantes de agua suele concurrir, junto a otros factores, a la ocurrencia de inundaciones y anegamientos.

Los principales problemas causados por las inundaciones son derivados de la ocupación antrópica de los espacios de alto riesgo hídrico. Hechos como barrios desaprensivamente situados, infraestructura de diseño deficiente, depresiones naturalmente reguladoras de crecidas canalizadas, niveladas o labradas, entre otros ejemplos, marcan la decisiva participación de la ignorancia del riesgo hídrico en la planificación y el consiguiente agravamiento de las secuelas de las inundaciones. Entre esas secuelas se pueden mencionar: evacuación de pobladores, problemas salud de éstos por habitar en viviendas húmedas, deterioro o destrucción de viviendas y enseres domésticos, vías de comunicación interrumpidas, etc.

Desde el punto de vista físico, las áreas de riesgo hídrico son aquellos espacios susceptibles de ser afectados por precipitaciones y desbordes de cuerpos de agua, que a su vez influyen en la posición relativa de los niveles freáticos, disminuyendo la capacidad de almacenaje subterráneo. Las llanuras aluviales de los ríos y arroyos, las planicies marginales de lagos, lagunas y bajos, son naturalmente espacios de máximo riesgo hídrico.

El concepto de riesgo hídrico comprende a las actividades actuales o potenciales que pudieren ser afectadas en dicho espacio, ya sea residenciales, industriales, agroganaderas o recreativas, la infraestructura instalada y las consecuencias socioeconómicas de la afectación (salud, educación, transporte, comunicaciones, producción).

En el caso de los ríos y arroyos, la ocupación antrópica de las planicies aluviales reduce la sección de pasaje del agua e incrementa por lo tanto las superficies inundadas y la velocidad del curso, además de afectar personas y bienes que, de acuerdo a las cartas de riesgo hídrico, no deberían estar allí radicados. Pero además, muchas obras de infraestructura fueron construidas y se siguen construyendo sin tener en

cuenta el riesgo en su diseño, típico caso de las rutas y de caminos vecinales, redes pluviales o cloacales y hasta paradójicamente, obras de protección o de contención.

Capítulo aparte son las canalizaciones clandestinas o irregulares que lejos de disipar el riesgo, lo trasladan hacia otras áreas con igual o mayor grado de compromiso, y los trabajos de limpieza de canales que acumulan material a sus costados e impiden el escurrimiento natural de las aguas al obrar como verdaderos diques, generando anegamientos en sus márgenes.

Gran parte de los daños producidos en las últimas inundaciones en la llanura pampeana son ocasionados o exacerbados precisamente por la intervención del hombre. Basta con localizar en un mapa topográfico o geomorfológico los sitios donde las aguas han cortado las rutas, cuáles caminos secundarios están o estuvieron inutilizados para transporte de la producción, hacia dónde ha crecido la actividad urbana, qué explotaciones agroganaderas son más perjudicadas y cuál es su modo productivo, para entender qué es un riesgo hídrico y comprender el valor fundamental de la cartografía temática.

Es necesario acotar que la definición del riesgo hídrico, como la de todo tipo de riesgo, conlleva un cierto grado de incertidumbre cuyo umbral será más bajo cuanto mayor sea la densidad y calidad de la información utilizada.

Se puede decir que las inundaciones son el producto de varios factores que se interrelacionan. A manera de resumen exponemos los principales factores que intervienen, particularmente en el área urbana:

- Aumento de las precipitaciones de alta intensidad.
- Existencia de una red de drenaje pluvial urbana generalmente de dimensiones insuficientes.
- Obstrucción parcial o total de las cañerías subterráneas con sedimentos, basura o raíces de los árboles que hace que el escurrimiento superficial, acelerado por los pavimentos, se vea sin oportunidad de acceso y muchas veces imposibilitado por surgencia desde las bocas de tormenta.
- La rápida y mayor llegada del agua de lluvia a los cauces, por la incorporación de nuevas áreas de aporte, producto de la impermeabilización de los suelos a partir del crecimiento urbano con la consecuente pérdida de áreas filtrantes.
- La urbanización y relleno de las planicies naturales de inundación de los arroyos.
- La falta de previsión en el mantenimiento y limpieza tanto de los cursos y sus planicies naturales de inundación como de los conductos pluviales subterráneos.
- Falta de obras de readecuación de los diseños originales de los pluviales urbanos.
- Alteraciones introducidas por la nivelación urbana al paisaje natural y los impedimentos sobre las antiguas planicies aluviales a partir de construcciones transversales al escurrimiento natural.
- Obras de arte hidráulicas como puentes, alcantarillas, cañerías, entubamientos, canales y zanjeos de diseños inadecuados o insuficientes.
- La colmatación de cauces, lagunas y bajos ha agravado los problemas al reducir o eliminar el poder regulador de crecidas de estas geoformas.

La cartografia de riesgo hídrico, resulta fundamental para el planeamiento físico, ya que señala claramente aquellos sectores del territorio en los cuales deben ser vedadas a ciertas actividades o al menos, tomados los resguardos necesarios para su concreción. Esta cartografía de riesgo anuló hace mucho tiempo los viejos preceptos de restringir ciertas actividades por un criterio exclusivamente vertical (cota topográfica), fácilmente eludible por rellenos que, además de soslayar las normas legales, añaden un factor más de riesgo por la ya mencionada disminución de la sección normal de escurrimiento, multiplicando los derrames, e incorporando nuevas problemáticas de inundación aguas arriba de estas modificaciones. Por otra parte, la elevación del terreno requiere material de relleno que frecuentemente forma parte de suelos de óptima calidad para la agricultura u otros usos, ocasionando la pérdida de un recurso no renovable a escala humana y la generación de profundas y peligrosas canteras.

El concepto moderno instituye la dimensión horizontal, estableciendo las zonas con distinto grado de afectación, desde los cursos y cuerpos de agua permanentes hasta los transitorios, los canales, las lagunas, los bañados y la Planicie Costera del Río de la Plata.

Para la ejecución de cartografía de riesgo hídrico es prioritario la recopilación, análisis y procesamiento de toda la información relativa tanto al medio natural como clima, geología, geomorfología, suelos, aguas superficiales y subterráneas, vegetación, como al medio antrópico, que incluye catastro, vías de comunicación, obras civiles, usos del suelo, etc. El siguiente paso es la realización de cartografía temática georreferenciada y ajustada a la base catastral, trabajada a través de un Sistema de Información Geográfica. Esta herramienta permite la acumulación de información en capas para su posterior

cruzamiento y elaboración de una Base de Datos asociada, con información clasificada en diferentes niveles. A su vez posibilita una salida gráfica de calidad y a distintas escalas y un cálculo sencillo de superficies afectadas.

Para elaborar el Mapa de Riego Hídrico, (Mapa 11), se superpuso la información aportada por los mapas temáticos de infraestructura, hidrología superficial, geomorfología y uso del suelo 2001, donde es posible identificar áreas bajo riesgo y libres de él. En las primeras, se diferencian áreas con riesgo de inundación en zonas rurales y en zonas urbanas recreativas no construidas, otras urbanas, ya ocupadas por construcciones, y otras amanzanadas, aún baldías pero con posibilidad de ser ocupadas y sobre las que se pone un especial alerta.

En áreas urbanas, este mapa sirve como orientación indispensable para la planificación de la expansión y ordenamiento urbano. En las áreas periurbanas, permite evitar problemas de inconveniencia en el emplazamiento de parques industriales, repositorios de residuos, cementerios, obras de infraestructura o servicios (estaciones transformadoras de energía eléctrica, plantas de gas o depuradoras de líquidos residuales, accesos viales, aeródromos). En el ámbito rural, es útil para zonificar la actividad productiva.

Los sistemas de alerta urbano y rural necesitan de este elemento para su desarrollo. En el caso del urbano, para ordenar la defensa civil priorizando su accionar por zonas; en el sector rural, contribuyendo a un alerta oportuno que permita al productor agropecuario tomar decisiones basadas en los riesgos eventuales. También se constituye en una herramienta útil para el análisis jurídico, fiscal, emergencia o desastre agropecuario, demandas contra el Estado, valuación fiscal, seguros y crédito promocional o diferimientos impositivos.

La figura 51 ilustra alguno de los conflictos analizados. Las recomendaciones referidas a la ocupación urbana en relación a la problemática de las inundaciones se introducen en la página 118.



Inundación del 27 de enero de 2002 en calle 523 entre 7 y 8, localizada en la planicie de inundación del Arroyo del Gato.



Calle 14 y 40. Antiguo conducto pluvial, hoy desactivado y suplantado por uno de mayor sección.



Calle 6 y 92. Basura obstruyendo cauces, puentes y cañerías



Ao Maldonado. Puentes de mayor sección que los conductos aguas abajo.

Figura 51. Algunas de las problemáticas descriptas en relación a las inundaciones.

PLANEAMIENTO AMBIENTAL

Tratando de seguir un orden lógico en el conocimiento del partido de La Plata, los capítulos anteriores estuvieron orientados a la identificación, evaluación y delimitación de unidades, desde el punto de vista de la geomorfología, la hidrología superficial y el suelo. También se estableció la capacidad o aptitud de uso de los suelos productivos y se delimitaron las actividades antrópicas y sus impactos sobre el territorio a través de cartografías como la de áreas de riesgo de inundación ocupadas por urbanización y de áreas degradadas por la actividad extractiva. Se establecieron además los usos que se le da actualmente al territorio. Contando con esta información y el análisis de las problemáticas ambientales detectadas, es posible establecer Unidades Territoriales de Planificación, cuyas características internas presenten una homogeneidad que permita planificar adecuadamente tanto sus potencialidades como sus déficits para distintos usos, a la vez que posibilita alertar sobre actividades que pudieran constituirse en degradantes o beneficiosas para el ambiente.

Las características internas mencionadas pueden ser muy variadas entre las diferentes Unidades, y en conjunto constituyen la oferta del medio a la posibilidad de desarrollo de distinto tipo de actividades. El objetivo fundamental de la delimitación de estas Unidades, que se pueden observar en el Mapa 12, es establecer un destino correcto y eficaz del territorio, de acuerdo con sus potencialidades y limitaciones (Cendrero Uceda, 1987), asignando usos adecuados y racionales, y atenuando los impactos que pudieran generarse.

La evaluación de la calidad ambiental es parte importante del planeamiento estratégico para llevar adelante un uso sostenible del territorio. Identificando y mapeando actividades que condicionan la calidad ambiental y midiendo su variación en el tiempo, es posible determinar el grado de sostenibilidad de una política de desarrollo y del uso de los recursos naturales. Una herramienta adecuada a esta finalidad es el empleo de indicadores cuantitativos que reflejen cualidades significativas y que puedan combinarse en índices, útiles para la toma de decisiones sobre políticas ambientales y de desarrollo.

En el marco del proyecto Quantitative Indicators and Indices of Environmental Quality. Euro-Latin American Network on Environmental Assessment and Monitoring-ELANEM- (Programa INCO, Comisión Europea) (Hurtado et al., 2002) fue posible realizar el trabajo de búsqueda de Indicadores e Índices que nos permitieron elaborar y recomendar su utilización. La metodología destinada a establecer el Índice de Afectación Territorial (Cabral et al., 1997) mediante indicadores que caractericen problemáticas ambientales, permitió evaluar las modificaciones ocurridas en el partido de La Plata en los últimos 35 años. En base a la cartografía temática elaborada y su entrecruzamiento, se pueden establecer unidades de planificación que tienen en cuenta los impactos que producen o producirán las diversas actividades planificadas sobre ellas. Es posible cuantificar como indicadores de afectación territorial a los porcentajes de superficies afectadas respecto a la totalidad del área correspondiente al partido de La Plata (894 km^2). Más adelante, se incorpora a modo de ejemplo, el cálculo del índice agregado de afectación territorial para los años 1966 y 2001, cuya comparación revela una agudización de la degradación ambiental en el Partido.

Dentro de los estudios que apoyan una correcta gestión territorial, no es sencillo identificar y mapear niveles de calidad ambiental y medir su variación en el tiempo, como tampoco determinar el grado de sostenibilidad de una política de desarrollo o del uso de los recursos naturales.

En la Fig. 51, donde se muestra un modelo conceptual de lo que sería un desarrollo sustentable, es posible visualizar la relación entre el *Medio Natural*, el territorio en este caso, frente a las *Actividades Humanas* que requieren de *Insumos* de recursos naturales, *Espacio* para desarrollarse, al mismo tiempo que generan *Residuos*.

A su vez, el territorio cumple funciones de *Fuente* de Recursos Naturales, *Soporte* de Actividades y *Sumidero* de Residuos, a partir de las necesidades humanas frente al medio natural.

Como Fuente de recursos naturales nos provee de suelo para la producción agropecuaria, pero también de material para la fabricación de ladrillos. La explotación minera del subsuelo provee material para ser usado como subrasante de caminos y relleno de áreas deprimidas. El aprovechamiento de agua tanto subterránea como superficial, es necesaria para consumo humano, animal, riego y esparcimiento. También la flora natural, la fauna silvestre incluidos los peces, el aire que respiramos y el paisaje que disfrutamos, forman parte de los recursos naturales del partido.

