CAPÍTULO 1. "Las inundaciones en la Región Capital - Cartografía Temática para el Planeamiento" **Responsable:** IGS-CISAUA. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. **Coordinación**: Licenciada en Geología Mirta Cabral. **Equipo de trabajo:** Licenciados en Geología Daniel Muntz, Edgardo Giani, Martín Hurtado, Mario da Silva, Laura Boff y Juan C. Palma; Operador SIG Carlos Sánchez

INDICE

1.1.- INTRODUCCIÓN 2
1.2.- UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y ÁREAS DE APORTE 3
1.3.- METODOLOGÍA 4
1.4.- DESCRIPCIÓN DE LA CARTOGRAFÍA TEMÁTICA ELABORADA 7
1.4.1-Mapa base y vías de comunicación 7
1.4.2-Topografía 7
1.4.3-Hidrografía superficial 9
1.4.4-Geomorfología 13
1.4.5-Suelos 18
1.4.6-Capacidad o aptitud de uso 25
1.4.7-Degradación de suelos por actividades extractivas 25
1.4.8-Uso actual del suelo 26
1.4.9-Infiltración disminuida 28
1.4.10-Peligrosidad de inundación 28
1.4.11-Riesgo de inundación, vulnerabilidad y alerta 30
1.5.- PARTICULARIDADES SURGIDAS DURANTE EL TRABAJO 31
1.5.1- Manifestación de una nueva unidad geomórfica 31
1.5.2- Influencia de la decapitación de suelos en las inundaciones 32
1.5.3- Agravamiento de las problemáticas ambientales, por la explotación de canteras . 33
1.5.4- Problemas ambientales por urbanización en áreas inundables 33
1.5.5- Origen de los riesgos de inundación en Berissso y Ensenada 33
1.6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 34

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 - Ubicación geográfica……...3
Fig. 2- Cuencas de aporte hídrico desde La Plata hacia Ensenada y Berisso…….4
Fig. 3 - Esquema metodológico……5
Fig. 4 - Hidrografía del Partido de La Plata…….10
Fig. 5 - Perfil esquemático desde el Rio de la Plata al límite con Brandsen……. 14
Fig. 6 - Geomorfología - Cuadro descriptivo…….17
Fig. 7 - Corte esquemático, transversal al cauce…….31
Fig. 8 - Arroyo. Carnaval- Barrio El Rincón - decapitados y urbanización……..32
Fig. 9 - Mapas temáticos contenidos en el informe y en el CD……..35

1.A.- ANEXO MAPAS EN CD.

1- Mapa base y vías de comunicación
2- Topografía
3- Hidrografía superficial
4- Geomorfología
5- Suelos
6- Capacidad o aptitud de uso
7- Degradación por actividades extractivas
8- Uso actual del suelo
9- Infiltración disminuida
10- Peligrosidad de inundación
11- Riesgo de inundación, Vulnerabilidad y Alerta

1.B.- ANEXO TEXTO - INDICE

.44 2
1.1.- INTRODUCCIÓN 2
1.2.- UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y ÁREAS DE APORTE 4
1.3.- METODOLOGÍA 5
1.4.- DESCRIPCIÓN DE LA CARTOGRAFÍA TEMÁTICA ELABORADA 8
1.4.1- MAPA BASE Y VÍAS DE COMUNICACIÓN 8
1.4.2- TOPOGRAFÍA 8
***TOPOGRAFÍA Y EROSIÓN HÍDRICA* 8**

1.4.3- HIDROGRAFÍA SUPERFICIAL 10
1.4.4- GEOMORFOLOGÍA..... 14
1.4.5- SUELOS..... 19
***UNIDAD CARTOGRÁFICA: HO*..... 21**
***UNIDAD TAXONÓMICA: CONSOCIACIÓN DE HAPLUDOLES OXIÁCUICOS*..... 21**
***UNIDAD CARTOGRÁFICA: nV4*..... 24**
***UNIDADES TAXONÓMICAS: COMPLEJO DE NATRACUALFES VÉRTICOS 60%. ARGIUDOLES ACUÉRTICOS 40%*..... 24**
1.4.6- CAPACIDAD O APTITUD DE USO..... 26
1.4.7- DEGRADACIÓN DE SUELOS POR ACTIVIDADES EXTRACTIVAS..... 26
1.4.8- USO ACTUAL DEL SUELO..... 27
1.4.9- INFILTRACIÓN DISMINUIDA..... 29
1.4.10- PELIGROSIDAD DE INUNDACIÓN..... 29
1.4.11- RIESGO DE INUNDACIÓN, VULNERABILIDAD Y ALERTA..... 31
1.5.- PARTICULARIDADES SURGIDAS DURANTE EL TRABAJO..... 32
1.6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 35
1.B.3.- TAREAS REALIZADAS, METAS ALCANZADAS..... 39
1.B.4.- METODOLOGÍA DE LOS ANÁLISIS DE SUELOS: TAREAS DE LABORATORIO 39
1.B.5.- PARTICIPACIÓNES DEL IGS, EN EL MARCO DEL PROYECTO PIO:..... 41
.44

1.1.- INTRODUCCIÓN

Ante la necesidad de contar con información del medio natural y antropizado, que permitiera realizar una correcta planificación del uso del suelo de acuerdo a sus potencialidades y limitaciones, el equipo técnico del IGS_CISAUA viene realizando investigaciones orientadas a mejorar la calidad ambiental del territorio y la capacidad productiva en la provincia. La finalidad de estas investigaciones fue siempre lograr una más alta calidad de vida de sus habitantes sin dejar de tener en cuenta la sustentabilidad de sus recursos. El moderno concepto de planificación estratégica incluye estos criterios como una premisa a tener en cuenta a la hora de establecer políticas de desarrollo.

Para lograr estos objetivos es imprescindible y prioritario conocer y evaluar las características físicas del medio, sus problemáticas, sus riesgos y su evolución a través del tiempo. De allí la importancia de este Proyecto que contribuirá al conocimiento de las características ambientales de los partidos de la Región Capital de la Provincia de Buenos Aires. La dramática inundación de 2013, fue un disparador ineludible para este Proyecto. Es así que sería interesante que este diagnóstico local fuera acompañado por la búsqueda de consenso interjuridiccional para la elaboración de propuestas más abarcativas, de manera de ir conformando una amplia base de datos que se constituya en el germen de un Observatorio Ambiental, que permita planificar y optimizar el uso del territorio a nivel regional y provincial. Con este estudio, se pretende brindar información que sirva tanto a los técnicos municipales, como a entes provinciales y a la actividad privada, aportando además a la difusión del conocimiento en diferentes niveles del sistema educativo.

Es sabido que la dinámica natural implica cambios, pero éstos se ven exponenciados ante la dinámica de la acción antrópica. Aquí se presenta un análisis de la situación al año 2016, sin dejar de tener en cuenta el aumento de los problemas de degradación sufridos desde la fundación de La Plata en el año 1882. El trabajo implica una puesta a punto al conocimiento de las características naturales y de las modificaciones que las afectaron, a partir de la cual será necesario realizar una constante actualización de los cambios que se vayan introduciendo en el territorio. En este sentido, la cartografía temática y la interrelación de la múltiple información aportada, son optimizadas por medio de un Sistema de Información Geográfica que permite obtener y proporcionar herramientas de gestión territorial más completas y efectivas, atenuando los múltiples conflictos de uso del suelo

entre intereses contrapuestos, minimizando los riesgos naturales y recomendando pautas para su mitigación.

En muchas oportunidades, la falta de información lleva a que los proyectos de planificación y gestión ambiental y de riesgo, se lleven a cabo en estado de emergencia, con resultados que no siempre son los esperados. Es así que, obras que deberían haber generado una mayor calidad de vida, han actuado en forma negativa sobre los recursos naturales y los habitantes. Se hace necesario evaluar el impacto que el hombre y sus actividades pueden ejercer sobre el medio ambiente y también el impacto que el medio ambiente transformado por el hombre puede tener sobre la población.

Como antecedentes de trabajos llevados adelante por el IGS sobre esta temática, desde 1989 se han realizado diferentes investigaciones, acompañadas por la elaboración de cartografía específica relacionada con el medio natural, la geomorfología y los suelos, y cruzando información del medio antropizado y su relación con las inundaciones de la Región Capital. Con el tiempo y el advenimiento de las tecnologías digitales, se fue embarcando en Proyectos de cartografía temática, relacionados con el Ordenamiento Territorial. Éstos trabajos, fueron publicados y presentados a Congresos, Jornadas, Conferencias, notas de difusión en medios de prensa, radio y televisión, y distintas reuniones científicas, que fueron transferidas a reparticiones tanto privadas como públicas, municipales y provinciales.

Durante los años 1999 al 2004 el IGS realizó, para el Municipio de La Plata, con la financiación del Consejo Federal de Inversiones, un trabajo denominado **"Análisis ambiental del Partido de La Plata - Aportes al Ordenamiento Territorial"**.

En el año 2005, con el financiamiento de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Pcia. de Buenos Aires, se realizó un trabajo similar para el Municipio de Berisso, denominado **"Elaboración y transferencia de Cartografía Temática e implementación de un Sistema de Información Geográfica para el Planeamiento"** .

En el año 2006, la Municipalidad de La Plata, editó el trabajo entregado en el 2004. Esta publicación, que se encuentra en el SEDICI de la UNLP, consta de un texto y un CD con cartografía que abarca distintas temáticas (Base con estructura urbana y vías de comunicación, Topografía, Pendientes regionales, Hidrografía superficial, Geomorfología, Suelos, Capacidad de uso de los suelos, Degradación de suelos por actividades extractivas de cavas y decapitados, Peligrosidad de canteras, Uso actual de la tierra, Riesgo hídrico y Unidades de planificación).

Durante los diez años transcurridos desde entonces, se sucedieron dos importantes inundaciones, que afectaron de distinta manera los tres partidos de la Región Capital. La del 2008, desarrollada fundamentalmente sobre las cuencas de los arroyos Martín y Carnaval, y la de 2013, de características catastróficas por la cantidad de muertos que ocasionó, que afectó fundamentalmente la zona urbanizada de la ciudad de La Plata por donde discurren varias cuencas: la del Arroyo del Gato y sus afluentes Pérez y Regimiento, la del Zoológico, la de Circunvalación y la del Arroyo Maldonado.

A diez años de la publicación de ese libro, sobre el Partido de La Plata y el posterior trabajo, sobre Berisso, con la idea de utilizar toda la experiencia acumulada en estos años, nos incorporamos a este Proyecto de Investigación Orientada a las inundaciones en La Plata, Berisso y Ensenada, auspiciado por la UNLP, el CONICET y la CIC, de características interdisciplinarias e interfacultades, denominado "Análisis de riesgos, estrategias de intervención. Hacia la construcción de un observatorio ambiental".

Este trabajo nos permitió rever, ampliar, corregir, incorporar nuevas áreas, entender los cambios producidos durante y después de la inundación del 2013, y, fundamentalmente compartir estas problemáticas y sus desafíos con equipos de trabajo de distintas vertientes profesionales, desde una visión interdisciplinaria, colaborativa y enriquecedora.

Durante la realización de este nuevo Proyecto, los chequeos de campo de las áreas anegadas del Partido de La Plata, Cuencas de los arroyos del Gato, Zoológico, Circunvalación y Maldonado, como de los Partidos de Berisso y Ensenada, se realizaron a una escala de mayor detalle, enriquecido por el testimonio de los vecinos afectados. Por otro lado, los mapas elaborados han sido optimizados respecto a los trabajos de 2005/6. Desde el punto de vista técnico, utilizar una plataforma GIS, sobre un mosaico satelital, permitió trabajar a un mayor nivel de detalle, de precisión en la georreferenciación y estandarización de los formatos a compartir.

EL TRABAJO CARTOGRÁFICO Y LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LOS MAPAS DE ESTE INFORME, HACEN NECESARIO LA VISUALIZACIÓN CON DETALLE A TRAVÉS DEL CD QUE SE ADJUNTA. EN CASO DE IMPRIMIRSE, DEBERÍA MANTENERSE LA ESCALA DE TRABAJO, 1:50.000, PARA PODER COMPRENDER Y APROVECHAR TODA LA INFORMACIÓN RELEVADA.

1.2.- UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y ÁREAS DE APORTE

El área de estudio, Figura 1, constituída por los Partidos de la Región Capital, Ensenada, Berisso y La Plata, se ubica en el NE de la provincia de Buenos Aires, limitando al NE con el Rio de la Plata, al NO con los Pdos. de Berazategui y Florencio Varela, al SO y S con San Vicente y Coronel Brandsen y al SE con el partido de Magdalena. La Figura 2 permite visualizar las cuencas del Partido de La Plata que drenan hacia el Río de la Plata, haciendo más vulnerable la Planicie de Inundación Costera, donde se asientan los Municipios de Berisso y Ensenada. Esto nos permite entender la necesidad de trabajar de manera conjunta en el desarrollo de políticas municipales a la hora de encarar el riesgo de inundación.

