

LOS SUELOS DE LA PAMPA ONDULADA

CARACTERÍSTICAS, CLASIFICACIÓN,
DISTRIBUCIÓN Y GÉNESIS.

PROVINCIA DE BUENOS AIRES - ARGENTINA



Suelo complejo y compuesto en la Pampa Ondulada, partido de Luján.

Fernando X. Pereyra y Deborah B. Ragas

LOS SUELOS DE LA PAMPA ONDULADA

**CARACTERÍSTICAS, CLASIFICACIÓN,
DISTRIBUCIÓN Y GÉNESIS.**

**PROVINCIA DE BUENOS AIRES
ARGENTINA**

**Fernando X. PEREYRA
Deborah B. RAGAS**

**Servicio Geológico Minero Argentino
(SEGEMAR)**

**Buenos Aires, Febrero 2021
ANALES 60**

SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO

Presidente: Dr. Eduardo O. Zappettini

Secretaria Ejecutiva: Lic. Silvia Chavez

INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES

Director: Dr. Martín Gozalvez

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y APLICADA

Directora: Lic. Alejandra Tejedo

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Esta publicación debe citarse como:

Pereyra, F.X. y Ragas, D.B. 2021. Los suelos de la pampa ondulada. Características, clasificación, distribución y génesis. Provincia de Buenos Aires. Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 60, 51pp. Buenos Aires.

ISSN 0328-2325

ES PROPIEDAD DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES - SEGEMAR
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN



Av. General Paz 5445 (Colectora provincia) 1650 - San Martín - Buenos Aires - República Argentina

Edificios 14 y 25 | (11) 5670-0100

www.segemar.gov.ar

CONTENIDO

RESUMEN	.....	1
ABSTRACT	.....	1
1. INTRODUCCIÓN	.....	2
2. MATERIALES Y MÉTODOS	.....	4
3. FACTORES DE FORMACIÓN	.....	5
3.1 Caracterización Climática de la Región y Factores Bioclimáticos.....		5
3.2 Geología y Geomorfología de la Región.....		6
4. CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS	.....	12
5. GÉNESIS DE LOS SUELOS DE LA PAMPA ONDULADA	.....	24
5.1 Marco Conceptual	.....	24
5.2 Evolución Geológica, Geomorfológica y Pedológica de la Región.....		29
6. CONCLUSIONES	.....	33
AGRADECIMIENTOS	.....	34
TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO	.....	35
ANEXO I: PERFILES DE SUELOS	.....	38

RESUMEN

La presencia de “suelos zonales” en la Región Pampeana esencialmente asociados a las condiciones bioclimáticas confirió una visión relativamente simplista al estudio de la génesis y evolución de los suelos de Pampa Ondulada. Sin embargo, numerosos rasgos presentes en los suelos evidencian una historia mucho más compleja y diversa para los mismos, relacionada a una historia geológica- geomorfológica caracterizada por la variabilidad y la complejidad. La zona estudiada corresponde a la denominada Pampa Ondulada en el norte y noreste de la provincia de Buenos Aires. El objetivo principal de la presente contribución es analizar las características de los suelos de la región y proponer un nuevo modelo morfo-pedológico de evolución de los suelos a partir de las variaciones geológicas y geomorfológicas. Es posible distinguir sucesivas combinaciones de materiales originarios según sea: a) divisorias (loésicas)/ valles fluviales; y b) marino/estuárico/deltáico. Predominan en ambos sectores los Molisoles (Argiudoles y Epiacuoles principalmente), seguidos de Entisoles (Fluventes), Vertisoles (Epiacuertes) y Alfisoles (Natracualfes).

Numerosos cambios ambientales y climáticos tuvieron lugar en la región durante el Cuaternario. Se han considerado, como evidencias de los mismos, los rasgos geomorfológicos deposicionales, los eventos erosivos, como así también la presencia de diferentes superficies de erosión. En función de la influencia de ellos en los suelos, se plantea la existencia de ciclos cortos y largos de pedogénesis de acuerdo a la duración de los procesos formación de suelos actuantes, los que se superponen espacial y temporalmente. Estos fenómenos geológicos y geomorfológicos generaron la reversión de los ciclos cortos de pedogénesis y la interrupción de los ciclos largos. La superposición y coexistencia de propiedades y rasgos debidos a procesos diversos, implica una complejidad que aparta la evolución de los suelos del modelo simplista unidireccional y progresivo de los factores de formación o de estado del suelo. El escaso espesor de las unidades litológicas holocenas y la existencia de diferentes superficies de erosión que truncan los depósitos pleistocenos a distintos niveles son factores importantes que explican la existencia de numerosos materiales originarios combinados en un mismo perfil. Consecuentemente, se observan suelos policíclicos, poligenéticos, compuestos y complejos en la región estudiada. Teniendo en cuenta los posibles tiempos de expresión de las diferentes propiedades como horizontes petrocálcicos y argílicos, es en Argiudoles y Argialboles, donde se evidencia mejor esta compleja historia. Esta nueva aproximación, presenta gran relevancia en el contexto de posteriores estudios sobre la co-evolución de suelos, geoformas-paisajes y ecosistemas y las respuestas de los mismos frente a cambios ambientales y variaciones climáticas.

Palabras Claves: Suelos, Pampa Ondulada, geomorfología, procesos pedogenéticos, material originario.

ABSTRACT

The presence of “zonal soils” in the Pampa Region essentially associated with bioclimatic conditions gave a relatively simplistic view to the study of the genesis and evolution of the soils of Pampa Ondulada. However, numerous features present in the soils show a much more complex and diverse history for them, related to a geological-geomorphological history characterized by variability and complexity. The area studied corresponds to the so-called Pampa Ondulada in the north and northeast of the province of Buenos Aires. The main objective of the present contribution is to analyze the characteristics of the soils of the region and propose a new morpho-pedological model of soil evolution based on geological and geomorphological variations. It is possible to distinguish successive combinations of original materials according to: a) divisories (loessic plain) and river valleys, and b) marine/estuary/deltaic. Mollisols (mainly Argiudolls and Epiacuoll) predominate in both sectors, followed by Entisols (Fluvents), Vertisols (Epiacuertes) and Alfisols (Natracualfs).

Depositional geomorphological features and erosive events as well as different erosion surfaces have been considered. Based on the geological evidence, numerous environmental and climatic changes took place in the region. The existence of short and long cycles of pedogenesis is proposed according to the duration of the acting processes, which overlap spatially and temporally in the region. They generated the reversal of the short cycles of pedogenesis and the interruption of the long cycles. Both overlap and imply complexity that separates the evolution of soils from the simplistic unidirectional and progressive model of the formation factors or soil condition. The low thickness of the Holocene lithological units and the existence of different erosion surfaces that truncate the Pleistocene deposits at different levels are important factors that explain the existence of numerous original materials combined in the same profile. Consequently, polycyclic, polygenetic, compound and complex soils are observed in the studied region. Taking into account the possible times of expression of the different properties such as petrocalcic and argillic horizons, it is in Argiudolls and Argialbolls, where this complex history is best evidenced. This new approach is highly relevant in the context of new studies on the co-evolution of soils, landforms-landscapes and ecosystems and their responses to environmental changes and climatic variations.

Keywords: Soils, Pampa Ondulada, geomorphology, pedogenetic process, parental material.

1 INTRODUCCIÓN

La zona estudiada se encuentra comprendida esencialmente en la denominada Pampa Ondulada, en la provincia de Buenos Aires. En la misma, la particular combinación de los factores de formación ha resultado en la presencia de suelos de notables características desde el punto de vista de sus condiciones y aptitud para la agricultura.

La Pampa Ondulada, perteneciente a la provincia geológica Llanura Chaco-pampeana se desarrolla en el norte y noreste de la provincia de Buenos Aires y un pequeño sector del sudeste de Santa Fe (Fig. 1). Para este trabajo, sólo se considerará el sector bonaerense que se encuentra comprendido entre los paralelos 34° y 35° sur y entre los meridianos 57° y 59° oeste.

El área involucrada presenta una alta densidad poblacional, ya que en ella se ubican la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) y el Gran Buenos Aires (GBA), como así también, la ciudad de La Plata (y Gran La Plata) y el Gran Rosario (esta última fuera del área estudiada). Hacia el noroeste se ubican numerosas poblaciones menores como Luján, Mercedes, Zárate, Campana, Chivilcoy,

Carmen de Areco, entre otras. Todas son centros de diversas actividades agropecuarias e industriales. Consecuentemente, dentro del área estudiada se localiza casi un tercio de la población del país, conformando la Región Metropolitana Bonaerense (RMBA), una de las diez mayores concentraciones urbanas del mundo. Incluyen numerosas vías férreas, rutas y autopistas de acceso a la Ciudad Autónoma de Buenos Aires tanto desde el norte, noroeste y sur.

La región carece de un relieve apreciable presentando, por lo tanto, un relieve llano a ligeramente ondulado en su parte occidental. Las mayores elevaciones se encuentran en el sector nor-occidental, desarrollando un relieve levemente escalonado, con declive de oeste a este. Las mayores alturas rondan los 40 m s. n. m.; consecuentemente la mayor parte de la zona estudiada se localiza en cotas muy cercanas al nivel del mar, y más de un 50% de la misma se ubica en cotas inferiores a los 10 m s. n. m.

El norte de la provincia de Buenos Aires tiene gran parte de su litoral bañado por las aguas de río de La Plata, receptor de una gran cuenca fluvial, la que se considera como la continuación morfológica e hidrológica del río Paraná (Paraguay) y también recibe las aguas del río Uruguay. El río de La Plata

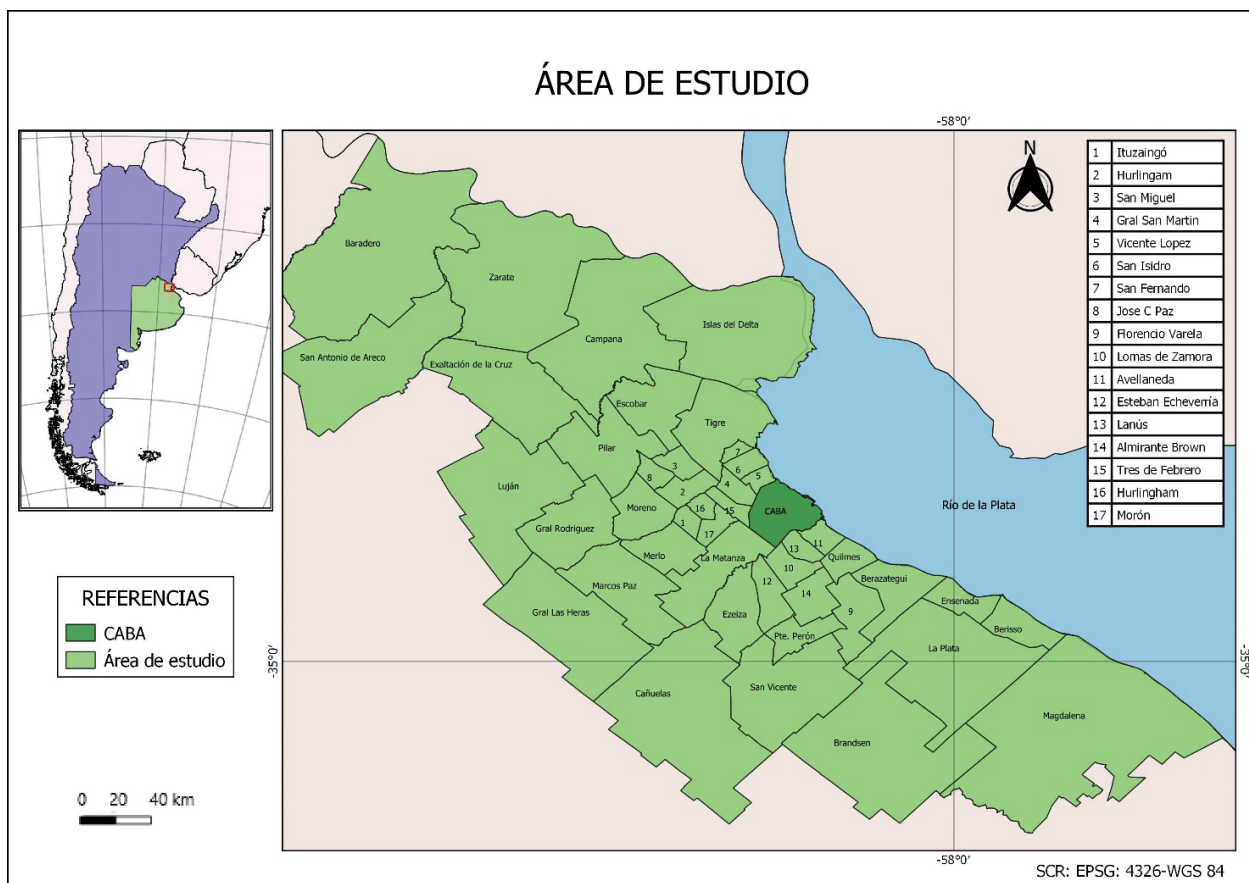


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

constituye un ámbito fluvio-estuarío con su cabecera en el delta del Paraná y su desembocadura ubicada en la línea que une la bahía de Samborombón (provincia de Buenos Aires) y el tramo de la costa Montevideo - Punta del Este (República Oriental del Uruguay), a partir de donde pasa en transición a la plataforma submarina.

El área de estudio se encuentra atravesada por numerosos cursos fluviales y arroyos. Se destacan, de norte a sur, las cuencas de los ríos Areco y Luján que desaguan en el río Paraná, el río Reconquista que desemboca en el río Luján y finalmente, el río Matanza-Riachuelo que vuelca sus aguas al río de La Plata. Asimismo, es posible reconocer numerosos cursos menores que desembocan en este último. La mayor parte de los cursos fluviales se encuentran fuertemente modificados por la acción antrópica. Por ejemplo, el arroyo Maldonado se encuentra entubado atravesando la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, con sus nacientes en el partido de La Matanza. Un pequeño sector del noreste de la zona estudiada lo ocupa el delta del Paraná, conformado por varias islas fluviales. Esta unidad presenta una evolución geológico-geomorfológica asociada a fluctuaciones cuaternarias del nivel del mar.

La presencia de “suelos zonales” en la Región Pampeana esencialmente asociados a las condiciones bioclimáticas confirió una visión relativamente simplista al estudio de la génesis y evolución de los suelos de la misma, especialmente en el sector correspondiente a la Pampa Ondulada. Sin embargo, numerosos rasgos presentes en los suelos evidencian una historia mucho más compleja y diversa para los mismos, relacionada a una historia geológica - geomorfológica caracterizada por la variabilidad y la complejidad, lo que se suman las variaciones climáticas del Cuaternario y posiblemente también cambios tectónicos.

La alternancia de ciclos de pedogénesis, deposición de loess, sedimentación marina y fluvial a los que se suman episodios regionales de erosión, deben ser considerados en sus múltiples interrelaciones a la hora de estudiar la génesis de los suelos de la región. En la zona estudiada, se observa la presencia de suelos zonales e intrazonales, con el predominio de un régimen endopercolativo o la coexistencia con el nivel freático, y por consiguiente la existencia de un régimen ácuico.

Phillips (2017) plantea que la complejidad de la cobertura edáfica se relaciona con la variabilidad espacial y temporal, la pedodiversidad, los diferentes modelos pedogenéticos y la geografía de suelo y se

conecta directamente con patrones convergentes y divergentes en la pedogénesis. A partir de ello, pueden reconocerse diferentes patrones de cambios en la complejidad de los suelos debidos a:

- 1) Los factores de formación (tanto convergentes como divergentes);
- 2) Perturbaciones externas y locales (dependientes de la estabilidad dinámica de los procesos pedogenéticos y los tiempos de relajación en relación a la frecuencia de las perturbaciones) y,
- 3) A la dinámica intrínseca de los sistemas de suelos.

Además, debe señalarse que la pedogénesis no siempre, ni necesariamente, es progresiva, de manera que puede ser regresiva, e incluso pueden coexistir en un mismo suelo rasgos relacionados a la pedogénesis progresiva con rasgos asociados a un patrón regresivo. Este aspecto está presente en los conceptos de horizontalización (heterogeneización del perfil) y haploidización (homogeneización del perfil).

Las características del área condicionan la intensidad de los procesos pedogenéticos por lo que es necesario relacionar los suelos, sus propiedades, distribución y, por consiguiente, su génesis con las variaciones geológicas, geomorfológicas, y ambientales ocurridas en forma contemporánea. Enfatizar la heterogeneidad ambiental en las regiones geomorfológicas estudiadas puede influir notoriamente en la representatividad regional de los perfiles analizados.

Consecuentemente, los objetivos principales de la presente contribución son describir y analizar las características de los suelos de la región y proponer un nuevo modelo morfo-pedológico de evolución de los suelos estrechamente asociado a las variaciones geológicas y geomorfológicas. Pese al incuestionable rol que ocupa el material originario en la génesis de los suelos, este ha sido un aspecto soslayado, especialmente en la zona considerada; por lo que se considera de gran relevancia para su análisis; así como también la presencia de discontinuidades litológicas, un rasgo frecuente en la zona objeto de estudio.

En función de los diferentes tiempos implicados en la expresión de las propiedades de los suelos debidas al accionar de los procesos formadores de los mismos (Birkeland 1999) es posible distinguir dos ciclos pedogenéticos; los ciclos largos y los ciclos cortos. Los primeros se relacionan a tiempos superiores a miles de años y los cortos a valores generalmente del orden de los pocos cientos de años

o incluso menos. Ambos ciclos de superponen en los suelos más antiguos por lo que los mismos presentan rasgos debidos a ambos. Sin embargo, frente a variaciones en los factores de formación, los primeros son interferidos o suspendidos, mientras que los segundos directamente pueden ser revertidos o directamente desaparecer, como por ejemplo podría pasar con un horizonte A de tipo mólico. Teniendo en cuenta las características de la región, estas situaciones se encuentran mejor representadas en las zonas de divisorias y asociadas a las diferentes unidades loésicas, por lo tanto, si bien se consideran todos los suelos de la región, la contribución presente se focaliza en los suelos de este ambiente.

Finalmente, la acción antrópica, como factor de modificación, e incluso como sexto factor de formación, es central en zonas como la considerada. Si bien este trabajo se ha focalizado en suelos con escasa o nula perturbación antrópica, una gran parte de los mismos, en la Región Metropolitana Bonaerense, se encuentran desarrollados en depósitos de origen antrópico, lo que excede el objetivo del presente trabajo. La consideración de la acción antrópica sobre los suelos de la zona será motivo de una próxima contribución en preparación por parte de los autores.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

La información utilizada para el análisis es producto de perfiles propios (25 perfiles), de las Cartas de Suelos del INTA 1:50.000, y de antecedentes en estudios del área considerada (Hurtado *et al.* 2006 y Sánchez *et al.* 1976). Dentro del conjunto, se seleccionaron los suelos más representativos según la proporción areal que ocupan y las características geológicas-geomorfológicas (Fig. 2). Los análisis de suelos fueron realizados según las metodologías habituales, en el Laboratorio de Edafología, Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires. Para ello se contó con el apoyo económico de la Universidad Nacional de Avellaneda (UNDAV), a través de diversos subsidios (UNDAVCYT).