Como Soporte de actividades, el territorio permite el desarrollo de urbanizaciones, industrias, distintas tareas productivas, asentamiento de áreas culturales, educativas y recreativas además de distinto tipo de redes de servicios.

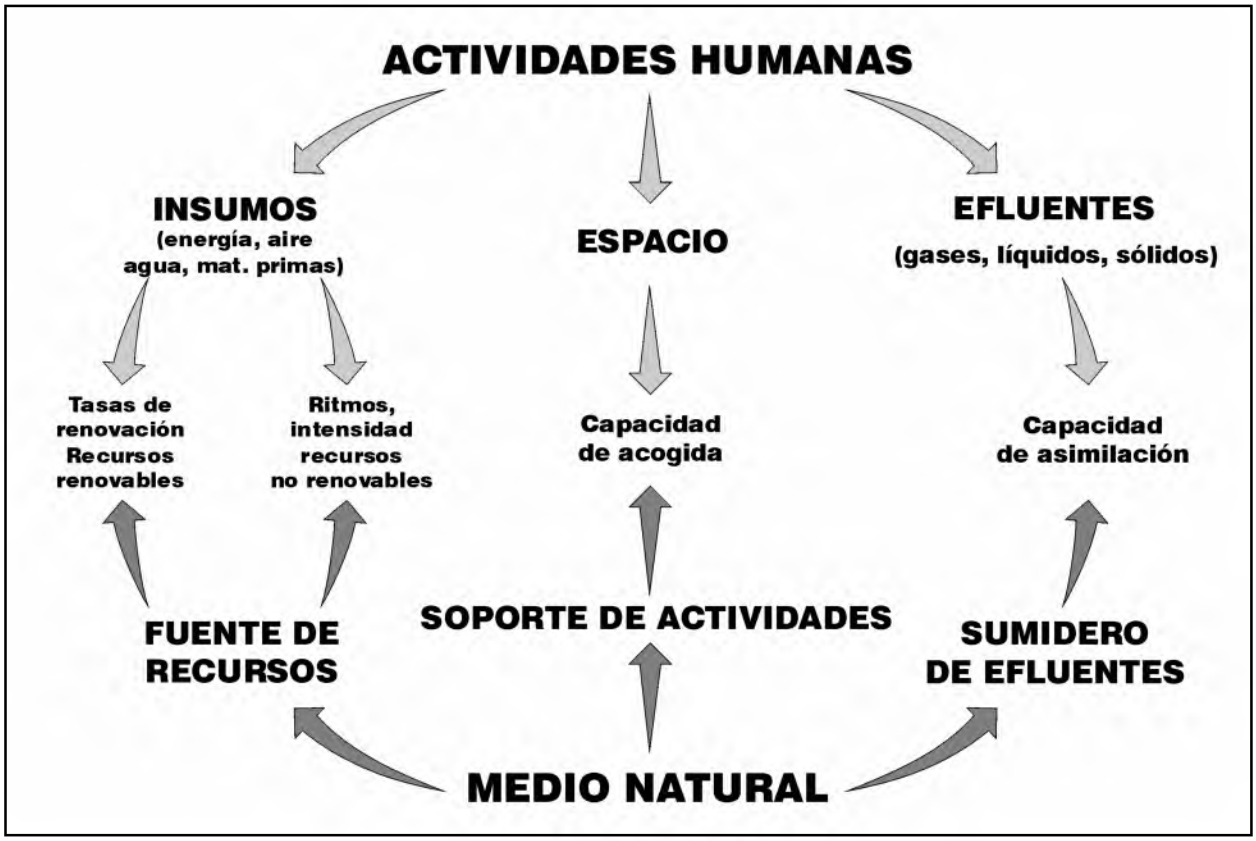


Fig. 52 - Modelo conceptual de desarrollo sustentable

La función de Sumidero de los residuos que genera la actividad humana y que recibe el territorio, tanto en suelos como en aguas o la atmósfera, obliga a pensar en la necesidad de implementar mayores controles estatales respecto al monitoreo permanente de los recursos naturales, frente a la amenaza de degradación física o contaminación química.

Si los ritmos, intensidad y las tasas de extracción-renovación de los recursos lo permiten, si la capacidad de acogida y de asimilación del medio es alta, es posible pensar en la sustentabilidad del desarrollo productivo.

Unidades de planificación, impacto de las actividades y cálculo de superficies

En base a la cartografía temática obtenida y su cruzamiento, que incluye la incorporación de los datos aportados por el mapa de uso de la tierra del año 2004, se establecieron 11 **Unidades de Planificación**, visualizadas en el Mapa 11. Entendemos a estas Unidades de Planificación como algo más abarcativo que la mera determinación del uso potencial de un suelo, ya que esa terminología se utiliza habitualmente para la actividad productiva agropecuaria.

En la Leyenda del mapa, se agrupan por orden decreciente según los **impactos** producidos por las distintas actividades que se realizan sobre estas porciones de territorio, clasificándose desde máximo hasta nulo. Se cuantifica como Indicadores de Afectación Territorial al porcentaje de superficie afectada, en relación con la totalidad del área del partido. A continuación se describen estas Unidades de Planificación, mencionándose sus principales características:

1.- Cavas localizadas dentro de la zona urbana (según Ordenanza 9231/00): parcelas que incluyen canteras tanto activas como abandonadas. Se consideran de **máximo** impacto ambiental. Las canteras causan un grave deterioro del ambiente ya que implica la pérdida total del sustrato, además de la interrupción del entramado urbano, generando barreras de difícil resolución (Cabral et al., 1998). Las canteras abandonadas suelen convertirse en vaciaderos clandestinos de residuos cuyos lixiviados pueden afectar las aguas subterráneas. Las que se encuentran inundadas se convierten en balnearios improvisados que han cobrado numerosas vidas. Las paredes suelen ser casi verticales, haciéndolas susceptibles a derrumbes con los consiguientes riesgos de accidentes cuando se encuentran cerca de caminos, calles, construcciones u

otras instalaciones. Además, generan un fuerte impacto visual, lo que redunda en una desvalorización paisajística e inmobiliaria.

2.- Urbanización en áreas anegables: comprende principalmente la superficie urbanizada sobre las planicies de inundación de los arroyos o sobre la planicie costera. Se considera de muy alto impacto por las consecuencias sociales, sanitarias y económicas que se producen ante cada desborde, además de la alteración de la dinámica hídrica que origina en muchos casos perturbaciones aguas arriba. Por otro lado, la construcción en estas áreas requiere un alteo mediante suelo seleccionado, el cual se extrae de canteras cuyo impacto ambiental ya se mencionó.

3.- Suelos decapitados originalmente pertenecientes a las clases I, II y III de capacidad de uso: se refiere a las áreas con suelos localizados en la zona rural, de buena aptitud agrícola, en los que se ha extraído el horizonte superficial para su comercialización. Se considera de muy alto/alto impacto ambiental por la drástica disminución de la productividad de los suelos que produce esta degradación. La extracción superficial de suelo (truncamiento o decapitación) consiste en la remoción de la capa humífera de alrededor de 20-30 cm de espesor (horizonte A) para la fabricación de ladrillos y en menor medida para jardinería. Esta extracción implica la pérdida de la parte más valiosa del suelo pues el horizonte A constituye la mayor reserva de nutrientes para las plantas y el substrato físico más adecuado para el enraizamiento. El impacto es menor cuando se trata de parcelas localizadas dentro de las áreas zonificadas por la nueva ordenanza como de uso o de reserva urbana, ya que se trata de superficies a urbanizar en el corto plazo.

4.- Urbanización en áreas no anegables sin servicios de agua potable ni cloacas: se trata de zonas urbanas y periurbanas con problemáticas ambientales derivadas del tránsito, su polución y accidentes, el ruido, la insuficiencia en los servicios sanitarios y de recolección de basura. En estas zonas es donde generalmente se producen asentamientos irregulares. Son además potencialmente contaminantes del agua subterránea por pozos sépticos, por pluviales, por roturas de ductos, de cisternas de combustibles, etc. La impermeabilización por compactación de la superficie del suelo disminuye la infiltración y recarga de acuíferos, aumentando el escurrimiento superficial y agravando los riesgos de inundación. También reduce la superficie dedicada a la agricultura intensiva cuando ocupa suelos de buena aptitud. Se considera de impacto ambiental alto.

5.- Suelos decapitados originalmente pertenecientes a las clases IV, V y VI de capacidad de uso: se trata de áreas con suelos de menor calidad que los anteriores, de aptitud preferentemente ganadera, en los que se ha extraído el horizonte húmico superficial para su comercialización. Se considera de alto/medio impacto ambiental, ya que se convierten en zonas con mínimo a nulo aprovechamiento productivo y se encuentran en zonas rurales alejadas de la zona urbanizable.

6.- Cavas localizadas en la zona rural: parcelas que incluyen canteras tanto activas como abandonadas. Se consideran de medio impacto ambiental, ya que causan un considerable deterioro debido a la pérdida total del sustrato para cualquier actividad agropecuaria rentable. Las canteras abandonadas suelen convertirse en vaciaderos clandestinos de residuos cuyos lixiviados pueden afectar las aguas subterráneas que, especialmente en áreas rurales sin servicios, sirven para abastecer de agua potable a la población rural. Pese a no estar rodeadas de urbanización, al tener agua se convierten en balnearios improvisados que han cobrado numerosas vidas. Las paredes suelen ser casi verticales, haciéndolas susceptibles a derrumbes con los consiguientes riesgos de accidentes cuando se encuentran cerca de caminos, calles, construcciones u otras instalaciones. Dentro de esta unidad, se incluyeron también los enterramientos de basuras realizados hace varias décadas en canteras abandonadas. Son sólo dos en el partido y el impacto de esta actividad no ha sido estudiado hasta la actualidad.

7.- Urbanización en áreas no anegables con servicios de agua potable y/o cloacas: se trata de zonas urbanas y periurbanas con problemáticas ambientales derivadas del tránsito, su polución y accidentes, el ruido. Estas zonas son además potencialmente contaminantes del agua superficial por descarga de pluviales, o de agua subterránea por filtración de cisternas de combustibles, de ductos y cañerías cloacales. La impermeabilización de la superficie disminuye la infiltración y recarga de acuíferos,

aumentando el escurrimiento y agravando los riesgos de inundación. También reduce la superficie dedicada a la agricultura intensiva cuando ocupa suelos de buena aptitud. Se considera de impacto ambiental **medio/bajo**, cuando se trata de áreas con amplia cobertura de servicios, dentro de la zonificación contemplada en la ordenanza municipal como zonas de uso urbano.

8.- Áreas destinadas a la agricultura intensiva: incluye áreas destinadas a la horticultura, floricultura, silvicultura o forestación y estaciones experimentales agropecuarias, al igual que avicultura, apicultura y granja de pequeños animales. Su mayor impacto es la utilización de agroquímicos que pueden contaminar suelos y aguas y la extracción de agua subterránea para riego. También puede producir erosión hídrica por prácticas agronómicas deficientes. A pesar de esto, se las considera de **bajo** impacto ambiental en la región, dado que la existencia de este importante cinturón hortícola es beneficioso para la zona, como amortiguador del crecimiento urbano, productor de fuentes de trabajo y generador de alimentos. Un solo predio localizado en el partido en el límite con Magdalena, es destinado a engorde a corral (feedlot). Debido a que su superficie es mínima en relación al partido, se incluyó en esta unidad, pero el impacto que genera es bastante más agresivo con el medio que las actividades de agricultura intensiva.

9.- Áreas baldías no anegables en zonas urbanizadas: Se las considera área de reserva para la expansión urbana. En algunas zonas periurbanas, pueden tener un mínimo uso pecuario. Se les asigna **muy bajo** impacto ambiental, siendo el mayor riesgo la formación de basurales.

10.- Áreas destinadas a la actividad agropecuaria extensiva: áreas destinadas a una típica actividad de zona rural sobre suelos de menor calidad que los utilizados para la horticultura. Incluye agricultura extensiva, ganadería, tambos y haras. Se consideran de **mínimo** impacto ambiental.

11.- Grandes espacios verdes: Se consideran de **nulo** impacto ambiental negativo. Se trata de zonas a proteger tanto por su valor ecológico, paisajístico, urbanístico o educativo, como así también por su importancia como control del crecimiento urbano no planificado. Algunos de estos espacios cumplen un importante rol como reguladores de crecidas de los arroyos y reservas de biodiversidad. Incluye plazas, parques, reservas naturales y humedales, principalmente planicies de inundación de los arroyos.