Figura 1 - Ubicación geográfica

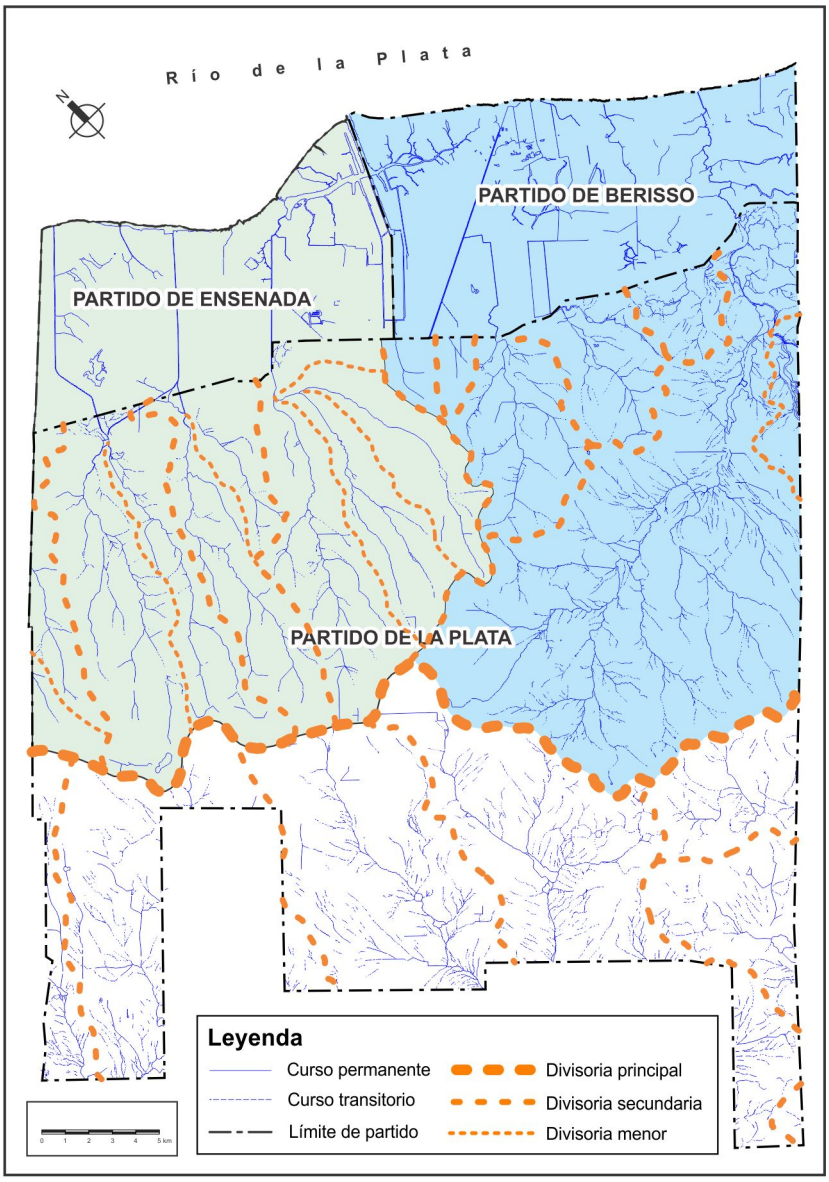


Figura 2 - Cuencas de aportes hídricos desde la Plata hacia Ensenada y Berisso

1.3.- METODOLOGÍA

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

Recopilación y evaluación de antecedentes: Incluyen: bibliografía, cartografía, fotografías aéreas, imágenes satelitales, datos climatológicos, información sobre geología, geomorfología, suelos, etc. En el análisis regional se tuvieron en cuenta los trabajos realizados por otros equipos disciplinarios tales como los hidrogeológicos (isofreáticos, contaminación y vulnerabilidad de acuíferos, etc.), meteorológicos (análisis climático, pluviometría, análisis de tormentas), urbanísticos (densidad de población, según radios y fracciones censales), o los de riesgo de contaminación de suelo y aguas (según tipo de actividades, industriales, urbanas, agrícolas, etc.).

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

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

En el proceso de desarrollo de este nuevo Proyecto, la cartografía en soporte papel, fue escaneada, corregida geométricamente y georreferenciada respecto a la base planimétrica de la Dirección de Geodesia (Ministerio de Obras y Servicios Públicos de la Provincia de Buenos Aires). La información se procesó con un software de vectorización semiautomática, combinado con vectorización manual.

Para los mapas temáticos de líneas (base, curvas de nivel, hidrología, etc) se organizó la información en capas o "layers" para su posterior representación, mientras que en los de áreas (suelos, uso actual de la tierra o geomorfología) se creó una topología de polígonos que luego se exportó al formato del SIG. Ya en este entorno se editaron las bases de datos correspondientes y se asignaron los atributos a cada entidad. El entrecruzamiento de los diversos mapas, permitió generar nueva cartografía, como la de Infiltración Disminuída, Peligrosidad de Inundación y de Riesgo de Inundación.

El proceso de actualización y adición de datos se vio beneficiado por las nuevas posibilidades tecnológicas. Se trabajó sobre un mosaico digital obtenido a partir de las imágenes satelitales más recientes de Google Maps, de mayor precisión en cuanto a georreferencia espacial, y alta resolución espacial.

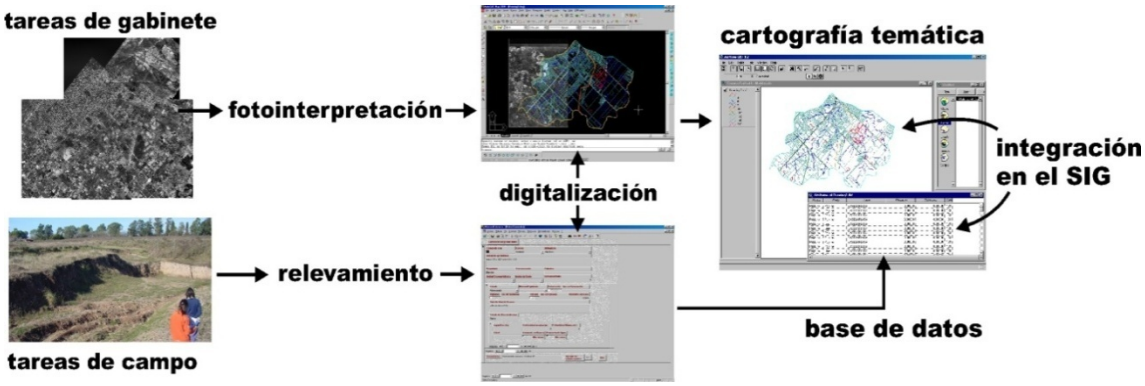


Figura 3 - Esquema Metodológico

La versatilidad que otorga el manejo de éste nuevo mosaico bajo un entorno GIS y sus respectivas herramientas, permitieron agregar información directamente en pantalla, resultando en un nuevo método, donde la interpretación y la digitalización de los mapas temáticos ocurren en simultáneo. Esto reduce el margen de error y resulta en una cartografía de mayor precisión y fiabilidad.

Reconocimiento de campo

El reconocimiento de campo ha servido para verificar y ajustar unidades de suelos y geomórficas, delimitadas durante la fotointerpretación, el uso actual de la tierra, el comportamiento de los cursos de agua y las áreas de riesgo de inundación.

A los fines de determinar las características de los materiales originales y estudio de suelos, se efectuaron pozos de observación en las distintas unidades, analizando las variaciones en distintos sectores. Se eligieron perfiles representativos de suelos de los distintos ambientes en los cuales se efectuó una descripción morfológica completa, consignándose secuencia, espesor de horizontes, estructura, textura, rasgos hidromórficos, presencia de carbonatos, etc.

Además fueron descriptos rasgos asociados tales como nivel freático, vegetación, evidencias de erosión u otras degradaciones, etc. Las descripciones se realizaron según las Normas de Reconocimiento de Suelos (Arens y Etchevehere, 1967), el *"Libro de Campaña para Descripción y Muestreo de Suelos"* (Schoeneberger et al., 1998; Traducción INTA, 2000) y el *Soil*

Survey Manual (Soil Survey Division Staff, 1993) con adaptaciones propias cuando se consideró necesario. En perfiles modales se extrajeron muestras de cada uno de los horizontes para su análisis físico, químico y mineralógico. Durante las tareas de campo se efectuaron distintas determinaciones tales como densidad aparente y velocidad de infiltración.

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

Tareas de laboratorio

Las determinaciones físicas y químicas de las muestras de suelo se realizaron de acuerdo con los métodos que se detallan en el Anexo.

Mapas temáticos - Metodología y resultados cartográficos

La cartografía elaborada, se extiende desde los mapas básicos del medio natural, basados en información objetiva, pasando por los que señalan alguna cualidad significativa del medio, los que describen características del medio antropizado, y los que alertan sobre riesgos de inundación.

El IGS, llevó adelante una metodología que permitió confeccionar un **Mapa de Riesgo de Inundación** para los tres Partidos, de acuerdo a los antecedentes de cartografía de riesgo hídrico realizada en el Instituto, para distintos partidos de la Pcia de Buenos Aires. Esta metodología de trabajo para la confección del Mapa de Riesgo de Inundación, se basó en la elaboración previa de distintos tipos de cartografía temática. A continuación se describen los siguientes pasos:

- Se determinan los **objetivos** generales y específicos del trabajo.

Como objetivo general, se desarrolló para el Partido de Ensenada la generación de información del medio físico natural y antrópizado, que completa los estudios realizados por el Instituto de Geomorfología y Suelos, para los partidos de Berisso y La Plata, en 2005 y 2006. Se actualizó, corrigió y completó la información precedente de manera de aportar un análisis general del territorio, en sus funciones de soporte de actividades, fuente de recursos y sumidero de residuos, y establecer las complejas relaciones existentes entre dichas funciones.

Como objetivo específico, está la incorporación, mediante cruce de información, de todo tipo de material que pueda ser de utilidad para los adoptantes. Otro objetivo específico es aportar con capacitación a la gestión del riesgo de inundación, ayudando a los municipios involucrados a desarrollar y utilizar las herramientas informáticas necesarias y el manejo de GIS.

- Determinación de la **escala** de trabajo necesaria, en la que se va a realizar la cartografía.

En el caso de este Proyecto, se trabajó con cartografía antecedente, realizada para Proyectos anteriores de La Plata y Berisso, a escala 1: 20.000, pero se realizaron trabajos de campo a escala de detalle. También se incorporó el partido de Ensenada con cartografía similar.

- Se establece la **metodología informática** a desarrollar.

Se ejecuta, analiza y genera esta cartografía, que puede ser en formato Raster (Imágenes Satelitales, Fotos Aéreas, etc) y/o Vectorial (shapes) en un Sistema de Información Geográfico. Se realizan reuniones con grupos de informáticos de otras facultades, que trabajan en lo territorial, y se acuerdan metodologías y herramientas.

- Se elabora la **Cartografía Temática**

El mosaico digital de imágenes georreferenciadas, de Google Earth, obtenidas del servidor SASPLANET, nos permite dibujar, geointerpretar, superponer, actualizar información, corregir, volcar datos de diferentes orígenes, etc. Es así que se elaboran los mapas temáticos, los cuales van sumando su información en el orden en que se realizan. También nos permiten elaborar nuevos mapas, con información aportada por el cruce o la superposición de estos datos.

1.4.- DESCRIPCIÓN DE LA CARTOGRAFÍA TEMÁTICA ELABORADA

1.4.1- Mapa base y vías de comunicación

Al mapa de infraestructura de comunicaciones se lo considera como mapa base de la cartografía elaborada (Mapa 1), agregándose una toponimia básica. Con el material disponible de Catastro, Geodesia, Google e imágenes satelitales de diferentes épocas, se elabora una base que contenga datos de vías de comunicación (Autopista, Ruta, camino, FFCC, activo e inactivo, ductos, líneas de alta tensión), estructura urbana de calles y manzanas y los límites de los partidos). Puede apreciarse que la zona está surcada por una importante red de comunicación vial. Se destacan la Autopista La Plata-Buenos Aires, cuya traza corre en el partido de Ensenada, contigua al límite con el partido de La Plata, la ruta nacional 1 correspondiente al Camino General Belgrano y las provinciales 2, 6, 10 (calle 66), 11 (sirve de límite entre los partidos de Berisso y La Plata por la calle 122), 13 (calle 520), 14 (Camino Centenario), 19, 36, 53 y 215 (calle 44). En Berisso, la avenida del Petróleo Argentino, que continúa la Av. 60 de La Plata, la calle Montevideo que se extiende desde la ciudad de Berisso hacia el límite con el partido de Magdalena y constituye la Ruta Provincial 15. Asimismo, la región se halla conectada a la ciudad de Buenos Aires a través del Ferrocarril Metropolitano (ex Ferrocarril Roca). Se han indicado otros ramales activos e inactivos, mediante consultas a los organismos correspondientes.

1.4.2- Topografía

Tomando como base el Mapa Topográfico del partido de La Plata, incluído en el Trabajo editado en el 2006, se generó un único archivo incorporando la topografía correspondientes a los partidos de Berisso y Ensenada, a partir del volcado de curvas de nivel con equidistancias de 2,5 m extraídas de las cartas planialtimétricas del Instituto Geográfico Nacional, en escala 1:50.000. (Mapa 2)

El mapa topográfico, ayuda a determinar las características del paisaje, las pendientes a escala regional y la delimitación de las divisorias de agua y las cuencas de drenaje.

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

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

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

Topografía y erosión hídrica

La pendiente es uno de los rasgos del terreno que influye en el proceso de erosión hídrica. Este fenómeno produce la remoción, transporte y depositación de los sedimentos siendo en gran medida responsable del modelado de la superficie terrestre. Puede ser así causante de graves

degradaciones ya que produce pérdida de suelo, sobre todo de la parte más superficial del mismo. La erosión puede ser natural o acelerada por el hombre (antrópica).

En razón de que la erosión hídrica puede producir una degradación grave de los suelos, se ha tratado de predecirla o cuantificarla mediante diversos procedimientos. Uno de los más ampliamente utilizados es la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (conocida también por la sigla en inglés: USLE, Universal Soil Loss Equation) (Wischmaier y Smith, 1978, Galetovic et al., 1998). La resolución de la misma permite tener una idea aproximada de la cantidad de suelo que se perdería en toneladas por hectárea y por año en un determinado sitio. Para el cálculo se utilizan los siguientes factores: erosividad de la lluvia (R), características del suelo (K), gradiente y longitud de las pendientes (LS), cobertura vegetal (C) y prácticas de manejo (P). Se ve así que los mapas de curvas de nivel y pendientes proporcionan parte de la información que requiere la resolución de la USLE. El factor LS se puede calcular mediante un nomograma o una fórmula. En el partido de La Plata, este factor varía en general entre 0,35 y 0,15. El primer valor puede presentarse en las pendientes relativamente cortas (200 m) y empinadas (2 %) hacia los arroyos de la vertiente del Río de la Plata. El segundo puede ser el caso de las pendientes largas (1000 m) y suaves (0,1 %) de la vertiente del río Samborombón.