Para establecer la integración entre las propiedades del suelo y su taxonomía se ha recurrido a utilizar métodos estadísticos multivariados, incluyendo el Análisis de Componentes Principales (PCA). Este análisis combina las variables elegidas y construye nuevas variables sintéticas no correlacionadas y adimensionales que representen la información original y su variabilidad. El resultado es un diagrama de dispersión usando estos índices para crear los

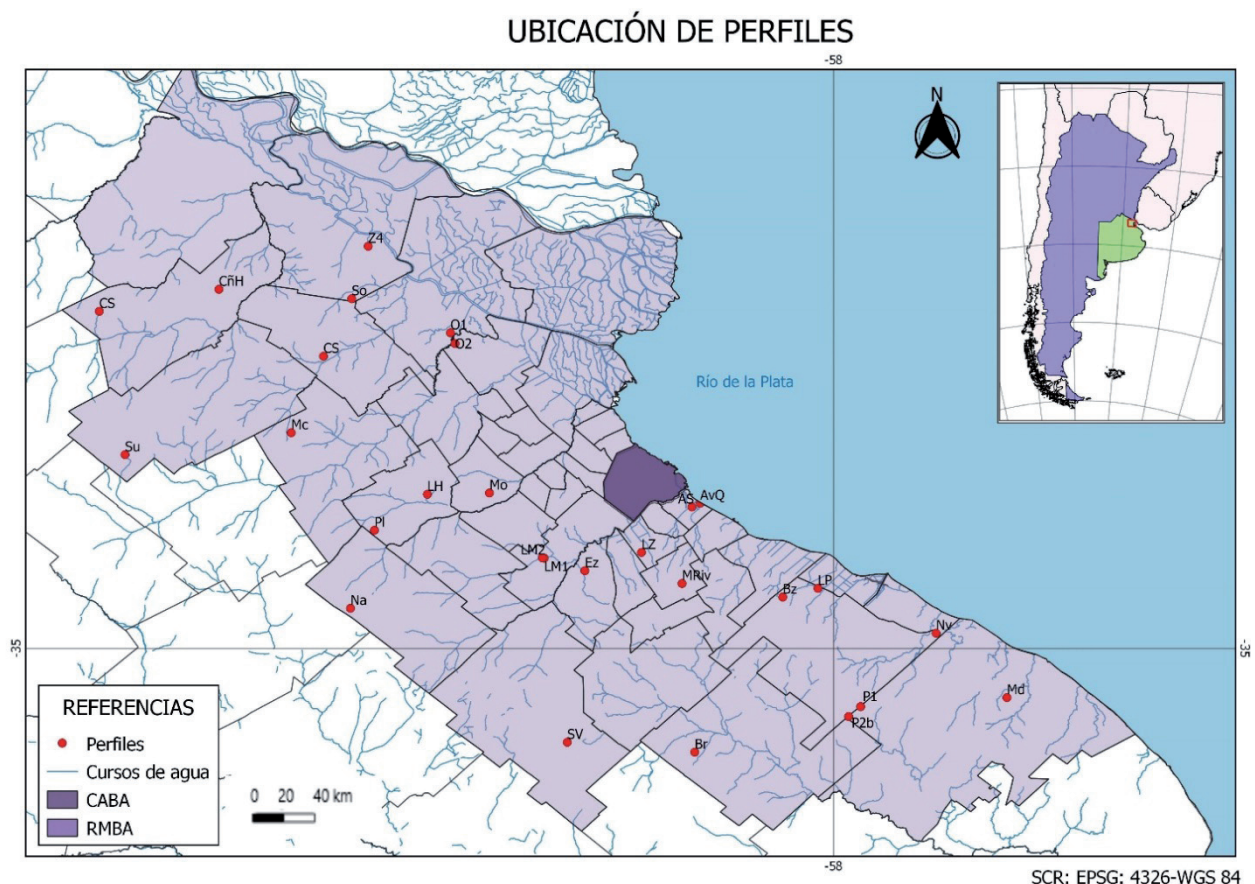


Figura 2. Ubicación de los perfiles considerados para este trabajo.

ejes. De esta manera, los suelos de un mismo grupo comparten el mayor número permisible de características distinto de los otros grupos.

Los datos fueron analizados con el programa InfoStat (Di Rienzo *et al.* 2015) considerando: %Materia orgánica (%MO), %Carbono orgánico (%C), pH, textura (%arena, %limo y %arcilla), capacidad de Intercambio catiónico (CIC), %saturación en bases, %sodio intercambiable (PSI). En la elaboración del modelo evolutivo se interpretó la información geológica-geomorfológica y la descripción morfológica y analítica de los suelos, además de los antecedentes en el estudio de suelos del área. En su conjunto, se analizaron más de 30 calicatas y observaciones de campo propias, tanto de suelos como geológicas-geomorfológicas.

3 FACTORES DE FORMACIÓN

3.1 CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DE LA REGIÓN Y FACTORES BIOCLIMÁTICOS

Se realiza una somera descripción de las características climáticas. Para la confección de la misma se han utilizado datos suministrados por el Servicio Meteorológico Nacional. El clima de la región es del tipo subhúmedo-húmedo, tipo Cfa (utilizando la clasificación modificada de Köppen), Mesotermal sin estación seca, con una media pluviométrica de alrededor de 1.200 mm y una temperatura media anual de 15°C. En la cuenca del río Matanza-Riachuelo la media anual, considerando tres estaciones de medición, es de 1.009 mm, con una máxima diaria puntual de 149 mm, de 157 mm para 48 horas y 218 mm para 72 horas. Es razonable extrapolar estos valores a la cuenca del río Reconquista y en general, a todas las cuencas del Área Metropolitana Buenos Aires (AMBA). Los meses con mayores precipitaciones son febrero, marzo, abril, octubre, noviembre y diciembre. Las precipitaciones no son de tipo estacional. Las tormentas son predominantemente de tipo ciclónicas y ocurren, sobre todo, durante los meses de marzo, abril, mayo, agosto, septiembre y octubre. Las de tipo convectivo en cambio, son de menor duración y ocurren en verano.

Valores pluviométricos especialmente altos, a partir de lluvias de gran intensidad, son los principales motivos de inundaciones como por ejemplo en el año 1992 cuando llovió más de 42 mm en una hora y en febrero de 1998, más de 73 mm en dos horas. Se

registraron inundaciones de importancia el 26/1/85 con 192 mm en el día; el 31/5/85 con 184 mm; el 25/3/88 con 102 mm, etc. Durante el mes de enero del 2001, se produjeron precipitaciones especialmente altas, con la particularidad de presentar una dispar distribución y grandes variaciones intra-regionales. Así, por ejemplo, el 25 de enero, en el observatorio de Villa Ortuzar del Servicio Meteorológico Nacional se detectaron precipitaciones de 84 mm en una hora y en la estación meteorológica Aeroparque se midieron 102 mm, mientras que en sectores del oeste del AMBA, los valores no alcanzaron los 30 mm. Recientemente, el efecto del “Niño” ha resultado en un incremento de las precipitaciones medias anuales y en la frecuencia de tormentas tornando el clima más subtropical. De esta forma, por ejemplo, el mes de mayo de 2000, con 342 mm fue el mes de mayo más lluvioso del siglo, al igual que el mes de enero de 2001 entre otros, fenómeno repetido en el año 2016.

El excedente hídrico es del orden de los 200 mm anuales. En la cuenca del río Matanza-Riachuelo tuvieron lugar, en numerosas ocasiones, lluvias que superaron los 100 mm en un día. Todas ellas provocaron anegamientos. Si bien lo incompleto de los datos de precipitaciones impide calcular debidamente las probabilidades de que ocurran lluvias de más de 100 mm en la región, de los datos existentes surge que es bastante probable. Se citan valores de la cuenca del Matanza-Riachuelo, porque como es el río crítico en materia de inundaciones, es también el más estudiado. Se considera una aproximación correcta extrapolar los valores al AMBA. Sin embargo, merece destacarse que este valor puede ser superado, como por ejemplo en abril de 2013, con más de 300 mm de lluvia en un día para sectores del Gran La Plata, las que provocaron las trágicas inundaciones que dejaron más de 100 muertos en la región.

El río de La Plata experimenta ascensos importantes como consecuencia de los fuertes vientos procedentes del sudeste (sudestadas). El ascenso del río actúa como tapón hidráulico, e impide el desagüe de los cursos tributarios, los cuales se desbordan, si a su vez están creciendo, lo que ocurre en general cuando sopla viento del sudeste, que trae temporales de intensas lluvias. El río de La Plata puede crecer hasta 4 m respecto de su nivel de referencia (cero del Riachuelo) como por ejemplo 4,44 m el 15/04/40; 4,06 m en 1989; 3,90 m el 06/02/93; 3,39 m el 10/12/93, etc. Estas crecientes producen anegamientos en su planicie aluvial, como en la zona de la Boca y Barracas (Ciudad de Buenos Aires) y en los partidos de Quilmes, Lanús y Avellaneda (provincia de Buenos

Aires) donde se producen inundaciones a partir de ascensos de 2,70 m por encima del cero de referencia.

La mayor parte de los suelos de la RMBA presentan un régimen de tipo údico para suelos con buen drenaje y ácuico para los suelos ubicados en zonas bajas con el nivel freático cerca de la superficie.

La vegetación natural dominante en la Región Pampeana es de pastizales, caracterizados por una estepa gramínea o también denominado flechillar típico, correspondiendo a la llamada provincia Fito-geográfica Pampeana (Cabrera 1976). Hacia la zona litoral marino-estuarina se encuentran remanentes de la formación de selva en galería (conocido como selva marginal). Se destacan la presencia de talares, la principal formación boscosa xerófila de la Región Pampeana (principalmente en los cordones litorales) y vegetación de tipo halófito.

Sin embargo, debido a la gran influencia de las actividades antrópicas en la Región Metropolitana Bonaerense (tanto por actividades agropecuarias, como urbanas) es necesario considerar que la vegetación natural ha desaparecido total o parcialmente, quedando relictos de las mismas. A ello se le fueron sumando a lo largo del tiempo, especies exóticas que colonizaron rápidamente la región.

3.2 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA DE LA REGIÓN

En el área de estudio es posible identificar depósitos del Pleistoceno-Holoceno y que, sumados al factor bioclimático y al tiempo, les confirieron a los suelos características distintivas. Desde el punto de vista geológico, la zona se encuentra dentro de la provincia geológica Llanura Chaco-pampeana. En

el extremo norte de la provincia de Buenos Aires se ubica la isla Martín García donde se encuentra aflorando el basamento cristalino, de edad proterozoica, constituyendo el único sector en el que se encuentran expuestas las rocas antiguas. Además, en el subsuelo, se hallan depósitos eólicos, fluviales y marinos, de edades comprendidas entre el Mioceno inferior y el Plioceno y que incluyen las formaciones Olivos, Paraná y Puelche.

La presencia del loess pampeano, más allá de la heterogeneidad en su composición, le proporciona al suelo numerosas propiedades. Los sedimentos aflorantes, que forman el material originario de los principales suelos, se dividen según el esquema Pampeano y Post-Pampeano. El primero incluye a las formaciones Ensenada y Buenos Aires: limos loésicos con arenas subordinadas de origen eólico de edades plio-pleistocenas, los cuales conforman el sustrato principal de la región. Perteneciente al Post-pampeano, se destacan los depósitos fluviales, de granulometrías limo-arenosas, comprendidas dentro de las formaciones Luján y La Plata (platense fluvial); y de origen eólico, Fm. La Postrera. Correspondiente a las ingresiones marinas, se encuentran los depósitos marinos y estuarinos holocenos; provenientes de las Fm. Pascua, Las Escobas y Destacamento Río Salado o sus equivalentes Querandí y La Plata, aflorantes en la planicie del río de La Plata (Toledo 2011, Fucks *et al.* 2011, Fucks *et al.* 2012, Pereyra 2004, Pereyra 2018 y Pereyra *et al.* 2020). En el cuadro 1 se sintetizan las unidades geológicas aflorantes en la zona. En las figuras 3 y 4 se observan los depósitos loésicos de la región.

El relieve es suavemente ondulado con sectores deprimidos. La Región Pampeana es una unidad

UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS	DESCRIPCIÓN	LITOLOGÍA
Depósitos estuarinos recientes y actuales	Depósitos de planicie estuarina y de cordones estuarinos	Limos, arenas y arcillas
Depósitos deltáicos actuales	Depósitos de planicie interdistributaria deltáica y albardones	Limos, arenas y arcillas
Depósitos fluviales recientes	Depósitos fluviales	Arenas y limos
Depósitos de dunas recientes	Depósitos de dunas litorales	Arenas
Fm. La Plata, "Platense marino" o Fm. Las Escobas	Depósitos de cordones litorales marinos de la Ingresión holocena	Arenas y gravillas
Fm. Querandí, "Querandinense" o Fm. Las Escobas	Depósitos de planicie de marea y albufera de la ingresión holocena	Arcillas y limos
Fm. La Postrera o "Platense eólico"	Depósitos eólicos indiferenciados del Holoceno inferior	Arenas y limos
Fm. Luján o "Lujanense"	Depósitos fluviales del Pleistoceno superior-Holoceno inferior	Limos y arenas
Fm. Buenos Aires o "Bonaerense"	Depósitos loésicos del Pleistoceno superior	Limos y arenas muy finas, con calcretes
Fm. Ensenada o "Ensenadense"	Depósitos loésicos del Pleistoceno inferior	Limos y arenas muy finas con calcretes

Cuadro 1. Unidades estratigráficas aflorantes en la región.



Figura 3. Secuencia de loess, arriba Fm. Buenos Aires y en la base (de coloración verdosa) Fm. Ensenada, cantera Olivera, Luján-Mercedes.



Figura 4. Depósitos loésicos pampeanos en la Pampa Ondulada. Obsérvese niveles de calcretes y horizontes Bt (argílicos) enterrados.

heterogénea de bajo relieve relativo debido en gran medida al accionar del proceso eólico, configurando una planicie loésica. Cubetas de deflación excavadas en los períodos secos recientes, debido al incremento del nivel freático, conforman en la actualidad numerosas lagunas de variadas dimensiones. Una red de drenaje se ha sobrepuesto al relieve eólico, reconociéndose, terrazas, planicies aluviales y laterales de valles. En la zona litoral, coexisten geoformas marinas, como paleoacantilados, plataformas de abrasión, planicies y canales de marea y cordones litorales, sumados a dunas litorales relictas y geoformas estuáricas recientes. En el capítulo 5, correspondiente a la evolución del sistema suelos-geomorfología se volverá sobre alguno de estos aspectos con más detalle.

El material originario de los suelos de la Región Pampeana se encuentra constituido en gran medida por los materiales del Pleistoceno tardío-Holoceno; sumado a los depósitos que ocurrieron durante el Cuaternario. Son una mezcla de materiales re-elaborados eólicos y fluviales o coluviales; predominando el loess y limos loessoides, junto con las arenas eólicas (Kemp *et al.* 2006). A ellos se suman la participación de sedimentos finos litorales estuáricos, y sedimentos finos (arcillo-limosos) fluviales con elevada participación de limos derivados del re-trabajo del loess. Si bien el loess tiene el mismo origen, se observan diferencias significativas en su mineralogía (Bressan 2006). En la zona estudiada dominan los fragmentos líticos volcánicos, fragmentos pumíceos y de trizas vítreas volcánicas, y dentro de la fracción arcilla la especie dominante es la illita (Imbellone *et al.* 2010).

En relación con el factor tiempo, la mayoría de los suelos del área de estudio comenzaron a formarse durante el Cuaternario, período caracterizado por cambios climáticos repetidos y avances y retrocesos glaciales, que implicaron el avance de intrusiones

marinas en la zona costera. Con posterioridad al ciclo pampeano de sedimentación loésica siguió un período de alternancia de condiciones climáticas húmedas y cálidas con condiciones más secas y frías (Tardiglacial, Hypsitermal y el Neoglacial). En las primeras, predomina la pedogénesis y la sedimentación fluvial en los valles, mientras que, en las segundas dominan las acciones eólicas y la erosión hídrica. Así, es común encontrar en las terrazas, suelos enterrados con epipedones mólicos (horizontes A) correspondientes a Hapludoles y/o Endoacuales. Algunos de estos paleosuelos han recibido diferentes denominaciones como Geosuelo Puesto Callejón Viejo, caracterizado por la gran presencia de cutanes y Geosuelo Puesto Berrondo (Fucks *et al.* 2007), compuesto por materiales franco limo-arcillosos, con fuerte estructura (bloques angulares) y color muy oscuro.

Tanto los eventos deposicionales como los erosivos han resultado de significativos cambios climáticos y ambientales en la región. Estos cambios climáticos, por ejemplo, los asociados a la deposición de los materiales eólicos de la Formación La Postera, han implicado cambios en la intensidad de los procesos pedogenéticos contemporáneamente actuantes, incluso la reversión parcial de los mismos. Los cambios climáticos del Tardiglacial y del Neoglacial en la región Pampeana han sido estudiados en numerosos sectores, especialmente en las lagunas, como por ejemplo en la Laguna de Lobos (por Dangavs entre otros autores); la Pequeña Edad de Hielo (Laprida *et al.* 2009), y también los diferentes eventos de formación de los campos de dunas, especialmente al sur y al oeste del área considerada. En el cuadro 2 se resumen las principales características de las unidades geomorfológicas y en las figuras 5 a 13 se observan los diferentes ambientes reconocidos, tanto continentales como litorales marinos-estuáricos.

Proceso geomórfico dominante	Unidad geomórfica	Relieve relativo	Morfodinámica actual	Desarrollo edáfico	Nivel freático
Eólico	Planicie loésica	Moderado	Baja	Muy alto	Relativamente profundo
Poligenéticos marinas-fluviales	Paleoacantilado	Alto	Alta	Bajo	Ausente
	Planicie poligenética del río de La Plata	Bajo	Moderada	Variable	Somero o aflorante
Fluviales	Planicies aluviales	Bajo	Alta	Variable	Somero o aflorante
	Terrazas fluviales				Somero
	Laderas de valles y	Moderado	Alta	Moderado	Poco profundo
	Delta del Paraná	Bajo	Muy alta	Bajo	Somero o aflorante

Cuadro 2. Principales características de las unidades geomorfológicas.



Figura 5. Planicie loésica, zona de Luján-Mercedes.



Figura 6. Planicie loésica, relieve ondulado típico en la zona de Campana-Zárate.



Figura 7. Pampa Ondulada del norte de la provincia de Buenos Aires (Solís), Foto J.L. Panigatti).



Figura 8. Zona de lagunas y cubetas en la planicie loésica, partido de San Vicente.



Figura 9. Vías de avenamiento y terrazas en la planicie loésica, partido de San Vicente.



Figura 10. Antiguo ambiente de planicie de marea, zona de Pereyra, partido de La Plata.



Figura 11. Cordones estuáricos y costa actual del río de La Plata en la zona de Magdalena-Punta Indio.



Figura 12. Cordones litorales en la zona costera de Magdalena.



Figura 13. Vista de la planicie de marea antigua en la zona de Magdalena-Punta Indio.

4 CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS

Los suelos representan el recurso más importante de la economía de la Región Pampeana. Las bondades y aptitudes de los suelos para la agricultura y la ganadería fueron ya valorados por los conquistadores, quienes tuvieron especial cuidado a la hora de planificar la distribución de la población y la repartición de las tierras según las aptitudes de las mismas y los vínculos de quienes se veían favorecidos por el reparto con las autoridades de la naciente ciudad de Buenos Aires. Ya en el plan de Garay, respecto a la utilización del suelo del entorno de la ciudad se realizaba una división de las tierras según las aptitudes. Esta primera aproximación demostró ser muy apropiada ya que, excluyendo los terrenos urbanizados y reservados como grandes zonas verdes, subsistieron como esquema de ocupación y uso de la tierra hasta el presente.