Conflictos de uso del territorio

El hecho de que algunas porciones de territorio presenten características favorables en sus suelos para el desarrollo de más de una actividad, como lo muestra la fotografía aérea de la Fig. 52, hace que sobre ellas se presenten conflictos o competencias de utilización. En la Fig. 53 se puede apreciar sintéticamente cinco situaciones establecidas en el tiempo que muestran los conflictos de uso del territorio, más paradigmáticos del partido:

1) Año 1882. Fecha de fundación de La Plata, donde los suelos de la región prácticamente no habían sido modificados por la acción antrópica y se contaba con un 51% de suelos de óptima calidad, un 33% de suelos de calidad mediana y un 16% de suelos anegables de mala calidad agrícola.

2) Año 1922. Comienza la ocupación sobre los suelos de óptima calidad agrícola, donde ya existía una pequeña urbanización, algunos terrenos ya decapitados para la construcción de ladrillos y un pequeño cinturón hortícola.



Fig. 53 - Competencia entre uso Residencial, Agropecuario y Extractivo.

3) Año 1966. Ya se perciben las problemáticas ambientales producto del crecimiento urbano, la incipiente formación de canteras por extracción profunda de suelos, la decapitación para hornos de ladrillo y una pequeña porción de suelos anegables urbanizados, con un aumento de la actividad hortícola intensiva.

4) Año 2002. Crecen las problemáticas ambientales; así por ejemplo hay un aumento importante de la superficie ocupada por canteras que alcanza las 450 hectáreas.

5) Se agrega una situación inferida para el año 2052 basada en la tendencia actual, en la que aumentarían los problemas de degradación del territorio, como es el caso de los suelos de alta calidad agrícola, que se reducirían del 51 % al 13 %, y la utilización de áreas inundables para la urbanización.

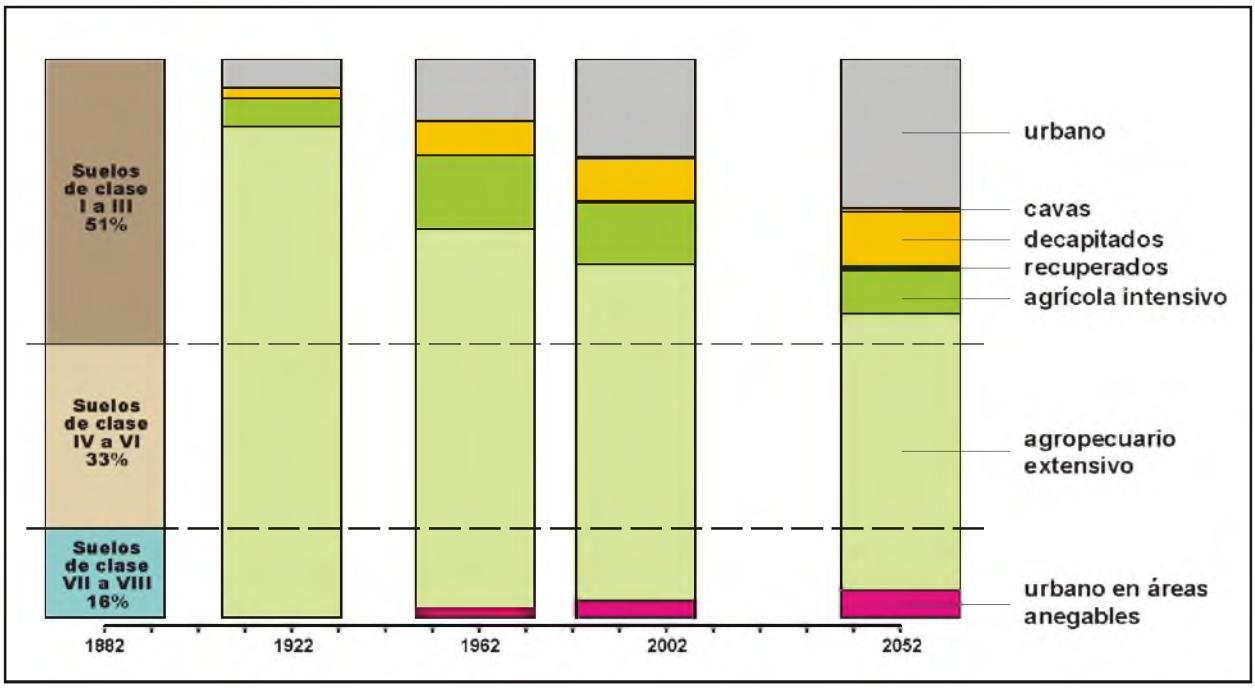


Fig. 54 - Conflictos de uso del suelo. Período 1882 - 2052 (inferido)

Indicadores e índices

Un *indicador* representa sintéticamente alguna característica mensurable o cuantificable que permite evaluar, comparar o diagnosticar situaciones pertenecientes a diversos campos del conocimiento: geológicos, edáficos, biológicos, económicos, sociales, etc. Un *índice* es una cifra adimensional que resulta de transformar uno o más indicadores mediante operaciones matemáticas sencillas. Así es posible combinar y comparar diversos indicadores representados por unidades de medidas muy diversas. Distintos índices se pueden combinar a su vez en niveles superiores para reflejar aspectos de complejidad creciente. La cifra que resulta de combinar varios índices es un *índice agregado.* El Índice de Afectación Territorial (Cabral, et. al., 2002) presentados en este trabajo es un ejemplo de índice agregado. Se ha calculado en base al método de Batelle-Columbus (Batelle Columbus Laboratory, 1972) y los pasos seguidos para su cálculo fueron los siguientes:

- Identificación de aquellos componentes ambientales que mejor representan la problemática de la región en estudio y selección de *indicadores* adecuados para caracterizar dichos componentes. En esta selección se debe tener en cuenta la escala y nivel de detalle del análisis ambiental.
- Elaboración de la cartografía temática necesaria.
- Asignación de un intervalo de variación entre la mejor y la peor situación ambiental a cada indicador en una unidad de medida. En este caso se tomaron porcentajes de superficie afectada por distintas actividades respecto a la superficie total del partido de La Plata.
- Transformación de la magnitud del indicador en un *valor*, variable entre 0 para la peor y 1 para la mejor condición ambiental. Para magnitudes intermedias se calculan los valores proporcionales entre 0 y 1, mediante fórmulas sencillas.
- Ponderación de cada valor según su importancia multiplicándolo por un *peso* (entre 0 y 1) para obtener *índices temáticos*. La suma de todos los pesos debe ser 1.
- Suma de los índices temáticos para obtener el *índice agregado,* que en el presente estudio se lo denominó *de afectación territorial*.

En estos pasos se deben manejar datos más o menos objetivos y otros que poseen cierto grado de subjetividad. Los primeros incluyen parámetros directamente mensurables y los segundos comprenden la identificación de los problemas e indicadores que reflejen de la mejor manera la situación ambiental. Otro paso sujeto a discusión es a veces la selección del intervalo de variación de los indicadores; es decir, a partir de qué magnitud se considera la mejor o la peor situación ambiental. La obtención de los datos del segundo tipo se debe lograr a través de un intercambio de opiniones entre integrantes del equipo de trabajo, que puede incluir el uso de metodologías más elaboradas, por ejemplo el método Delphi (Balkey, 1968).

Los indicadores e índices permiten efectuar seguimientos en un área determinada y a través del tiempo, con el objeto de predecir cambios o determinar tendencias en la evolución de una situación ambiental, el estado de un recurso natural, el bienestar de una población, y por lo tanto, implementar medidas de corrección o mitigación. En el partido de La Plata se realizó el seguimiento de la afectación que se le produjo al territorio a partir de un uso de la tierra con características degradantes para el ambiente, mediante el análisis de fotografías aéreas de los años 1966 y 2001. Se dispuso además de información básica previa sobre topografía, pendientes, geomorfología, hidrología, suelos (tipo y aptitud) y riesgos geológicos.

Un ejemplo de aplicación del indice de afectación territorial

Se trata de un trabajo realizado por el Instituto en el año 2002, con el objeto de comparar la degradación del territorio a lo largo de los últimos 35 años. En base a la cartografía temática y su cruzamiento, además de la incorporación de los datos aportados por los mapas de uso de la tierra de 1966 y 2001, se establecieron **ocho unidades de planificación** (Fig. 54). Los **impactos** producidos por las distintas actividades que se realizan sobre ellas se clasificaron desde **máximo** hasta **nulo**, cuantificándose como **indicadores de afectación territorial** (Tabla 23) al porcentaje de superficie afectada en relación con la totalidad del área estudiada:

1. **Cavas**: incluye tanto rurales como urbanas.
2. **Urbanización en áreas anegables**
3. **Suelos decapitados, originalmente correspondientes a clases I, II y III**
4. **Suelos decapitados originalmente correspondientes a clases IV a VI**
5. **Urbanización en áreas no anegables:** tanto servidas como sin servicios.
6. **Agricultura intensiva**
7. **Actividad agropecuaria extensiva:** incluye áreas baldías no anegables de las zonas urbanas, que pueden tener un mínimo uso pecuario.
8. **Grandes espacios verdes**

Considerando a la eliminación del humus, como una de problemáticas más graves de la región, en la Tabla 23 se puede visualizar la decapitación de suelos en los años 1966 y **2001**, considerando como superficie total del partido 89.353 ha. Se observa que en los años 1966 y **2001** se encontraban decapitados e inutilizados 5218 y **6883 ha** de suelos de óptima calidad agrícola, respectivamente. Debe destacarse sin embargo que la cifra de decapitación es aún mayor, pues parte de los suelos, una vez decapitados, se han utilizado para otras actividades. De esta manera, se ha estimado que en 1966 el porcentaje suelos decapitados llegaba a un 21% respecto de la superficie original de suelos de alta calidad para la agricultura. En el año **2001**, ese valor aumentó a **34%**.

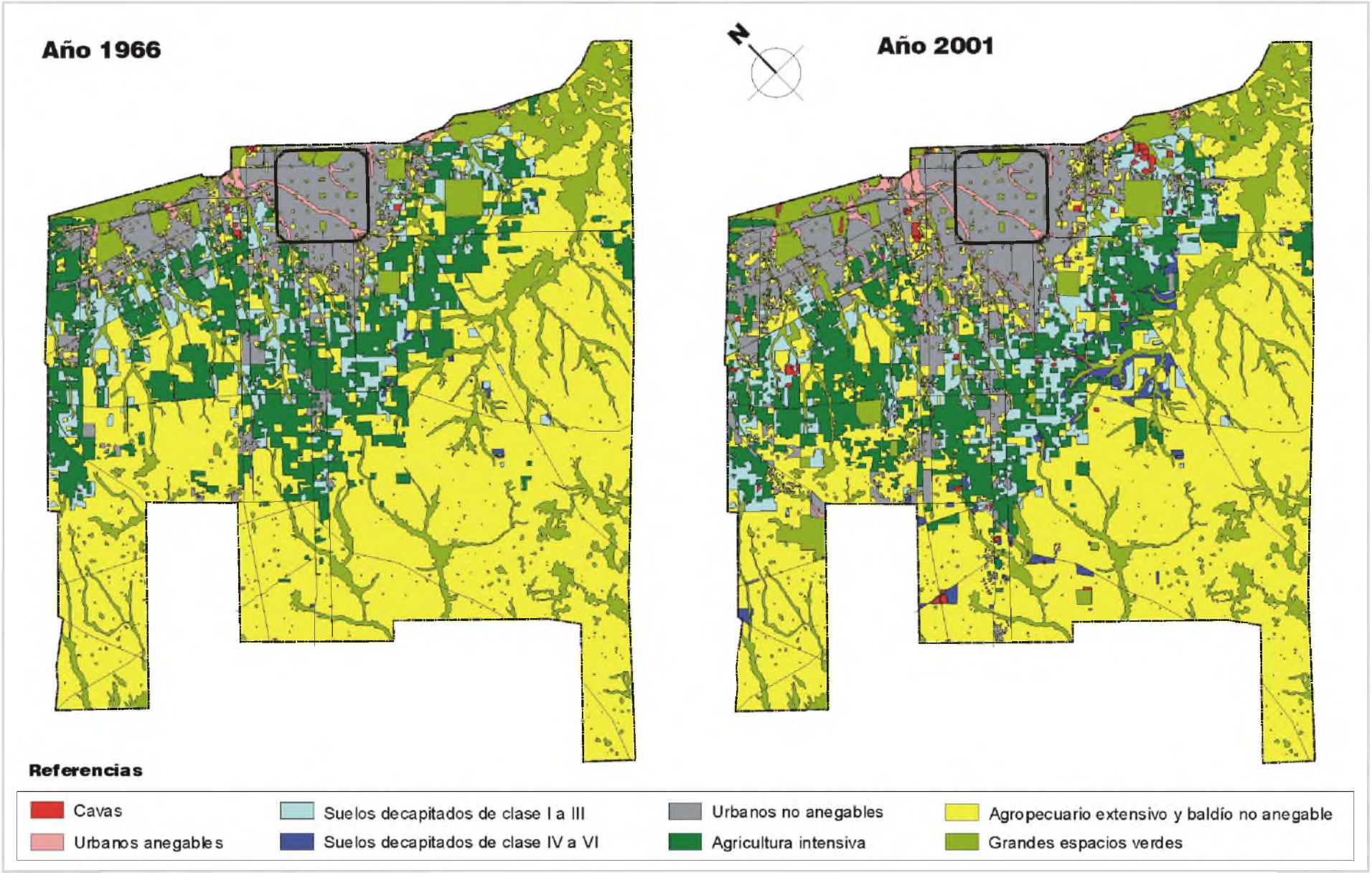


Fig. 55 - Mapas de unidades de planificación Año 1966 y 2001.