Características topográficas del área de estudio

Las características topográficas del área de estudio han sido representadas en los Mapas de Topografía (Figura 3 y Mapa 2). En ellos es posible diferenciar dos zonas de topografía totalmente diferentes que responden a su caracterización geomórfica: la Llanura Costera, que se corresponde con la planicie natural de inundación del estuario del Rio de la Plata, que en el Mapa de Geomorfología descripto más adelante, se ha denominado Área de Influencia Estuárico-marina (donde se desarrollan los Partidos de Berisso y Ensenada), y la Llanura Alta o Área de Influencia Continental. (Cavallotto, 1995), donde se asienta el Partido de La Plata.

La Llanura Costera se extiende aproximadamente entre la cota 0, correspondiente a la costa del Río de la Plata y la de 4,5 m snm alrededor del límite con el partido de La Plata. Se trata de una zona de relieve plano a plano-cóncavo, con pendientes en general inferiores a 0,03 %, con importantes sectores deprimidos con diseño de drenaje anárquico. Se encuentran aquí las cotas más bajas de la región, aproximadamente entre 0 y 4,5 m snm. La llanura costera se vincula a la llanura alta a través de un "escalón" o antiguo paleoacantilado, hoy en parte disimulado por la erosión y la actividad antrópica, cuya pendiente oscila generalmente entre 1 y 2 %. Dentro del partido de La Plata la Planicie Costera ocupa sólo pequeños sectores hacia el norte, en su límite con el partido de Ensenada y hacia E cerca del límite con los partidos de Berisso y Magdalena.

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

Vertiente del Río de la Plata

En esta vertiente, los interfluvios, pendientes y valles se encuentran generalmente bien definidos. De todas maneras, se pueden apreciar diferencias en la orientación de geoformas y cursos y en la magnitud de las pendientes. Para efectuar esta diferenciación se debe reconocer la existencia de una divisoria secundaria que se desprende del interfluvio principal, aproximadamente a 30 m snm cerca de la intersección de ruta 36 y calle 44, extendiéndose de O a E y luego de S a N hasta alcanzar la ruta 11.

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

oscilan entre 0,15 y 0,25 %. Las pendientes que vinculan los interfluvios con las planicies de inundación son cortas (100 a 300 m) y su gradiente varía aproximadamente entre 0,80 y 1,10 %.

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

Vertiente del río Samborombón

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

1.4.3- Hidrografía superficial

Comenzaremos analizando la hidrografía del Partido de La Plata, para luego describir la zona de Berisso y Ensenada.

En relación con el drenaje superficial de la Llanura Alta, se deben distinguir, los mismos ámbitos ya identificados al describir la topografía: vertiente del Río de la Plata al norte y vertiente del río Samborombón al sur (Figura 4). En este mapa se vuelcan todos los datos relevados tanto del medio natural (ríos, arroyos, cursos permanentes o transitorios, lagunas y bañados) como los del medio antropizado (canales a cielo abierto o entubados, zanjones y cursos permanentes entubados). (Mapa 3)

Vertiente del Río de la Plata

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

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

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

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

Arroyo Rodríguez: Se origina como consecuencia de la unión de tres cursos de carácter transitorio, en cotas cercanas a los 27 y 22,5 m snm. Aproximadamente a partir de los 17 m snm se

convierte en un curso de agua permanente que, con un rumbo casi S-N escurre hasta el cruce con las vías férreas (ramal desactivado) en una extensión de aproximadamente 4 km.

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

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

Arroyo del Gato: Se extiende por una distancia de 15 km en dirección N-S. Al llegar a la Planicie Costera, al E de la localidad de Ringuelet, es canalizado para que sus aguas desemboquen en el Río de la Plata. Presenta en general tributarios bien desarrollados como el arroyo Pérez, el cual recibe a su vez por su margen derecha al arroyo Regimiento. Dentro del ejido urbano fundacional se pueden reconocer tres arroyos: **Pérez, Regimiento** y **Jardín Zoológico**, los cuales, junto con sus tributarios tienen gran influencia en la morfología de la ciudad. En la actualidad se encuentran entubados al ingresar al ejido, por lo cual las descripciones siguientes se refieren al curso original existente antes de su entubamiento.

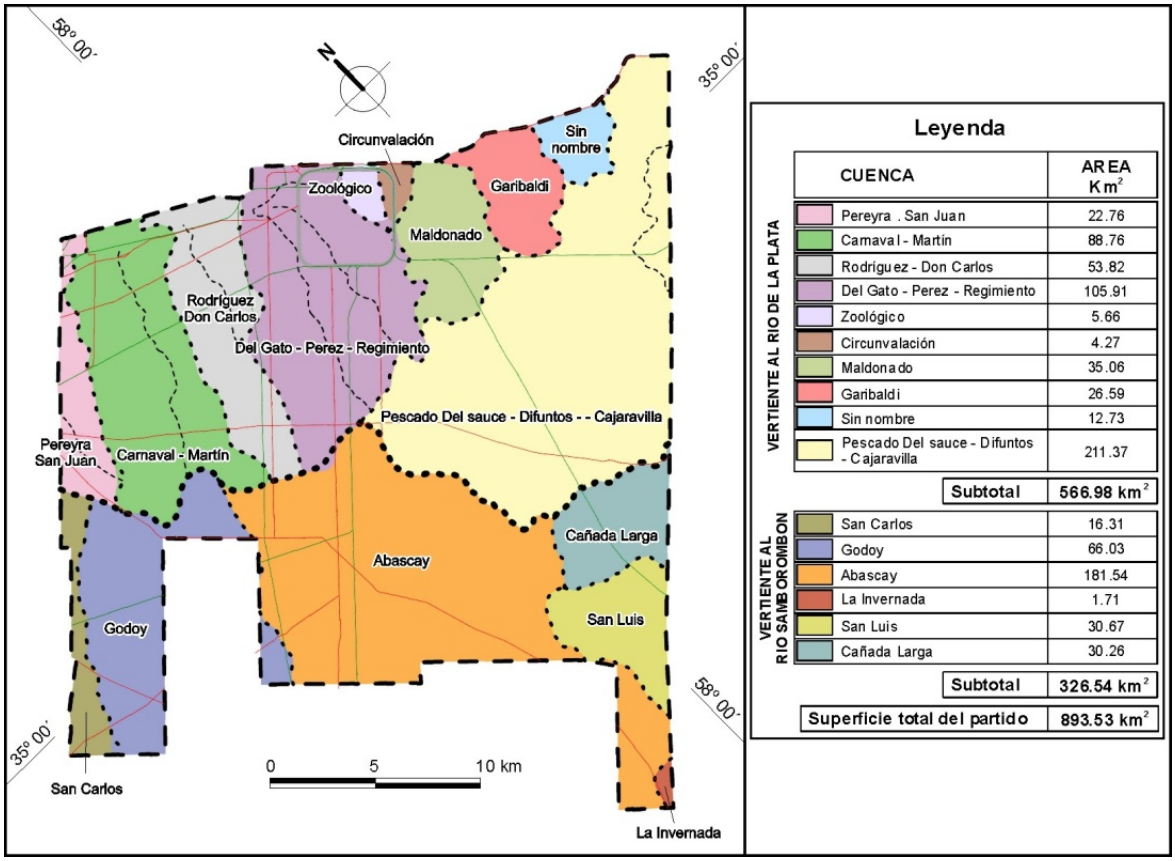


Figura 4 – Hidrografía del Partido de La Plata

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

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

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

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

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

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

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

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

Vertiente del río Samborombón

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

Arroyo Abascay: Presenta una dirección de escurrimiento N-S, con una extensión dentro del partido de 15 km y una cota en zona de cabeceras de 25 m snm. A partir de la cota de 20 m snm presenta áreas anegadas a ambos lados. En los últimos 4 km dentro del partido presenta un recorrido entre barrancas, manteniendo esta condición fuera de los límites del partido. En su margen izquierda y con rumbo NE-SO, desagua un curso tributario que se origina a partir de dos cursos que nacen en zonas deprimidas en cotas próximas a los 25 y 20 m snm. A partir del cruce con la ruta provincial 2 presenta carácter permanente, escurriendo entre barrancas, con una longitud de 5 km hasta confluir en el arroyo Abascay en el partido de Brandsen.

Respecto a los **partidos de Ensenada y Berisso**, la hidrografía superficial de la Planicie costera, nos muestra un área plana, surcada de canales, zanjones y cañadas íntimamente relacionada tanto con la geomorfología de la región, como con las mareas que afectan al estuario del Río de la

Plata y los derrames provenientes de las cuencas de los arroyos que se desarrollan dentro de los partidos de La Plata y Magdalena. De estos cursos, sólo el arroyo del **Pescado** excava su cauce en la Planicie Costera de Berisso y llega al río, en parte a través de un canal realizado en la Llanura Aluvional y en parte al unirse con el arroyo **La Maza**, antigua cabecera del **Río Santiago**.

Los otros cursos se insumen en el bañado Maldonado, en Berisso o en el de La Ensenada. Resulta inapropiado hablar de la existencia de una red de drenaje bien diferenciada, ya que con arreglo a la fisiografía de la región, no es factible delimitar con acierto una zona de interfluvio o divisoria que permita definir apropiadamente a una cuenca.

Las características de la Planicie Costera condicionan la hidrografía de la región, resultando propicia para el desarrollo predominantemente de los cuerpos de agua lénticos representados por bañados de amplia extensión en el territorio, depresiones y canalizaciones. Éstas, están destinadas principalmente a facilitar el drenaje de amplias zonas deprimidas hacia el Río de La Plata o el Río Santiago, uno de los principales cursos naturales que fluye prácticamente paralelo al Río de La Plata al cual está conectado mediante el Canal de Acceso al puerto de La Plata y una red de avenamiento natural que ha sido prácticamente modificada para vehiculizar más rápidamente las aguas. Lo complementan dos islas mayores: la isla Paulino, que pertenece al partido de Berisso, y la isla Santiago, dentro de la jurisdicción del partido de Ensenada. Originalmente ambas constituían un único territorio insular (la isla Santiago primitiva) pero la construcción del canal de acceso al Puerto de La Plata —a fines del siglo XIX— partió a la isla en dos, la isla occidental pasó a denominarse isla Santiago y la oriental isla Paulino. Ambas están separadas por el canal citado, el cual posee una anchura de 200 metros.

En **Berisso**, el bañado Maldonado, está conectado a su vez al río por varios canales que atraviesan la zona urbanizada, como el Canal Oeste, o los canales que se encuentran a ambos lados de la cloaca máxima que sale desde la calle 66 de La Plata hasta Palo Blanco, además de los canales **Menna**, **Castelli, Delgado, Napoleone** y **La Bellaca**. Esta situación es la que hacía que el Río de la Plata estuviera conectado hidráulicamente con las zonas bajas del Bañado y que las aguas provenientes de mareas y sudestadas, que dificultaban el normal escurrimiento hacia el río, penetraran en el partido. Si a esta situación se suman lluvias intensas y persistentes en las cuencas continentales, la situación de Berisso se agravaba produciéndose graves inundaciones en algunas zonas urbanas.

En razón de esta problemática, se encaró la realización de una importante obra hidráulica de protección del área urbana, como es el **Murallón Costero**, que nació en el camino sobre elevado que va a Palo Blanco, el cual pasó a formar parte de la obra de mitigación de inundaciones. El 11 de agosto de 2005 se presentó el proyecto, comenzó a construirse en 2010, se terminó el camino sobre un importante terraplén de más de 4 m de alto en 2011 y para la inundación de La Plata del 2013 ya estaba terminado el sistema de cuencos receptores y estaciones de bombeo, que permiten drenar el agua acumulada dentro del área protegida por el terraplén, hacia el Río de la Plata.

Desde el punto de vista hidráulico, la zona más comprometida a partir de su permanente inundación, es la denominada Llanura Aluvional, pero es en esta unidad donde se desarrolla una intrincada red de pequeños canales parcelarios que desaguan tanto en el Río de la Plata como en el Río Santiago. Este curso posiblemente tenía sus cabeceras en el arroyo La Maza que continuaba en el actual arroyo Palo Blanco, hoy desconectados por el avance de la línea de costa.

En **Ensenada**, desde La Plata, se han construído varios canales troncales, que atraviesan la planicie costera, desaguando las aguas de los Arroyos de la Llanura Alta, directamente al Río de la Plata. El bañado denominado De la Ensenada, está conectado a su vez al río por varios canales que atraviesan la zona urbanizada.

El canal de acceso al puerto de La Plata, recibe por el lado de Ensenada, canalizaciones y arroyos, entre los que se destacan los Arroyos **La Fama**, **Doña Flora** y **El Gato**. Este último desagua en el Ao **El Zanjón**, cuyas cabeceras se asocian con la cantera inundada de Los Patos, ubicada próxima a la Avenida Domingo Mercante, prolongación del Diagonal 74. Este arroyo, que

es el que se halla más vinculado a actividades de servicio e industriales, en alusión al relleno sanitario operado por la C.E.A.M.S.E., la central de generación de energía termoeléctrica Ensenada de Barragán y la planta industrial de laminados de chapas del grupo Tenaris – Siderca, desemboca en el Río Santiago. Los otros van directamente al Río de la Plata, antes de conectarse con el Rio Santiago.

Sobre su margen norte llegan al Rio Santiago, uniéndolo con el Rio de la Plata, y atravesando la Llanura Aluvional, los Arroyos **Largo, del Chileno** y **La Canaleta**.