En este primer plan de ordenamiento territorial de la región, se reservaba para agricultura la zona norte de la ciudad y del AMBA, incluyendo la mayor parte de la zona oeste. Por otro lado, a las tierras ubicadas hacia el sur se las destinaba a la ganadería. En esta división se tenía en cuenta la mayor aptitud de los suelos, debido principalmente a que en la zona norte el mayor relieve relativo resultaba en mejores condiciones de drenaje (menos problemas de anegamientos) y horizontes superficiales más provistos de materia orgánica. Hacia el sur, por el contrario, los suelos tenían mayores problemas de anegamiento, lo cual a la hora de manejar los cultivos los hacía poco confiables. Finalmente, y por el mismo motivo, se destinaba a la ganadería los sectores adyacentes a los principales cursos fluviales (las planicies aluviales y terrazas bajas), como por ejemplo en el caso del río Luján.

Existen numerosas clasificaciones de suelos, generalmente bastante engorrosas aún para especialistas, con nombres difíciles de manejar pero que son de gran utilidad para quienes conocen su significado, pues expresan por sí solos las principales propiedades de los suelos. En el presente informe se utiliza la denominada Soil Taxonomy, en su versión de 1975 y modificaciones posteriores hasta 2017. Esta clasificación, fue realizada por el Soil Survey del Departamento de Agricultura de EEUU y adoptada por el INTA para nuestro país.

Si bien numerosos autores han estudiado los suelos de la Región Pampeana en diferentes formas, los estudios genéticos y en especial los relacionados

con las variaciones en los factores de formación no bioclimáticos, son notoriamente escasos. Se destacan, los trabajos de Cappannini y Domínguez (1961), Bonfils (1966), Cappannini y Mourño (1966), Tricart (1973) e INTA (1990), entre otros. Tras un marcado período de ausencias de investigaciones genéticas en suelos, más recientemente, Imbellone *et al.* (2010) abordan en detalle la problemática. Finalmente, merece destacarse, el trabajo de Morrás y Moretti (2017) en cual se abordan algunos de los temas considerados en la presente contribución. Comparativamente, más investigaciones han sido realizadas en la zona litoral marino-estuarina, entre los que destacan los trabajos de Sánchez *et al.* (1976), INTA (1977), Imbellone y Mormeneo (2011); Imbellone *et al.* (2009) y Manassero *et al.* (2013).

Actualmente, los suelos se encuentran severamente modificados e incluso en algunos sectores han desaparecido total o parcialmente como en las zonas más densamente urbanizadas. Retomando los conceptos del apartado previo, pueden diferenciarse dos grandes ambientes en la región: la Planicie loésica y el Ambiente fluvial-marino. Los suelos de la región reflejan las diferencias planteadas respecto a estos dos grandes ambientes geomórficos.

El accionar de los diferentes procesos pedogenéticos se expresa en distintas propiedades de los suelos. Estas propiedades a su vez son las que nos permiten clasificar los suelos. En el cuadro 3 se sintetiza la taxonomía de los suelos presentes en la región a nivel Gran Grupo.

Como es sabido, los suelos son sistemas complejos resultantes de la evolución del material originario bajo la influencia del relieve, clima, vegetación y tiempo. Asimismo, la génesis de los mismos es consecuencia del balance morfogénesis-pedogénesis en un sitio y durante un tiempo determinado.

Interpretar los procesos que actúan en la formación de los suelos por la manifestación de las propiedades no siempre es lineal. Las propiedades que manifiestan los suelos son resultado de estados de equilibrio dinámico en los cuales las interacciones entre los factores han sido relativamente constantes para dar lugar a los procesos pedogenéticos actuantes. Los procesos pedogenéticos se definen como conjuntos o secuencia de sucesos que incluyen tanto reacciones complejas como reordenamientos relativamente simples de la materia, que afectan íntimamente al suelo en el que se producen.

Los principales procesos pedogenéticos dominantes en el área de estudio son, melanización-

ORDEN	SUB-ORDEN	GRAN GRUPO
Molisoles	Rendoles	Haprendoles
	Alboles	Natralboles Argialboles
	Acuoles	Endo-epiacuoles Argiacuoles Natracuoles
	Udoles	Argiudoles Hapludoles
Entisoles	Acuentes	Epiacuentes Fluvacuentes
	Fluventes	Udifluventes
	Psamentes	Udipsamentes
Vertisoles	Udertes	Hapludertes
	Acuertes	Epiacuertes
Alfisoles	Acualfes	Natracualfes

Cuadro 3. Taxonomía de los suelos presentes en la región a nivel Gran Grupo.

humificación, argiluvación, hidromorfismo, calcificación-descalcificación, y alcalinización. Se ha tomado a los procesos de argiluvación, cementación con CaCO_3 y eluviación (presencia de horizontes E) como evidencias de ciclos largos y a la melanización-humificación, descalcificación e hidromorfismo como evidencias de ciclos cortos.

En relación a la persistencia de las características del suelo, se pueden establecer tres grupos de procesos que derivan en propiedades (Yaalon 1971):

- Procesos que rápidamente alcanzan un equilibrio dinámico y luego son sujetos a alteraciones cuando el ambiente cambia, como por ejemplo epipedones mólicos;
- Procesos y propiedades en un estado de casi-equilibrio, como resultado de una lenta tasa de cambio, como es el caso de los horizontes B texturales u horizontes nátricos; y
- Procesos irreversibles, por ejemplo, los petrocálcicos (Ckm). En función de ello es posible aproximar una velocidad de expresión de las propiedades como resultado de los procesos pedogenéticos en los suelos de la región.

Los epipedones mólicos resultado de la melanización-humificación son el principal rasgo pedológico de la región tanto de origen continental como marino que, por las características geomorfológicas y bioclimáticas de la zona se manifiestan relativamente rápidos (en el orden de los 102 años).

Los procesos de eluviación-iluviación constituyen acciones complementarias de translocación de materiales a través del perfil. La formación de horizontes muy empobrecidos en materiales finos (horizontes E) y el posterior enriquecimiento de arcillas, materia orgánica y materiales solubles da origen

a horizontes B. El horizonte argílico es fácilmente identificable en las secuencias y son característicos de la región. Las illitas heredadas, así como los componentes meteorizables de las fracciones de arena y limo, favorecen la aparición de especies neoformadas y transformadas. Un aumento neto con el tiempo de la cantidad de arcillas aumenta la argiluvación. La argiluvación y lixiviación para la formación de horizontes Bt se constituye dentro del orden 103 a 104 años. Asimismo, la formación de un horizonte albico (horizonte E) es variable en el tiempo, pero a tasas mucho mayores que el último mencionado, por más que la eluviación ya esté presente. En el área de estudio, se observan con frecuencia hacia el suroeste con dirección hacia el centro de la provincia de Buenos Aires.

Los rasgos hidromórficos por fluctuaciones de saturación se ubican en zonas deprimidas de la planicie loésica, planicies aluviales y áreas litorales-estuarías donde el nivel freático se encuentra permanentemente cercano a la superficie. El proceso de hidromorfismo se combina generalmente con los procesos de salinización y alcalinización, dando origen a horizontes nátricos. Las velocidades de formación son menores que el caso del horizonte argílico.

En los procesos de vertisolización, es característica la pedoturbación (haploidización), producto de los movimientos de la masa por variaciones de humedad en el suelo y la presencia de arcillas expansibles. Si bien la mineralogía es la determinante de estas condiciones, no sólo depende del material originario, sino también de la neoformación y transformación de arcillas, por lo que su grado de evolución es variable a lo largo de todo el proceso. En la región de estudio, se pueden observar fácilmente

en los cordones litorales de la planicie estuárica del río de La Plata (Hapludertes crómicos).

La mayor parte de los suelos analizados posee características de evolución calcárea; ya sea presentando evidencias de horizontes enriquecidos con CaCO_3 y/o horizontes cálcicos (Bck y Ck) y petrocálcicos (Ckm). Las condiciones para el desarrollo de los procesos de descarbonatación-carbonatación, por lo general, no se correlacionan en su totalidad

con las características húmedas actuales. Se necesita de condiciones húmedas para su disolución y áridas para su posterior precipitación, como así también materiales originarios ricos en calcio, por lo que son procesos lentos, pasando de 102 a 103 años para horizontes cálcicos, y 104 a 106 años para petrocálcicos (Birkeland 1999).

En el cuadro 4 se resumen los principales procesos pedogenéticos en los suelos de la región, su

AMBIENTE GEOMORFOLÓGICO	SUELOS PRINCIPALES	PROCESOS PEDOGENÉTICOS DOMINANTES	PROPIEDADES DIAGNÓSTICAS
PLANICIE LOÉSSICA	Argiudol típico	1-Melanización 2-Argiluviación 3-Carbonatación-descarbonatación 4-Hidromorfismo	Mólico Horizonte argílico Acumulación de CaCO_3 Moteados
	Argiudol vértico	1-Melanización 2-Argiluviación 3-Vertisolización 4-Hidromorfismo	Mólico Horizonte argílico Propiedades vérticas Moteados
	Argiudol ácuico	1-Melanización 2-Argiluviación 3-Hidromorfismo 4-Vertisolización	Mólico Horizonte argílico Moteados/ régimen ácuico Propiedades vérticas
	Argialbol típico	1-Melanización 2-Eluviación 3-Argiluviación 4-Vertisolización	Mólico Horizonte álbico Horizonte argílico Propiedades vérticas
	Hapludert crómico	1-Vertisolización 2-Hidromorfismo 3-Melanización 4-Carbonatación-descarbonatación	Propiedades vérticas Moteados/régimen ácuico Humificación Horizonte cálcico
LATERALES DE VALLE DE PLANICIE LOÉSSICA	Argiudol típico	1-Melanización 2-Argiluviación 3-Hidromorfismo	Horizonte mólico Horizonte argílico Moteados/ capa colgada
	Argiudol vértico	1-Melanización 2-Argiluviación 3-Vertisolización 4-Hidromorfismo 5-Carbonatación-descarbonatación	Horizonte mólico Horizonte argílico Propiedades vérticas Moteados Horizonte cálcico
	Argialbol típico	1-Melanización 2-Eluviación 3-Argiluviación 4-Carbonatación-descarbonatación 5-Hidromorfismo	Horizonte mólico Horizonte álbico Horizonte argílico Horizonte cálcico y petrocálcico Moteados (Concreciones FeMn)
BAJOS Y CUBETAS	Natracualf típico	1-Alcalinización 2-Argiluviación 3-Hidromorfismo 4-Carbonatación-descarbonatación 5-Vertisolización	Horizonte nátrico Horizonte argílico Moteados Horizonte cálcico Propiedades vérticas
	Argialbol ácuico	1-Melanización 2-Argiluviación 3-Eluviación 4-Hidromorfismo 5-Carbonatación-descarbonatación	Horizonte mólico Horizonte argílico Horizonte álbico Moteados/régimen ácuico Horizonte cálcico

Cuadro 4. Principales procesos pedogenéticos en los suelos de la región.

AMBIENTE GEOMORFOLÓGICO	SUELOS PRINCIPALES	PROCESOS PEDOGENÉTICOS DOMINANTES	PROPIEDADES DIAGNÓSTICAS
		6-Vertisolización	Propiedades vérticas
PLANICIES ALUVIALES Y TERRAZAS FLUVIALES	Endoacuel típico	1-Melanización 2-Hidromorfismo	Horizonte mólico Moteados/régimen ácuico
	Argialbol vértico	1-Melanización 2-Eluviación 3-Argiluviación 4-Vertisolización 5-Carbonatación-descarbonatación	Horizonte mólico Horizonte álbico Horizonte argílico Propiedades vérticas Horizonte cálcico
	Udifluent ácuico	1-Incipiente melanización 2-Erosión y acumulación 3-Hidromorfismo	Perfiles simples, bajo desarrollo Moteados/régimen ácuico
PLANICIE ESTUÁRICA RÍO DE LA PLATA	Endoacuel típico	1-Melanización 2-Hidromorfismo	Horizonte mólico Moteados/régimen ácuico
	Fluvacuent típico	1-Incipiente melanización 2-Erosión y acumulación 3-Hidromorfismo 4-Vertisolización	Perfiles simples, bajo desarrollo. Moteados/régimen ácuico. Propiedades vérticas
	Udipsament típico	1-Incipiente melanización 2-Erosión y acumulación	Perfiles simples, bajo desarrollo. Sin horizonte diagnóstico
ANTIGUA PLANICIE DE MAREA	Epiacuert típico	1-Vertisolización 2-Argiluviación 3-Incipiente melanización 4-Hidromorfismo	Propiedades vérticas Horizonte argílico Humificación Moteados/colores Gley
	Natracualf vértico	1-Argiluviación 2-Alcalinización 3-Hidromorfismo 4-Vertisolización 5-Carbonatación-descarbonatación	Horizonte argílico Horizonte nátrico Régimen ácuico/Gley Propiedades vérticas Horizonte cálcico
	Natracualf típico	1-Argiluviación 2-Alcalinización 3-Hidromorfismo 4-Carbonatación-descarbonatación	Horizonte argílico Horizonte nátrico Régimen ácuico/Gley Horizonte cálcico
CORDONES LITORALES	Udipsament típicos	1-Incipiente melanización 2-Erosión y acumulación 3-Hidromorfismo	Perfiles simples, bajo desarrollo. Sin horizonte diagnóstico Moteados
	Hapludol éntico	1-Melanización 2-Hidromorfismo 3-Carbonatación-descarbonatación	Horizonte mólico Moteados Nódulos de CaCO ₃
	Haprendol típico	1-Carbonatación-descarbonatación 2-Incipiente melanización	Horizonte cálcico Humificación

Cuadro 4. (Cont.) Principales procesos pedogenéticos en los suelos de la región.

distribución en el paisaje y las propiedades diagnósticas asociados a ellos.

El relieve sub-horizontal y las características texturales del material originario (principalmente franco-limoso), fueron desencadenantes en el desarrollo de la pedogénesis en esta zona. Generalmente, se trata de perfiles con alto grado de desarrollo en sus horizontes, bien drenados, profundos, bien provistos de materia orgánica y con alta capacidad de intercambio catiónico. La presencia de arcillas, predominantemente illitas, incrementa la posibilidad de argiluviación y

en los casos donde se presentan interestratificados, producto de la alteración de las illitas se desarrolla vertisolización. Asimismo, el material originario posee una alta proporción de carbonatos, donde favorece el desarrollo de la melanización. La descarbonatación ha permitido la formación de horizontes B texturales y en las zonas de mayor déficit se permitió la precipitación del calcio con el posterior desarrollo de horizontes cálcicos y petrocálcicos.

Dentro de la planicie loésica, se destacan los Argiudoles típicos, vérticos y ácuicos, seguidos de

Hapludoles típicos y ácuicos, Argialboles típicos y Endoacuertes crómico. En los laterales de valle se ubican los Argiudoles típicos y vérticos y Argialboles típicos. En las depresiones donde se alternan períodos secos y húmedos, con características hidromórficas y moderado grado de desarrollo, se destacan los Natracuoles típicos, Argiudoles ácuicos, Argialboles ácuicos, Endoacuoles típicos, y Hapludoles ácuicos. En las figuras 14 a 20 se observan algunos perfiles de Molisoles del ambiente loésico.

Los Argiudoles típicos son generalmente suelos bien drenados, profundos y con buen desarrollo pedogenético. En los sectores más altos de CABA, RMBA y zonas aledañas, los suelos pueden alcanzar al menos 2 m y suelen tener un horizonte superficial de colores oscuros a negros (10YR3/2, Munsell Chart), con abundante materia orgánica humificada, generalmente conocidos como humus o tierra negra. Este horizonte superficial (mólico) suele tener 30-40 cm. Por debajo se encuentra un horizonte Bt (argílico), con la presencia de cutanes o barnices (argilanes), mucho más arcilloso (adhesivo si está mojado, muy duro si está seco) de coloración marrón, que forma agregados columnares o prismáticos y que puede tener más de 50 cm en promedio.



Figura 14. Suelo de tipo Argiudol típico desarrollado en depósitos loésicos en el ambiente de Pampa Ondulada.

Hacia abajo estas propiedades se van perdiendo, y el color cambia transicionalmente hasta ser pardo-amarillento-rojizo, similar al color del loess. Este horizonte denominado C tiene menos propiedades edáficas y se parece más al material originario. En ocasiones se puede encontrar a más de 2 m una capa de tosca (calcrete) y antes que ella un horizonte similar al loess, pero más blanquecino, con enriquecido en carbonato de calcio (Ck).

Los perfiles típicos son A1-A2-Bt-BC-Ck-2Ckm y generalmente hasta el petrocálcico, que pueden encontrarse a los 2 m. En aquellos sectores en los cuales se han acumulado materiales eólicos más gruesos en tiempos recientes, pueden reconocerse Hapludoles, suelos de menor desarrollo edáfico. En las laderas de los valles, los Argiudoles son menos profundos, ya que hay mayor erosión. Algunos suelos presentan horizontes E, entre el A y el B. Estos horizontes se caracterizan por una pérdida de arcilla y su concentración en el horizonte B infrayacente. Si el horizonte E alcanza los requerimientos de la taxonomía, puede clasificarse como Argialbol.

Los Argiudoles y Argialboles vérticos se distribuyen no solo en planicie loésica sino en la mayor parte de la región de la RMBA. Si bien en



Figura 15. Argiudol petrocálcico en el partido de Luján, ambiente de la planicie loésica, Luján.



Figura 16. Argiudol típico en la zona de Solís.



Figura 17. Argialbol en Pampa Ondulada (foto J.L. Panigatti).



Figura 18. Argiudol vértico en el predio del INTA-Castelar, partido de Ituzaingó.

los materiales originarios predominan las illitas, la alternancia de ciclos que llevan a la neofonnación y transformación de las arcillas y la presencia de variables grados de humedad por contrastes estacionales en algunos momentos del pasado geológico reciente, posibilitaron la formación de esmectitas, presentes en proporciones variables, pero siempre notorias, en los suelos de la zona considerada.

Por otro lado, los eventos alternados de deposición de loess y pedogénesis fueron procesos claves en la región durante el Cuaternario y en algunos casos, han determinado la presencia de numerosos suelos enterrados, asociados a climas secos-fríos a templados-húmedos. Es común encontrar discontinuidades litológicas, paleosuelos y signos de herencias morfoclimáticas, como los calcretes. Los



Figura 19. Argiudol ácuico en la zona de Lomas de Zamora, Santa Catalina.

perfiles poligenéticos que se destacan en la zona son Argiudoles típicos y vérticos (A-2Bt1-2Bt2-BC-2Ck-3Ckm), Hapludoles thapto-árgicos como A-AC-C-2Bt-2C y Argialboles típicos con perfiles A-E-Bt-2Bt1-2Bt2-2BC-2Ckm. Otra situación presente en la región son las discontinuidades en la base con horizontes cálcicos y petrocálcicos (A-2Ck-2Ckm).