Tabla 23 - Superficies y porcentajes de suelos decapitados discriminados según clases de aptitud original de los suelos para los años 1966 y 2001.

Año 1966

CLASES DE SUELO	SUPERFICIE Y % DEL PARTIDO	DECAPITADOS MEDIDOS Y % DE LA CLASE DE SUELOS	DECAPITADOS ESTIMADOS BAJO OTROS USOS Y % DE LA CLASE DE SUELOS	TOTAL	% DE LA SUPERFICIE TOTAL DEL PARTIDO
I a III	45666 Ha 51 %	5218 Ha 11 %	4425 Ha 10 %	9643 Ha 21 %	10,8 %
IV a VI	29614 Ha 33 %	138 Ha 0,5 %	598 Ha 2 %	736 Ha 2,5 %	0,8 %
VII a VIII	14082 Ha 16 %	1548 Ha 11 %	16 Ha 0,1 %	1565 Ha 11 %	1,8 %
SUPERFICIE TOTAL AFECTADA Y % DEL PARTIDO				11954 Ha	13,4 %

Año 2001

CLASES DE SUELO	SUPERFICIE Y % DEL PARTIDO	DECAPITADOS MEDIDOS Y % DE LA CLASE DE SUELOS	DECAPITADOS ESTIMADOS BAJO OTROS USOS Y % DE LA CLASE DE SUELOS	TOTAL	% DE LA SUPERFICIE TOTAL DEL PARTIDO
I a III	45666 Ha 51 %	6883 Ha 15 %	8538 Ha 19 %	15420 Ha 34 %	17 %
IV a VI	29614 Ha 33 %	1124 Ha 4 %	1701 Ha 6 %	2825 Ha 9,5 %	3 %
VII a VIII	14082 Ha 16 %	1849 Ha 13 %	73 Ha 0,5 %	1922 Ha 13 %	2 %
SUPERFICIE TOTAL AFECTADA Y % DEL PARTIDO				20167 Ha	22 %

Se muestra en la Tabla 24 los resultados de los años 1966 y 2001 y los pasos seguidos para calcular el índice temático correspondiente a cada unidad de planificación ambiental y la sumatoria de éstos para obtener el índice agregado de afectación territorial.

Tabla 24 - Indice agregado de afectación territorial (IAAT) - 1966/2001

Unidad de Planificación	*Unidad del Indicador*	*Intervalo* 1 0	*Peso (P)*	*Magnitud Determinada*		*Valor del indicador (V)*		*Indice Temático (V x P)*	
Cavas Extracción profunda de suelos	% superficie	0 - > 1	0,32	0,09	**0,50**	0,91	**0,50**	0,29	**0,16**
Urbanización en áreas anegables	% superficie	0 - >2	0,30	0,85	**1,56**	0,58	**0,22**	0,17	**0,07**
Decapitación suelos clases I,II y III	% superficie	0 - >10	0,18	5,84	**7,70**	0,42	**0,23**	0,08	**0,04**
Decapitación suelos clases IV a VI	% superficie	0 - >30	0,08	0,15	**1,26**	0,99	**0,96**	0.08	**0,08**
Urbanización en áreas no anegables	% superficie	<20 - >40	0,05	8,18	**12,90**	1,00	**1,00**	0,05	**0,05**
Agricultura intensiva	% superficie	>30 - <5	0,04	14,52	**12,80**	0,38	**0,34**	0,02	**0,01**
Actividad agropecuaria extensiva	% superficie	>15 - <10	0,02	54,62	**47,00**	1,00	**1,00**	0,02	**0,02**
Grandes espacios verdes	% superficie	>20 - <10	0.01	15,76	**16,32**	0,58	**0,63**	0,01	**0,01**
INDICES AGREGADOS DE AFECTACION TERRITORIAL (Σ Indices temáticos)								0,72	**0,44**

De todas las problemáticas analizadas, se considera que la extracción profunda de suelos es una de las degradaciones más graves de la zona estudiada debido a los problemas ambientales y sociales ya mencionados. Por ello se le asignó un peso alto (0,32) y se consideró un porcentaje bajo de superficie ocupada como la peor situación ambiental (cuando se supera el 1 %). Se aprecia en la Fig. 49 que en el año 1966 existían 21 cavas que abarcaban el 0,09 % de la superficie del Partido y en 2001 estas explotaciones aumentaron a 91, que representan el 0,50 %. Efectuando los cálculos, se obtuvo un valor de 0,91 en 1966 y 0,50 en 2001. Multiplicando estos valores por el peso asignado a esta problemática, se obtuvo el *índice temático* para extracción profunda de suelos (0,91 x 0,32 = 0,29 para 1966 y 0,50 x 0,32 = 0,16 para 2001). De la misma manera se procedió para obtener los restantes índices temáticos.

Las superficies ocupadas por urbanización en áreas anegables y por suelos de alta calidad agrícola decapitados experimentaron aumentos relativos apreciables entre ambas fechas, lo cual sumado al peso elevado que se asignó a estas problemáticas y la pequeña superficie admitida para la peor situación, originaron una disminución importante de los correspondientes índices temáticos, acercándose a la peor situación (0,00).

La decapitación de suelos de menor aptitud agrícola (clases IV a VI) experimentó también un incremento relativo significativo; sin embargo, en razón del menor peso y de la mayor tolerancia en cuanto a superficie máxima crítica asignados a esta problemática (más del 30 %), el valor del indicador disminuyó sólo levemente y el índice temático no varió. Por otra parte, buena parte del área afectada por esta problemática fue ocupada por urbanización y por lo tanto podría considerarse como parcialmente recuperada.

La urbanización de áreas no anegables produce un impacto ambiental medio. De todas maneras, a los fines del presente estudio, se ha admitido que mientras se mantenga por debajo de un 20 % de ocupación, no produciría un impacto ambiental negativo significativo. Como en 1966 este uso ocupaba un 8,18 % de la superficie del partido y pasó a 12,90 % en 2001, se asignó el máximo valor (1,0) para ambas fechas, no influyendo en la disminución del índice agregado.

Aunque la actividad agrícola intensiva fue parcialmente desplazada por la expansión urbana, no experimentó una disminución importante ya que avanzó sobre tierras dedicadas a la agricultura extensiva o la ganadería, actividades que se han reducido en el partido. El bajo peso asignado a las mismas y el hecho que las variaciones no sean muy considerables, han influido para que el índice temático de estos usos casi no se modificara entre 1966 y 2001. Lo mismo puede decirse respecto a los grandes espacios verdes.

Para calcular el índice que sintetice el grado de deterioro ambiental del Partido, a partir de las problemáticas analizadas, se han sumado los índices temáticos, obteniéndose el *índice agregado de afectación territorial,* que, entre los años 1966 y 2001 muestran una disminución que va de 0,72 a 0,44, lo que indica un deterioro creciente en la calidad ambiental, atribuible principalmente al incremento de la superficie ocupada por las actividades extractivas de suelo y por urbanizaciones en áreas anegables.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A lo largo del presente estudio, surgió la necesidad de establecer un límite a la expansión de la mancha urbana, basado en la convicción de que los mejores suelos productivos del partido corrían riesgo de desaparecer ante el crecimiento de la actividad extractiva y la urbanización. En el año 1992 se sugirió a las autoridades municipales el establecimiento de este límite que aportaría criterios para el Ordenamiento Territorial del partido (Giménez et al. 1992). En el año 2000 se sancionó la Ordenanza 9231 que establece la nueva zonificación de usos del territorio y que contempla zonas urbanas, de reserva urbana y zonas rurales. Estos nuevos límites propuestos son los que se usan en el presente informe para la determinación de algunas de las unidades de planificación propuestas.

La obtención del Índice de Afectación Territorial, es una buena herramienta de gestión, que sirve para visualizar las problemáticas ambientales-territoriales a lo largo del tiempo y aporta elementos para priorizar trabajos de recuperación de áreas degradadas.

Actividad extractiva

La extracción de suelos constituye una actividad degradante del ambiente ya que implica la pérdida de un recurso natural no renovable en un área donde la actividad agrícola intensiva contribuye de manera sustancial a la economía de la región. En este sentido, se debería desalentar el uso del suelo como material de construcción, investigar sobre el uso de materiales alternativos y hacer cumplir reglamentaciones

municipales referentes a ubicación y acondicionamiento de canteras para reducir su peligrosidad y carácter degradante del ambiente.

Para las cavas localizadas dentro de la zona urbana, en caso de no estar inundadas, se recomiendan los usos forestal o bien recreativo, cultural o deportivo, mediante una adecuada parquización. Para ello en gran parte de las cavas existentes será necesario suavizar sus taludes ya que en general no se da cumplimiento a la ordenanza vigente y se las abandona presentando paredes casi verticales y sin protección. Estos espacios se los puede destinar a las más variadas prácticas deportivas como pistas de motocross, karting, velódromo, atletismo, padel, fútbol, etc. Si existiese afloramiento del nivel freático, para actividades náuticas sin motores, pesca, etc., evitando la contaminación del agua. También es posible pensar en el aprovechamiento para paseo de compras, ferias artesanales; anfiteatros abiertos o cerrados para conciertos, opera, teatro, recitales, cine, etc. También es posible la utilización de estas áreas para depósitos, galpones o cocheras. Se aconseja su prohibición para relleno sanitario y uso industrial, pues éstos pueden ocasionar contaminación de las aguas subterráneas.

Para cavas localizadas en zona rural es posible estudiar la recomendación del relleno sanitario o enterramiento de basura, en caso de no ser muy profundas y no tener agua aflorante, siempre y cuando se cuenten con estrictos mecanismos de control, monitoreo y seguimiento de los procesos. Para ello se hace necesario el cumplimiento de las normas internacionales, tanto técnicas como legales, y de esa forma impedir posibles hechos contraproducentes. Otro uso posible es el forestal. También se recomienda contemplar el área con fines recreativos y estudiar la posibilidad de uso residencial, de casas quinta o de fin de semana en cavas de escasa profundidad. Se aconseja la prohibición para asentamiento de industrias con algún tipo de contaminación.

Para suelos localizados en zona rural, y sobre los cuales ya ha sido extraído el horizonte húmico superficial, se estima que el uso extractivo en profundidad, es menos perjudicial. Si se trata de predios que se encuentran en zonas topográficamente elevadas, con niveles freáticos profundos y fuera de toda posibilidad de urbanización, se constituyen en las zonas a tener en cuenta para el asentamiento de Cementerios Parque. También es posible recomendar para esta unidad el uso recreativo. El uso agropecuario en general no se lo descarta pero, por lo expuesto en el estudio, surgen serias dificultades al sufrir el suelo una fuerte degradación por la falta del horizonte humífero. De cualquier forma, se recomienda buscar formas alternativas de tratamiento y de uso para reinsertar estas unidades en la actividad agropecuaria. En este sentido, deberían realizarse investigaciones sobre la aplicación de compost obtenido a partir de residuos orgánicos para mejorar las condiciones físicas y químicas de dichos suelos. Estas prácticas deberían enmarcarse en estrategias a largo plazo orientadas a reducir el volumen de residuos destinados a rellenos sanitarios, algunos de los cuales se encuentran prácticamente colmatados en la región. El Instituto de Geomorfología y Suelos se encuentra realizando experiencias tendientes a este objetivo.

Ocupación urbana-

La ocupación residencial fue dividida, mediante el cruzamiento de cartografía geomorfológica y de usos del suelo, en áreas urbanizadas construidas sobre zonas naturalmente anegables, y en áreas sin problemas de anegabilidad. Al mismo tiempo, se dividió el área urbanizada en zonas con servicios de agua potable y cloacas y zonas que carecen de ellos. Respecto a las construcciones realizadas sobre zonas anegables, muchas veces sobreelevadas mediante rellenos, deberán ser desalentadas en el futuro, no sólo por las consecuencias en la población afectada, sino también por las modificaciones a la dinámica hídrica que pueden provocar serias perturbaciones aguas arriba. Por otro lado, en el caso de rellenarse estas áreas, práctica utilizada para evitar que las construcciones se inunden, los requerimientos de material de relleno implicarían la expansión de la superficie de canteras.