Más hacia el oeste, se identifican otros cursos de agua superficial que desaguan directamente en el Río de La Plata. Uno de ellos es el Arroyo **Piria**, que oficia de límite este del Barrio Villa del Plata, localizado al sudeste de la localidad de Punta Lara. Sus aguas reciben los pluviales del citado barrio. Una particularidad de este curso, es que a fines de la primavera, inicio de la temporada estival, se ve incrementado el contenido de Sales, motivado por el desagüe de las piletas de los domicilios particulares del barrio Villa del Plata, al incorporar agua subterránea que en esa región se encuentra con niveles salino más elevados.

Siguiendo hacia el occidente, y dentro de aquellos tributarios directos del Rìo de La Plata, se destaca la presencia del **Canal Villa Elisa o Rodriguez**. Representa la continuación del Arroyo Rodríguez el cual, desde la calle 11 y 484 hacia el noreste se encuentra canalizado. Continuando más hacia el oeste se destaca la presencia del Arroyo **Miguelin**, de orientación sudoeste – noreste. Muy próximo al límite con el Partido de Berazategui se sitúa el Canal de desagüe del **A° Carnaval**, que corre paralelo a la R.P. 19, que une las localidades de Punta Lara y Villa Elisa.

1.4.4- Geomorfología

Descripción regional de Sectores y Aéreas

Como fuera descripto en las secciónes de **Topografía** y de **Hidrografía**, a escala regional se diferencian dos **Sectores** de características gemórficas bien marcadas: la **Planicie Costera del Río de La Plata** y la **Llanura Continental**. (Ver Figura 5 - Perfil esquemático)

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

Los partidos de Ensenada y Berisso se establecieron sobre la Llanura Costera del Río de la Plata, además de una pequeña parte del partido de La Plata. Se trata de una zona llana que contiene una sucesión de formas originadas durante el ciclo transgresivo-regresivo ocurrido en el Holoceno, tales como cordones conchiles, llanuras de mareas, bañados, canales de mareas, etc.

Una característica del drenaje superficial y subterráneo de esta región es que las aguas provenientes del continente no llegan directamente al Río de la Plata, sino que se insumen o se distribuyen superficialmente sobre esta planicie. Sólo el arroyo El Pescado logró elaborar un cauce que atraviesa esta área por su mayor caudal originado en una extensa cuenca de drenaje. Esto hace que la Planicie Costera, que está separada de la costa por un albardón, permanezca anegada durante períodos prolongados, particularmente en los bañados. Para lograr una mejor y más rápida evacuación de las aguas de crecidas de los arroyos, se realizaron varios canales que atraviesan la Planicie Costera y desaguan directamente en el Río de La Plata. Dentro de esta área se distinguen unidades geomorfológicas, las que se citan y describen sumariamente a continuación. En la Planicie Costera se describen dos **Áreas** de acuerdo al origen de sus materiales, **Fluvio-Estuárica** y **Marina,** donde se asientan los partidos de Berisso y Ensenada.

Una tercer Área denominada de origen **Mixto,** separa el Sector de la **Planicie Costera** del Sector de la **Llanura Continental,** en la cual se asienta el Partido de La Plata (Cabral, 2000).

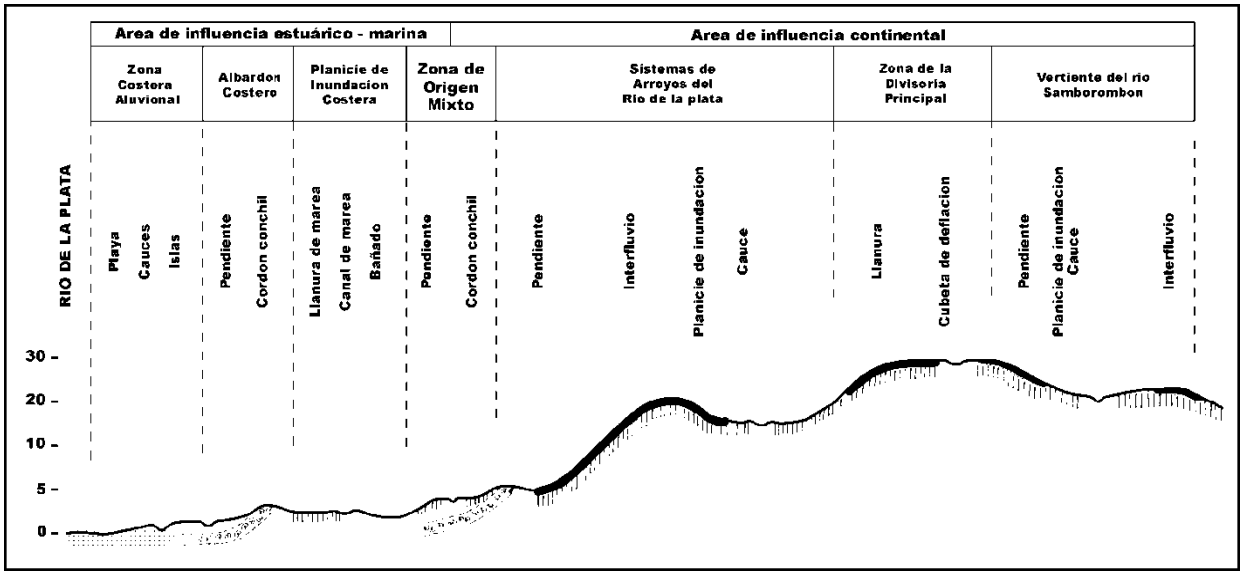


Fig. 5. Perfil esquemático N-S desde el Río de la Plata hasta el límite con el Partido de Brandsen

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

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

El **Mapa de Geomorfología** (Ver Mapa 4, y Figura 6 Cuadro descriptivo), pone de manifiesto las características naturales del drenaje superficial de la zona de estudio, la localización de cuencas y subcuencas de los arroyos y la identificación y delimitación de **Areas y Unidades Geomorfológicas**. Se han identificado los procesos geodinámicos que originaron las geoformas y el grado de intervención que sobre ellas se ha ejercido. Como referencias del mapa geomorfológico se incluye un cuadro descriptivo (Figura 6) que incluye los nombres de las unidades con su forma, localización topográfica relativa en el paisaje, material que la compone, origen de ese material, grado de erosión tanto hídrica como eólica, características generales de la hidrología superficial y subterránea y el grado de amenaza y riesgo de inundación. Este mapa, junto con los de topografía y pendientes, hidrografía y el análisis del uso del suelo, han sido la base de la elaboración de los Mapas de **Peligro o Amenaza** y de **Riesgo** de Inundación.

Se describen a continuación las **Unidades Geomórficas** delimitadas.

Con el apoyo de los datos aportados por la cartografía anterior, y un intenso trabajo de campo, se realizan estudios geomorfológicos y de suelos, que permitieron delimitar distintas **Unidades Geomorfológicas** en los tres Partidos analizados. Éstas presentan características homogéneas hacia adentro de su delimitación, respecto al origen de la geoforma que las contiene, el material de la cual está compuesta, la erosión a la que fueron expuestas, la relación con la cuenca a la que pertenecen y la localización topográfica relativa en el paisaje.

Area de Influencia Fluvio Estuárica

Ocupa una franja paralela a la costa actual incluyendo al norte la *Playa actual* y apoyado al sur sobre una antigua línea de costa que lo separa de los materiales del Área *de origen marino*. La unidad ha sido denominada por algunos autores como "Albardón Costero" (Cavallotto, 1995) y su característica principal está dada por el material arenoso suelto que las compone, la influencia permanentemente de la acción de las mareas y su contacto con el río a partir de innumerables cursos y canales.

Playa actual: Constituye el borde litoral, con una suave pendiente y un ancho variable que depende de la amplitud de las mareas. Está presente en forma continua en toda la región, manifestándose como una sucesión de suaves crestas y canales de sedimentos de granometría arena fina, aunque en ocasiones y dependiendo de la dinámica, se reconocen sedimentos más finos, con predominio de la fracción limo.

Llanura aluvional antigua: El origen de la Llanura aluvional (Teruggi, 1962) está relacionada en sus comienzos, con la acumulación de material de granometría arena, que dieron origen a un cordón litoral , como consecuencia de las corrientes litorales paralelas a la costa que se movían hacia el norte, generándose en su interior una laguna costera o albúfera. Este paisaje se ve reflejado en la cartografía de fines del siglo XVIII y comienzos del siglo XIX que muestra al Fuerte Barragán (Partido de Ensenada) a unos pocos metros de la ribera del río. Esta antigua línea de costa está marcada en el mapa geomorfológico con la denominación de *escalón costero*. El progresivo crecimiento del cordón litoral a dado origen a la Isla Santiago con un extremo libre en forma de espiga curvada o "en gancho".

Llanura aluvional reciente: Como consecuencia de los aportes sedimentarios del ámbito continental y estuárico, se produjo la colmatación de la antigua albúfera con material aluvional más reciente, del mismo origen y características litológicas. No solo se fue colmatando la desembocadura del Río Santiago, sino que el material aluvional se fue incrementando en la zona ribereña, provocando el cierre de la antigua Ensenada, que solo mantiene su contacto con el Río de La Plata a través de canales que deben ser dragados permanentemente para su utilización como vías navegables.

Area de Influencia Marina

Cordón conchil **:** Son geoformas positivas generadas por la acumulación de valvas de moluscos enteras y fragmentadas, acompañadas por arenas finas a muy finas de color castaño claro. Constituyen formas alargadas, discontinuas, paralelas a subparalelas a la línea de costa, localizadas cerca de la Llanura Interior. Son producto de las regresiones marinas del Cuaternario. Los depósitos corresponden al Miembro Cerro de la Gloria de la Formación Las Escobas de edad Holocena. Las geoformas han sido alteradas por la extracción de conchilla y urbanizaciones. Dos de los sitios en que se encuentran mejor preservadas son el Parque Ecológico Municipal y el campo "La Casuarina", cerca de la desembocadura del arroyo Garibaldi (Ruta 11 y calle 620).

Llanura de fango (Cavallotto, 1995): Se trata de una zona de relieve plano, cuyo límite interior está marcado por un pequeño escalón que marca la antigua línea de costa. Los cursos que drenan la Llanura Interior, al llegar a ella no pueden labrar su cauce y dispersan sus aguas en grandes depresiones o bañados, lo que ha motivado la necesidad de su canalización hasta el Río de la Plata. Las secuencias sedimentarias observadas presentan una marcada heterogeneidad litológica. Efectuando una amplia generalización se pueden distinguir tres materiales superpuestos de diferente origen: en la parte superficial aparece un material sumamente arcilloso, posiblemente de origen mixto, con rasgos vérticos marcados, tales como cutanes de tensión y grietas que van desde la superficie hasta cerca de 1 m de profundidad. Lo subyace un material de origen marino de

alrededor de 1 m de espesor con estructura laminar, alternando capas arcillosas y arenosas y restos de conchilla (Fm. Las Escobas, Miembro Canal 18) (Fidalgo et al., 1973). Por debajo, aproximadamente a los 2 m de profundidad, aparece un material loéssico masivo de color pardo y abundantes concreciones calcáreas (Fm. Ensenada) (Riggi et al., 1986).

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

Llanura de mareas interior (Cavallotto, 1995): Esta unidad se extiende desde la margen derecha del arroyo El Pescado, tomando una pequeña zona al noreste del partido, una parte de Berisso y se desarrolla fundamentalmente en el partido de Magdalena. Tiene materiales similares a la Llanura de fango, pero se caracteriza por contener una gran cantidad de antiguos canales de mareas.

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

Zona de Origen Mixto

***Antiguo estuario interior*:** Generalmente por debajo de la cota de 5 m snm se puede apreciar un ensanchamiento con formas semejantes a "embudos" cuyos vértices apuntan en dirección aguas arriba. Se trata de áreas inundables que funcionaron como "estuarios" durante la última ingresión marina del Holoceno, muchas veces asociadas a depósitos conchiles. Los sedimentos depositados son similares a las descriptas en la Llanura de Fango.

***Antigua franja costera*:** Esta unidad se desarrolla sobre un paleoacantilado que marcó el límite de la última ingresión. Se visualiza como un pequeño escalón topográfico, de pocos centímetros.Un ejemplo lo dan sectores cercanos a la calle 122, límite con los partidos de Ensenada y Berisso.