En el caso de aquellos con subgrupos ácuicos, es posible definir suelos con un ciclo pedogenético desarrollado sobre materiales loésicos y en otros casos, evolucionados a partir de materiales distintos, incluso dentro del mismo Solum. Esa diferenciación, resulta más común de lo que se podría presuponer en el área de estudio; por lo que el comportamiento del agua en el perfil es distinto para ambos y se atribuye principalmente a los respectivos materiales originarios. Los rasgos hidromórficos tienen una amplia distribución en los suelos del área de estudio. En parte, son producto de bajas pendientes y de redes de drenaje poco integradas, como ocurre en las planicies aluviales, zona de bajos y áreas planas de la zona litoral-estuarina. Además del Suborden, se suman los suelos con drenaje deficiente tales como Alboles y Argiudoles con subgrupos ácuicos. La presencia de régimen ácuico implica la saturación con agua al



Figura 20. Horizonte mólico, en la zona de Gorina, partido de La Plata.

menos una parte del año, ya sea por la capa freática cerca de la superficie o por frecuentes desbordes de ríos y arroyos. Esto provoca condiciones anaeróbicas y, por consiguiente, una serie de reacciones químicas que se engloban en la reducción. Debido a ello se observan moteados y concreciones en los diferentes horizontes del perfil que pueden ser de colores negros metalizados, rojizos o gris-verdoso. En los sectores de condiciones más reductoras aparecen coloraciones gley, como en las planicies estuarina y deltaica.

El ambiente fluvial (planicies aluviales y terrazas fluviales) muestra suelos de poco desarrollo, con amplio predominio de suelos de régimen ácuico, perfiles simples y evidencias de repetido y continuo “rejuvenecimiento”. En estos sectores dominan los Hapludoles y Endoacuales, con perfiles bastante simples, con horizontes A1-AC-C, mientras que en el ambiente deltáico se encuentran Acuentes y Fluventes (Entisoles), con menor desarrollo edáfico.

Los sedimentos fluviales, constituyentes de material originario de planicies aluviales y terrazas fluviales presentan una gran heterogeneidad en su composición y frecuentes discontinuidades litológicas. Sumado a ello, existen procesos de rejuvenecimiento constante con perfiles de menor desarrollo

que los de planicie loésica y son comunes los rasgos hidromórficos por la cercanía del nivel freático a la superficie. Predominan los Entisoles y Molisoles de escaso desarrollo, la mayoría con subgrupos ácuicos. Se destacan los Endoacuales típicos, Udifluventes típicos y Fluvacuentes típicos. En las figuras 21 a 26 se muestran algunos perfiles de suelos de los ambientes fluviales, marinos y estuáricos.

En general los suelos de estos sectores poseen un horizonte superficial bien desarrollado, con abundante materia orgánica ya que hay aporte más

o menos constante de materiales debidos a los desbordes de los ríos y arroyos. Por debajo, en cambio, no se suelen observar horizontes argílicos, sino una capa más clara que el horizonte A transicional al horizonte C, con perfiles de tipo AC o C-2C. Este último generalmente es una mezcla de materiales loésicos y fluviales.

En los sectores bajos y anegables, aledaños a los cursos fluviales, los suelos presentes poseen características diferentes respecto a los que se encuentran en la planicie loésica. Así, estos suelos poseen



Figura 21. Udifluvent en la zona de quintas del partido de Avellaneda, en depósitos estuáricos recientes.



Figura 22. Suelo Epiacuel en el ambiente del delta del Paraná, partido de Zárate.



Figura 23. Suelo Haprendol formado en los depósitos de los cordones litorales de conchillas "platenses" (Fm. Las Escobas) en Punta Indio.



Figura 24. Natracuol en la cuenca del río Reconquista, partido de Ituzaingó.

menor desarrollo pedogenético lo que se manifiesta en la menor profundidad y la ausencia de algunos horizontes. Todo esto es evidencia de una mayor dinámica del paisaje (geomorfológica) que interfiere a los procesos de formación del suelo, impidiéndole manifestarse totalmente.

Es posible encontrar en estos ambientes Alfisoles (epipedón ócrico con horizonte argílico fuertemente estructurado), especialmente Natracualfes con perfiles A-E-Btn-BC-C. Aparecen en los sectores bajos del paisaje, en los valles fluviales, en terrazas bajas, cubetas y planicies aluviales. Se relacionan



Figura 25. Epiaquet en la planicie de marea antigua, partido de Berazategui.



Figura 26. Secuencia de suelos aluviales en depósitos fluviales recientes y "platenses" en la zona del río Areco, partido de San Antonio de Areco.

a vegetación de pradera herbácea especializada. Poseen moderada susceptibilidad a la erosión, altos contenidos de sodio, salinidad y cierto grado de expansibilidad debido a la presencia de arcillas esmectíticas, a diferencia de los Molisoles que presentan generalmente illitas.

En el caso del área costera (ambiente litoral estuárico-marino), los sedimentos finos litorales y estuáricos por los que fueron evolucionando los suelos de esta región aportaron materiales calcáreos, presencia de arcillas expansivas, altos contenidos de sales y Na y cambios faciales que se suman a las

condiciones hidromórficas. Predominan los suelos intrazonales caracterizados por un mal drenaje como Natracualfes típicos y Natracuoles típicos, y debido al material calcáreo se destacan los Haprendoles típicos. Sobre la planicie estuárica del río de La Plata, se encuentran Endoacuoles típicos, Fluvacuents típicos y Udipsamientos típicos. En la antigua planicie de marea, Epiacuents típicos, y en los cordones litorales, Haprendoles típicos, Hapludoles énticos y Udipsamientos típicos.

En las cercanías del río de La Plata, en las zonas bajas aledañas que se encuentran al pie de la barranca (ocasionalmente inundadas), se observan unos suelos que poseen características distintivas. En el antiguo ambiente marino, se encuentran Udipsamientos y ocasionalmente, hacia el sur, Haprendoles desarrollados en los cordones de conchillas. En el cuadro 5 se observan las características principales de los suelos frecuentes en la zona.

En las planicies de mareas aparecen Acuentes y Hapludertes y ocasionalmente pueden encontrarse Natracualfes. Los Hapludertes son suelos pertenecientes al orden Vertisoles, cuyo horizonte Btss o Bss posee textura arcillosa con alta participación de arcillas expansivas provenientes del "Querandínense" o del retrabajo fluvial del mismo (arcillas esmectíticas). Son suelos de régimen ácuico, pero la presencia de agua, aunque sea a cierta profundidad es

casi permanente (generalmente a los 50 cm). Estos suelos no poseen un horizonte A tan bien desarrollado, ya que el frecuente anegamiento impide un buen desarrollo de la vegetación. Por debajo de este horizonte A, se encuentra un profundo horizonte B rico en arcillas, de coloraciones grisáceas-azuladas, con abundantes moteados. Estas coloraciones evidencian la importancia de los procesos de reducción.

También son evidencia de que han evolucionado a partir de un material originario diferente al loess y al fluvial. Efectivamente, estos suelos se han formado englobando dos materiales diferentes, en la parte superior materiales fluviales similares a los anteriormente descritos, provenientes de la barranca o de los desbordes del río de La Plata, y en la parte inferior un material arcilloso depositado por el mar durante la ingesión marina a la cual nos referimos. Por lo tanto este horizonte inferior es rico en sales y, particularmente, en sodio. Todas estas características hacen a estos suelos muy poco aptos para los cultivos y también implican problemas para los cimientos de las construcciones.

En función de lo señalado precedentemente, es posible diferenciar en la región estudiada seis Unidades Cartográficas de suelos (denominadas U.), las que se encuentran representadas por diferentes asociaciones de suelos a nivel subgrupo, utilizando la taxonomía de suelos.

SUELO	HORIZONTES	GEOFORMA	MATERIAL ORIGINARIO	CLIMA EDAFICO	CONDICIONES DE DRENAJE	SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSIÓN	TIEMPO
Argiudoles	A-Bt-BC-C-Ckm	Planicie loéssica	Loess	Údico	Moderadas	Baja	Largo
Hapludoles	A-Bw-C	Planicie loéssica y dunas	Loess y arenas eólicas	Údico	Buenas	Baja	Moderado
Natracualfes	A-Btn-BC-C	Vías de avenamiento y ambiente litoral	Loess retrabajado	Ácuico	Malas	Alta	Largo
Endoacuoles	A-AC-Cg	Vías de avenamiento y ambiente litoral	Loess retrabajado y dep. finos fluviales	Ácuico	Malas	Moderada	Moderado
Haplustoles	A-Bw-Ck	Planicie loéssica y dunas	Loess y arenas eólicas	Ústico	Buenas	Alta	Moderado
Udipsamientos	A-C	Dunas	Arenas eólicas	Údico	Buenas	Muy alta	Corto
Argialboles (Natralboles)	A-E-Bt-BC-C (A-E-Btn-BC-C)	Planicie loéssica	Loess	Údico	Moderadas	Moderada	Largo
Udifluents	A-C1-2C2	Vías de avenamiento	Dep. finos fluviales	Údico	Variables	Alta	Corto
Hapludertes	A-Bss-C	Divisorias y terrazas	Dep. fluvio-lacustres finos	Údico	Moderadas	Alta	Moderado

Cuadro 5. Características principales de los suelos frecuentes en la zona.

- La U. 1 corresponde a los suelos “zonales” ubicados en la planicie loésica. Son Argiudoles típicos a vérticos y Hapludoles típicos.
 - La U. 2 son los suelos de las planicies aluviales y terrazas fluviales. Está integrada por suelos de menor grado de desarrollo edáfico con características hidromórficas y régimen ácuico. Son Endoaucoles típicos, Hapludoles énticos, Udifluventes típicos y Natracuoles típicos.
 - La U. 3 se ubica en el antiguo ambiente marino-estuarío y se encuentran suelos mal drenados, como Endoaucoles típicos y Fluvacuentes típicos. También aparecen suelos algo salinos y sódicos, como Natracuoles típicos y Natracualfes típicos y suelos con arcillas expansibles clasificables como Hapludertes típicos.
 - Los sectores de los cordones litorales corresponden a la U. 4. Justifica esta división las características particulares que estos materiales parentales le confieren a los suelos, vinculados a los altos contenidos de calcáreo. Se encuentran Haprendoles típicos, Hapludoles énticos y Udipsamentes típicos.
 - La U. 5 posee también suelos ácuicos y corresponde al ambiente de lagunas y bajos anegadizos ubicados en las antiguas cubetas de deflación de la planicie loésica (Endoaucoles, Natracuoles, Argiudoles y Hapludoles ácuicos, Argiacuoles típicos y Natracualfes típicos).
- Finalmente, en los laterales de valles, se encuentra la U. 6, con suelos similares a los de la U. 1, pero con menor grado de desarrollo y con fases más someras y erosionadas.

Se realizó el análisis estadístico de algunas propiedades de suelos de la región (Cuadro 6). El PCA (análisis de componentes principales) permite identificar las variables que poseen mayor relevancia y afinidad entre sí, formando nuevas variables sintéticas conteniendo la información original. Los CP1 y CP2 (componentes principales 1 y 2) explican el 86,4% de la variabilidad de los datos presentados. En la figura 27 se observa la distribución de los mismos. Los datos fueron procesados según tipo de horizonte.

En la figura 27 se puede observar que el CP1 (65,9%) agrupa la mayor parte de los datos analizados según la textura y, por consiguiente, el material originario, predominando en los perfiles simples, texturas más arenosas (Fluvacuentes, Hapludoles, Endoaucoles y Udipsamentes). Tanto los perfiles simples como los horizontes A se agrupan con MO, C y %arena. Se destaca que, aunque se trabajó sobre los horizontes por separado, el perfil completo en su mayoría mantiene una afinidad en su distribución, como en el caso de los Endoaucortes crómicos con la CIC y %arcilla, o los Endoaucoles y Hapludoles con texturas arenosas. Asimismo, los suelos de texturas finas y con propiedades vérticas se mantienen juntos

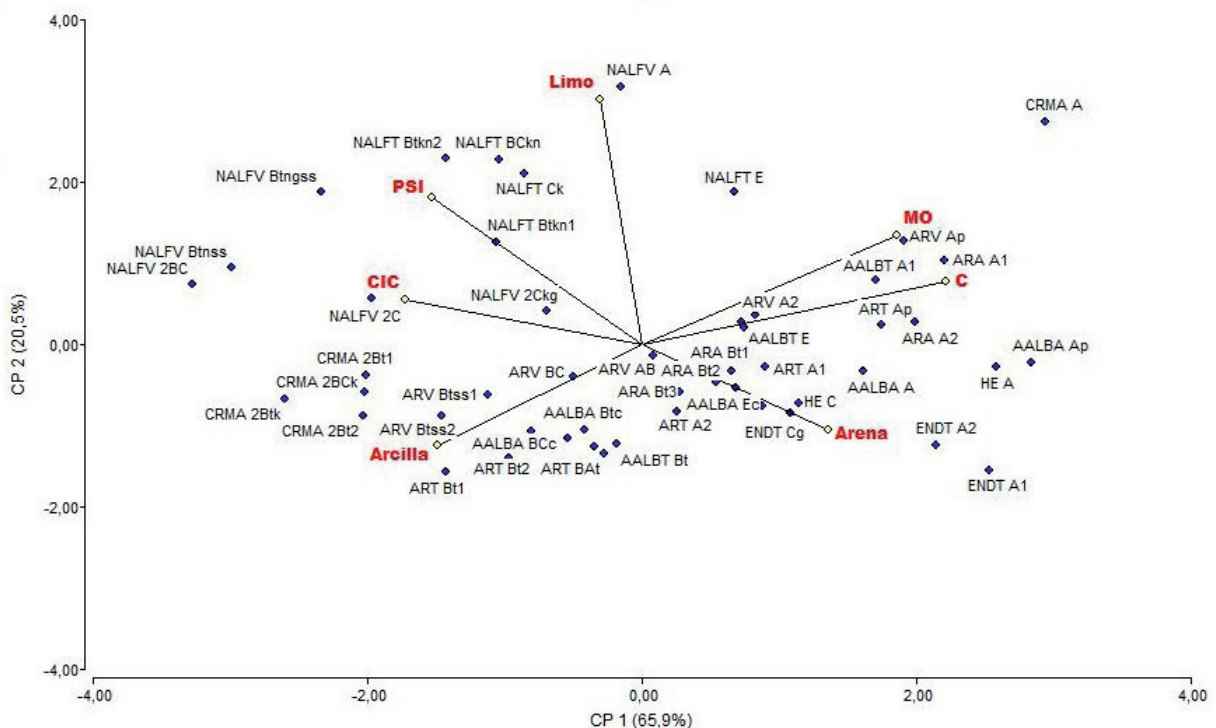


Figura 27. Análisis de componentes principales para los principales perfiles.

entre sí, incluyendo al PSI en esta diferenciación. El horizonte A del Endoacuerres crómicos se destaca del resto de los horizontes por el alto valor de materia orgánica (8,72%) frente a los demás, que poseen valores de como máximo 4,32%.

Por otro lado, el CP2 (20,5%) ordena los horizontes en función del grado de procesos pedogénicos dominante que describe a cada horizonte, especialmente lo relacionado a melanización, argiluvación, hidromorfismo y vertisolización. Es así que en una primera instancia los nátricos y álbicos se encuentran en extremos opuestos, mientras que todos aquellos que se encuentran imbricados por procesos de argiluvación poseen mayor cercanía. Los nátricos y cálcicos se asocian a mayores porcentajes de PSI, CIC y texturas limosas, de manera que los horizontes E se acercan a texturas más gruesas.

Del estudio de los suelos surge en líneas generales, que independientemente del lugar del paisaje que ocupen, todos los suelos de la región presentan características que permiten inferir diferentes grados de saturación del perfil con agua. Esto es evidencia de una capa freática alta, la mayor parte del año. Los suelos de la región se encuentran en muchos casos modificados por la acción antrópica. Asimismo, la presencia de un horizonte argílico implica una permeabilidad moderada a baja y una velocidad de infiltración baja, lo que es importante a la hora de considerar los coeficientes de escorrentía. No deben limitarse los estudios al epipedón mólico, ya que el mismo es mucho más permeable, por lo que puede caerse en sobreestimaciones. Tal situación es particularmente evidente en la zona de la planicie aluvial del río de La Plata y en todos los sectores en los que aflora el "Querandinense". Estos materiales son básicamente arcillosos y de gran potencia por lo que la infiltración es mínima. En el cuadro 6 se presentan las propiedades morfológicas y edafológicas de los perfiles analizados.

5 GENESIS DE LOS SUELOS DE LA PAMPA ONDULADA

5.1 MARCO CONCEPTUAL

Según el tradicional modelo de formación de los suelos planteado por Jenny (1941), la génesis de los mismos depende de la interrelación de los factores clima, relieve, material originario, biota y la evolución de los mismos a través del tiempo. Este modelo, central en la pedogénesis presupone un

desarrollo progresivo en el tiempo, situación que en la naturaleza solo tiene lugar en contadas circunstancias. Esto se materializaría en un creciente grado de desarrollo edáfico y que toma tres aspectos: aumento del espesor del suelo, diferenciación creciente de horizontes y aumento de los valores característicos de las principales propiedades hasta alcanzar valores de equilibrio; funciona solo en el caso de suelos monocíclicos y bajo condiciones estables en la relación entre los factores de formación.

Asimismo, la formación de los suelos pueden progresar, permanecer igual o retroceder a lo largo del tiempo, dependiendo de las circunstancias ambientales. Es por ello que se considera que los suelos son sistemas abiertos y complejos, que se ajustan a grados variables y diferentes escalas temporales y espaciales, en respuesta a flujos cambiantes de energía y materia. Estos ajustes se expresan en reorganizaciones de la materia, variaciones de espesor y condiciones de umbrales. La perturbación y el cambio son consecuencia natural y esperable de los procesos de evolución de los suelos y las pendientes.

Vinculados parcialmente al anterior, existen otros modelos que suman como factor central en la evolución de los suelos la incorporación del material, esencialmente por depositación y como contrapartida la erosión del material, generalmente notoria en los horizontes superficiales, con la consideración de que pueden afectar de una u otra forma al perfil completo. En este caso, al considerar el factor geológico-geomorfológico, se está implícitamente considerando las fluctuaciones climáticas que pueden explicar también la existencia de medios naturales estables o inestables (Tricart 1973) o medios de rexistasia o biostasia (Duchaufour, 1977) y que se suman a los factores geológicos.