A continuación se traducen las recomendaciones emitidas por la Comisión de Inundaciones creada por el Municipio y de la cual el Instituto de Geomorfología y Suelos fue miembro activo:

Una acción imprescindible en el contexto de enfrentar los problemas de inundaciones cada vez más frecuentes en la región es la puesta en marcha de Programas de diferentes características que encaren globalmente esta temática. Su costo resultaría considerablemente inferior al de reparación de daños emergentes y podrían sintetizarse de la siguiente forma:

- *Programa integral que contemple la limpieza y mantenimiento permanente de los conductos pluviales y entubamientos subterráneos.*
- *Programa integral que contemple la limpieza y mantenimiento permanente de los cursos de agua de la región, tanto de sus cauces como de las planicies naturales de inundación.*

- *Programa integral para la ejecución de obras de ampliación, readecuación y correcciones en la actual red de pluviales subterráneos.*
- *Programa integral para la ejecución o readecuación de alcantarillado y puentes en las zonas donde los cursos discurren a cielo abierto.*
- *Programa integral, en colaboración con los vecinos, de ampliación de los espacios verdes del partido a través de la instalación de paseos, circuitos aeróbicos, canchas deportivas, juegos infantiles, parques y áreas recreativas en los bordes de los arroyos, de manera de garantizar el libre espacio de 50 metros a cada lado del eje de los arroyos, como lo marca la ley.*
- *Programa integral de erradicación y relocalización de barrios o asentamientos instalados en las zonas de riesgo de inundación.*
- *Mantener la designación de uso restringido para las parcelas que incluyan porciones de las planicies naturales de inundación.*

Por otro lado se recomienda la concreción de convenios, acuerdos o colaboraciones intersectoriales e interinstitucionales:

- *Entre las Direcciones de Planeamiento, Control Urbano e Hidráulica municipal para fiscalizar, evitar, controlar y penar la ocupación de las planicies naturales de inundación de los arroyos.*
- *Entre las Direcciones de Hidráulica provincial y municipal con el objeto de monitorear los cursos del partido y ejecutar obras en forma complementaria.*
- *Entre las Delegaciones, las Juntas Comunales, Defensa Civil y ONG de cada zona para elaborar programas de capacitación, prevención e información en las escuelas locales respecto a la problemática de las inundaciones y sus consecuencias.*
- *Entre el Instituto de la Vivienda, la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, el Colegio de Arquitectos y los Municipios de la región para llevar adelante el Programa de erradicación y relocalización de asentamientos, a la vez que el análisis de proyectos de construcciones modestas en palafitos, que permitan su instalación en zonas sometidas a periódicos anegamientos.*

Respecto a la problemática generada por la expansión urbana irrestricta, es imprescindible respetar el nuevo límite de la zonificación propuesta por el Código de Ordenamiento Urbano (Ordenanza 9231/00), favoreciendo la densificación de los núcleos ya consolidados. Los nuevos emprendimientos urbanos deberán orientarse hacia las áreas baldías o con baja densidad poblacional que cuenten con servicios, con el objeto de un mejor aprovechamiento de éstos (agua potable, luz eléctrica, gas, cloacas, teléfono, pavimento, transporte, etc).

Con relación al área urbanizada sin servicios sanitarios, es recomendable la extensión del área servida, ya que el impacto sobre la calidad ambiental y la salud de la población que provoca esta diferencia es importante.

También se aconseja promover el establecimiento de espacios verdes, para continuar de esa forma con una de las premisas que caracterizaron al casco urbano de la ciudad, desde su fundación.

La extracción del horizonte húmico en las zonas con destino urbano, no trae mayores problemas a las construcciones que se implanten sobre ellos y no conlleva un impacto negativo desde el punto de vista productivo.

Agricultura Intensiva

La agricultura intensiva en esta región es una actividad que debería fomentarse ya que es posible encuadrarla dentro del llamado desarrollo sostenible.

La existencia del cinturón hortícola platense es beneficioso para la zona, como amortiguador del crecimiento urbano, productor de fuentes de trabajo y generador de alimentos. Este desarrollo productivo significa una muy buena salida económica para el Partido además de promover actividades colaterales de distintas características.

Debido a que su mayor impacto es la utilización de agroquímicos que pueden contaminar suelos y aguas, se recomienda la implementación de medidas de control respecto al uso, manejo y disposición de los mismos. En este sentido debe advertirse sobre la aplicación de dosis excesivas de fertilizantes (fósforo,

nitratos), como así también sobre la salinización de suelos de invernáculos. La erosión hídrica, aunque no está generalizada en la región, puede afectar a suelos situados sobre áreas con pendientes importantes; ello requeriría la implementación de prácticas de manejo para reducir la pérdida de suelo. Además sería conveniente llevar a cabo programas educativos con los productores de la zona.

Grandes espacios verdes

Incluyen tanto zonas a proteger por su valor ecológico, paisajístico, urbanístico o educativo, como es el caso de plazas, parques o áreas recreativas y grandes espacios propiedad del Estado, como el aeropuerto y las unidades militares.

También incluye las zonas de inundación natural de ríos, bañados y arroyos que sufren frecuentes inundaciones y/o anegamientos. La protección de estas zonas, es recomendable por sus funciones reguladoras y retardadoras de crecidas. Por lo expuesto, es necesario asignarles a esta Unidad destinos adecuados, por lo cual se recomienda utilizarlos como espacios públicos cuidados, iluminados y arbolados que sirvan para camping, juegos infantiles y actividades deportivas varias. De esta manera se ganan áreas verdes para el partido y se resguardan de ser ocupadas por asentamientos o de transformarse en basurales.

Otro uso recomendado para estos ambientes es el forestal, no sólo relacionado a aspectos recreativos, sino también dirigido a la producción, tan poco arraigada en el partido de La Plata. Para tal fin, será necesario realizar un análisis detallado de cuales serían las especies más convenientes a implantar dadas las condiciones tan especiales de estas unidades, cuidando de no entorpecer el drenaje natural del agua. Los amplios predios asignados al Batallón de City Bell y al Regimiento de Arana deberían tenerse en cuenta a la hora de planificar un uso futuro.

Los grandes espacios verdes, por otro lado, actúan como reservas de biodiversidad y sustento de fauna silvestre. Dentro del partido, ésta última está restringida en su mayor parte a la avifauna localizada en los extremos N y S. En el norte existe una mínima superficie perteneciente a la Planicie Costera entre la zona urbana y la Autopista La Plata-Buenos Aires, aunque hacia el norte de esta vía de comunicación, dentro de los partidos de Ensenada y Berisso, es posible identificar áreas a preservar por su valor ecológico, su función de corredores verdes, y su interesante biodiversidad. En el extremo sur, se encuentran las áreas menos antropizadas del partido, en la vertiente del río Samborombón y la cuenca del arroyo El Pescado.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abete, L.A. y Sánchez, M. 1970. Relación entre las constantes de Atterberg y su estimación rápida mediante el ensayo de expansión libre. Memorias de la Primera Reunión Argentina de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Fundaciones. LEMIT y Sociedad Argentina de Mecánica de Suelos. La Plata. 241-250.

Alconada, M.; Minghinelli, F. y Balcaza, L. 1998. Degradación de suelos de invernáculo, Gran La Plata. La calidad del agua de riego. En: Avances en el Manejo del Suelo y Agua en la Ingeniería Rural Latinoamericana. Balbuena, R.; Benez, H. y Jorajuría, S. H. (Ed.). Asociación Latinoamericana y del Caribe de Ingeniería Agrícola. 88-95

Alconada, M.; Giuffre, L.; Huergo, L. y Pascale, C. 2000. Hiperfertilización con fósforo de suelos Vertisoles y Molisoles en cultivo de tomate protegido. En: Avances en Ingeniería Agrícola 1998-2000. Editorial Facultad de Agronomía, UBA. 343-347.

Arens, P.L. y Etchevehere P.H. 1967. Normas de reconocimiento de suelos. Instituto de Suelos y Agrotecnia, INTA, Buenos Aires.

ASTM. 1964. Book of Standards, Part II. American Society for Testing and Materials. Philadelphia. 206-213.

Auge, M.P.; González, N. y Nagy, M.I. 1995. Manejo del agua subterránea en La Plata, Argentina. Convenio Universidad de Buenos Aires-International Development Research Centre. 149 p.

Ayala Carcedo, F.J. 1987. Introducción a los riesgos geológicos. En: Riesgos Geológicos. Serie Geología Ambiental. Instituto Geológico y Minero de España (Ed.). Madrid. 3-19.

Balkey, N.C. 1968. The Delphi method; an experimental study of group opinion. Rand Memorandum. 5888. P.R. Rand Corporation. Santa Monica, California.

Bandyopadhyay, S.S. 1981. Prediction of swelling potential for natural soils. Journal of Geothecnical Engineering Division, American Society of Civil Engineers. 107 GT1, 658-661

Batelle Columbus Laboratory. 1972. Environmental evaluation system for water resource planning. Batelle Columbus Laboratory. Springfield, USA.

Burton, I.; Kates, R.W. y White, G.F. 1978. The environment as hazard. Oxford University Press. New York.

Cabral, M.G.; Hurtado, M.A.; Giménez, J.E.; da Silva, M.M. y Martínez, O. 1997. Cartografía temática e índices de calidad ambiental como base para el ordenamiento territorial. III Jornadas Científicas sobre Medio Ambiente. Asociación Universidades Grupo Montevideo.

Cabral, M.G.; Giménez, J.E. y Hurtado, M.A. 1998. Descripción de indicadores para la obtención de un índice de peligrosidad de cavas como una herramienta para la gestión ambiental. Actas Quintas Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses. Mar del Plata. Vol. 2, 73-82.

Cabral, M.G. 2000. Geomorfología del Partido de La Plata, Provincia de Buenos Aires. Presentado en el IX Simposio Latinoamericano de Percepción Remota. Sociedad de Especialistas Latinoamericanos en Percepción Remota y Sistemas de Información Espacial (Capítulo Argentina). Puerto Iguazú, Misiones. Inédito.

Cabral, M.G.; Hurtado, M.A.; Giménez, J.E.; Sánchez, C.A.; Muntz, D. y da Silva, M.M. 2002. Indices de afectación territorial en la planificación estratégica del partido de La Plata, provincia de Buenos Aires, Argentina. Actas IV Coloquio de Transformaciones Territoriales. Asociación Universidades Grupo Montevideo-Universidad de la República. Montevideo, Uruguay 21-23 de agosto de 2002.

Cappannini, D. A. y Mauriño V.R. 1966. Suelos de la zona estuárica comprendida entre las ciudades de Buenos Aires al Norte y La Plata al Sur (Provincia de Buenos Aires). Colección Suelos 2. INTA.

Casagrande, A., 1948. Classification and identification of soils. Trans. Am. Soc. Civil Engineering. 113: 901 – 931.

Cavallotto, J.L. 1995. Evolución geomorfológica de la llanura costera ubicada en el margen sur del Río de la Plata. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata.

Cendrero Uceda, A. 1987. Riesgos geológicos, ordenación del territorio y protección del medio ambiente. En: Riesgos Geológicos. Serie Geología Ambiental. Instituto Geológico y Minero de España (Ed.). Madrid. 327-332.

Crincoli, A. 2004. Determinación de índices de peligrosidad de canteras en las cuencas de los arroyos Maldonado y Garibaldi, partido de La Plata. Informe final - Beca de estudio - Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires.

Daus, F. 1946. Geografía de la República Argentina. T. 1. Parte Física. Ed. Estrada. Buenos Aires.

Elizaga Muñoz, E. 1987. Prevención de inundaciones. Los mapas de riesgos. En: Riesgos Geológicos. Serie Geología Ambiental. Ed. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid. 137-143.

FAO. 1973. Soil Survey Interpretation for Engineering Purposes. Food and Agriculture Organization of the United Nations Roma, Italia, Boletín Nº 19.

FAO, 1995. Dimensions of need. T. Loftas (Compilador). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma.

Fidalgo, F.; Colado, U.R. y De Francesco, F.O. 1973. Sobre ingresiones marinas cuaternarias en los partidos de Castelli, Chascomús y Magdalena, provincia de Buenos Aires. Relatorio V Congreso Geológico Argentino. II: 227-240.

Fidalgo, F. y Martinez, O. 1983. Algunas características geomorfológicas dentro del partido de La Plata (Provincia de Buenos Aires). Asoc. Geol. Arg. Rev. , XXXVIII (2): 263-279.

Filho, O.A.; Silva Cerri, L.E. y Amenomori, C.J. 1990. Riscos geológicos. Aspectos conceituais. Actas I Simpósio Latino-Americano sobre Risco Geológico Urbano. São Paulo. Brasil. 334-341.

Frenguelli, J. 1950. Rasgos generales de la morfología y la geología de la Provincia de Buenos Aires. LEMIT. Ser. II, No.33: 72.

Galetovic, J.E.; Toy, T.J. y Foster, G.R. (Ed.) 1998. Guidelines for the use of the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). Version 1.06 on mined lands, construction sites and reclaimed lands. The Office of Technological Transfer. Office of Surface Mining. Denver, USA.

Garzon Heydt, G. 1987. Geología y dinámica fluvial. En: Riesgos Geológicos. Serie Geología Ambiental. Instituto Geológico y Minero de España (Ed.). Madrid. 123-129.