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

Área de Influencia Continental

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

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

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

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

ORIGEN DEL AREA	UNIDAD	FORMA	LOCALIZACIÓN TOPOGRAFICA	MATERIAL	PROCESOS FORMATIVOS	APTITUD DE SUELOS	EROSIÓN ACTUAL		HIDROLOGÍA		ANEGABILIDAD
							EÓLICA	HÍDRICA	SUPERFICIAL	SUBTERRANEA	
FLUVIO-ESTUARICO	**Playa**	plana	0 (cero) msnm	arena fina	aluvional estuárico	VIII	nula	elevada	anegamiento permanente	sin incidencia	máxima
	Llanura aluvional (reciente)	plana	baja	arcilla/limo/ arena fina	aluvional estuárico	VII	nula	elevada	anegamiento semipermanente	freática salinizada cercana a la superficie	máxima
	Llanura aluvional (antigua)	plana	baja	arcilla/limo/ arena fina	aluvional estuárico	VII	nula	elevada	anegamiento semipermanente	freática salinizada cercana a la superficie	máxima
MARINO	**Cordón litoral**	plana	baja	arena fina estratificada/ arcilla	estuárico marino	VII	nula	elevada y con mínima infiltración	anegamiento esporádico	freática salinizada cercana a la superficie	media
	Cordón Conchil	leve elevación en el paisaje	aprox. cota 5 m	valvas marinas	acumulación marina	IV	nula	mínima	control del escurrimiento	sin incidencia	mínima
	Llanura de fango	plana	baja	arcilla/limo/ arena fina	aluvional estuárico	VII - VIII	nula	moderada y con mínima infiltración	anegamiento semipermanente	freática salinizada cercana a la superficie	máxima
	Bañado	irregular poco profunda	baja	arcilla	estuárico	VIII	nula	elevada	anegamiento permanente	freática salinizada cercana a la superficie	máxima
	Llanura de Marea Interior	plana	baja	arcilla	estuárico	VII - VIII	nula	elevada y con mínima infiltración	anegamiento semipermanente	freática salinizada cercana a la superficie	máxima
	Antiguos Canales de Marea	meandrosa	baja	arcilla/limo/ arena fina	aluvional estuárico	VII - VIII	nula	máxima	drenaje semipermanente	freática salinizada cercana a la superficie	máxima
MIXTO	**Antiguo Estuario Interior**	quiebre de pendiente	entre cotas de 3 y 5 m	arcilla/limo	fluvial - estuarico marino	VI - VII	nula	máxima	area desagüe de arroyos	zona de descarga	máxima
	Antigua Franja Costera	desnivel suavizado	entre cotas de 3 y 5 m	loess	erosión marina	IV - VI	nula	moderada	drenaje en manto	freática salinizada cercana a la superficie	media
	Interfluvio de Origen Mixto	plana	media	arcilla/limo/ loess	fluvial estuárica	IV - VI	nula	moderada	anegamiento esporádico	freática salinizada cercana a la superficie	media
CONTINENTAL	**Interfluvio Convexo**	convexa	alta	loess	erosión hídrica	I - II	nula	mínima	nacimiento de afluentes	zona de recarga	mínima
	Interfluvio Plano	plana	alta	loess/ arena fina	erosión hídrica y eólica	II - III - IV	moderada	mínima	cabecera de los arroyos	zona de recarga	mínima
	Area con Pendiente	plano inclinado	media	loess	erosión hídrica	III - IV - VI	nula	elevada	drenaje en manto	zona de recarga	media
	Planicie de Inundación	elongada plana	área baja	arcilla/limo	acumulación fluvial	VII - VIII	nula	elevada	áreas de desbor-des periódicos	esporádicamente mantiene caudal de base	máxima
	Planicie de Inundación Mayor	elongada plana	área baja	arcilla/limo	acumulación fluvial	VII - VIII	nula	moderada	áreas de desbor-des eventual	zona de conducción hacia el cauce	media
	Cañadas	elongada plano-cóncava	área levemente deprimida	loess/ limo/arcilla	erosión fluvial incipiente	III - IV - VI	nula	moderada	drenaje incipiente	zona de recarga	media
	Cauce de Arroyos	lineal cóncava	área deprimida	arcilla/limo	erosión fluvial	VII - VIII	nula	máxima	cursos permanentes y transitorios	cursos alternativamente influentes o efluentes	máxima
	Cubetas de deflación	circular cóncava	media-alta	limo/arcilla	erosión eólica e hídrica	VI - VII - VIII	mínima	elevada	drenaje centrípeto esporádico	cuerpos alternativamente influentes o efluentes	media
	Lagunas	cóncava	variable	limo/arcilla	erosión eólica e hídrica	VIII	nula	máxima	agua permanente	cuerpos alternativamente influentes o efluentes	máxima

Figura 6. Geomorfología - Cuadro descriptivo.

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

***Planicie de inundación*:** En épocas de grandes lluvias, ya sea en intensidad o duración, el agua tiende a ocupar naturalmente este ámbito fluvial. Por consiguiente, esta unidad ha sido definida en base a criterios hidrológicos. Estas planicies de inundación pueden tener un ancho de entre 100 y 200 m según la importancia del curso principal. En el arroyo El Pescado el ancho es aún mayor. En otros cursos de primer y segundo orden, puede reducirse a unos 20-50 m. El área delimitada por el Camino Gral. Belgrano, Camino Centenario y vías del ex Ferrocarril Roca (que comprende las cuencas inferiores de los arroyos Carnaval, Martín, Rodríguez, Don Carlos y El Gato) ha experimentado un intenso proceso de urbanización. Ello ha originado que las planicies de inundación de esos arroyos sean ocupadas en muchos casos por viviendas, las que por un lado sufren permanentes inundaciones y por otro lado se constituyen en un obstáculo físico para la normal evacuación de las aguas.

***Planicie de inundación mayor*:** Esta unidad sólo pudo definirse y delimitarse en las cuencas de la vertiente al Río de la Plata**,** afectadas cada cierto tiempo por tormenta excepcionales, como las del 2002, 2008 y la última catastrófica del 2 de abril del 2013, medida por el Observatorio del Bosque en 394 mm, en un período de 24 hs. En esa oportunidad, semejante cantidad de agua precipitada, originó una inundación en el área urbana platense, que superó las planicies de inundación natural, y permitió establecer y delimitar, el alcance de una inundación más extendida sobre una planicie de inundación mayor, también de pendiente muy baja, situada a continuación de la mencionada anteriormente, limitando con la zona de pendientes, o paredes del valle, la cual separa las áreas de las planicies inundables, del interfluvio de mayor altura relativa.

***Cañadas*:** Esta subunidad incluye las depresiones elongadas que se encuentran en las nacientes de los arroyos o en la planicie costera, de poca profundidad y donde el movimiento del agua no se produce por un cauce definido. También en la planicie costera son denominados así los bajos inundables formados por antiguas conexiones de los bañados con el Rio de La Plata.

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

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

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

1.4.5- Suelos

En la elaboración del mapa de suelos de los tres Partidos involucrados (Mapa 5), se utilizó la cartografía antecedente de los Partidos de La Plata y Berisso, ya elaborada por el IGS. Durante este Proyecto, se desarrollaron estudios específicos en el Partido de Ensenada. Dada la estrecha vinculación que guarda la edafología con la geomorfología, uno de los factores que intervienen en la génesis de los suelos, se complementaron tareas comunes a ambas especialidades, particularmente en lo que respecta al análisis visual de imágenes y control de campo.

Para la caracterización de los suelos se realizaron calicatas, pozos de observación y en menor medida y cuando las circunstancias así lo permitieron, se aprovecharon cortes naturales y/o artificiales del terreno. En Ensenada, último partido encarado, se realizaron en total 30 calicatas (ver ubicación en Mapa 5); entre los caracteres descriptos de los perfiles expuestos, se citan: aspectos morfológicos y flora asociada, distintivo de cada ambiente preseleccionado; secuencia de horizontes; tipos de límites; presencia de rasgos de hidromorfismo y de erosión hídrica; propiedades texturales y estructurales; profundidades de los niveles freáticos, permeabilidad. Asimismo se recolectaron muestras y se materializaron ensayos de infiltración en horizontes indicadores. Sobre las muestras recogidas, en laboratorio se efectuaron determinaciones físicas y

químicas convencionales, tales como textura; materia orgánica; pH; resistencia y/o conductividad eléctrica; Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), cationes y acidez de intercambio, COLE, expansión libre, Capacidad de Campo y Punto de Marchites Permanente. La conjunción de las tareas de campo y determinaciones de laboratorio aportaron la información necesaria para la clasificación de los suelos (según Taxonomía de Suelos, 2014) y definir las calidades de los mismos (según Clasificación por Capacidad de Uso, USDA).

Descripción de las unidades cartográficas y taxonómicas

Suelos formados principalmente a partir de sedimentos fluvio-estuáricos

UNIDAD CARTOGRÁFICA: F
Unidad Taxonómica: Fluvacuentes típicos

Esta unidad se extiende en la Llanura Aluvional en contacto con la playa del río de la Plata, en los partidos de Berisso y Ensenada; se ha formado con materiales depositados en el transcurso de sucesivos desbordes del Río de la Plata. Predominan materiales de textura gruesa que alternan con capas de granulometría fina. Los suelos evolucionan en condiciones de hidromorfismo acentuado por nivel freático cercano a la superficie y anegamiento. Sus condiciones físicas son mejores que las de los suelos desarrollados en sedimentos marinos. La subclase de los suelos puede variar de la IVw a VIIw según su posición topográfica. Desde el punto de vista ingenieril, son suelos con limitantes por anegamiento y nivel freático elevado. El vertido de contaminantes en estos suelos es peligroso por la alta permeabilidad de los materiales de algunos suelos y el nivel freático elevado. Según la Sistema Unificado de Casagrande se puede ubicar a estos suelos en los grupos SM, SC, ML y CL.

Suelos formados a partir de sedimentos marinos

UNIDADES CARTOGRÁFICAS: M1a (sustrato arenoso), M1b (sustrato loéssico)
Unidades taxonómicas: Complejo de Natracuertes típicos, fase imperfectamente drenada, y Epiacuertes sódicos

La unidad corresponde a sectores ligeramente más elevadas de la planicie costera que corresponden al Cordón Litoral (Unidad M1a) y a áreas cercanas a la llanura continental (Unidad M1b), donde las condiciones de drenaje son algo mejores. Los suelos pueden experimentar cierto anegamiento durante los períodos de lluvias intensas de o baja evapotranspiración, por lo que se los ha considerado *imperfectamente drenados*. Los suelos dominantes, **Natracuertes típicos, fase imperfectamente drenada,** están constituidos, hasta 80-150 cm por un material arcilloso, con rasgos acentuados de contracción-expansión. En la unidad cartográfica M1a subyace un material de origen marino, de 2-4 m de espesor, y textura arenosa que no se encuentra en la unidad M1b, donde al material arcilloso superficial le subyacen sedimentos loéssicos masivos, fuertemente compactados, de color pardo claro, textura franca a franco limosa, con acumulaciones de carbonato de calcio en concreciones (Formación Ensenada); este material aparece en las cercanías de la Llanura Alta aproximadamente a 1,50-2,50 m y se profundiza hacia la costa. En la mayor parte de los casos, los dos primeros materiales tienen elevada alcalinidad y, a veces también, salinidad. Se le asignó la subclase VIws.. Desde el punto de vista ingenieril, los suelos tienen limitaciones por alta expansividad de los materiales (grupo CH, del Sistema Unificado de Casagrande), por lo cual deben tomarse recaudos en construcciones o tuberías subterráneas.

UNIDAD CARTOGRÁFICA: M2
Unidad taxonómica: Natracuertes típicos, fase pobremente drenada

La unidad ocupa extensos sectores planos o plano cóncavos, en posiciones topográficas más bajas que M1a y M1b. Las condiciones de drenaje son por ello más deficientes, permaneciendo los suelos anegados y con el nivel freático elevado durante períodos significativos. Los suelos dominantes son similares a los descriptos en dichas unidades, aunque con mayores evidencias de hidromorfismo. Por lo tanto, tienen mayores limitaciones para uso agropecuario-forestal, por lo cual se les asignó la subclase VIIws de capacidad de uso.

UNIDAD CARTOGRÁFICA: M3

Unidades taxonómicas: Natracuertes típicos (fase muy pobremente drenada) y Epiacuertes típicos

Estos suelos se encuentran en los sectores más deprimidos de la Planicie Costera (bañados y depresiones) que permanecen anegados o con un alto grado de saturación con agua gran parte del año. Por ello se les asignó clase de drenaje natural *muy pobre.* Tienen rasgos hidromórficos muy marcados, como colores glei que indican condiciones reductoras extremas. Los perfiles que tienen contenidos altos de sodio intercambiable se han clasificado como **Natracuertes típicos**. En perfiles donde la reacción es ácida o levemente alcalina, que indicarían menores niveles de sodio, los suelos fueron clasificados como **Epiacuertes típicos.** Por los muy graves limitaciones originadas por el drenaje muy deficiente las actividades agrarias son problemáticas y se asignó la subclase de capacidad de uso VIIws/VIIIwas. Los usos urbanos o industriales son también desaconsejables debido al elevado riesgo de anegamiento.

UNIDAD CARTOGRÁFICA: M4

Unidad taxonómica: Haprendoles típicos

Estos suelos se desarrollan en cordones conchiles de diferente edad. Los cordones más extensos y modernos (aproximadamente 3.000 años AP) comprende junto con los intercordones una franja de poco más de 1 km de ancho en la zona de Los Talas y paraje La Florida, en el partido de Berisso, angostándose hacia el límite con el partido de Magdalena, donde tiene un ancho de aproximadamente 400 m. Existe otra serie de cordones más antiguos (alrededor de 6.000 años AP) y menos desarrollados en el borde con la Llanura Interior, en las cercanías de la Ruta Provincial 11, a ambos lados del límite que separa los partidos de La Plata y Berisso. Se encuentran asimismo en forma saltuaria en el partido de La Plata entre Ringuelet y Villa Elisa, cerca del límite entre las llanuras continental y marina. Los suelos son poco profundos, bien drenados.. Tienen un horizonte A, al que lo subyace un horizonte AC o C, constituido por capas subparalelas de conchilla en distinto grado de fragmentación, que alternan con rodados calcáreos y arena. Son suelos con restricciones para los cultivos en razón de la escasa profundidad efectiva y se asignó a esta unidad la subclase de capacidad de uso IVs. Desde el punto de vista ingenieril son suelos de baja o nula expansividad.

***Suelos formados principalmente a partir de sedimentos mixtos (marinos - continentales*)**

UNIDAD CARTOGRÁFICA: Nv5

Unidades taxonómicas: Complejo de Natracualfes vérticos 80% / Natracuoles, Argiacuoles y Argialboles 20%

Esta unidad se sitúa principalmente entre el Area de Influencia Continental y los cordones conchiles que atraviesan el Area de Origen Mixto. Se trata de ambientes planos a plano-cóncavos con intercalaciones de depresiones y vías de escurrimiento. Están sujetos a anegamiento frecuente y. tienen el nivel freático cercano a la superficie (1,00-2,5 m). Dominan los suelos con elevadas cantidades de sodio intercambiable que ocupan áreas planas o muy suavemente inclinadas En cubetas y vías de escurrimiento incipiente aparecen suelos con menores contenidos de sodio. (Argiacuoles y Argialboles). La unidad tiene graves limitaciones para el uso agropecuario en razón de la excesiva alcalinidad y la susceptibilidad al anegamiento de los suelos (subclase VIIws). Sin embargo, gran parte de la unidad está ocupada por áreas urbanas y los suelos han sido modificados en su parte superior por extracciones y rellenos. Para los usos ingenieriles debe tenerse en cuenta la alta expansividad de los suelos dominantes, además de los problemas de drenaje arriba mencionados.