La complejidad en la determinación de los factores de formación de los suelos y su variación en el tiempo (no necesariamente lineal) llevó a muchos autores a plantear modelos basados en la teoría del caos, como Phillips (1989, 1993, 2017) o diferentes esquemas y modelos pedogenéticos, como los de espesor del suelo y los modelos dinámicos y evolutivos de Johnson *et al.* (1987), Johnson y Watson-Stegner (1987) y Johnson (1990), siguiendo los planteos originarios de Nikiforoff (1949). Estos trabajos incorporan la visión de que los suelos pueden progresar, permanecer igual o retroceder dependiendo de las circunstancias ambientales; aportes considerados en esta contribución. Es así que los suelos evolucionan a lo largo de dos vías pedogenéticas que operan simultáneamente: una progresiva que incluye

SUELOS	Horizontes	Profundidad (cm)	Color	MO (%)	C (%)	Estructura	Textura			pH	CIC (meq/kg)	Moteados	Barrices	CaCO ₃	SS	%Sat bases	PSI
							Tipos; Clase; Grado	Arcilla (%)	Limo (%)									Arena (%)
Mercedes (Mc)	Ap	0-13	10YR3/2	4,08	2,37	Granular; f	20,3	28,4	16,6	5,3	22,8	-	-	-	90	2,2	
	A1	13-24	10YR3/2	2,79	1,62	BSA; f; déb	24,5	27	15,6	5,3	22,8	-	-	-	89	2,2	
	A2	24-34	10YR3/3	1,41	0,82	BSA f; mod	26,7	25,7	14,9	5,5	19,7	-	-	-	82	3	
	Bat	34-49	10YR3/3	0,74	0,43	BSA; f; mod	32,2	21,5	15,9	5,5	20,6	-	X	-	X	87	2,4
	Bt1	49-78	10YR3/3	0,58	0,34	P; m; mod	44,4	18,6	13,6	5,4	30,8	-	XXX	-	X	87	2,6
	Bt2	78-118	10YR3/3	0,46	0,27	P; f; déb	36,2	21,4	15	5,5	27	-	XX	-	XXX	86	1,8
	BC	118-160	10YR4/4	0,24	0,14	Masivo	24,5	24,5	23,7	5,6	24	-	-	-	XX	92	2
	C	160- +	NA	0,12	0,07	Masivo	23,9	25,4	20,1	5,7	24,8	-	-	-	-	98	2,4
	Ap	0-21	10YR3/2	4,19	2,43	BA m; mod	24,8	55,8	19,4	5,1	16,93	-	-	-	-	73,42	7,08
	A2	21-36	10YR3/1	2,03	1,18	BA m; mod	27,4	52,8	19,8	6,2	15,45	-	-	-	-	81,81	4,53
Zárate (Z4)	AB	36-56	10YR3/3	1,03	0,6	BA m; mod	32,7	49,7	17,6	6,2	15,15	-	XX	-	XX	84,82	5,15
	2Btss1	56-83	7,5YR4/4	0,74	0,43	P; m; mod	44,9	41,3	13,8	6	24,9	-	-	-	XX	88,27	4,89
	2Btss2	83-110	7,5YR4/4	0,59	0,34	P; m; mod	47,5	37,2	15,3	6,2	28,87	-	XX	-	-	79,39	3,81
	2BC	110- +	7,5YR5/4	0,38	0,22	BSA; déb	34,5	47,7	17,8	6	18	-	X	-	100	5,66	
Ministro Rivadavia (MRiv)	A1	0-10	10YR2/2	5,18	2,59	BSA; m	22,5	47,5	30	6,45	25	-	-	-	76,04	1,8	
	A2	10-20	7,5YR7/1	4,32	2,16	BSA; déb	25	40	35	6,52	22,9	-	-	-	83,67	1,61	
	2Bt1	20-40	7,5YR3/1	1,51	0,75	P; m; déb	27,5	45	27,5	6,5	17	-	XX	-	X	87,65	1,94
	2Bt2	40-47	7,5YR5/2	0,96	0,48	P; m; déb	25	45	30	6,53	16,5	-	-	-	-	81,88	2,54
	2Bt3	47-60	7,5YR3/3	0,72	0,36	P; déb	30	45	25	6,59	14	XX	XXX	-	X	77,28	3,57

Cuadro 6. Propiedades morfológicas y edafológicas de los perfiles analizados.

MO: Materia orgánica. C: Carbono. Estructura: BA: Bloques angulares; BSA: Bloques subangulares; B: Bloques; P: prismas; G: granular; f: fuertes; m: medios; mod.: moderados; déb: débiles. CIC: Capacidad de intercambio catiónico. Moteados y barrices: - : no contiene; X: escasos XX: abundantes; XXX: muy abundantes. CaCO₃: Carbonatos de calcio. SS: presencia de "Slickensides". %Sat bases: Porcentaje de saturación de bases. PSI: Porcentaje de Sodio intercambiable. NA: No analizado. 1: pH (CIK 1:2,5).

SUELOS	Horizontes	Profundidad (cm)	Color	MO (%)	C (%)	Estructura			Textura			pH	CIC (meq/kg)	Moteados	Barrices	CaCO ₃	SS	%Sat bases	PSI
						Tipo; Clase; Grado	Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)										
Moreno (Mo)	A1	0-20	10YR3/2	2,4	2,4	BA; finos	22,5	55	22,5	7,03	16	-	-	-	-	-	76	3,31	
	A2	20-50	10YR3/3	1,32	1,32	BA; finos	27,5	53,8	18,8	6,87	14,89	-	-	-	-	-	92	3,49	
	E	50-70	7,5YR7/2	1,08	1,08	Granular	26	54	20	7,14	12,29	-	-	-	-	-	100	5,59	
Oliden (P2b)	2Bt	70-+	7,5YR5/3	0,55	0,55	P; m; fuertes	42,5	35	22,5	7,23	15,5	X	XX	-	X	-	89,41	4,39	
	A	0-15	10YR2/3	8,72	5,06	Masivo	36,69	55,43	4,88	5,5	29	XX	-	-	-	-	58	3,4	
	2Bt1	15-43	10YR2/2	1,12	0,65	BA; m; mod	54,81	41,27	3,92	7	33,1	X	XX	-	X	-	87	6,3	
	Bt2	43-72	7,5YR3/2	0,64	0,37	BA; m; mod	60,47	36,3	3,23	8	25	X	XX	X	X	-	NA	12,8	
	2Btk	72-96	7,5YR4/3	0,31	0,18	BA; m; fuertes	57,98	38,47	3,55	8,1	32	X	XX	X	X	-	NA	13,8	
	2Bck	96-118	7,5YR5/4	0,22	0,13	BA; gruesos	53,62	42,67	3,71	8,4	24	X	X	XX	-	-	NA	13,3	
Serie Navarro (Na)	Ap	0-13	10YR3/2	4,74	2,75	BSA; f; déb	24,7	20,6	12,5	4,7	8,1	-	-	-	-	-	63	2,4	
	A	13-23	10YR3/2	3,27	1,9	BSA; f; déb	22,3	23,8	13,3	5,2	16,4	-	-	-	-	-	74	1,2	
	Ec	23-32	10YR5/2	1,32	0,77	Masivo	17,3	24,9	11,8	5,8	12,8	-	-	-	-	-	79	1,6	
	Btc	32-53	7,5YR3/2	0,79	0,46	P; m; fuertes	30,9	23,2	12,1	6,5	21	XX	XX	-	XX	-	95	6,6	
	Bt	53-74	7,5YR4/2	0,44	0,26	BA; m; mod	33,6	21,4	13,7	6,9	29,2	X	XX	-	-	-	97	6,1	
	BCc	74-+	7,5YR5/4	0,41	0,24	BSA; f; mod	27,5	22,8	13,6	6,3	26,9	XX	XX	-	-	-	90	4	

Cuadro 6. Propiedades morfológicas y edafológicas de los perfiles analizados.

MO: Materia orgánica. C: Carbono. Estructura: BA: Bloques angulares; BSA: Bloques subangulares; B: Bloques; G: granular; f: fuertes; m: medios; mod.: moderados; déb: débiles. CIC: Capacidad de intercambio catiónico. Moteados y barrices: -: no contiene; X: escasos XX: abundantes; XXX: muy abundantes. CaCO₃: Carbonatos de calcio. SS: presencia de "Slickensides". %Sat bases: Porcentaje de saturación de bases. PSI: Porcentaje de Sodio intercambiable. NA: No analizado. 1: pH (CIK 1:2,5).

SUELOS	Horizontes	Profundidad (cm)	Color	MO (%)	C (%)	Estructura Tipo; Clase; Grado	Textura			pH	CIC (meq/kg)	Moteados	Barrices	CaCO ₃	SS	%Sat bases	PSI
							Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)								
Serie Las Heras (LH)	E	0-8	10YR3/2	3,22	1,87	BSA; f; mod	24	67	8,7	6,8	22,9	-	-	-	85	8,7	
	Btkn1	8-34	7,5YR4/2	1,86	1,08	P; f; déb	35,6	59	5,4	7,5	29,1	X	XX	-	99	19,9	
	Btkn2	34-62	7,5YR 4/4	0,39	0,23	BA; m; f	15,6	75,7	8,7	8,7	27,9	X	XX	-	NA	34,7	
	Bckn	62-103	7,5YR5/4	0,2	0,12	BSA; m; mod	13,1	80,6	6,3	8,2	22,2	-	-	XX	-	NA	27
	Ck	103++	7,5YR5/4	0,2	0,12	Masivo	12,5	80,7	6,8	8	22,3	-	-	XX	-	NA	18,3
	A1	0-13	10YR3/2	1,6	3,27	Granular	22,5	15	62,5	6,93	25	-	-	-	-	77,48	3,16
Avellaneda Zona Quintas	A2	13-30	ND	1,75	2,71	BA; m; déb	25	22,5	52,5	6,8	22	X	-	-	87,73	2,54	
	Cg	30+ +	5GY5/1	1,85	1,88	BA; m; déb	35	32,5	32,5	6,37	19,5	X	-	-	90,66	2,31	
Avellaneda	A	0-11	10YR3/3	0,56	NA	Migajoso	10	12,5	77,5	6,84	10,42	X	-	-	73,13	2,49	
San Seb (AvSS)	2C	11-36	7,5YR3/4	1,12	NA	BA; f; déb	15	50	35	7,06	13,5	X	-	X	79,7	3,11	
La Plata (Nv)	A	0-14	10YR3/2	2,19	1,27	Laminar; f;déb	9,26	75,76	14,97	8,3	22,9	-	-	-	100	55,4	
	Btrngss	14-39	5Y3/1	0,95	0,55	P; m; déb	30,31	54,25	15,43	9,5	34,5	-	XX	X	100	69,2	
	Btrnss	39-65	7,5YR4,5/4	0,47	0,27	P; m; mod	46,87	44,32	8,8	9,1	31	-	XX	X	100	68,7	
	2BC	65-160	7,5YR5/5	0,24	0,14	Masivo	44,67	39,34	15,99	8,9	37,1	-	X	-	97,5	71,1	
	2C	160-230	7,5YR5/5	0,26	0,15	Masivo	33,2	38,21	28,58	8,9	27,1	-	-	-	100	72,2	
	2Ckg	230-260	2,5Y4/2	0,26	0,15	Masivo	17,34	41,33	41,33	8,6	24,2	-	-	XX	-	100	55
Campana (O1) ¹	A	0-30	10YR4/3	ND	0,9	BSA; m; déb	17,2	27,9	54,9	8,4	12,7	-	-	-	NA	11	
	AC	30-40	10YR4/3	ND	4	BSA; déb	19,3	34,2	46,5	8	27,8	X	-	-	NA	2,52	
	C	40+ +	7,5YR4/4	ND	0,2	BSA; déb	39	39	17,3	8,5	35,2	X	-	-	NA	2,27	
Escobar (O2) ¹	A	0-20	10YR2/1	ND	3,3	BA; m; mod	20,5	37,6	41,9	8,4	15,3	-	-	-	NA	4,57	
	AC	20-35	7,5YR4/2	ND	0,7	BA; m; déb	23,6	43,5	32,9	8,3	15,8	X	-	-	NA	4,68	
	C	35-80	10YR4/3	ND	1,2	Masivo	19,6	39,8	40,6	8	16,2	X	-	-	NA	4,93	

Cuadro 6. Propiedades morfológicas y edafológicas de los perfiles analizados.

MO: Materia orgánica. C: Carbono. Estructura: BA: Bloques angulares; BSA: Bloques subangulares; B: Bloques; P: prismas; G: granular; f: fuertes; m: medios; mod.: moderados; déb: débiles. CIC: Capacidad de intercambio catiónico. Moteados y barrices: - : no contiene; X: escasos XX: abundantes; XXX: muy abundantes. CaCO₃: Carbonatos de calcio. SS: presencia de "Slickensides". %Sat bases: Porcentaje de saturación de bases. PSI: Porcentaje de Sodio intercambiable. NA: No analizado. 1: pH (CIK 1:2,5).

procesos, factores y condiciones que promueven perfiles ordenados y diferenciados; y una regresiva que promueve perfiles desordenados, simplificados, rejuvenecidos y/o poco profundos.

A su vez, la pedogénesis progresiva posee tres componentes; diferenciación de horizontes (horizontalización), acreción de materiales (como adiciones de loess) y profundización del suelo. La pedogénesis regresiva incluye la haploidización, acreción retardante (como los suelos enterrados) y adelgazamiento del perfil. La continua variación de estos procesos incluso no operando al mismo tiempo, dan origen a la evolución del suelo (Schaeztl y Anderson 2005).

Phillips (1989 y 2017) establece que un sistema dado en la superficie terrestre puede ser dinámicamente estable y convergente o inestable, caótico y divergente en diversas situaciones y a diferentes escalas temporales o espaciales; incluso coexistiendo en un mismo perfil como los horizontes argílicos y cálcicos. Los suelos formados bajo largos períodos de evolución convergente pueden transitar momentos de desarrollo divergente, ya sea por cambios geomorfológicos, climáticos o antrópicos. En este último caso se presentan las discontinuidades litológicas y los cambios en la distribución de humedad en el perfil, que deriva además en cambios de translocación de elementos. Independientemente de esto, pueden ocurrir cambios en la complejidad del suelo debido a factores intrínsecos y retroalimentaciones en el perfil, como las diferencias en las tasas de acumulación y descomposición o retroalimentación de la materia orgánica.

La posibilidad de procesos regresivos en la descripción de la génesis de los suelos de la región considerada, en su gran mayoría han sido soslayados, dando énfasis al desarrollo del perfil en términos progresivos; ejemplo de ello es la caracterización de los suelos zonales. Debido a que los procesos de pedoturbación (mezcla de suelos) ocurren en todos los suelos en diversos grados durante el curso de la evolución, los procesos de mezcla deben evaluarse dentro del contexto de la génesis del suelo. Aun así, es posible observar con frecuencia la presencia de rasgos vérticos y de Vertisoles, con procesos de haploidización que tenderían a la simplificación del perfil. A ello se le suman la erosión y acumulación y procesos hidromórficos, relacionados con el nivel freático somero.

Los procesos pedoturbativos que interrumpen, mezclan, destruyen o evitan la formación de horizontes, subhorizontes o capas genéticas, de modo que los perfiles simplificados evolucionan de los más

ordenados, son proisotrópicos y funcionan dentro de la vía regresiva. Los ejemplos demuestran que tanto la forma de pedoturbación como la textura del material originario determinan en gran medida si la morfología resultante de un suelo expresa orden o desorden. Una forma particular de pedoturbación puede producir un perfil desordenado en uno de los suelos o un polipedón, pero un perfil más ordenado en otro. Esto puede ser cierto no solo para diferentes suelos en un paisaje, sino también para el mismo suelo en diferentes momentos durante su evolución. Los depósitos geológicos homogéneos o heterogéneos pueden organizarse o reorganizarse pedológicamente mediante pedoturbación proanisotrópica para expresar el orden del perfil y, en ciertos casos, pueden producir patrones especiales y microrelieves. Pavimentos de piedra de superficie y superficies blindadas, líneas de piedra subsuperficial y zonas de piedra, y biomantles de perfil superior se pueden formar así.

La presencia de ciclos cortos y largos y la sobreimposición de los mismos han permitido una gran heterogeneidad en los suelos de la región. En los ciclos cortos prevalece la pedogénesis progresiva, como los Argiudoles y Hapludoles típicos. Asimismo, los ciclos largos se pueden ver interrumpidos por ciclos cortos sobreimpuestos. En relación a la persistencia de las características del suelo, se pueden establecer tres grupos de procesos (Yaalon 1971):

- a) Procesos que rápidamente alcanzan un equilibrio dinámico y luego son sujetos a alteraciones cuando el ambiente cambia, como por ejemplo epipedones mólicos;
- b) Procesos y propiedades en un estado de casi-equilibrio, como resultado de una lenta tasa de cambio, como horizontes B texturales o nátricos; y
- c) Procesos irreversibles, como los petrocálcicos. Otro ejemplo es el caso de la presencia de suelos con horizontes Bt que además son cálcicos Btk (frecuente en algunos sectores de la región); donde los procesos de argiluvación y carbonatación se han superpuesto.

Según lo señalado por Duchaufour (1977) se pueden establecer cinco situaciones en relación a la formación de suelos:

- 1) Suelos jóvenes actuales;
- 2) Suelos antiguos;
- 3) Suelos policíclicos o poligenéticos;
- 4) Suelos compuestos y
- 5) Suelos complejos.

Los suelos policíclicos, compuestos y complejos son ejemplos de superposición de ciclos cortos y largos. Los suelos compuestos, implican la acumulación de materiales más jóvenes y el comienzo de la pedogénesis sin participación del material subyacente, evidenciados en la presencia de discontinuidades litológicas. Sin embargo, a este esquema debería sumarse la, al menos potencial, existencia de numerosos procesos de erosión o remoción, tal como se observan en la naturaleza.

Targulian y Krasilnikov (2007) y Richter y Yaalon (2011), plantearon en igual sentido, que la mayor parte de los suelos son una especie de paleosuelos, resultado de pasadas y complejas historias pedogenéticas. Por lo tanto, es posible plantear un modelo evolutivo teniendo en cuenta las diferencias en las velocidades, ritmos o tasas de los procesos pedogenéticos y de los tiempos implicados en que alcanzan un estadio de equilibrio dinámico materializados en alguna propiedad u horizonte diagnóstico (Birkeland 1999).

Asimismo, tal como también es sabido, si bien los procesos pueden ser revertidos, hay propiedades que son prácticamente irreversibles, por lo que persisten en los suelos como herencias de historias pedogenéticas que subsisten en ellos. Por ejemplo, esta característica se observa en la presencia (muy frecuente en algunos sectores de la región) de suelos con horizontes Bt que además son cálcicos Btk.

A partir de lo señalado precedentemente, es posible plantear un modelo evolutivo diferente, en el cual se consideren los aspectos planteados. Debe señalarse que el mismo es difícilmente expresable acabadamente mediante expresiones matemáticas sin caer en simplificaciones o incoherencias.

5.2 EVOLUCIÓN GEOLÓGICA, GEOMORFOLÓGICA Y PEDOLÓGICA DE LA REGIÓN

En función de las características geológicas y climáticas es posible diferenciar regiones geomorfológicas sintetizadas en: a) Ambiente continental, incluyendo la planicie loésica y geoformas fluviales y b) Ambiente litoral-estuarico, con planicies y canales de marea, cordones litorales, dunas costeras y cordones estuaricos (Pereyra 2004). Si bien estos dos ambientes comparten rasgos comunes, han seguido patrones y tiempos significativamente distintos. En el ambiente continental, los procesos geológicos geomorfológicos reflejan una historia compleja, contemporánea con la pedogénesis. En el ambiente

litoral marino la dinámica geomorfológica ha sido más reciente, donde la mayor parte de los suelos reflejan esta característica. Algunos trabajos han considerado las variaciones geológicas, climáticas y sus influencias sobre la presencia de paleosuelos. Los mismos se han concentrado mayormente en las secuencias fluviales, asociadas a los ciclos cortos y vinculados a una dinámica geomorfológica que se ha superpuesto a la pedogénesis (Fucks y Deschamps 2008; Fucks *et al.* 2007 y Fucks *et al.* 2011). Asimismo, algunos han sido realizados en la Pampa Deprimida, lo que limita la posibilidad de generalizar los resultados a la Pampa Ondulada (Dangavs, 2005; 2008; 2018; 2019 y Fucks *et al.* 2012). INTA (1977) señaló la presencia de numerosas discontinuidades litológicas en suelos de zonas marginales de la Pampa Deprimida, mientras que Imbellone y Teruggi (1987), entre otros, estudiaron secuencias de paleosuelos en la zona de La Plata.

En el caso del tiempo, la mayoría de los suelos del área de estudio comenzaron a formarse durante el Cuaternario, período caracterizado por cambios climáticos repetidos y avances y retrocesos glaciales. Esto implicó el desarrollo de intrusiones marinas en la zona costera. Según el clásico esquema, los depósitos aludidos se encontrarían incluidos en el "post-pampeano". Es común encontrar en las terrazas suelos enterrados con epipedones mólicos correspondientes a Hapludoles y/o Endoacuales. Algunos de estos paleosuelos han recibido diferentes denominaciones, como Geosuelo Puesto Callejón, caracterizado por la gran presencia de cutanes; y Geosuelo Puesto Berrondo (Fucks *et al.* 2007), compuesto por materiales franco-limosos, con fuerte estructura (bloques) y color muy oscuro.