Gebhard, J. A.; Giménez, J. E.; Hurtado, M. A.; Lucesoli, H.; Muntz, D. y Sánchez, C. 2003. Mapping and characterization of quarries in southern Greater Buenos Aires (Argentina). Convenio Earth Remote Sensing Data Analysis Center (Japón) - Instituto de Geomorfología y Suelos. Informe técnico. 11 pag. y anexos.

Giménez J.E.; Hurtado M.A.; Cabral M. y da Silva M. 1992. Estudio de suelos del partido de La Plata. Etapa I: Sector Oeste-Noroeste. Convenio Consejo Federal de Inversiones-Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP. 180 p. y mapas.

Giménez, J.E.; Salerno, M.I. y Hurtado, M.A. 2002. Rehabilitation of desurfaced soils by afforestation in La Plata county, Argentina. Land Degradation and Development. 13: 69-77.

Holtz, W. G. y Gibbs, H. J. 1956. Engineering properties of expansive clays. Trans. ASCE 121: 641 – 677.

Hurtado, M.A.; Cabral, M.G.; Giménez, J.E.; Martínez, O. y Sánchez, C. 2002. Indices de afectación territorial en la cuenca de los arroyos Carnaval-Martín, Provincia de Buenos Aires. Actas del XV Congreso Geológico Argentino, Calafate, Santa Cruz. III: 404-409.

Hurtado, M.A. 1987. Problemas ambientales relacionados a suelos y planificación urbana. Consideraciones sobre diferentes tipos de degradación de suelos. Primeras Jornadas Regionales sobre Medio Ambiente Natural. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP. La Plata.

IBAMA. 1990. Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração. Técnicas de revegetação. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais. Brasilia. 96 pag.

Instituto Tecnológico Geominero de España. 1996. Guía de Restauración de Graveras. 2ª edición. Madrid. 208 pag.

INTA 1989. Mapa de suelos de la provincia de Buenos Aires. Escala 1:500.000. CIRN. Instituto de Evaluación de Tierras.

Issa, R. J. y Urbiztondo, A.M. 1971. Uso actual de la tierra y capacidad de uso del suelo del partido de La Plata. Departamento de Suelos y Aguas. Ministerio de Asuntos Agrarios, provincia de Buenos Aires. 38 pág. y mapas.

Klingebiel, A. A. y Montgomery, P. A. 1961. Land capability classification. USDA, SCS. Agr. Handbook N° 210. Washington, D. C.

Lambe, T.W. 1960. The character and identification of expansive soils, soil PVC meter. Federal House Administration, FHA 701, USA.

Muckel, G.B. (ed.). 2004. Understanding soil risks and hazards: Using soils to identify areas with risks and hazards to human life and property. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Services. 93 p.

Nelson, J.D. y Miller D.J., 1992. Expansive soils: Problems and practice in foundation and pavement engineering. John Wiley & Sons, New York.

Ogura, A. y Soares Macedo, E. 2000. Procesos y riesgos geológicos. En: II Curso Internacional de Aspectos Geológicos de Protección Ambiental. F.L.Repetto y C.S. Karez (Ed.). Campinas, Brasil. UNESCO.

Ranggatanatham, B.V. y Satyanarayana, B. 1965. A rational method of predicting swelling potential for compacted expansive clays. Proceedings 6th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Canadà. 1, 92-96

Real Academia Española. 2001. Diccionario de la lengua española. 22ª edición. Madrid.

Riggi, J.L.; Fidalgo, F.; Martínez, O. y Porro N. 1986. Geología de los "Sedimentos Pampeanos" en el partido de La Plata. Asoc. Geol. Arg. Rev., XLI (3-4): 316-333.

Roa, A.S.; Phanikumar, B.R. y Sharma, R.S. 2004. Prediction of swelling characteristics of remoulded and compacted expansive soils using free swell index. Quaterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology. 37, 217-226

Rowe, W.D. 1977. An anatomy of risk. John Wiley and Sons, Inc. N.York. 488 p.

Sallee, W.J. 1979. Land, water and the environment. En: The Environment and the Quality of Life: A World View. M.E. Wolfgang (ed.). The Annals of the American Academy of Political and Social Science. Philadelphia, U.S.A. Vol. 44, 78-88.

Schoeneberger, P.J.; Wysocki, D.A.; Benham, E.C. y Broderson, W.D. 1998. Libro de campaña para descripción y muestreo de suelos. Centro Nacional de Relevamiento de Suelos, Servicio de Conservación de los Recursos Naturales, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Traducción del Area de Cartografía de Suelos y Evaluación de Tierras, Instituto de Suelos, CIRN, INTA, Argentina. 2000.

Seed, H.B.; Woodward, R.J. y Lundgren, R. 1962. Prediction of swelling potential for compacted clays. Journal of the Soil Mechanics and Foundation Engineers, Proceeding of the American Society of Civil Engineers, 88 (SM3), 53-87.

Skempton, A. W., 1953. The colloidal activity of clays. Proceedings 3º International Conf. Soil Mech. Found. Engineering. 1: 57 – 61.

Soil Survey Staff. 1971. Guide for interpreting engineering uses of soils. Soils Conservation Service, U. S. Department of Agriculture, U. S. Government Printing Office, Washington, D.C. USA. 87 p.

Soil Survey Staff, 1993. Soil survey manual. United States Department of Agriculture Handbook nº 18. Washington, D.C.

Soil Survey Staff. 1999. Soil Taxonomy. A basis system of soil classification for making and intrepreting soil surveys. United States Department of Agriculture. Agriculture Handbook Nº 436. Washington, D.C. 2ª. edición. 869 p.

Terzaghi, K. y Peck, R.B. 1955. Mecánica de suelos en la ingeniería práctica. Ed. El Ateneo, Buenos Aires.

Thomas, P. J., 1998. Quantifying Properties and Variability of Expansive Soils in Selected Map Units. Tesis Doctoral. Blacksburg, Virginia, USA.

Thornthwaite, C.W. 1948. An approach toward a rational classification of climate. Geograph. Review. XXXVIII No. 1: 55-94

Thornthwaite, C.W. y Mather, J.R. 1957. Instructions and tables for computing the potential evapotranspiration and the water balance. Climate. Drexel Inst. of Techn. No 10:185-311.

Thomas, P.J.; Backer, J.C. y Zelasny, L.W. 2000. An expansive soil index for predicting shrink-swell potential. Soil Science Society of America Journal. 64, 268-274

Tricart, J. 1973. Geomorfología de la Pampa Deprimida. INTA, Colección Científica XII. Buenos Aires.

U.S. Geological Survey. 1977. Proposed procedures for dealing with warning and preparedness for geologic related hazards. United States Federal Register. Vol.42 No. 70:19292-19296

Vincent, M. 2003. Retrait-gonflement des sols argileux: méthode cartographique d'évaluation de l'aléa en vue de l'établissement de PPR. Service Aménagement et Risques Naturels, Plan de Prévention de Risques (PPR), Marseille, Francia. Informe Técnico.

Violante, R.A.; Parker, G. y Cavallotto, J.L. 2001. Evolución de las llanuras costeras del este bonaerense entre la bahía Samborombón y la laguna Mar Chiquita durante el Holoceno. Rev. de la Asociación Geológica Argentina. 56 (1): 51-66.

Wischmaier, W.H. y Smith, D.D. 1978. Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning. AH-537. U.S. Dept. Agr., Washington, D.C. 58 p

MAPAS



Mapa 1: Infraestructura de Comunicaciones



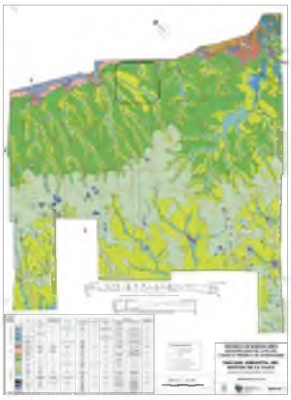
Mapa 2: Topografía



Mapa 3: Pendientes Regionales



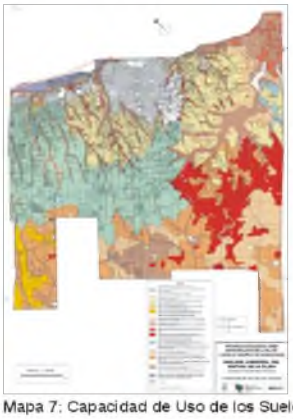
Mapa 4: Hidrología Superficial



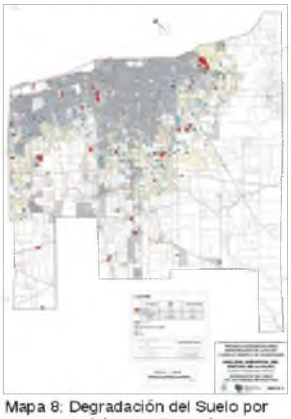
Mapa 5: Geomorfología



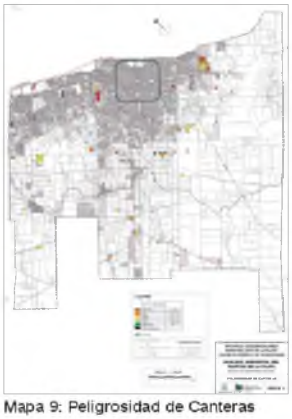
Mapa 6: Suelos



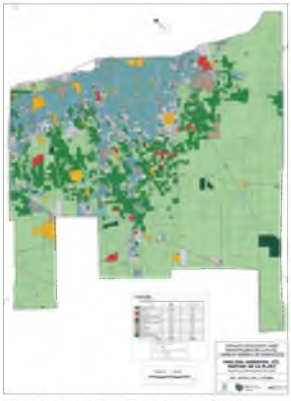
Mapa 7: Capacidad de Uso de los Suelos



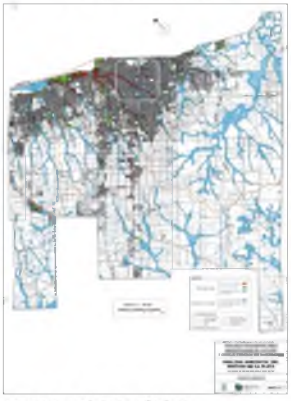
Mapa 8: Degradación del Suelo por Actividades Extractivas



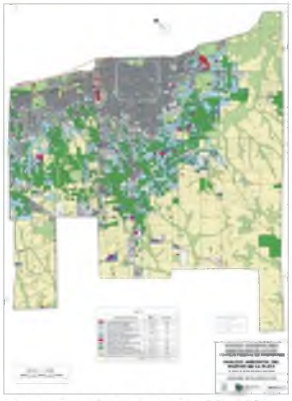
Mapa 9: Peligrosidad de Canteras



Mapa 10: Uso Actual de la Tierra



Mapa 11: Riesgo Hídrico



Mapa 12: Unidades de Planificación

Vista Preliminar de la cartografía contenida en el CD adjunto a la presente edición.

58° 00'

35° 00'

Autopista La Plata-Buenos Aires

VILLA ELISA

CITY BELL

GONNET

HERNANDEZ - GORINA

RINGUELET

TOLOSA

SAN CARLOS

VILLA ELVIRA

ALTOS DE SAN LORENZO

LOS HORNOS

A. SEGUI

MELCHOR ROMERO

ABASTO

OLMOS

EL PELIGRO

ETCHEVERRY

Parque Ecológico

Batallón de Comunicaciones 601

República de los Niños

CIC

Mercado

Est.Tolosa

Est.La Plata

Aeródromo Provincial

Cementerio

Talleres Ferrocarril

Club de Planeadores

R.I.M 7

Poblet

Carcel Olmos

Abasto

Etcheverry

Parque Industrial

Estación Transformadora

Autódromo

Buchanan

Segui

Melchor Romero

Gambier

Elizalde

Arana

Gorina

F.C.G.R

I.Correas

F.C.G.B

FCGR

FCGB

1 2 6 10 11 13 14 19 36 53 215

ESCALA 1 : 50.000

0 1 2 3 4 5 km

Leyenda

- Límite de partido
- Límite de delegación municipal
- Ruta Nacional
- Ruta Provincial
- Autopista La Plata - Buenos Aires
- FF CC Activo
- FF CC Inactivo

PROVINCIA DE BUENOS AIRES
MUNICIPALIDAD DE LA PLATA
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

ANÁLISIS AMBIENTAL DEL PARTIDO DE LA PLATA

Aportes al Ordenamiento Territorial

INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACIONES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO

INSTITUTO DE GEOMORFOLOGIA Y SUELOS

MAPA Nº 1

58° 00'

35° 00'

Autopista La Plata-Buenos Aires

Leyenda

- Curva principal y cota
- Curva secundaria

Equidistancia: 2,5 metros

Fuente: Cartas del IGM - Escala 1:50.000
Equidistancia original: 1,25 metros

- Límite de partido
- Rutas y accesos principales
- FF CC

ESCALA 1 : 50.000

0 1 2 3 4 5 km

PROVINCIA DE BUENOS AIRES
MUNICIPALIDAD DE LA PLATA
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

ANÁLISIS AMBIENTAL DEL PARTIDO DE LA PLATA

Aportes al Ordenamiento Territorial

TOPOGRAFIA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO

INSTITUTO DE GEOMORFOLOGIA Y SUELOS

MAPA Nº 2

58° 00'