UNIDAD CARTOGRÁFICA: HO

Unidad taxonómica: Consociación de Hapludoles oxiácuicos

Esta unidad comprende áreas planas, medianamente bajas, situados en el Area de Origen Mixto y Estuárico-Marino, entre brazos del arroyo El Pescado y paleocanales de marea cercanos, aproximadamente entre cotas de 3,5 y 5 m snm, en los partidos de La Plata y Berisso, cerca del partido de Magdalena Los suelos son moderadamente bien drenados, sujetos a anegamiento esporádico aunque con nivel freático que puede afectar la base del solum.. Le corresponde la

subclase de capacidad de uso IIIw. Desde el punto de vista ingenieril los suelos no presentan problemas de expansión-contracción como ocurre en gran parte de la región.

UNIDAD CARTOGRÁFICA: GI-5

Grupo indiferenciado de suelos de planicies aluviales de las Areas de Origen Mixto y Continental

Esta unidad incluye en su mayor parte los suelos que se encuentran en las planicies aluviales de los arroyos Circunvalación, Maldonado, Garibaldi y El Pescado en los cortos tramos que atraviesan las Areas de Origen Mixto antes de insumirse en la Planicie Costera. Existe una distribución intrincada de los suelos, los cuales muestran desarrollo variable: en unos casos incipiente (**Epiacuentes mólicos**) y en otros con horizontes Bt bien expresados (**Natracualfes vérticos, Epiacualfes típicos** y **vérticos.** La unidad tiene muy graves limitaciones para el uso agropecuario por la susceptibilidad al anegamiento e inundación y por el carácter sódico-salino de muchos de los suelos y se le asignó la subclase de capacidad de uso VIIws. Tampoco es apta para uso urbano o industrial.

UNIDAD CARTOGRAFICA: Aa

Unidades taxonómicas: Consociación de Argiudoles ácuicos

UNIDAD CARTOGRÁFICA: Aac

Unidades taxonómicas: Consociación de Argiudoles acuérticos

Estas unidades abarcan una pequeña superficie en algunos interfluvios planos a muy suavemente ondulados de las cuencas de los arroyos Garibaldi y El Pescado situados dentro del Area de Origen Mixto. Ocupa posiciones topográficas levemente más elevadas que los ambientes circundantes. Los suelos parecen haber evolucionado a partir de materiales de origen continental. Los suelos con drenaje moderadamente bueno a imperfecto, por susceptibilidad ocasional al anegamiento y a la formación de "capas colgadas" y el nivel freático puede afectar a veces a la base del solum. Se han diferenciado por tener los Argiudoles ácuicos menor contenido de arcilla y carecer de rasgos vérticos, lo que indica menor expansividad. A ambos suelos se le asignó la subclase IIIw de capacidad de uso.

UNIDAD CARTOGRÁFICA: Na

Unidades taxonómicas: Consociación de Natrudalfes acuérticos

La unidad de escasa superficie ocupa lomas planas bajas en el Área de Origen Mixta. El área está sujeta a anegamiento ocasional y nivel freático alto. Los suelos son sódicos al igual que en las áreas circundantes, diferenciándose de éstos por su mejor drenaje y la menor capacidad de expansión-contracción. Tiene la subclase VIws de capacidad de uso.

UNIDAD CARTOGRÁFICA: Nt

Unidades taxonómicas: Complejo de Natracuoles y Natracualfes típicos, fina, mixta, térmica (80%), Haprendoles y Udipsamentes típicos (20%). Incluye Tierra Urbana.

Esta unidad cartográfica se extiende entre los cordones conchiles y la Llanura Costera en el partido de La Plata, entre Ringuelet y Villa Elisa. Está constituida por ambientes planos o plano-cóncavos originados por depósitos marinos holocenos recientes. Aparecen asimismo antiguos depósitos arenosos de playa en los que se han formado suelos de escaso desarrollo (Udipsamentes típicos). Se incluyen en la unidad algunos suelos que presentan acumulaciones de carbonato de calcio en forma de conchilla (Haprendoles) a veces disturbados. Debido a sodicidad e hidromorfismo se asignó la subclase VIws. No se plantearían problemas serios de expansividad por arcillas; en cambio, existen problemas de anegamiento y en el caso de los Haprendoles, la posibilidad de encontrar en profundidad horizontes endurecidos.

UNIDAD CARTOGRÁFICA: Ua

Unidades taxonómicas: Consociación de Udortentes ácuicos

Esta unidad cartográfica ocupa una franja de 200 m de ancho y 2,5 km largo desde el límite con Berazategui hasta el arroyo Carnaval en el partido de La Plata. Forma parte de la Antigua Franja Costera o paleoacantilado que vincula el Area Continental con la Planicie Costera. Los suelos, de incipiente desarrollo, se han originado a partir de materiales loéssicos erosionados del borde del área continental, los cuales han sufrido un corto acarreo, mezclándose con sedimentos estuárico-marinos. Tienen condiciones físicas favorables para el enraizamiento de plantas hortícolas. Se asignó la subclase de capacidad de uso IIIw.

UNIDAD CARTOGRÁFICA: Ua1

Unidades taxonómicas: Consociación de Udortentes ácuicos, fase inclinada

Ocupa una angosta franja entre el área continental y la unidad Ua. Los suelos son similares a los de la unidad Ua, pero situados en una mayor pendiente, con mayor riesgo de erosión hídrica. Se les asignó lla subclase de capacidad de uso IIIe.

Suelos formados principalmente a partir de sedimentos continentales

UNIDAD CARTOGRAFICA: Albv

Unidades taxonómicas: Complejo de Albacualfes vérticos, Epiacuertes típicos y Natracualfes vérticos

Los suelos se encuentran casi siempre en cañadas y cubetas de la vertiente del río Samborombón en el partido de La Plata (arroyos Godoy, Cañada Larga y San Luis). Dominan los Albacualfes vérticos La unidad no es apta para uso agrícola debido al anegamiento prolongado que experimenta y en algunos casos, al exceso de sodio intercambiable. Se adjudicó la subclase de capacidad de uso VIws. El uso ingenieril tiene restricciones por el drenaje deficiente y la alta capacidad de expansión-contracción de casi todos los suelos de la unidad.

UNIDAD CARTOGRÁFICA AS

Unidades taxonómicas: Consociación de Serie Arturo Seguí (Argiudoles vérticos, fina, montmorillonítica, térmica)

La unidad se ubica en interfluvios convexos de los arroyos San Juan, Carnaval, Martín y Rodríguez. Incluye suelos de buena aptitud agrícola con buena fertilidad química y algunas deficiencias en su drenaje interno derivadas de la lenta permeabilidad del horizonte B. La elevada capacidad de contracción-expansión puede originar problemas en las raíces de las plantas y en construcciones. Se asignó el subgrupo de capacidad de uso I-2.

Se han diferenciado una fase inclinada y una fase por drenaje. La fase inclinada corresponde a la **Unidad Cartográfica AS1**. Se encuentra en pendientes del 2 al 4%, Los perfiles son similares a los ubicados en los interfluvios, salvo en algunas situaciones donde el espesor del horizonte A es más reducido. Son suelos con escurrimiento superficial medio a rápido y moderada susceptibilidad a la erosión hídrica,. Se asignó a esta unidad cartográfica la subclase IIe de capacidad de uso.

La fase por drenaje corresponde a la **Unidad Cartográfica AS 2**. Comprende suelos imperfectamente drenados situados en las nacientes de los arroyos San Juan, Carnaval, Martín y Rodríguez y algunas vías de escurrimiento incipientes que desaguan en esos arroyos.. Se asignó a esta unidad la subclase de capacidad de uso IIw.

La serie Arturo Seguí se encuentra también asociada con otros suelos, como en las siguientes unidades cartográficas:

UNIDAD CARTOGRAFICA: AS4

Unidades taxonómicas: Complejo de fases imperfectamente drenadas de: Serie Arturo Seguí Argiudoles vérticos, fina, montmorillonítica, térmica) - 60% Serie Gorina (Hapludertes típicos, fina, montmorillonítica, térmica)- 40 %

UNIDAD CARTOGRAFICA: AS5

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

UNIDAD CARTOGRAFICA: AS-Go

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

UNIDAD CARTOGRAFICA: EC

Unidades taxonómicas: Asociación de Serie Estancia Chica (Argiudoles vérticos, fina, illítica, térmica) - 80 % Serie Los Hornos (Argialboles vérticos, muy fina, térmica) - 20%

La unidad se extiende en su mayor parte en el interfluvio que separa las vertientes del río Samborombón y del río de la Plata Ocupa las cotas más elevadas del partido de La Plata (25 a 30

m snm). Es un área plana a muy suavemente ondulada con intercalaciones de áreas plano-cóncavas y cubetas.. Los suelos de la serie Estancia Chica aparecen en las partes más elevadas y la serie Los Hornos se encuentra en los sectores deprimidos. Existen leves deficiencias en el drenaje por el relieve plano y de la textura arcillosa del horizonte B. Las limitaciones son más importantes en suelos de la serie Los Hornos, que experimentan anegamiento prolongado. Se asignó a la unidad el subgrupo de capacidad de uso I-2. Desde el punto de vista ingenieril la unidad tiene los problemas derivados de la presencia significativa de arcillas expandibles, aunque el problema sería menor que en los suelos de la series Gorina y Arturo Seguí.

UNIDAD CARTOGRAFICA: Nv1

Unidades taxonómicas: Complejo de Natracualfes vérticos 60%. Series Esquina Negra (Hapludoles tapto-árgicos, familia fina, térmica) y La Cigüeña (Hapludoles tapto-glósicos,familia fina, térmica) 40 %

Esta unidad se encuentra en interfluvios planos situados entre afluentes del río Samborombón (arroyos Abascay, Cañada Larga y San Luis) en posiciones relativamente bajas. Se observan microlomas subcirculares donde aparecen las series La Cigüeña y Esquina Negra, rodeadas de áreas planas con baja cobertura vegetal donde se encuentran los Natracualfes vérticos. Los suelos de las microlomas tienen buenas condiciones para la agricultura por sus condiciones físicas y químicas. Sin embargo, los altos contenidos de sodio intercambiable y el drenaje deficiente de los suelos que las rodean condicionan el uso de toda la unidad que es preferentemente pecuario. Se asignó la subclase de capacidad de uso VIws.

UNIDAD CARTOGRAFICA: Nv2

Unidades taxonómicas: Complejo de Natracualfes vérticos 60 %. Serie Arturo Seguí, fase imperfectamente drenada y Albacualfes vérticos 40 %

La unidad incluye pendientes suaves (0,5-1,0 %) y extensas que vinculan interfluvios planos con vías de escurrimiento de la cuenca del río Samborombón y algunos afluentes del arroyo El Pescado. Es común la presencia de franjas ligeramente deprimidas, con suelos erosionados (Natracualfes vérticos) que alternan con sectores más elevados cuyos suelos presentan el perfil completo (Serie Arturo Seguí, fase imperfectamente drenada, y Albacualfes vérticos) y mayor cobertura vegetal. Debido a sodicidad y riesgo de anegamento y erosión se asignó la subclase VIews de capacidad de uso.

UNIDAD CARTOGRAFICA: Nv3

Unidades taxonómicas: Complejo de Natracualfes vérticos 80%. Argiudoles acuérticos 20%

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

UNIDAD CARTOGRÁFICA: nV4

Unidades taxonómicas: Complejo de Natracualfes vérticos 60%. Argiudoles acuérticos 40%

Esta unidad es similar a la Nv3, de la que se diferencia por la menor proporción de suelos sódicos, por lo cual tiene una capacidad de uso algo mejor: subclase VIws.

UNIDAD CARTOGRÁFICA: LH

Unidades taxonómicas: Consociación de Serie Los Hornos (Argialboles vérticos, familia muy fina, térmica)

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

UNIDAD CARTOGRAFICA: EN-LC

Unidades taxonómicas: Complejo de

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

La unidad se extiende en interfluvios del NO del partido de La Plata. Las series Esquina Negra y La Cigüeña están constituidas por un suelo superficial incipiente que sepulta a un suelo más antiguo de fuerte desarrollo. La serie La Cigüeña se encontraría en sectores más deprimidos de una paleosuperficie donde la mayor acumulación de agua ha producido una degradación de la parte superior del horizonte Bt antiguo. Es una unidad con suelos aptos para agricultura, aunque el relieve plano y el cambio textural abrupto entre los materiales superiores y los B sepultados originan "capas colgadas" de agua, las cuales pueden afectar a los cultivos sensibles en épocas de precipitaciones intensas. Se le asignó la subclase de capacidad de uso IIws. Desde el punto de vista ingenieril, todos los suelos de la unidad requieren la implementación de medidas para atenuar los problemas derivados de alta capacidad de expansión-contracción que se produce particularmente en los horizontes Btss.