Es posible considerar dentro de la zona estudiada numerosas situaciones respecto a la presencia de diferentes materiales originarios y aspectos geomorfológicos. Aun dentro de la misma geoforma se diferencian superficies deposicionales y también erosivas sobre las cuales se han desarrollado los suelos. Este último aspecto no ha sido considerado con profundidad en la relación morfogénesis-pedogénesis en la región. En la primera de las situaciones es necesario tener en cuenta las diferencias entre ambos ambientes: continental y litoral marino-estuarico. En el ambiente continental pueden diferenciarse distintos eventos de acumulación de loess, tanto primario como re-trabajado, en tiempos del Pleistoceno superior y Holoceno (edades compatibles con la formación de Argiudoles y Alboles). Los depósitos postpampeanos, han sido agrupados en la

Fm. La Postrera, dentro de la cual se han distinguido cuatro divisiones (I, II, III y IV) para los de origen eólico. Por su parte, los depósitos fluviales han sido agrupados en la Fm. Luján (incluyendo La Plata fluvial), o si se mantienen las divisiones hechas por Ameghino (como lo propone Toledo, 2011) en las Formaciones Luján y La Plata, a los que se suman los aluvios recientes y actuales.

Respecto a la existencia de superficies de erosión que truncan los diferentes niveles de loess preexistentes, Tricart (1973) planteó algunas posibles relaciones con la pedogénesis en la Pampa Deprimida. Toledo (2008 a y b), siguiendo a Ameghino, estudia la presencia y edad de diferentes superficies de erosión en la zona. En función de los mismos, es posible diferenciar al menos tres superficies erosivas labradas en loess y dos o tres más en los depósitos fluviales y marinos: 1) Post ensenadense, 2) Post bonaerense, 3) Post lujanense (en un sentido de edad, no estratigráfico) y 4) Fluviales y litorales costeras asociadas a las fluctuaciones del nivel del mar (Fm. Luján y la última separaría la Fm. Luján de la Fm. La Plata fluvial si se acepta mantenerla) y luego ya en el aluvio actual. Teniendo en cuenta la evolución edáfica y los de ciclos largos, solo se consideran los de las divisorias y el más antiguo fluvial. Tanto los eventos deposicionales como los erosivos son el resultado de cambios climáticos y ambientales en la región; como los asociados a la depositación de los materiales eólicos de la Fm. La Postrera, que suponen modificaciones en la intensidad de los procesos pedogenéticos actuantes, relacionados al Último Máximo Glacial (UMG o Last Glacial Maximum) (hace aprox. 18-14 Ka), Tardiglacial (12-10 Ka), Neoglacial I, II y III (desde hace 5-4,5 y 0,2 Ka). Estos cambios climáticos en la Región Pampeana han sido estudiados en lagunas, por Dangavs (2018) y Laprida *et al.* (2009), depósitos eólicos que evidencian la presencia de la Pequeña Edad de Hielo (Rabassa *et al.* 1985), así como en los diferentes eventos de formación de los campos de dunas.

Los episodios de erosión son notorios en las secuencias de la región y tuvieron impacto en la pedogénesis. La Superficie Post ensenadense sería la más antigua aflorante y los depósitos bonaerenses y lujanenses la cubrieron. Remanentes se preservaron en superficie, en especial en laterales de los valles fluviales y al pie de la barranca litoral marina, para ser cubierta parcialmente por depósitos eólicos post pampeanos y fluviales holocenos. La red de drenaje se habría formado sobre esta superficie, ya que los cursos mayores están labrados sobre los niveles de

calcretes de la Fm. Ensenada. La llamada Superficie Finipampiana de Tricart (1973) podría corresponder a este evento erosivo, que parece más generalizado y regional que la Superficie Post bonaerense. La Superficie Post ensenadense se extiende hacia la Pampa Deprimida como un largo y continuo plano inclinado hacia los ríos Samborombón y Salado, asociado a un proceso de pedimentación, con mayor desarrollo sobre el flanco sur del alto de basamento basculado que compone el núcleo de la Pampa Ondulada. Hacia el SE de la Pampa Ondulada, los afloramientos de la Fm. Buenos Aires son menos potentes o incluso pareciera que faltan, por lo que parte de los suelos de las divisorias estarían directamente sobre la Fm. Ensenada o la misma aparecería en los horizontes Bt. En una escala menor, lo mismo podría darse en los laterales de los valles mayores, como lo señalado por Morrás y Moretti (2016) sobre la cuenca del río Reconquista (en el predio INTA-Castelar). Asimismo, todas las geoformas litorales marinas y estuáricas están sobre un sustrato conformado por la Fm. Ensenada, faltando directamente la Fm. Buenos Aires. Sería posible asignar la Superficie Post ensenadense a una reactivación tectónica del Alto del río de La Plata.

Las otras superficies de erosión y eventos de acumulación posteriores pudieron relacionarse a las variaciones climáticas eustáticas (glaciarias). A pesar de que distintos autores plantean diferentes rangos de edad para eventos climáticos en la Región Pampeana, existe consenso en que los episodios de depositación de loess retrabajado, indicados por la acumulación de los depósitos eólicos post pampeanos (Fm. La Postrera del I al IV) corresponderían a eventos secos, generalmente fríos, y durante los períodos de depositación fluvial (Fm. Luján, en sus distintos miembros y Platense fluvial, Aimareense y aluvio actual) las condiciones habrían sido más húmedas y cálidas, semejantes a las actuales o más cálidas. Por lo tanto, es posible señalar la alternancia de condiciones favorables y desfavorables para la pedogénesis en la región en el Pleistoceno superior y Holoceno, en especial en los rangos de tiempo asociados a la formación de los suelos de divisorias (Ciclo Largo).

A partir de lo señalado, se definen situaciones en relación a las potenciales combinaciones de materiales originarios en suelos de la región, diferenciado los ambientes continentales (planicie loésica-valles fluviales) y litoral marino-estuárico. Los mismos se observan en la figura 28 (A y B) donde se muestra la gran variabilidad posible. La mayoría han sido

corroborados en el campo, mientras que algunos permanecen como posibilidades y serán motivo de futuros estudios. Consecuentemente, en el ambiente continental es posible diferenciar las siguientes situaciones de suelos desarrollados en: 1) Fm. Ensenada, 2) Fm. Buenos Aires, 3) Ensenada-Buenos Aires, 4) Buenos Aires-La Postrera, 5) Ensenada-La Postrera, 6) La Postrera, 7) Luján-La Postrera, 8) Luján-La Plata, 9) La Plata y 10) La Plata-Aluvio. Por su parte, en el ambiente litoral-estuárico, se producen numerosas posibilidades, según las combinaciones de depósitos de la Fm Ensenada como sustrato, que

conformó una plataforma de abrasión antigua, mayormente modificada por la acción antrópica, salvo en sectores costeros de Vicente López y San Isidro como en la zona de la estación Anchorena, sobre la cual se depositaron sedimentos holocenos marinos, fluviales y estuáricos.

Diversas propiedades de los suelos de la región evidencian las múltiples influencias de mezcla de materiales originarios: 1) Textura, 2) Mineralogía de las diferentes fracciones, 3) Arcillas, 4) Distribución y presencia del carbonato, 5) Límites texturales abruptos y discontinuidades litológicas y 6)

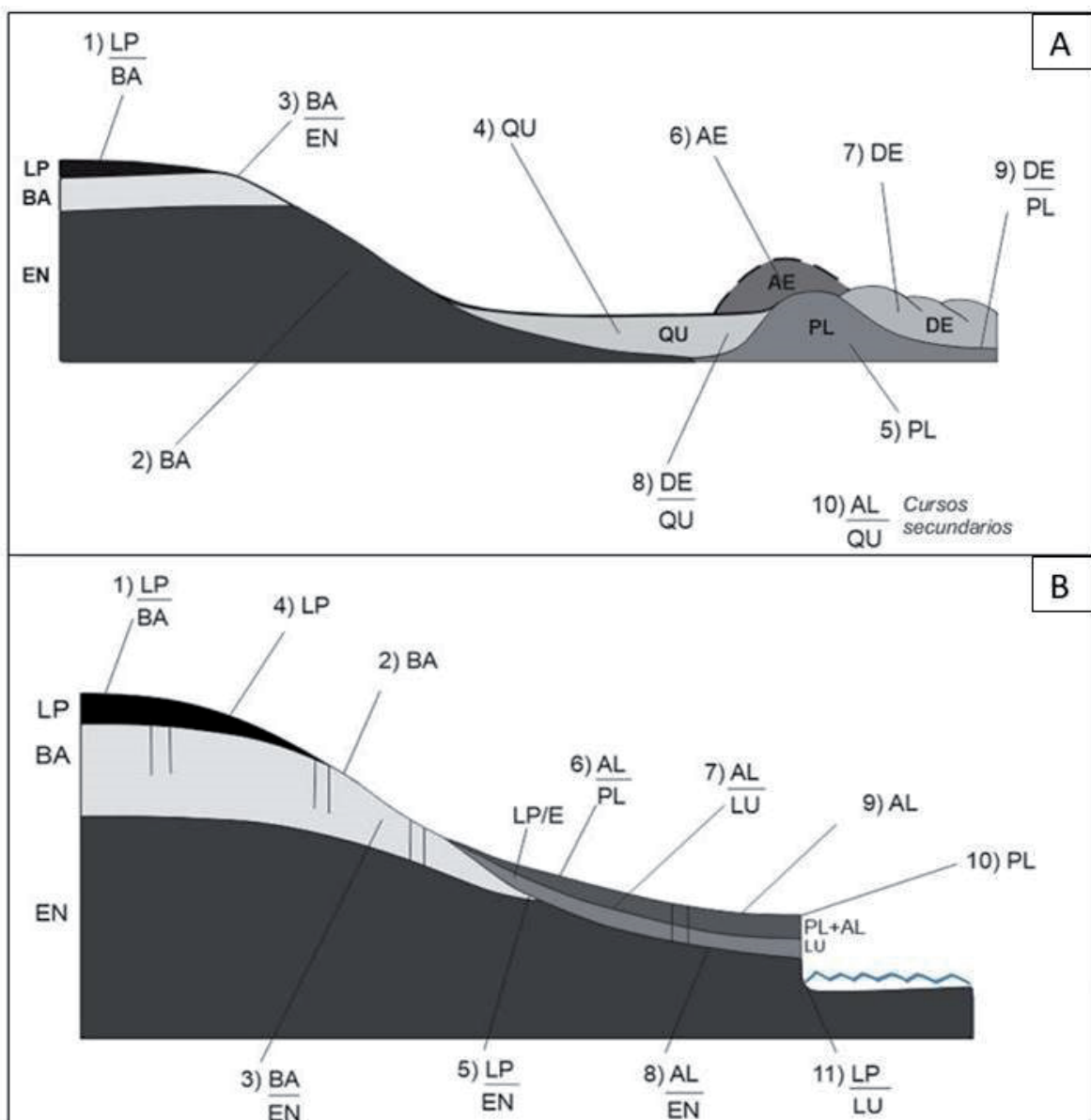


Figura 28. Posibles combinaciones de materiales originarios en la región estudiada.

A) Ambiente litoral estuárico-marino; transecta en el partido de Berazategui desde la planicie loésica en dirección hacia el río de La Plata, y

B) Ambiente Continental, desde planicie loésica hacia la cuenca del río Reconquista. Referencias: EN Ensenada, BA Bonaerense, LP La Postrera, PL Platense, QU Querandinense, LU Luján, AL Aluvio actual, DE Depósitos eólicos. AE: arenas eólicas (dunas). E eólico indiferenciado.

superposición de rasgos y propiedades pedológicos debidos a diferentes eventos de pedogénesis. Estos rasgos son identificables en la mayor parte de los suelos en la región. Por ello, se han tratado estadísticamente diferentes propiedades de los mismos, particularmente materia orgánica, carbono, % de arena, limo y arcilla, suma de bases, CIC, y PSI para los horizontes A, Bt y C de Argiudoles y Argialboles, dispuestos en la planicie loésica, entre Zárate y Punta Indio aproximadamente. Analizando los diferentes parámetros estadísticos para los Argiudoles y para los Alboles por separado (Cuadros 7 y 8) y en

conjunto, pueden extraerse una serie de conclusiones y de posibilidades.

Según González Bonorino (1965), los depósitos del loess pampeano muestran diferencias respecto a la proporción relativa de minerales de arcilla. Así, la Fm. Buenos Aires y la parte superior de la Fm. Ensenada, son predominantemente illíticos, mientras que la parte inferior de esta última es predominantemente esmectítica. Consecuentemente, la exposición de la Fm. Ensenada a diferentes niveles constituye un factor de diferenciación de los suelos de la región. Según la relación %arcilla del horizonte Bt/% arcilla

Horizontes A	MO	C	Arcilla	Limo	Arena	Bases	CIC	PSI
MEDIA	3,43	1,95	26,37	55,43	18,18	17,42	20,82	2,70
MODA	3,69	2,14	26,7	51,2	19,4	17,97	22,9	1,3
MEDIANA	3,54	2,01	26,7	55,42	18,35	18	21,86	1,85
DESV EST	1,28	0,76	4,37	6,04	7,16	2,62	3,37	2,12
COEF VAR	0,37	0,39	0,17	0,11	0,39	0,15	0,16	0,79
Horizontes Bt	MO	C	Arcilla	Limo	Arena	Bases	CIC	PSI
MEDIA	0,89	0,48	43,24	43,69	13,22	24,95	28,86	2,46
MODA	0,86	0,34	27,5	45	27,5	21,96	24,67	0,01
MEDIANA	0,74	0,41	43,1	43,95	12,39	23,12	27	2,36
DESV EST	0,55	0,28	9,91	5,90	6,94	7,81	8,85	1,68
COEF VAR	0,62	0,58	0,23	0,13	0,52	0,31	0,31	0,68
Horizontes C	MO	C	Arcilla	Limo	Arena	Bases	CIC	PSI
MEDIA	0,22	0,13	28,51	55,39	13,59	25,88	31,09	1,79
MODA	0,5	-	-	-	-	-	-	0,01
MEDIANA	0,19	0,11	27,15	56,2	12,35	24,3	32,5	2,45
DESV EST	0,15	0,10	16,62	10,33	6,17	7,47	9,32	1,39

Cuadro 7. Relaciones estadísticas para los Argiudoles seleccionados.

Horizontes A	MO	C	Arcilla	Limo	Arena	Bases	CIC	PSI
MEDIA	3,85	2,37	23,81	60,62	15,55	15,22	40,42	2,85
MEDIANA	3,77	2,4	22,6	62,4	14	14,89	20,4	2,5
DESV EST	1,29	0,58	2,96	3,89	5,32	3,84	29,25	1,29
COEF VAR	0,33	0,24	0,12	0,06	0,34	0,25	0,72	0,45
Horizontes E	MO	C	Arcilla	Limo	Arena	Bases	CIC	PSI
MEDIA	1,16	0,67	18,83	60,36	12,61	11,10	22,55	9,34
MEDIANA	0,98	0,57	17,2	63,4	11,7	12,4	12,3	10,4
DESV EST	0,43	0,25	6,74	18,36	6,67	3,47	27,89	4,08
Horizontes Bt	MO	C	Arcilla	Limo	Arena	Bases	CIC	PSI
MEDIA	0,55	0,36	35,61	39,77	15,33	23,31	54,92	5,47
MEDIANA	0,5	0,29	34,6	45,6	14	23,3	30,4	5,5
DESV EST	0,16	0,12	4,85	13,24	3,98	4,58	36,52	0,80
COEF VAR	0,28	0,35	0,14	0,33	0,26	0,20	0,67	0,15

Cuadro 8. Relaciones estadísticas para los Alboles seleccionados

horizonte A, se observa que en casi todos los casos la relación supera 1,3 e incluso con valores aún mayores a 1,5; lo que permite señalar la generalizada presencia del cambio textural abrupto, un indicador de la posible existencia de discontinuidades litológicas.

En los horizontes A de los Argiudoles la textura es la propiedad que más variabilidad exhibe, especialmente la fracción arena, con valores de 9 a 32. Si bien el limo y la arcilla varían menos, también muestran diferencias entre los perfiles diferenciados. Los horizontes A con mayor espesor se distribuyen hacia el norte (perfiles de La Matanza, Capitán Sarmiento, Zárate y Solís). Es posible establecer diferencias en la proporción de arcillas del horizonte superficial, con una mayor participación de esmectitas (CIC mayores), como en la Serie Capilla del Señor y en Ministro Rivadavia.

En los horizontes Bt (argílicos), también se observa una mayor variabilidad en la textura, siendo mayor en la fracción arcilla, lo que podría indicar diferentes tasas o historias de argiluvación. La mayor parte de los perfiles analizados poseen más de un Bt con espesores promedio de 28 cm aproximadamente. Los perfiles con Bt más gruesos los poseen los suelos Solís y Oliden y los finos Ezeiza, Ministro Rivadavia y Capilla del Señor. Se suma la alta dispersión en la CIC y en suma de bases, lo que también podría indicar cambio mineralógico relativo, apoyado por el hecho que la distribución de las propiedades vérticas es variable en los Argiudoles.

El contenido de arcilla en el horizonte C de los Argiudoles muestra una gran dispersión, ya que los valores varían entre 1,98% hasta 30%. En general, la textura muestra alta dispersión en los horizontes C analizados. Se presentan perfiles con mayor contenido de limo como en las Series Capilla del Señor y Cañada Honda, mientras que Mercedes posee mayor contenido de arena y hacia el sur, la Serie Magdalena tiene C más arcillosos.

En conjunto puede plantearse que, para los Argiudoles, los valores de arcilla, arena y CIC son los más dispersos. Hay variaciones en un mismo perfil, por ejemplo, con mucho más desvío en el C que en el A, lo que puede ser utilizado, junto con otros aspectos, como evidencia de discontinuidades litológicas.

Para los Alboles, la CIC tiene los valores más dispersos para el conjunto de perfiles (tanto para horizontes A, E y B). Asimismo para el horizonte Bt (argílicos y nátricos), arcillas y arenas poseen más variabilidad en los datos en comparación con la distribución de datos que hay en A y E. Estos aspectos son coherentes con los observados en los Argiudoles,

y la mayor dispersión puede ser fruto de un n menor, pero también de una historia evolutiva más larga y compleja para los Argialboles (y Natralboles) que para los Argiudoles.

El análisis de los parámetros estadísticos indicaría la incorporación o mezcla de materiales en el horizonte A de los Argiudoles. Las diferencias en el contenido de arcillas (y la textura en general), sumado a la posibilidad cierta de variaciones también en la mineralogía de las arcillas, señalan diferentes materiales originarios o, al menos, mezclas o participaciones relativas de distintos depósitos loésicos, corroboradas en la mayor parte de los casos en los estudios de campo.

En líneas generales los espesores de los depósitos eólicos post pampeanos son escasos, por lo que usualmente, los suelos formados incluyen una parte superficial desarrollada en esos sedimentos y la parte inferior del perfil formada en depósitos pampeanos. Usualmente los límites entre horizontes pueden enmascarar las discontinuidades litológicas; por ello la mayor parte de los suelos del ambiente continental loésico serían policíclicos (o poligenéticos), que incluyen más de un ciclo de pedogénesis; compuestos (en los que coexisten en el perfil sectores que corresponden a diferentes eventos de formación) o complejos, resultado de la combinación de los dos tipos anteriores.