35° 00'

Autopista La Plata-Buenos Aires

Leyenda

Planicie costera
de 0,00 a 0,03 %

Vertiente al Samborombón
de 0,03 a 0,10 %

Vertiente al Río de La Plata
de 0,10 a 0,15 % - arroyo El Pescado
de 0,15 a 0,25 % - longitudinal
de 0,80 a 1,10 % - perpendicular
de 1,10 a 1,50 % - antiguo escalón

20 Curva principal y cota
Curva secundaria
Equidistancia: 2,5 metros

Fuente: Cartas del IGM - Escala 1:50.000
Equidistancia original: 1,25 metros

Límite de partido
Rutas y accesos principales
FF CC

ESCALA 1 : 50.000

0 1 2 3 4 5 km

PROVINCIA DE BUENOS AIRES
MUNICIPALIDAD DE LA PLATA
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

ANÁLISIS AMBIENTAL DEL PARTIDO DE LA PLATA

Aportes al Ordenamiento Territorial

PENDIENTES REGIONALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO

INSTITUTO DE GEOMORFOLOGIA Y SUELOS

MAPA Nº 3

58° 00'

35° 00'

Autopista La Plata-Buenos Aires

Ao. Carnaval

Ao. Martin

Ao. Rodriguez

Ao. Don Carlos

Ao. Del Gato

Ao. Jardin Zoologico

Ao. Circunvalación

Ao. Regimiento

Ao. Perez

Ao. Maldonado

Ao. Gartibaldi

Ao. El Pescado

Ao. Cajaculla

Ao. Difuntos

Ao. del Sauce

Ao. Abasecy

Ao. Godoy

Ao. San Carlos

Ao. San Juan

Ao. Pereyra

L. Garcia

N

ESCALA 1 : 50.000

0 1 2 3 4 5 km

Leyenda

- Curso permanente
- Curso transitorio
- Canal
- Bañado - Cubeta - Laguna
- Divisoria principal
- Divisoria secundaria
- Divisoria menor
- Límite de partido
- Rutas y accesos principales
- FF CC

PROVINCIA DE BUENOS AIRES
MUNICIPALIDAD DE LA PLATA
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

ANÁLISIS AMBIENTAL DEL PARTIDO DE LA PLATA

Aportes al Ordenamiento Territorial

HIDROLOGIA SUPERFICIAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO

INSTITUTO DE GEOMORFOLOGIA Y SUELOS

MAPA Nº 4

58° 00'

35° 00'

A

B

C

D

Ao. Carnaval

Ao. Martin

Ao. Rodriguez

Ao. Don Carlos

Ao. Del Gato

Ao. Pérez

Ao. Regimiento

Ao. Jardin Zoológico

Ao. Circunvalación

Ao. Maldonado

Ao. Garibaldi

Ao. El Pescado

Ao. Carabassa

Ao. Difuntos

Ao. del Sauce

Ao. Abasto

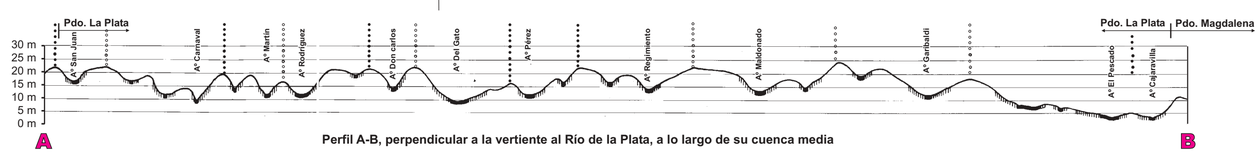
Ao. San Juan

Ao. Pereyra

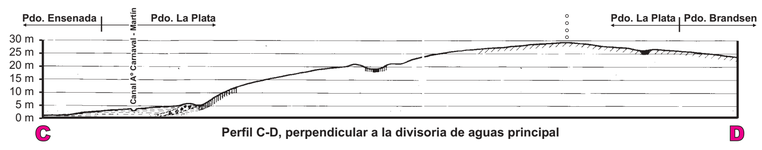
L. Garda

Ao. Godoy

Ao. San Carlos



Perfil A-B, perpendicular a la vertiente al Río de la Plata, a lo largo de su cuenca media



Perfil C-D, perpendicular a la divisoria de aguas principal

Leyenda

ORIGEN DEL AREA		UNIDAD	FORMA	LOCALIZACIÓN TOPOGRAFICA	MATERIAL	PROCESOS DE FORMACION	EROSIÓN ACTUAL		HIDROLOGÍA		RIESGO DE INUNDACIÓN
							EÓLICA	HÍDRICA	SUPERFICIAL	SUBTERRANEA	
ESTUARICO-MARINO		Cordón Conchil	leve elevación en el paisaje	aprox. cota 5 m	valvas marinas	acumulación marina	nula	mínima	control del escurrimiento	sin incidencia	mínimo
		Llanura de fango	plana	baja	arcilla/limo/arena fina	aluvional estuárico	nula	moderada y con mínima infiltración	anegamiento semipermanente	freática salinizada cercana a la superficie	máximo
		Bañado	irregular poco profunda	baja	arcilla	estuárico	nula	elevada	anegamiento permanente	freática salinizada cercana a la superficie	máximo
		Llanura de Marea Interior	plana	baja	arcilla	estuárico	nula	elevada y con mínima infiltración	anegamiento semipermanente	freática salinizada cercana a la superficie	máximo
		Antiguos Canales de Marea	meandrosa	baja	arcilla/limo/arena fina	aluvional estuárico	nula	máxima	drenaje semipermanente	freática salinizada cercana a la superficie	máximo
MIXTO		Antiguo Estuario Interior	quiebre de pendiente	entre cotas de 3 y 5 m	arcilla/limo	fluvial estuarico marino	nula	máxima	area desagüe de arroyos	zona de descarga	máximo
		Antigua Franja Costera	desnivel suavizado	entre cotas de 3 y 5 m	loess	erosión marina	nula	moderada	drenaje en manto	freática salinizada cercana a la superficie	medio
		Interfluvio de Origen Mixto	plana	media	arcilla/limo/loess	fluvial estuarica	nula	moderada	anegamiento esporádico	freática salinizada cercana a la superficie	medio
CONTINENTAL		Interfluvio Convexo	convexa	alta	loess	erosión hídrica	nula	mínima	nacimiento de afluentes	zona de recarga	nulo
		Interfluvio Plano	plana	alta	loess/arena fina	erosión hídrica y eólica	moderada	mínima	cabecera de los arroyos	zona de recarga	mínimo
		Area con Pendiente	plano inclinado	media	loess	erosión hídrica	nula	elevada	drenaje en manto	zona de recarga	medio
		Planicie de Inundación	elongada plana	área baja	arcilla/limo	acumulación fluvial	nula	elevada	áreas de desbor-des periódicos	esporádicamente mantiene caudal de base	máximo
		Cañadas	elongada plano-cóncava	área levemente deprimida	loess/limo/arcilla	erosión fluvial incipiente	nula	moderada	drenaje incipiente	zona de recarga	medio
		Cauce de Arroyos	lineal cóncava	área deprimida	arcilla/limo	erosión fluvial	nula	máxima	cursos permanen-tes y transitorios	cursos alternati-vamente influentes o efluentes	máximo
		Cubetas de deflación	circular cóncava	media-alta	limo/arcilla	erosión eólica e hídrica	mínima	elevada	drenaje centripeto esporádico	cuerpos alternati-vamente influentes o efluentes	medio
		Lagunas	cóncava	variable	limo/arcilla	erosión eólica e hídrica	nula	máxima	agua permanente	cuerpos alternati-vamente influentes o efluentes	máximo

Hidrología superficial

- Curso permanente
- Curso transitorio
- Canal
- Divisoria principal
- Divisoria secundaria
- Divisoria menor

ESCALA 1 : 50.000

0 1 2 3 4 5 km

PROVINCIA DE BUENOS AIRES
MUNICIPALIDAD DE LA PLATA
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

ANÁLISIS AMBIENTAL DEL PARTIDO DE LA PLATA

Aportes al Ordenamiento Territorial

GEOMORFOLOGIA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO

INSTITUTO DE GEOMORFOLOGIA Y SUELOS

MAPA Nº 5

58° 00'

35° 00'

N

Autopista La Plata-Buenos Aires

F.C.G.R.

F.C.G.B.

Ruta 11

Ruta 36

Ruta 2

Ruta 215

Ruta 10

Ruta 13

Ruta 14

Ruta 1

Ruta 19

Ruta 53

Ruta 6

Est.La Plata

Est.Tolosa

Ringuelet

Mercado

Gambier

Tolosa

Cementerio

Talleres Ferrocarril

Aeródromo Provincial

Arana

I.Correas

Club de Planeadores

R.M.7

Peñón

Melchor Romero

Carod Olmos

Abasto

Parque Industrial

Etcheverry

Estación Transformadora

Aeródromo

Buchanan

Villa Elisa

City Bell

Parque Ecológico

Batallón de Comunicaciones 601

República de los Niños

CIC

Seguí

Barrio Aeropuerto

Barrio Parque Sicardi

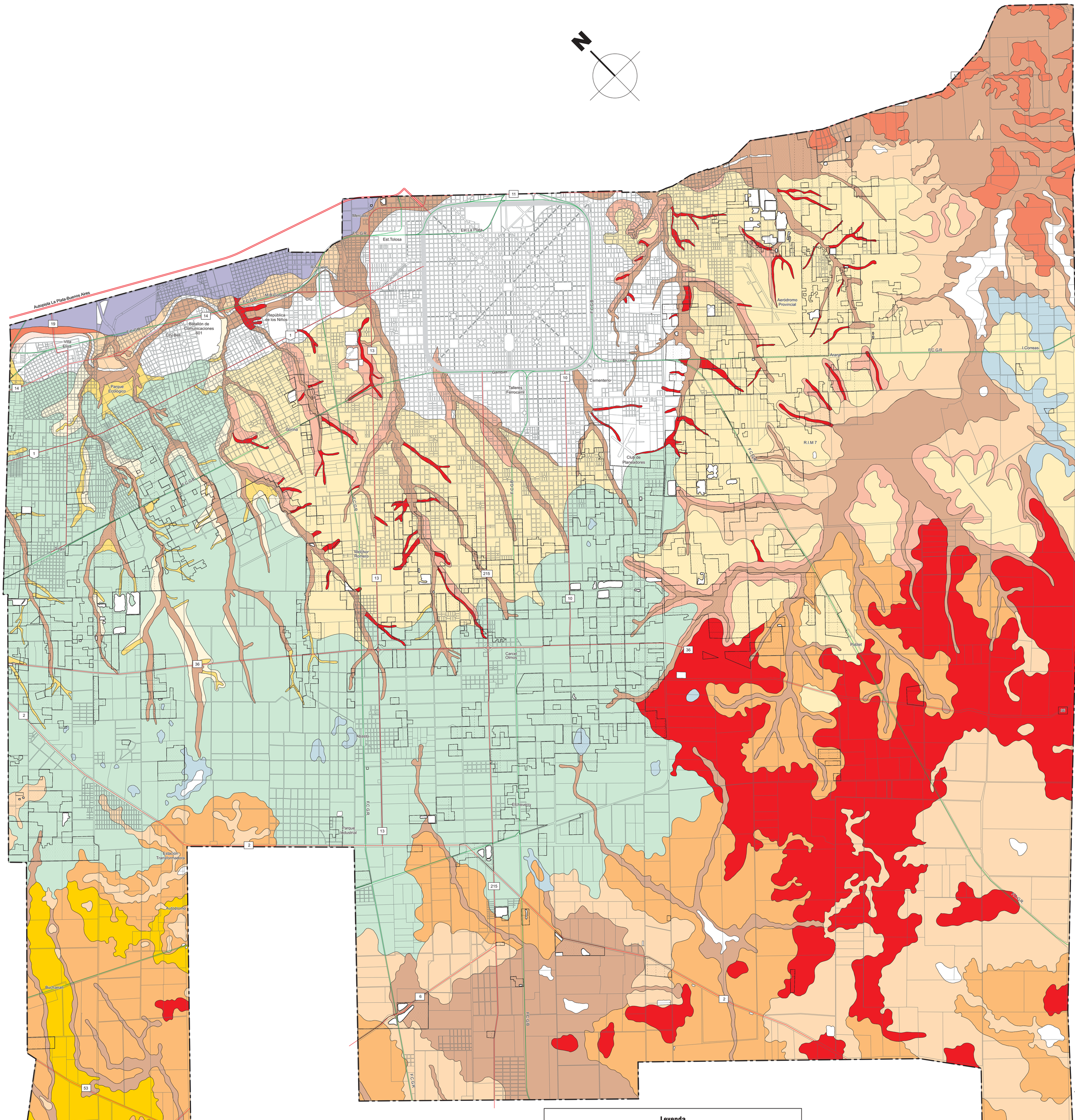
Barrio Parque Alegre

Barrio Parque Hermoso

Barrio Parque Nuevo

58° 00'

35° 00'



Leyenda

CLASE I: Suelos con muy leves limitaciones para el uso agrícola.