UNIDAD CARTOGRÁFICA: Go

Unidades taxonómicas: Consociación de Serie Gorina (Hapludertes típicos, fina, montmorillonitica, térmica)

Los suelos de esta serie se ubican en gran parte en los interfluvios convexos y pendientes suaves situados entre los arroyos Rodríguez, Don Carlos, del Gato y Regimiento en el partido de La Plata. Se trata de una unidad con buenas condiciones para la agricultura, aunque presentan algunas limitaciones por permeabilidad lenta y dificultades en el enraizamiento derivadas de los altos contenidos de arcilla desde superficie. Se le asignó la subclase de capacidad de uso IIs. Desde el punto de vista ingenieril, la unidad presenta limitaciones por la alta capacidad de expansión-contracción de los suelos, lo que se refleja en grietas en muros, pisos y rotura de tuberías subterráneas. Se diferenciaron dos fases por pendientes de 2-4% (fase inclinada, ***Unidad Cartográfica Go1***) y por drenaje (fase imperfectamente drenada, ***Unidad Cartográfica Go2***)

UNIDAD CARTOGRAFICA: Ev

Unidades taxonómicas: Asociación de Epiacualfes y Epiacuoles vérticos 60%, Serie Gorina, fase inclinada 40 %

Esta unidad comprende pendientes que descienden desde de un interfluvio donde aparece la fase inclinada de la serie Gorina aunque con gradientes menores que en la Unidad Go1, y áreas cóncavas o plano-concavas, que concentran el escurrimiento superficial, donde se encuentran los Epiacualfes y Epiacuoles vérticos Tiene la subclase de capacidad de uso IVws.

UNIDAD CARTOGRÁFICA: U-AS/Go

Unidades taxonómicas: Complejo de Tierra Urbana-Series Arturo Seguí y Gorina

Esta unidad cartográfica abarca las áreas urbanas más densamente pobladas de la ciudad de La Plata y localidades vecinas, donde la mayor parte de los suelos se hallan cubiertos por edificaciones, pavimentos, etc. Por tal causa, no se ha efectuado en esas áreas un levantamiento de suelos convencional. En casi todos los casos, la parte superior de los perfiles está truncada, existiendo una o más capas de material de relleno.. Las observaciones realizadas en interfluvios y pendientes permiten suponer que los suelos corresponderían en la mayoría de los casos a las series Arturo Seguí y Gorina. La elevada capacidad de expansión-contracción es responsable de agrietamiento de paredes, roturas de cañerías, estrangulamiento de raíces de árboles, etc.

UNIDAD CARTOGRÁFICA U-PA

Complejo de: Tierra Urbana-Planicies Aluviales

La unidad corresponde a las antiguas planicies aluviales de los arroyos Pérez, Regimiento, del Zoológico y Circunvalación que atraviesan zonas de alta densidad urbana del partido de La Plata. Estos sectores son susceptibles a anegamiento luego de lluvias intensas, particularmente en sectores donde los desagües pluviales se hallan total o parcialmente obstruidos por falta de limpieza. Valen para los suelos de esta unidad los conceptos expresados en Ia Unidad U-AS/Go en lo referente a las modificaciones antrópicas. Los suelos originales de estas áreas corresponderían a los descriptos en las unidades cartográficas GI-C1 y GI-C2. Los suelos pueden diferir sustancialmente de los adyacentes por la presencia de materiales aluviales, lo que requiere estudios puntuales para definir su aptitud para fundaciones. Por otro lado, el nivel freático puede encontrarse cerca de la superficie en períodos de exceso hídrico.

UNIDAD CARTOGRÁFICA: GI-1

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

Esta unidad se difunde en planicies aluviales y áreas adyacentes y los cursos principales y afluentes mayores de gran parte de los arroyos que atraviesan el área de influencia continental. Se observan en cortas distancias variaciones en la secuencia y propiedades de los horizontes. Los suelos tienen en común el relieve plano o plano-cóncavo, riesgo de inundación frecuente, nivel freático cercano a la superficie, rasgos hidromórficos bien marcados y contenidos significativos de sodio intercambiable y/o sales solubles. Los ambientes en que aparece esta unidad cartográfica ofrecen graves limitaciones al uso, fundamentalmente por el riesgo de inundación y anegamiento y nivel freático cercano a la superficie. Se suma a menudo tenores elevados de sodio intercambiable y/o sales solubles.. Se asignó a esta unidad la subclase de capacidad de uso VIIws. La unidad también plantea serias limitaciones para el uso urbano o industrial por el riesgo de inundación. A ello debe sumarse la presencia frecuente de arcillas expansivas y la posibilidad de riesgo de corrosión al acero o al hormigón. Similares limitaciones y aptitud tienen las siguientes unidades:

UNIDAD CARTOGRÁFICA GI-2

Grupo indiferenciado de: Suelos de planicies aluviales de los arroyos Pérez, Regimiento, Maldonado y Garibaldi.

UNIDAD CARTOGRÁFICA GI-3

Grupo indiferenciado de: Suelos de planicies aluviales del arroyo El Pescado y afluentes (área continental)

UNIDAD CARTOGRÁFICA GI-4

Grupo indiferenciado de: Suelos de planicies aluviales de afluentes de la vertiente del río Samborombón

1.4.6- Capacidad o Aptitud de uso

El mapa básico de suelos ha sido reinterpretado, evaluando la aptitud de los suelos para el uso agrícola, ganadero o forestal. En el presente Informe, se presenta el mapa de aptitud o capacidad de uso de los suelos, a nivel de subclase, según la clasificación del Servicio de Conservación de Suelos de los EE.UU (Klingebiel y Montgomery, 1961). En la Sección 5 (Suelos), se indica la subclase de Capacidad de Uso, de cada Unidad Cartográfica. Este sistema está integrado por ocho clases (I a VIII), que indican un grado creciente de limitaciones para el uso agropecuario y forestal. Las clases I, II y III son las mejores para los cultivos, y no existen en Berisso y Ensenada. Esto se expresa en una columna en el Cuadro Descriptivo de Geomorfología (Figura 6)

1.4.7- Degradación de suelos por actividades extractivas

Como ya se indicó, las actividades extractivas constituyen la principal causa de pérdida de suelo en el área de estudio (Mapa 7). Por lo tanto se consideró de suma importancia elaborar el correspondiente mapa temático. En el mismo se actualizaron los mapas de canteras y áreas decapitadas, volcadas en la cartografía del libro "Análisis Ambiental del Partido de La Plata", del 2006. Se incorporaron las canteras de Berisso descriptas en el Informe "Elaboración y transferencia de cartografía temática e implementación de un Sistema de Información Geográfica para el Planeamiento", del año 2005. Y también se agregaron las de Ensenada.

Respecto a la superficie afectada, medida en 2006, para el Partido de La Plata, muestra un total de 572 Has, para Berisso 54 Has y para Ensenada 96 Has, con un total de 722 Has de canteras.

Para los tres partidos, y para el período 2006-2016, se indica un **aumento de 234 Has** en 10 años, divididos en La Plata, 222 Has, Berisso, 12 Has y ninguna nueva en Ensenada.

La delimitación de áreas decapitadas se realizó mediante fotointerpretación ya que éstas presentan un patrón fotográfico particular que permite delimitarlas con cierto margen de seguridad, complementándose la identificación con control de la pérdida del horizonte A, a partir de trabajo de campo. Las áreas con decapitaciones antiguas y luego recuperadas o bajo uso urbano resultan de difícil identificación.

Para las áreas decapitadas se consideraron tanto los sectores de aporte a los hornos de ladrillos en explotación como los sectores donde existió extracción del horizonte humífero y que en la actualidad se encuentran principalmente urbanizadas, baldías o bajo uso ganadero extensivo. La

decapitación del horizonte húmico superficial, cartografiada para informes anteriores, muestra algunas diferencias con chequeos recientes, que pueden estar indicando algunos trabajos de recuperación de parcelas a través del agregado de compost y fertlizantes. Esto se debe estudiar superponiendo los mapas antiguos con los de este año, y merece la pena encarar una nueva investigación.

A los fines del estudio de las inundaciones, se pudo establecer que este proceso de decapitación puede aumentar la vulnerabilidad de algunas zonas por disminución de la altura del terreno, como por ejemplo el barrio el Rincón de Villa Elisa, afectado gravemente por la inundación del 2008. Esta zona sufrió la modificación antrópica de la hidrografía, la geomorfología y las cotas de nivel del terreno, que ocasionaron el agravamiento de la inundación de una amplia zona de Villa Elisa, que presenta una extendida zona decapitada y que originó el aumento de la superficie de las planicies de inundación natural.

También se seguirá trabajando en un Proyecto de investigación aplicada al uso de flora desarrollada en suelos descriptos como decapitados, como una forma alternativa de reconocer este fenómeno de degradación. Un informe de dicha investigación se adjunta al final de este Informe, como Anexo.

1.4.8- Uso Actual del suelo

Este es uno de los parámetros territoriales que más cambió en los últimos 10 años. Toda la actividad realizada por el hombre sobre el territorio, trae aparejado, en mayor o menor grado una afectación sobre el medio natural. Y al mismo tiempo es importante establecer que toda la actividad humana, ya sea la comercial, productiva o residencial, se ve **vulnerada** en sus posibilidades ante un proceso de inundación. Es por eso que es necesario delimitar con sumo detalle los distintos usos que se hacen sobre él territorio.

Para el trabajo editado en 2006, el Uso Actual de la Tierra en La Plata, se determinó, mediante fotointerpretación con fotogramas aéreos de los años 1997 y 2001, actualizado al año 2004 mediante trabajo de campo. También se determinó el uso de la tierra para el año 1966, mediante la utilización de mosaicos aerofotográficos en escala 1:20.000.

El análisis de imágenes satelitales de distintas épocas, permite detectar un avance del área urbana que ejerce una muy fuerte presión sobre el sector de uso agrícola intensivo (horticultura, floricultura). Éste a su vez, al verse desplazado, comienza a ocupar áreas antes utilizadas para uso agropecuario (agricultura extensiva, ganadería de cría, tambo, haras, etc.). Este corrimiento de la agricultura intensiva, tiene como freno la disminución de la calidad de los suelos, hacia el sector de la vertiente del Samborombom.

Durante la realización del presente Proyecto, se trabajó con el análisis de imágenes del Google Earth, de los últimos 2 años. En el caso del mapa de Uso del suelo, la leyenda incorpora algunos usos no tenidos en cuenta en el 2006. La agricultura intensiva incorporó la delimitación de los predios que ocupan los Invernaderos. En el caso de uso residencial se delimitaron zonas de residencias extraurbanas o rurales, de mínima densidad de construcción, que también crecieron mucho en estos últimos años, en detrimento de las áreas productivas. También se delimitaron los predios utilizados para la actividad comercial en la zona rural. La leyenda del mapa muestra las actividades realizadas en los tres partidos: (Mapa 8)

- **Urbano** (Incluye comercial, administrativo, educacional, sanitario, etc.)
- **Baldío,** en áreas urbanas.
- **Recreativo** (plazas, parques, clubes, balnearios, estadios, hipódromos, canchas, club de planeadores, ribera, náuticos y balnearios del Rio de la Plata, etc.)
- **Residencial rural,** casa quinta de superficies mayores a las de la zonas urbanas, con dimensiones catastrales correspondientes a quintas o chacras, no menores de 2 hectáreas, sin actividad productiva.
- **Comercial rural,** grandes predios como galpones de almacenamiento, acopio y venta de materiales de construcción o sanitarios, corralones, madereras, mercado de flores.
- **Servicios** (rutas y área de servicio de la ruta, cementerio, cárcel, aeropuerto, estaciones de tren, subestación eléctrica, áreas militares, zona franca, terminales de ómnibus, mercado central, usinas termoeléctrica, plantas de tratamiento y/o distribución de agua potable, estaciones de bombeo y reservorios pegados al terraplén costero de Berisso, plantas de separación, tratamiento y clasificación de residuos sólidos urbanos, almacenamiento de gas metano, de líquidos cloacales o efluentes industriales,**)**
- **Portuario**