En el caso de los Acuerres y Acualfes del ambiente costero, si bien presentan en ciertos casos horizontes Btss, los mismos se encuentran relacionados a la exposición superficial de la Fm Ensenada en el ambiente litoral marino-estuarico. Esta formó una plataforma de abrasión, luego cubierta por depósitos de planicies de marea (como los de la Fm. Querandí y equivalentes), re-trabajando parcialmente los sedimentos pampeanos. Por lo tanto, la acumulación y tipo de arcillas está más relacionada con estos procesos y no con la argiluvación. Se trata, en consecuencia, de suelos de ciclo corto también, pese a su mayor desarrollo edáfico respecto a los más frecuentes Endo y Epiacuoles, Haprendoles y Entisoles en general.

6 CONCLUSIONES

La gran variabilidad geológica-geomorfológica de la zona considerada se materializa en primer lugar en la variada composición de los materiales originarios, plasmada en la presencia de discontinuidades litológicas en los suelos de la región. El

escaso espesor de las unidades litológicas holocenas y las diferentes superficies de erosión que truncan los depósitos pleistocenos a distintos niveles son factores importantes, que explican la existencia de numerosos materiales originarios combinados en un mismo perfil. Asimismo, esta complejidad ambiental y geológica de la región permite definir a los suelos superando la concepción de evolución progresiva de los mismos, basada en factores bioclimáticos.

Pensar en la gran variabilidad ambiental y geológica de la región estudiada y en su complejidad, y que resulta en diferentes grados de formación de los suelos observados; permite aproximarse al estudio de ellos superando la concepción evolutiva progresiva simplista basada en los factores bioclimáticos. En tal sentido, esta aproximación permite superar lo que Targulian y Krasilnikov (2007) señalan como uno de los mitos de la pedogénesis, que es el de pretender comprender la formación y el funcionamiento del sistema suelo “calculándolo” a partir de los procesos de corta duración y simples actuantes en el presente. En este caso, surge como evidente el problema de considerar la génesis y evolución de los suelos a partir de la propiedad más sensible y de más rápida expresión (y reversión), como es la presencia de un horizonte mólico y del proceso de melanización.

A lo largo del tiempo, los procesos pedogenéticos variaron en función de las condiciones geológicas-geomorfológicas, climáticas y ambientales en su conjunto. Existe una gran complejidad en los suelos de la región, producto de la variabilidad de los materiales y de las condiciones ambientales de su formación. Los tiempos de cambios de horizontes argílicos y cálcicos, por ejemplo, no se correlacionan con las grandes variaciones climáticas y ambientales de la región, por lo que los ha trascendido temporalmente.

Es posible distinguir sucesivas combinaciones de materiales originarios según sea: a) divisorias/valles fluviales; y b) marino/estuárico/deltaico. No solo rasgos geomorfológicos deposicionales (que usualmente se han privilegiado, soslayando los otros), acumulación de loess, de arenas eólicas y de materiales litorales marinos y fluviales, sino también los eventos erosivos y la presencia de diferentes superficies de erosión han sido considerados.

A partir de la evidencia geológica, numerosos cambios ambientales y climáticos tuvieron lugar

en la región. Los mismos generaron la reversión de los ciclos cortos de pedogénesis y la interrupción de los ciclos largos. Ambos se superponen e implican complejidad que aparta a la evolución de los suelos del modelo simplista unidireccional y progresivo de los factores de formación o de estado de los mismos. Consecuentemente, la presencia de suelos con discontinuidades litológicas, suelos policíclicos, poligenéticos, complejos y compuestos ha sido comprobada en la región.

Teniendo en cuenta los tiempos posibles de expresión de las diferentes propiedades (y el hecho que propiedades que implican mayores tiempos suelen ser irreversibles), es en Argiudoles y Argialboles, donde se evidencia mejor esta compleja historia (lapsos Pleistocenos superior-Holoceno). En muchos casos, tanto la depositación como la erosión acaecidas en la región, han sido contemporáneos con la pedogénesis y la meteorización, no llegando, en la mayor parte de los casos a interrumpirla totalmente. De esta forma, es posible observar suelos que se encuentran en diferentes etapas o estadios de evolución pedogenética, aún en el mismo perfil.

La posibilidad de considerar a la pedogénesis desde una aproximación menos simplista que la usada hasta el presente, permite tener en cuenta potenciales patrones de evolución convergente y divergente de los suelos, resultantes en una mayor complejidad de la cobertura edáfica, más consistente con las observaciones de campo. Esta visión, tal como lo plantea Phillips (2017), presenta gran relevancia en el contexto de nuevos estudios sobre la co-evolución de suelos, geoformas-paisajes y ecosistemas y las respuestas de los mismos frente a cambios ambientales y variaciones climáticas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a la Dra. D. Villegas por las observaciones y comentarios realizados durante su revisión del texto, a la Lic. A. Balbi la revisión de estilo; al Ing. Agr. E. Vella (FAUBA-UBA) y a la Lic. A. Tejedo por haber hecho posible la publicación del presente trabajo en el SEGEMAR, como parte de las actividades de la Dirección de Geología Ambiental y Peligrosidad Geológica.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Birkeland, P. 1999. *Soils and Geomorphology*. Oxford University press, New York. 354 pp.
- Bonfils, C.G. 1966. Rasgos principales de los suelos pampeanos. INTA. 66 pp.
- Bressan, E. 2006. Interacciones entre propiedades físicas y composición mineralógica y granulométrica de suelos Argiudoles de la Pampa Ondulada. Tesis de maestría, Facultad de Agronomía, UBA. 129 pp.
- Cabrera, A.L. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo 2. 2da edición. Acme, Buenos Aires, Argentina.
- Cappannini, D. y Mauriño, V. 1966. Suelos de la zona estuárica comprendida entre Buenos Aires y La Plata. INTA Colección Suelos N°: 46 pp.
- Cappannini, D. y Domínguez, O. 1961. Los principales ambientes geoedafológicos de la Provincia de Buenos Aires, Revista IDIA, Buenos Aires, INTA, 33-39.
- Dangavs, N. 2005. La Formación La Postrera I, II, III y IV de la laguna Las Barrancas de Chascomús, provincia de Buenos Aires. 16° Congreso Geológico Argentino, 115-122.
- Dangavs, N. 2008. Los paleoambientes cuaternarios del arroyo La Horqueta, Chascomús, prov. de Buenos Aires. Revista de la Asociación Geológica Argentina 64(2): 249-262.
- Dangavs, N. 2018. Geología y paleolimnología del Complejo Lacunar Santa Rosa del Monte, Provincia de Buenos Aires. Revista del Museo de La Plata, 3(1):183-221.
- Dangavs, N. 2019. El registro paleoambiental del Pleistoceno tardío al presente en la Laguna de Lobos, Buenos Aires. Revista del Museo de La Plata, 4 (1):1-40.
- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., Gonzalez, L., Tablada, M. y Robledo, C. 2015. InfoStat. Universidad Nacional de Córdoba.
- Duchaufour, P. 1977. *Pedología*, Tomo I. Editorial Masson, Barcelona. 437 pp.
- Fucks, E. y Deschamps, C. 2008. Depósitos continentales cuaternarios en el NE de la provincia de Buenos Aires. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 63(3), 326-343.
- Fucks, E., Huarte, R., Carbonari, J. y Figini, A. 2007. Geocronología, Paleoambientes y Paleosuelos Holocenos en la Región Pampeana. Revista de la Asociación Geológica Argentina 62(3): 425-433.
- Fucks, E., Pisano, F., Carbonari, J y Huarte, R. 2012. Aspectos Geomorfológicos del Sector medio e Inferior de La Pampa Deprimida, provincia de Buenos Aires. Revista de la Sociedad Geológica de España, 25(1-2): 107-118, Buenos Aires.
- Fucks, E; Blasi, A.; Carbonari J.; Huarte, R; Pisano, F. y Aguirre, M. 2011. Evolución Geológica-Geomorfológica de la cuenca del Río Areco, NE de la Provincia de Buenos Aires. Revista de la Asociación Geológica Argentina 68(1): 109-120.
- González Bonorino, F. 1965. Mineralogía de las fracciones arcilla y limo del Pampeano en el área de la Ciudad de Buenos Aires. Revista de la Asociación Geológica Argentina XX (1): 67-148.
- Hurtado, M.A.; J.E. Giménez y Cabral, M. 2006. Análisis ambiental del partido de La Plata: Aportes al ordenamiento territorial. CFI. 134 pp.
- Imbellone, P. y Mormeneo, L. 2011. Vertisoles hidromórficos de la planicie costera del Río de La Plata, Argentina. Ciencia del Suelo 29(2): 107-127.
- Imbellone, P.A. y Teruggi, M.E. 1987. Paleosuelos loésicos superpuestos en el Pleistoceno superior de la región de La Plata (provincia de Buenos Aires). Ciencia del Suelo 5: 177-188.
- Imbellone, P.A.; Giménez, J.E. y Panigatti, J.L. 2010. Suelos de la Región Pampeana. Procesos de formación. Ediciones INTA. 320 pp.
- Imbellone, P.A; Guichón, B. y Giménez, J.E. 2009. Hydromorphics soils of the Río de La Plata coastal plain. Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis, 16:3-18.
- INTA 1977. La Pampa Deprimida. Condiciones de drenaje de sus suelos. INTA-Dpto. de Suelos, 154. Buenos Aires, 164 págs.
- INTA 1990. Los Suelos de la Provincia de Buenos Aires. INTA-Dpto. de Suelos. Buenos Aires, 525 págs. Buenos Aires.
- Jenny, H. 1941. *Factors of Soil Formation: A System of Quantitative Pedology*. Dover Publications, New York, 281 pp.
- Johnson, D.L. 1990. Dynamic pedogenesis: new views on some key soil concepts and models. Quaternary Research 33:306-319.
- Johnson, D.L. y Watson-Stegner, D. 1987. Evolution model of pedogenesis. Soil Science 143: 349-366.
- Johnson, D.L.; Keller, E.; Watson Stegner, D.; Johnson, D. y Schaetzl A., 1987. Proisotropic and proanisotropic. Processes of pedoturbation. Soil Science 143(4): 278-292.
- Kemp R.A.; Zárate, M.; Toms, P.; King, M.; Sanabria, J. y Arguello, G. 2006. Late Quaternary paleosols, stratigraphy and landscape evolution in the Northern Pampa, Argentina. Quaternary Research 66(1):119-132.
- Laprida, C.; Orgeira, M. y García Chapori N. 2009. El registro de la Pequeña Edad de Hielo en Lagunas Pampeanas. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 65(4): 603-611.

- Manassero, M.; Da Silva, M.; Boff, L. y Hurtado M. 2013. Metales pesados en suelos de la planicie costera del Río de La Plata. *Ciencia del Suelo* 31(2): 253-264.
- Morrás, H. y Moretti L. 2017. A new soil-landscape approach to the genesis and distribution of typic and vertic argiudolls in the Rolling Pampa of Argentina. In: JA Zinck; G Metternicht, HF Del Valle y G Bocco (eds). *Geopedology*. Springer International Publishing. 193-209 pp.
- Nikiforoff, L. 1949. Weathering and soil evolution. *USDA. Soil Science* 67(3): 219-230.
- Pereyra, F.; Casanova, C. y Pagnanini F., 2020. Hojas Geológicas, Buenos Aires 3557-I, José C. Paz 3560-II. Provincia de Buenos Aires, Argentina. SEGEMAR (Inédito).
- Pereyra, F.X. 2018. Geomorfología de la Provincia de Buenos Aires. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Serie Contribuciones Técnicas. Ordenamiento territorial N°9. 85 págs., Buenos Aires.
- Pereyra, F.X. 2004. Geología urbana del área metropolitana bonaerense y su influencia en la problemática ambiental. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 59(3): 394-410.
- Phillips, J.D. 1989. An evaluation of the state factor model of soil ecosystems. *Ecological modelling* 45:165-177.
- Phillips, J.D. 1993. Progressive and regressive pedogenesis and complex soil evolution, *Quaternary Research*, 40:169-176.
- Phillips, J.D. 2017. Soil complexity and pedogenesis. *Soil Science* 182(4):117-127.
- Rabassa, J.; Brandani, A.; Salemme, M., y Politis G. 1985. La Pequeña Edad del Hielo (siglos XVII a XIX) y su posible influencia en la aridización de áreas marginales de la Pampa Húmeda (Provincia de Buenos Aires), I Jornadas Geológicas Bonaerenses, Actas, 560-577 pp.
- Richter, D. y Yaalon, D. 2011. The changing model of soil revisited. *Soil Sci. Society of American Journal* 76: 766-778.
- Sánchez, R.O.; Ferrer, J.A.; Duymovich, O.A. y Hurtado M.A. 1976. Estudio pedológico integral de los partidos de Magdalena y Brandsen. *Anales LEMIT. La Plata* 1, 1-130.
- Schaetzl, R. y Anderson S. 2005. *Soils: Genesis and Geomorphology*. Cambridge University press.
- Targulian, V.O. y Krasilnikov P.V. 2007. Soil system and pedogenic processes: self-organization, time scales, and environmental significance. *Catena* 71: 373-381.
- Toledo, M. 2008a. Estratigrafía post-ensenadense en Pampa Ondulada: un modelo de correlación valle-interfluvio. XVII Congreso Geológico Argentino. Actas 733-734.
- Toledo, M. 2008b. El registro en Pampa Ondulada del Ultimo Máximo Glacial: Complejos acrecionales fluviales y mantos de loess lujanenses. XVII Congreso Geológico Argentino, Actas 737-738.
- Toledo, M. 2011. El legado Lujanense de Ameghino: revisión estratigráfica de los depósitos pleistocenos-holocenos del valle del río Luján en su sección tipo. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 68(1): 121-167.
- Tricart, J. 1973. Geomorfología de la Pampa Deprimida (Base para los estudios edafológicos y agronómicos). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires. 175 p.
- Yaalon, D.H. 1971. Soil-forming processes in time and space, in: Yaalon, D.H. (Ed.), *Paleopedology: Origin, Nature and Dating of Paleosols*. International Society of Soil Science and Israel University Press, Jerusalem, 29-39 pp.

Entregado: 30 de octubre de 2020

Validado: 17 de febrero de 2021

ANEXO I
PERFILES DE SUELOS

EZEIZA-CNEA (EZ)

Media loma, laterales de valle en planicie loésica. Vegetación natural y cultivos (trigo y maíz). Relieve subnormal, clase 2 de pendiente, escurrimiento medio, permeabilidad moderadamente lenta. Ligera erosión y abundantes grietas en superficie. No parece presentar discontinuidad litológica, material originario loess. Realizado por los autores con la colaboración de la Msc I. Paladino.

UBICACIÓN DEL PERFIL: 34° 49' 14"S; 58° 34' 28"O

Descripción del perfil típico:

Ap	0-14 cm:	10YR 3/2 en húmedo; franco arcilloso, bloques angulares medios fuertes; raíces abundantes; límite inferior claro y suave.
A2	14-21 cm:	10 YR 3/1 en húmedo; franco arcilloso bloques angulares medios moderados; raíces abundantes; límite inferior abrupto y suave.
Bt	21-46 cm:	7,5YR 4/4 en húmedo. Arcilloso, prismas medios moderados a débiles que rompen en bloques sub-angulares. Abundantes barnices, slickensides y escasos moteados. Escasas raíces y chorreaduras de materia orgánica. Límite inferior claro y suave.
BC	46- +cm:	7,5YR 5/6 en húmedo; franco arcilloso; bloques sub-angulares medios a finos moderados; barnices abundantes, slickensides y moteados escasos; escasas raíces y abundantes chorreaduras de materia orgánica.

Clasificación: Argiudol vértico.

Datos analíticos:

Horizontes	Ap	A2	Bt	BC
Profundidad (cm)	0-14	14-21	21-46	46-+
pH	7,15	7,22	7,15	7,09
CE (ds/cm)	0,23	0,19	0,9	0,78
Materia Orgánica (%)	3,58	2,42	1,1	1,42
Nitrógeno total (%)	NA	NA	NA	NA
C/N	NA	NA	NA	NA
P (ppm)	NA	NA	NA	NA
Ca (meq/100 g)	14,56	15	11,27	8,46
Mg (meq/100 g)	1,63	1,42	1,11	0,99
Na (meq/100 g)	0,35	0,5	0,55	0,43
K (meq/100 g)	1,28	1,11	0,63	0,66
CIC	23	23,5	16,98	13,47
Arcilla	17,5	17,5	40	27,5
Limo	50	55	40	45
Arena	32,5	27,5	20	27,5
Clase textural	Franco limoso	Franco limoso	Arcilloso	Franco arcilloso

MORENO-ACCESO OESTE (MO)

Planicie loésica. Material originario Loess. Vegetación herbácea y árboles introducidos. No inundable, buen drenaje. En loma. Uso antrópico.

UBICACIÓN DEL PERFIL: 34° 38' 28"S; 58° 47' 41"O

Descripción del perfil típico:

A1	0-20 cm:	10YR3/2 en seco; franco; bloques angulares finos; no adhesivo, ligeramente plástico; raíces abundantes; límite claro y suave.
A2	20-50 cm:	10YR3/3 en seco; franco; bloques angulares finos; no adhesivo, ligeramente plástico; raíces abundantes; límite claro y suave.
E	50-70 cm:	7,5YR7/2 en seco; franco arenoso, granular; no adhesivo; no plástico; raíces escasas; límite claro y suave.
Bt	70- +cm:	7,5YR5/3 en seco; franco arcillo-limoso; prismas medios fuertes; cutanes arcillo-húmicos abundantes; slickensides abundantes; moteados escasos; raíces escasas.

Clasificación: Argialbol típico.

Datos analíticos:

Horizontes	A1	A2	E	Bt
Profundidad (cm)	0-20	20-50	50-70	70+
pH	7,03	6,87	7,14	7,23
CE (ds/cm)	0,12	0,11	0,15	0,1
Materia Orgánica (%)	2,4	1,32	1,08	0,55
Nitrógeno total (%)	0,21	0,11	0,11	0,05
C/N	11,43	12	9,82	12
P (ppm)	8,08	5,05	28,71	10,54
Ca (meq/100 g)	9,02	9,87	9,23	11
Mg (meq/100 g)	1,46	1,47	1,5	1,63
Na (meq/100 g)	0,53	0,52	0,7	0,68
K (meq/100 g)	1,15	1,88	0,86	0,55
CIC	16	14,89	12,29	15,5
Arcilla	22,5	27,5	26	42,5
Limo	55	53,8	54	35
Arena	22,5	18,8	20	22,5
Clase textural	Franco limoso	Franco limoso	Franco limoso	Arcilloso

LOMAS DE ZAMORA-LOMA ALTA (LL)

Loma a media loma, laterales de valle en planicie loésica. Material natural, sin discontinuidad litológica. Vegetación natural y cultivos. Relieve subnormal, clase 1 de pendiente, escurrimiento lento, permeabilidad moderadamente lenta. Clase de erosión 0 y escasas grietas en superficie. Realizado por los autores con la colaboración de la Msc I, Paladino y la Dra. M. Bargiella.

UBICACIÓN DEL PERFIL: 34° 46' 54" S; 58° 26' 23" O

Descripción del perfil típico:

A1	0-29 cm:	10YR3/2 en húmedo; franco arenoso; bloques angulares medios moderados a débiles; abundantes raíces; límite inferior claro y suave.
Bt	29-70 cm:	7,5YR5/2 en húmedo; franco arcilloso; bloques sub-angulares medios moderados; abundantes barnices; escasas raíces y moteados.

Clasificación: Argiudol típico.