Subgrupo I-2: Suelos moderadamente bien drenados por drenaje interno algo lento resultante de las texturas finas del horizonte B.

CLASE II: Suelos con leves limitaciones para el uso agrícola.

Subclase IIe: Suelos que aparecen en pendientes moderadamente inclinadas (2-4%) que presentan erosión hídrica o son susceptibles a ella.

Subclase IIs: Suelos que presentan texturas finas desde la superficie que restringen en alguna medida el movimiento del agua y el crecimiento de las raíces.

Subclase IIw: Suelos imperfectamente drenados ubicados en vías de escurrimiento incipientes o depresiones que permanecen anegadas durante breves períodos.

Subclase IIws: Suelos de texturas finas, imperfectamente drenados ubicados en vías vías de escurrimiento incipientes o depresiones que permanecen anegadas durante breves períodos

CLASE III: Suelos con moderadas limitaciones para el uso agrícola

Subclase IIIe: Suelos que aparecen en pendientes moderadas (2-4%) con escurrimiento rápido por susceptibilidad a encostramiento superficial

Subclase IIIes: Suelos que aparecen en pendientes moderadas (2-4%) con escurrimiento rápido por infiltración lenta del horizonte superficial.

Subclase IIIw Suelos imperfectamente drenados ubicados en áreas planas o plano-cóncavas que permanecen anegadas durante períodos significativos generalmente con nivel freático cercano a la superficie.

Subclase IIIws Suelos de texturas finas, imperfectamente drenados ubicados en vías de escurrimiento incipientes o depresiones que permanecen anegadas durante períodos significativos.

CLASE IV: Suelos con graves limitaciones para el uso agrícola

Subclase IVws: Suelos que permanecen anegados durante períodos prolongados por hallarse en depresiones y presentar un horizonte B de permeabilidad muy lenta.

CLASE VI: Suelos no aptos para cultivos por limitaciones excesivamente graves. sólo aptos para uso pecuario o forestal.

Subclase VIws: Suelos imperfecta o pobremente drenados por anegamiento frecuente y nivel freático alto; tenores elevados de sodio intercambiable en algunos casos.

Subclase VIews. Suelos imperfecta o pobremente drenados por anegamiento frecuente y nivel freático alto. Presencia de tenores elevados de sodio en muchos casos. Erosión hídrica localizada en pendientes largas.

CLASE VII: Suelos no aptos para cultivos por limitaciones excesivamente graves. Sólo aptos para uso pecuario o forestal con restricciones.

Subclase VIIws: Suelos pobremente drenados por anegamiento o inundación muy frecuentes, o nivel freático elevado y tenores muy elevados de sodio intercambiable.

CLASE VIII: Suelos no aptos para ningún uso agrícola, pecuario o forestal rentable.

Subclase VII/VIIIws: Suelos pobres y muy pobremente drenados por anegamiento muy frecuente y agua freática salina muy cercana a la superficie. Tenores muy elevados de sodio intercambiable y sales solubles. Contenidos muy elevados de arcilla desde la superficie.

Fase decapitada

Áreas no evaluadas (zona urbana, canteras, lagunas)

- Límite de partido
- Ruta
- Autopista La Plata - Buenos Aires
- FF CC

ESCALA 1 : 50.000

0 1 2 3 4 5 km

PROVINCIA DE BUENOS AIRES
MUNICIPALIDAD DE LA PLATA
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

ANÁLISIS AMBIENTAL DEL PARTIDO DE LA PLATA

Aportes al Ordenamiento Territorial

CAPACIDAD DE USO DE LOS SUELOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO

INSTITUTO DE GEOMORFOLOGIA Y SUELOS

MAPA Nº 7

58° 00'

35° 00'

Autopista La Plata-Buenos Aires

Leyenda

	ACTIVIDAD	AREA Km²	% DEL PARTIDO
	Cantera	5,00	0,56
	Decapitación	96,03	10,75
	Total:	**101,03**	**11,31**

zona urbana

Ubicación de hornos de ladrillo

- actual
- antiguo

- Límite de partido
- Ruta
- Autopista La Plata - Buenos Aires
- FF CC Activo
- FF CC Inactivo

Divisoria entre cuencas

- Divisoria principal
- Divisoria secundaria
- Divisoria menor

ESCALA 1 : 50.000

0 1 2 3 4 5 km

PROVINCIA DE BUENOS AIRES
MUNICIPALIDAD DE LA PLATA
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

ANÁLISIS AMBIENTAL DEL PARTIDO DE LA PLATA

Aportes al Ordenamiento Territorial

DEGRADACION DEL SUELO POR ACTIVIDADES EXTRACTIVAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO

INSTITUTO DE GEOMORFOLOGIA Y SUELOS

MAPA Nº 8

58° 00'

35° 00'

Autopista La Plata-Buenos Aires

EG1 EG2 EG3 EG4 EG5 EG6 EG7 EG8 EG9 EG10 EG11 EG12 EG13

Ca1 Ca2 Ca4 Ca5 Ca6 Ca7 Ca8 Ca10 Ca11

Ro1 Ro2 Ro3 Ro4 Ro5

DC1

Pz1 Pz2

Ma1 Ma2 Ma3 Ma4

SN1

Ga1 Ga2 Ga3 Ga20 Ga4 Ga5 Ga6 Ga8 Ga9 Ga7 Ga10 Ga12 Ga11 Ga19 Ga13 Ga14 Ga15 Ga16 Ga17

EP1 EP2 EP3 EP4 EP5 EP6 EP7 EP8 EP9 EP10 EP11 EP12 EP13

Rg1 Rg2

SJ1 SJ2

SC1

Go1 Go2 Go3 Go4

Ab1 Ab2 Ab3 Ab4 Ab5 Ab6 Ab8 Ab9 Ab10 Ab11 Ab13 Ab15 Ab16 Ab17 Ab18 Ab19 Ab20 Ab21 Ab22

35° 00'

58° 00'

Leyenda

Clase de peligrosidad	
Muy Alta	0 - 0,2
Alta	0,2 - 0,4
Media	0,4 - 0,6
Baja	0,6 - 0,8
Muy Baja	0,8 - 1
No determinada	

zona urbana

Límite de partido
Ruta
Autopista La Plata - Buenos Aires
FF CC Activo
FF CC Inactivo

Divisoria entre cuencas

Divisoria principal
Divisoria secundaria
Divisoria menor

ESCALA 1 : 50.000

0 1 2 3 4 5 km

PROVINCIA DE BUENOS AIRES
MUNICIPALIDAD DE LA PLATA
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

ANÁLISIS AMBIENTAL DEL PARTIDO DE LA PLATA

Aportes al Ordenamiento Territorial

PELIGROSIDAD DE CANTERAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO

INSTITUTO DE GEOMORFOLOGIA Y SUELOS

MAPA Nº 9

58° 00'

35° 00'

Autopista La Plata-Buenos Aires

N

Leyenda

	USO	AREA Km²	% DEL PARTIDO
	Agrícola intensivo	111,15	12,44
	Baldío	72,88	8,16
	Extractivo	9,27	1,04
	Agropecuario extensivo	529,14	59,22
	Forestal	8,43	0,94
	Enterramiento de basura	0,20	0,02
	Urbano	123,72	13,85
	Recreativo	23,19	2,60
	Servicio	14,08	1,58
	Engorde a corral	0,40	0,04
	Agrícola experimental	1,07	0,12
	Total:	**893,53**	**100,00**

- Límite de partido
- Ruta
- Autopista La Plata - Buenos Aires
- FF CC Activo
- FF CC Inactivo

ESCALA 1 : 50.000

0 1 2 3 4 5 km

PROVINCIA DE BUENOS AIRES
MUNICIPALIDAD DE LA PLATA
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

ANÁLISIS AMBIENTAL DEL PARTIDO DE LA PLATA

Aportes al Ordenamiento Territorial

USO ACTUAL DE LA TIERRA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO

INSTITUTO DE GEOMORFOLOGIA Y SUELOS

MAPA Nº 10

58° 00'

35° 00'

Autopista La Plata-Buenos Aires

Mercado
F.C.G.R.
Est.Tolosa
Est.La Plata
Ringuelet
M.B.Gonnet
CIC
City Bell
Batallón de Comunicaciones 601
República de los Niños
Villa Elisa
Parque Ecológico
Gorina
Gambier
Talleres Ferrocarril
Elizalde
Cementerio
Aeródromo Provincial
Arana
I.Correas
R.I.M.7
Club de Planeadores
Melchor Romero
Carcel Olmos
Roblet
Abasto
Etcheverry
Parque Industrial
Estación Transformadora
Autódromo
Buchanan
Segui

Ao. Carnaval
Ao. Rodriguez
Ao. Don Carlos
Ao. Del Gato
Ao. Jardín Zoológico
Ao. Circunvalación
Ao. Regimiento
Ao. Peña
Ao. Maldonado
Ao. Gutiérrez
Ao. El Pescado
Ao. Carnavalito
Ao. Difuntos
Ao. del Sauce
Ao. San Juan
Ao. Pedro
L. García
Ao. Azcasch
Ao. Sanchatos
Ao. Godoy

F.C.G.R.
F.C.G.B.
F.C.G.R.
F.C.G.B.
F.C.G.R.
F.C.G.B.
F.C.G.R.
F.C.G.R.
F.C.G.R.
F.C.G.B.
F.C.G.R.

11
14
19
1
13
10
215
36
2
6
53

58° 00'

35° 00'

Leyenda

Areas bajo riesgo
- en zona urbana construída
- en zona urbana baldía
- en zona urbana recreativa y en zona rural

Areas libres de riesgo
- en zona urbana construída
- en zona urbana recreativa y en zona rural

Hidrología superficial
- Curso permanente
- Curso transitorio
- Canal
- Divisoria principal
- Divisoria secundaria
- Divisoria menor

Fuente: Fotografías aéreas del año 2001.

ESCALA 1 : 50.000

0 1 2 3 4 5 km

PROVINCIA DE BUENOS AIRES
MUNICIPALIDAD DE LA PLATA
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

ANÁLISIS AMBIENTAL DEL PARTIDO DE LA PLATA

Aportes al Ordenamiento Territorial

RIESGO HIDRICO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO

INSTITUTO DE GEOMORFOLOGIA Y SUELOS

MAPA Nº 11

58° 00'

35° 00'

Autopista La Plata-Buenos Aires

Mercado
Est La Plata
Est Tolosa
Ringuelet
M.M.Gnecco
CIC
República de los Niños
Batallón de Comunicaciones 601
City Bell
Villa Elisa
Parque Ecológico
Gonnet
Gambier
Talleres Ferrocarril
Cementerio
El Zanjón
Aeródromo Provincial
Arana
I.Correas
Club de Planeadores
RUTA 7
Selva
Melchor Romero
Cárcel Olmos
Abasto
Parque Industrial
Etcheverry
Radlet
Estación Transformadora
Autódromo
Buchanan

F.C.G.R.
F.C.G.B.

11
19
14
1
13
10
215
36
2
6
53

Límite de partido
Ruta
Autopista La Plata - Buenos Aires
FF CC

Leyenda

	Unidades de Planificación	Área km²	% del partido
	Cavas localizadas dentro de la Zona urbana	2,22	0,25
	Urbanización en áreas anegables	14,06	1,57
	Suelos decapitados originalmente pertenecientes a las clases I,II,y III de capacidad de uso	68,48	7,64
	Urbanización en áreas no anegables sin servicios de agua potable ni cloacas.	43,48	4,85
	Suelos decapitados originalmente pertenecientes a las clases IV, V y VI de capacidad de uso	10,13	1,13
	Cavas localizadas en Zona Rural	2,81	0,31
	Urbanización en áreas no anegables con servicios de agua potable y o cloacas	72,29	8,06
	Áreas destinadas a la agricultura intensiva	115,76	12,91
	Áreas baldías no anegables en zonas urbanizadas	42,33	4,72
	Áreas destinadas a la actividad agropecuaria extensiva	375,70	41,90
	Grandes espacios verdes	149,42	16,66
	Total:	**893,53**	**100,00**

ESCALA 1 : 50.000

0 1 2 3 4 5 km

PROVINCIA DE BUENOS AIRES
MUNICIPALIDAD DE LA PLATA
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

ANÁLISIS AMBIENTAL DEL PARTIDO DE LA PLATA

Aportes al Ordenamiento Territorial

UNIDADES DE PLANIFICACIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO

INSTITUTO DE GEOMORFOLOGIA Y SUELOS

MAPA Nº 12