Datos analíticos:

Horizontes	A1
Profundidad (cm)	0-29
pH	6,3
CE (ds/cm)	0,1
Materia Orgánica (%)	0,6
Ca (meq/100 g)	6,78
Mg (meq/100 g)	1,26
Na (meq/100 g)	0,33
K (meq/100 g)	0,81
CIC	12,4
Arcilla	25
Limo	50
Arena	25
Clase textural	Franco

LOMAS DE ZAMORA-LOMA BAJA (LB)

Pie de loma baja, vía de avenamiento secundaria en planicie loésica. Tiene discontinuidad litológica, no presenta material antrópico. Vegetación natural. Relieve subnormal, clase 0 de pendiente, escurrimiento muy lento, permeabilidad lenta. Clase de erosión 0 y escasas grietas en superficie. Peligro de anegamiento clase 5. Mojado y nivel freático somero. Realizado por los autores con la colaboración de la Msc I, Paladino y la Dra. M. Bargiella.

UBICACIÓN DEL PERFIL: 34° 46' 54" S; 58° 26' 23" O

Descripción del perfil típico:

A1	0-20 cm:	10YR2/2 en húmedo; franco limoso; bloques sub-angulares medios moderados; abundantes raíces; límite inferior claro y suave.
C	20-40 cm:	7,5YR4/2 en húmedo; limoso, masivo; escasas raíces; límite inferior abrupto y suave.
2Bt	40- + cm:	7,5YR4/6 en húmedo; arcilloso; prismas medios débiles a bloques angulares medios moderados; abundantes barnices; escasas raíces y abundantes moteados.

Clasificación: Endoacuol típico.

Datos analíticos:

Horizontes	A1
Profundidad (cm)	0-20
pH	6,31
CE (ds/cm)	0,82
Materia Orgánica (%)	0,86
Ca (meq/100 g)	8,08
Mg (meq/100 g)	1,42
Na (meq/100 g)	0,31
K (meq/100 g)	0,88
CIC	14
Arcilla	20
Limo	50
Arena	30
Clase textural	Franco

MINISTRO RIVADAVIA (MRIV)

Planicie loésica. Relieve normal. Campo cultivado con 100% cobertura de gramíneas. Siembra de maíz y calabaza. Realizado por la Dra. D. Villegas.

UBICACIÓN DEL PERFIL: 34° 51' S; 58° 21' O

Descripción del perfil típico:

A1	0-10 cm:	10YR2/2 en húmedo. Franco, bloques sub-angulares medios. Granular. Raicillas A. 100% cobertura de gramíneas.
A2	10-20 cm:	7,5YR1.3/1 en húmedo. Franco, bloques subangulares débiles.
Bt1	20-40 cm:	7,5YR3/1 en húmedo. Franco arcilloso, prismas medios débiles. Cutanes negros abundantes y presencia de slickensides.
Bt2	40-47 cm:	7,5YR5/2 en húmedo. Franco arcilloso, prismas medios débiles.
Bt3	47-60 cm:	7,5YR3/3 en húmedo. Arcilloso, prismas débiles. Cutanes muy abundantes y abundantes slickensides. Moteados finos y abundantes.
BC	60-80 cm:	7,5YR3/4 en húmedo. Franco arcilloso, prismas débiles. Abundantes cutanes de MO y arcilla y slickensides abundantes. Moteados finos, comunes.

Clasificación: Argiudol ácuico.

Datos analíticos:

Horizontes	A1	A2	Bt1	Bt2	Bt3
Profundidad (cm)	0-10	10-20	20-40	40-47	47-60
pH	6,45	6,52	6,5	6,53	6,59
CE (ds/cm)	0,33	0,14	0,11	0,15	0,18
Materia Orgánica (%)	5,18	4,32	1,51	0,96	0,72
Nitrógeno total (%)	NA	NA	NA	NA	NA
C/N	NA	NA	NA	NA	NA
P (ppm)	NA	NA	NA	NA	NA
Ca (meq/100 g)	15,42	16,02	12,5	11,5	9
Mg (meq/100 g)	1,78	1,55	1,2	0,96	0,71
Na (meq/100 g)	0,45	0,37	0,33	0,42	0,5
K (meq/100 g)	1,36	1,22	0,87	0,63	0,61
CIC	25	22,9	17,00	16,5	14
Arcilla	22,5	25	27,5	25	30
Limo	47,5	40	45	45	45
Arena	30	35	27,5	30	25
Clase textural	Franco arcilloso Franco arcilloso Franco arcilloso Franco arcilloso Franco arcilloso				

CAMPANA (O1)

Estación Río Luján, Campana. Antiguos cordones litorales, cresta del cordón. Material originario: limos y arenas de origen mixto. Drenaje muy pobre. Vegetación de gramíneas. Realizado por los autores con la colaboración de la Lic. A. Viaggio.

UBICACIÓN DEL PERFIL: 34°16'17,08"S; 58°53'4,90"O

Descripción del perfil típico:

A	0-30 cm:	10YR4/3 en húmedo; franco arenoso; bloques subangulares medios débiles; no plástico; no adhesivo; límite claro suave.
AC	30-40 cm:	10YR4/3 en húmedo; franco; bloques subangulares débiles; no plástico; no adhesivo; moteados de color pardo precisos; presencia de materia orgánica; raíces; límite claro suave.
C	40 -+cm:	7,5YR4/4 en húmedo; franco arcilloso; estructura en bloques subangulares débiles; plástico, adhesivo; moteados negros precisos; presencia de materia orgánica.

Clasificación: Udipsament típico.

Datos analíticos:

Horizontes	A	AC	C
Profundidad (cm)	0-30	30-40	40-+
pH	8,4	8,0	8,5
CE (ds/cm)	1,76	0,78	1,04
Materia Orgánica (%)	NA	NA	NA
Carbono (%)	0,9	4,0	0,2
Na (meq/100 g)	1,4	0,7	0,8
CIC	12,7	27,8	35,2
Arcilla	17,2	19,3	39,0
Limo	27,9	34,2	39,0
Arena	54,9	46,5	17,3
Clase textural	Franco arenoso	Franco	Franco arcilloso

CAMPANA (O4)

Planicie aluvial del río Luján, sobre ruta nacional 9, provincia de Buenos Aires. Posición del relieve horizontal, material originario conformado por sedimentos fluviales. Vegetación de gramíneas cespitosas. Realizado por los autores con la colaboración de la Lic. A. Viaggio.

UBICACIÓN DEL PERFIL: 34°16'17,08"S; 58°53'4,90"O

Descripción del perfil típico:

A	0-30 cm:	7,5YR3/2 en húmedo; arcilloso, bloques angulares moderados medianos; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; raíces abundantes; límite claro y suave.
AC	30-54 cm:	5YR2,5/2 en húmedo; arcilloso, bloques angulares débiles, plástico, adhesivo; raíces; límite claro y suave.
C	54 -+cm:	7,5YR3/2 en húmedo; franco limoso; bloques en subangulares débiles, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo.

Clasificación: Endoacuol típico.

Datos analíticos:

Horizontes	A	AC	C
Profundidad (cm)	0-30	30-54	54+
pH	7,0	8,2	8,6
CE (ds/cm)	1,23	1,08	1,31
Materia Orgánica (%)	NA	NA	NA
Carbono (%)	4,2	3,1	0,3
Na (meq/100 g)	0,9	1,1	1,2
CIC	39,5	36,9	17,3
Arcilla	41,3	40,5	23,4
Limo	38,3	37,5	55,1
Arena	20,4	22,0	21,5
Clase textural	Arcilloso	Arcilloso	Franco limoso

ZÁRATE

Terraza aluvial del río Paraná, localidad de Lima. Posición del relieve horizontal. Material originario sedimentos fluviales, presenta discontinuidad litológica. Vegetación de gramíneas.

UBICACIÓN DEL PERFIL: 33°59'41,89"S; 59°9'12,75"O

Descripción del perfil típico:

A	0-12 cm:	5YR4/3 en húmedo; arcilloso; bloques subangulares finos débiles; plástico; adhesivo; escasas concreciones; escasos cutanes; escasos slickensides.
C	12-28 cm:	7,5YR3/2 en húmedo; arcillo limoso; bloques subangulares medios; ligeramente plástico; ligeramente adhesivo; pocas concreciones; escasos moteados; abundantes caras de deslizamiento. Límite claro y gradual.
2A1	28- +cm:	10YR3/1 en húmedo; franco arcilloso; bloques subangulares medios; friable; escasos cutanes; escasos slickensides.

Clasificación: Udifluent típico.

Datos analíticos:

Horizontes	A	AC	2A1
Profundidad (cm)	0-12	12-30	30-+
pH	8,0	7,7	7,8
CE (ds/cm)	0,57	1,03	0,42
Materia Orgánica (%)	NA	NA	NA
Carbono (%)	0,15	0,2	3,7
Na (meq/100 g)	NA	NA	0,7
CIC	25,1	26,2	36,8
Arcilla	40,6	39,3	38,4
Limo	39,4	43,1	40,7
Arena	20,0	26,2	36,8
Clase textural	Arcilloso	Arcillo limoso	Franco arcilloso

AVELLANEDA-ARROYO SARANDÍ

Planicie de marea antigua. Presenta material aluvial, limoso con mezcla de material antrópico. Vegetación de hidrófitas (pajonal) y selva marginal ribereña.

UBICACIÓN DEL PERFIL: 34°39'49"S; 58°19'15"O.

Descripción del perfil típico:

A 0-14 cm: 10YR3/2 en húmedo; franco limoso; bloques subangulares finos débiles a granular; plástico; ligeramente adhesivo; escasos moteados; raíces horizontales; algunos materiales antrópicos; límite claro y suave.

Btss114-34 cm: 10YR3/3 en húmedo; franco arcilloso; bloques medios débiles a prismática; adhesivo y plástica; cutanes abundantes; moteados abundantes; raíces abundantes; abundantes slickensides; límite claro y ondulado.

Btss234-70 cm: 7,5YR3/1 en húmedo; franco arcilloso; bloques medios débiles a prismática; adhesivo y plástico; cutanes escasos; moteados abundantes; raíces abundantes; abundantes slickensides; tendencia a colores gley.

Clasificación: Epiacuert típico.

Datos analíticos:

Horizontes A	Btss1	Btss2	
Profundidad (cm)	0-14	14-34	34-70
pH	6,65	6,9	7,5
CE (ds/cm)	0,53	0,48	0,23
Materia Orgánica (%)	0,8	0,9	0,95
Nitrógeno total (%)	0,29	NA	0,07
C/N	12,34	NA	12,05
P (ppm)	10,47	NA	18,48
Ca (meq/100 g)	11	12,8	14,61
Mg (meq/100 g)	1,52	1,62	1,7
Na (meq/100 g)	0,63	0,46	0,37
K (meq/100 g)	1,11	0,73	0,52
CIC	17,5	18,1	19,77
Arcilla	25	32	35
Limo	35	30	30
Arena	40	38	35
Clase textural	Franco	Franco arcilloso	Franco arcilloso

AVELLANEDA-ZONA DE QUINTAS

Planicie litoral (estuárica-marina), depósitos limosos fluvio-litorales. Posible discontinuidad litológica y material antrópico. Área de quintas (vides).

UBICACIÓN DEL PERFIL: 34°39'53"S; 58°18'29"O

Descripción del perfil típico:

A1	0-13 cm:	10YR3/2 en húmedo; franco arenoso; granular a migajosa moderada; plástico y adhesivo; raíces abundantes y materia orgánica muy fibrosa; moteados frecuentes; límite claro y suave.
A2	13-30 cm:	franco; bloques angulares medios, débiles, con microestructura de bloques finos; plástico y adhesivo; raíces abundantes; moteados frecuentes; límite claro y suave.
Cg	30- +cm:	5YG5/1 en húmedo; franco arcilloso; bloques angulares medios, débiles; plástico y adhesivo; raíces comunes; moteados frecuentes.

Clasificación: Endoacuol típico.

Datos analíticos:

Horizontes	A1	A2	Cg
Profundidad (cm)	0-13	13-30	30-+
pH	6,93	6,8	6,37
CE (ds/cm)	0,4	0,29	0,2
Materia Orgánica (%)	1,6	1,75	1,85
Nitrógeno total (%)	0,27	0,24	0,16
C/N	12	11	12
P (ppm)	11	50,4	5,12
Ca (meq/100 g)	14,23	15,03	14,12
Mg (meq/100 g)	2,02	1,75	1,61
Na (meq/100 g)	0,79	0,56	0,45
K (meq/100 g)	2,33	1,96	1,5
CIC	25	22	19,5
Arcilla	22,5	25	35
Limo	15	22,5	32,5
Arena	62,5	52,5	32,5
Clase textural	Franco	Franco	Franco arcilloso

LA MATANZA (LM1)

Planicie aluvial del arroyo Morales. Relieve subnormal, horizontal. Material originario loess con re-trabajo fluvial. Vegetación de estepa de gramíneas cespitosas.

UBICACIÓN DEL PERFIL: 34°47'29,34"S; 58°40'5,77"O

Descripción del perfil típico:

A	0-30 cm:	7,5YR3/2 en húmedo; franco arcilloso; bloques angulares moderados medianos; ligeramente plástico; ligeramente adhesivo; raíces abundantes; moteados y concreciones abundantes. Límite inferior claro y suave.
AC	30-54 cm:	5YR2,5/2 en húmedo; franco arcilloso a arcilloso; bloques angulares débiles; plástico; adhesivo; raíces abundantes; moteados y concreciones abundantes. Límite claro y suave.
C	54-+cm:	7,5YR3/2 en húmedo; franco limoso; bloques subangulares medios débiles; ligeramente plástico; ligeramente adhesivo; moteados y concreciones abundantes.

Clasificación: *Endoacuoil típico.*

Datos analíticos:

Horizontes	A	AC	C
Profundidad (cm)	0-30	30-54	+54
pH	7	8,2	8,6
CE (ds/cm)	39,5	36,9	17,3
Materia Orgánica (%)	NA	NA	NA
Carbono (%)	4,2	3,1	0,3
Ca (meq/100 g)	NA	NA	NA
Mg (meq/100 g)	NA	NA	NA
Na (meq/100 g)	0,9	1,1	1,2
K (meq/100 g)	NA	NA	NA
CIC	1,23	1,08	1,31
Arcilla	41,3	40,5	23,4
Limo	38,3	37,5	55,1
Arena	20,4	22,0	21,5
Clase textural	Arcilloso	Arcilloso	Franco limoso

LA MATANZA (LM2)

Planicie loésica (partido de La Matanza). Relieve normal, suavemente ondulado. Material originario: loess. Vegetación: estepa de gramíneas.

UBICACIÓN DEL PERFIL: 34°47'26,25"S; 58°40'21,81"O

Descripción del perfil típico:

A	0-25 cm:	10YR2/2 en húmedo; franco arcillo limoso; granular media, moderada; friable, ligeramente adhesivo, no plástico; abundantes raíces finas a muy finas. Límite gradual, suave.
AB	25-40 cm:	7,5YR3/2 en húmedo; franco arcillo limoso; estructura en bloques subangulares finos, moderada; friable; ligeramente adhesivo; ligeramente plástico; abundantes raíces finas a muy finas; escasos slickensides; límite inferior gradual, suave.
Btss1	40-70 cm:	7,5YR3/4 en húmedo; franco arcilloso; estructura prismática media, fuerte; firme; muy adhesivo; muy plástico; raíces finas a muy finas comunes, abundantes slickensides, abundantes argilanes finos, chorreaduras de materia orgánica, límite inferior gradual suave.
Btss2	70-100 cm:	7,5YR3/4 en húmedo; arcillo limoso; estructura prismática media, fuerte; firme; muy adhesivo; muy plástico; escasas raíces muy finas; abundantes slickensides; abundantes argilanes finos; chorreaduras de materia orgánica; límite inferior gradual, suave.
BC	+100 cm:	7,5YR4/4 en húmedo; franco arcillo limoso; estructura prismática media, moderada a granular media; firme, adhesivo; plástico; slickensides comunes; escasos argilanes; chorreaduras de materia orgánica.

Clasificación: Argiudol vértico.

Datos analíticos:

Horizontes	A	AB	Btss1	Btss2	BC
Profundidad (cm)	0-20	25-40	40-70	70-100	100-+
pH	6,2	6,7	6,6	7,0	7,0
CE (ds/cm)	0,65	0,94	0,63	0,65	0,58
Materia Orgánica (%)	3,69	2,86	1,59	0,86	0,34
Carbono (%)	2,14	1,66	0,92	0,50	0,20
Ca (meq/100 g)	12,21	6,57	11,28	9,5	9,38
Mg (meq/100 g)	2,44	2,24	2,30	3,23	2,28
Na (meq/100 g)	0,95	0,91	1,24	1,33	1,07
K (meq/100 g)	2,37	3,85	7,14	8,88	6,78
CIC	21,53	13,74	24,67	24,55	21,32
Arcilla	29,4	30,4	45,2	41,6	35,6
Limo	51,2	50,7	40,2	42,7	47,8
Arena	19,4	18,9	14,6	15,7	16,6
Clase textural	Franco arcillo limoso	Franco arcillo limoso	Franco arcilloso	Arcillo limoso	Franco arcillo limoso

LUJÁN (LU)

Planicie loésica. Material originario: loess. Vegetación herbácea y árboles introducidos. No inundable, buen drenaje. En loma. Cantera Olivera, Luján. Uso agrícola y antrópico. Realizado por los autores con la colaboración de la Lic. G. Molero.

UBICACIÓN DEL PERFIL: 34° 38' 28"S; 58° 47' 41"O

Descripción del perfil típico:

A	0-30 cm:	10YR3/2; franco arcillo limoso; bloques angulares, medios, fuertes; raíces abundantes; límite inferior ondulado.
Bt1	30-65 cm:	7,5YR5/2; franco arcillo limoso; bloques que se disgregan y pasan a prismas fuertes, finos; cutanes abundantes; raíces escasas; límite claro.
2Bt2	65-140 cm:	7,5YR4/4; franco arcilloso; prismas fuertes que rompen a más chicos; abundantes cutanes arcillo-húmicos; escasas raicillas; límite claro.
3Bt3	140-175 cm:	7,5YR5/6; franco arcilloso; prismas fuertes, finos; abundantes cutanes.
3BC	175-210 cm:	7,5YR5/6; franco; bloques angulares, medios, moderados, en algunos lugares bloques que pasan a prismas; abundantes CaCO ₃ ; cutanes escasos.
3C	210 -+cm:	10YR6/6; franco; bloques angulares, abundantes CaCO ₃ .

Clasificación: Argiudol típico.

Datos analíticos:

Horizontes	A	Bt1	2Bt2	3Bt3	3BC	3C
Profundidad (cm)	0-30	30-65	65-140	140-175	175-210	210-+
pH	6,85	6,41	6,76	7,58	7,95	8,02
CE (ds/cm)	0,39	0,35	0,34	0,42	0,42	0,45
Materia Orgánica (%)	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Carbono (%)	1,34	1,06	0,68	0,55	0,68	0,55
Nitrógeno total (%)	0,15	0,09	0,06	0,044	0,06	0,04
C/N	8,93	11,78	11,33	12,5	11,33	12,05
P (ppm)	15,48	11,13	12,57	9,55	11,43	8,08
Arcilla	27,5	35	28,75	31,25	20	20
Limo	57,5	46,25	51,25	47,5	46,25	36,25
Arena	15	18,75	20	21,25	33,75	43,75
Clase textural	Franco arcillo limoso	Franco arcillo limoso	Franco arcilloso	Franco arcilloso	Franco	Franco