- **Agrícola intensivo** (incluye horticultura, floricultura y fruticultura, muchas veces asociadas a apicultura y granja de pequeños animales. La mayor superficie es ocupada por la horticultura, especialmente los cultivos de tomate, apio y alcaucil, donde La Plata constituye un gran centro productivo del país y una de las más importantes fuentes de mano de obra de la región. Pueden realizarse a cielo abierto o bajo cubierta y genera alimentos que son consumidos principalmente en el Gran La Plata y Gran Buenos Aires, destinándose últimamente un gran volumen a la exportación. En Berisso, en el monte ribereño, existen emprendimientos que trabajan viñedos de uva "chinche" o americana (Vitis labrusca) para la elaboración del "vino de la costa", característico de la zona, como álamos, mimbre y junco.
- **Intensivo Bajo Cubierta**, en los últimos años se intensificó el uso de invernaderos.
- **Agropecuario extensivo**, reservado a los cultivos de soja, trigo, maíz, girasol, lino, etc.. Incluye pasturas artificiales para ganadería, tambo, haras, cabañas, etc. También incluye el uso ganadero extensivo y los terrenos incultos que pueden corresponder principalmente a terrenos antiguamente decapitados con mínima recuperación, o bien suelos degradados, químicamente agotados y con serios problemas de alteración física, por intenso uso hortícola. Para estos suelos la receptividad ganadera es muy baja. También se destinan a este uso los sectores relacionados a la planicies de inundación de los arroyos, y gran parte de la región Este y Sur del partido de La Plata, correspondiente a las cuencas del arroyo El Pescado y los de la vertiente del río Samborombón.. En la Planicie Costera, tanto en Berisso como en Ensenada, debido a las limitaciones que presentan los suelos de la región esta actividad se limita a pastoreo sobre pastos naturales con una muy baja carga animal, sobre campos correspondientes a la planicie costera de origen marino, especialmente en las unidades geomorfológicas denominadas Llanura de Fango y Cordón Litoral.
- **Agrícola experimental,** En La Plata, Estación Experimental Gorina del MAA de la Pcia, la Estación Experimental Ing. Hirschorn , FCAyF-UNLP y los terrenos aledaños a esta Facultad en el Bosque.
- **Forestal**, en La Plata esta actividad es reducida ya que ha sido poco incentivada y promocionada. Este uso podría ser una alternativa en suelos con limitaciones por sodicidad o exceso de agua, donde el uso agrícola es problemático, particularmente en la vertiente del río Samborombón. Una correcta selección de especies y un manejo adecuado de las plantaciones son esenciales en estos casos. Las actividades ganaderas y forestales (sistemas silvo-pastoriles) pueden combinarse, como se ha observado en algún caso en la zona. En Berisso, hay actividad forestal en la llanura aluvional, con plantaciones de especies que resisten las zonas inundables, donde se explota tanto el monte nativo como el implantado para aprovechamiento de su madera como álamo o mimbre. También en esta zona se realiza la explotación del junco y de la caña.
- **Reserva Natural Integral Mixta,** zona intangible, localizada en Punta Lara, Partido de Ensenada, cuyo objetivo es la protección de sus características naturales e investigación científica. Respecto a su categoría de manejo es una reserva natural estricta.
- **Industrial (**frigoríficos, fábricas y parques industriales, refinería de YPF, astilleros, acerías, fábrica de pinturas, laboratorios, fábrica de triturado y limpieza de conchilla).
- **Land Farming**, tratamiento de derivados del petróleo.
- **Engorde a corral** o feed-lot, sistema intensivo de producción de carne bovina con animales en confinamiento y dietas de alta concentración energética y alta digestibilidad. En La Plata, parcela en Ruta 36 y acceso a Oliden, se lo diferenció debido a los impactos que pueden causar en el ambiente: a) generación de grandes cantidades de excretas con importantes aportes de nitrógeno, fósforo y, a veces, patógenos, con posible contaminación del suelo y las aguas superficiales y subterráneas; b) eutrofización de ecosistemas acuáticos; c) contaminación del aire por el gas amoníaco, de olor desagradable; d) proliferación de moscas por las grandes cantidades de estiércol y e) compactación del suelo por pisoteo.
- **Avícola,** criaderos de pollos, emprendimientos localizados en su mayoría en el sector rural, al suroeste del Partido de La Plata. Otros tres en Berisso.
- **Extractivo** (canteras de loess y tosca, arena o conchilla) cavas, en los tres partidos, tanto abandonadas como en explotación. Áreas decapitadas, con eliminación del horizonte húmico, sólo presentes en La Plata. Incluye también la localización de hornos de ladrillos y fábricas de ladrillos cerámicos que presentan actividad en la actualidad. La actividad extractiva está considerada una actividad minera del suelo, ya sea de horizontes humíferos superficiales o de sedimentos profundos, donde el destino del material depende de la profundidad de la extracción. Esta actividad entra en conflicto con el uso agrícola intensivo o agropecuario y con las zonas residenciales, en la medida que la urbanización avanza hacia la periferia, generalmente sobre suelos previamente decapitados, a la vez que incorpora en su trama a las antiguas canteras abandonadas. En Berisso, la actividad extractiva, actualmente está restringida a una cantera de arena, en la zona de la llanura aluvional, ya que las canteras de conchilla, diferenciadas sobre el cordón conchil, no se explotan más. La planta de trituración y lavado de este material que se encuentra sobre la calle Montevideo, se abastece con calcáreo de explotaciones localizadas en el partido de Punta Indio.
- **Enterramiento de basura,** CEAMSE, en Ensenada. En La Plata, dos antiguas cavas rellenas de basura, hoy parcelas abandonadas, de topografía positiva, sin ningún otro tipo de uso actual. En Berisso un antigua cava rellena de basura.

Recomendación: sería interesante que cada Delegación Municipal, cuente con un juego de mapas a escala de detalle, para que se actualicen permanentemente los usos.

1.4.9- Infiltración disminuida

Este cartografía (Mapa 9), tiene especial entidad en el partido de La Plata, ya que en Berisso y Ensenada, debido a las características de sus suelos, las zonas de importancia para la infiltración del agua de lluvia son realmente mínimas. Una vez determinados los usos del suelo, se establecen áreas que sumadas, permiten establecer grandes extensiones, tanto urbanas como rurales, donde la actividad humana afectó directamente la capacidad del medio natural para producir la **infiltración** del agua de lluvia. La **urbanización**, que tapiza de asfalto y construcciones como la **agricultura bajo cubierta** que impermeabilizan mediante el uso de invernaderos, han disminuido en un importante porcentaje la superficie de infiltración. Además del factor de la **decapitación** de suelos que deja en superficie, en lugar de un horizonte absorbente de suelo húmico, fértil, con raíces que permiten infiltrar el agua de lluvia, un suelo arcilloso, impermeable, plástico, localizado por debajo del horizonte húmico. Estas prácticas pueden mapearse para así dimensionar el daño producido, calculando **superficies** de infiltración disminuida, por cuenca y por partido.

Esta disminución de la infiltración natural, produce la consiguiente aceleración de los procesos de **escurrimiento superficial,** que puede resultar negativos durante una inundación. El incremento de la velocidad del agua escurrida, el desarrollo de procesos erosivos, la llegada más rápida a los cursos y a las cuencas bajas, el aumento de la profundidad de la zona inundada, y la permanencia por mayor tiempo del agua de inundación, son procesos potenciados por el aumento de este fenómeno. A todo esto debemos agregar que, en nuestra región, la cuenca baja de los arroyos, es el lugar preferencial donde se desarrolla la ocupación urbana, lo que torna más peligroso la ocupación antrópica de estas zonas.

1.4.10- Peligrosidad de inundación

La **Peligrosidad** de un área, se enmarca en el grado de **Vulnerabilidad** que presenta el medio físico, respecto a la **Amenaza** de la lluvia**.** Este medio físico, definido por el estudio integrado del **clima** de la región y los registros **meteorológicos**, vinculados con los mapas de **Topografía, Hidrografía, Geomorfología** y **Suelos**, donde se delimita el grado de **anegabilidad** de cada unidad geomórfica, nos permite llegar al Mapa 10, de **Peligrosidad de Inundación.** Este mapa demarca las áreas afectadas por anegabilidad producto de la lluvia, entendida ésta como **Amenaza**.

Una manera práctica y usual de representar estos grados de peligrosidad es a través del código del semáforo, rojo-máximo, naranja-mediano, amarillo-bajo y verde -mínimo. Indicamos así, como peligrosas, las unidades geomórficas que presentan suelos anegables, como los cauces de arroyos, las cañadas, las planicies naturales de inundación, las cubetas, los bañados, las lagunas o desde otro punto de vista, las áreas deprimidas, por procesos de actividades extractivas de suelos. Esto ayuda a interpretar los mapas a gestores que deben tomar decisiones urgentes y aún a ciudadanos sin formación académica para la lectura de esta información.

Un error que suele cometerse es calificar la Peligrosidad, como de origen estrictamente natural, ubicando el factor humano solamente en la componente de Vulnerabilidad. Se olvida así que, en oportunidades, el medio modificado es **agravante** o **mitigador** de las condiciones de Peligrosidad. Por eso es conveniente incluir en el Mapa de Peligrosidad algunas modificaciones importantes realizadas sobre las cotas, que pueden modificar sustancialmente el peligro:

- *Respecto a los rellenos*: El murallón costero de Berisso, los terraplenes o los rellenos de predios, mitigan, pero producen modificaciones localizadas y parciales que dejan parcelas o zonas no rellenadas a merced de la inundación. En La Plata, el relleno del predio del Estadio Único, notablemente sobreelevado, el intercambiador Benoit elevado sobre el curso del Ao del Gato, con un aumento de cota notable, o el terraplén del ferrocarril o de la Autopista La Plata Buenos Aires, transversales al escurrimiento regional, son ejemplos de la elevación de cotas por relleno.

- *Respecto a las decapitaciones*, la disminución de las cotas, elabora nuevas condiciones en los predios afectados y agravan la situación. Un ejemplo de esto se ve en el Barrio El Rincón de Va Elisa (Figura 8).

Uno de los problemas de utilizar el mapa topográfico-geomórfico-edafológico, como base fundamental para determinar áreas de peligrosidad y riesgo de inundación, se nos presentó al analizar las alteraciones realizadas a las características topográficas de zonas inundables, donde se han modificado las cotas, tanto sobreelevándolas a través del **relleno** artificial del terreno, como bajándolas a partir de la **extracción** de suelo. Estas modificaciones se observaron en distintos lugares de los tres partidos.

En **Ensenada**, desarrollada casi en su totalidad sobre material arcilloso y de bañados, con cotas muy bajas, fue necesario elevar las cotas con rellenos, para desarrollar las zonas urbanas. Igualmente pasó con los emprendimientos industriales, como la Destilería y la Refinería de YPF, Siderar, Acindar, Petroquen, o de servicios como el Puerto, el CEAMSE, la Planta Termoeléctrica, la Planta de tratamiento de Aguas de ABSA o la traza de la Autopista La Plata - Buenos Aires. Todas ellas se establecieron sobre la Planicie Costera a partir del relleno de amplios sectores.

En **Berisso**, se da un fenómeno similar, pero cuentan con una característica del medio natural algo más favorable, ya que las zonas de desarrollo urbano fueron asentadas, en principio, sobre un antiguo cordón conchil, de geomorfología positiva dentro de la chatura general del paisaje, sobre el que se trazó la calle Montevideo. Sobre este cordón conchil, y hacia el este de la zona urbana, se fue desarrollando una intensa actividad extractiva de conchilla que permitió emprendimientos rentables en un comienzo. Pero también significaron una profundización peligrosa, donde verdaderas piletas se transformaron en trampas mortales para la población, que cuenta con lamentables experiencias de accidentes y ahogados.

En los bordes del bañado se desarrolla un cordón litoral, con cotas levemente más altas y apoyado sobre un horizonte ligeramente arenoso, donde se ha desarrollado el crecimiento urbano.

También en lo productivo, Berisso presenta una zona de suelos arenosos de origen fluvial, donde es posible llevar adelante una agricultura intensiva de verduras, frutales, vides y álamos.

Con el correr de los años, tanto **Berisso** como **Ensenada**, fueron necesitando crecer su área urbana y ocuparon las zonas más bajas, fangosas, de pajonales y bañados, con alto riesgo de inundación, con insuficientes planes oficiales para controlar, ordenar y planificar el uso del territorio en estas zonas. Por otro lado urbanizarlas, es desaconsejable por el hecho de tratarse de humedales de importancia ecológica, que deberían preservarse.

Los beneficios económicos, sociales y ecológicos que estos tipos de ecosistemas prestan en su estado natural, son variados e importantísimos, entre ellos su utilización como reserva de agua, recarga de acuíferos, prevención de la intrusión salina en los acuíferos costeros, protección de la calidad de las aguas a través de la retención y remoción de tóxicos y sedimentos, estabilización de líneas de costa, protección contra la erosión, regulación del cambio climático por la retención de carbono, protección contra tormentas y control de inundaciones.

En esto último, en el caso especial de los bañados de Berisso y Ensenada, cumplen una función fundamental respecto a las inundaciones, ya que actúan como receptor y amortiguador del agua de los cursos desarrollados en las áreas de cabecera de los arroyos que llegan a la planicie costera desde La Plata.

Todo este análisis, se vuelca en la elaboración del mapa de peligro de inundación, que ya no es sólo de peligro natural, dado que las zonas rellenadas, con visibles modificaciones antrópicas, pasan a ser clasificadas como de menor peligro y otras donde los rellenos impiden el normal escurrimiento se clasifican como áreas de peligro.

Sobre estos mapas es posible volcar innumerables datos de diferentes procedencias. Los distintos equipos de trabajo han ido conformando sus aportes profesionales que completan y enriquecen el Mapa de Riesgo de Inundación, sumando elementos para cuantificar la vulnerabilidad de las distintas unidades.

Para ejecutar el Mapa de Peligrosidad de Inundación se requirió de un trabajo de campo exhaustivo, confirmaciones con vecinos y participación en Asambleas barriales. Este análisis es importante a la hora de confeccionar el **Mapa de Riesgo** utilizando, como mapa previo, el **Mapa de Peligrosidad de Inundación**. (Mapa 10).

1.4.11- Riesgo de Inundación, Vulnerabilidad y Alerta

Durante el Proyecto, se realizó una detallada investigación, respecto a los objetivos planteados, centrándose en principio en la delimitación exacta de la mancha de agua producida por el desastre de abril del 2013 en la Rigión Capital, con trabajos de gabinete y de recorridas de campo, intercambiando información con los vecinos damnificados. Con los mapas realizados con anterioridad, se recorrieron las Cuencas afectadas, chequeando, corrigiendo e incluso aportando algunas modificaciones.

Superponiendo el Mapa de **Peligrosidad de Inundación** determinada por el medio físico natural y modificado antrópicamente del territorio, con el Mapa de **Uso de la tierra,** que indica cómo fue utilizado ese medio, se obtiene una caracterización de la vulnerabilidad. Es importante señalar que el CISAUA no describió usos hacia adentro de la zona urbana. El uso puede ser fortalecido por mapas **demográficos,** de **densidad poblacional,** el tipo de **vivienda**, la presencia o ausencia **de servicios,** localización de escuelas, policía, hospitales, etc. siendo posible determinar el grado de **Vulnerabilidad** territorial ante la **Amenaza** de una tormenta.

Si tenemos en cuenta la definición de **Riesgo, R = A x V,** que lo describe como la **Amenaza** (agente capaz de generar daño, en este caso, la lluvia) por la **Vulnerabilidad,** diferenciada en Vulnerabilidad por áreas peligrosas, naturales o inducidas, expresada en el ***Mapa de Peligrosidad,*** o la Vulnerabilidad por actividad humana, que utiliza esas áreas anegables, descripta en el ***Mapa de Uso Actual del territorio*****,** vemos que del cruce de estos dos mapas, considerados como insumos que delimitan la **Vulnerabilidad** de la zona, surge claramente la delimitación física del **Riesgo de Inundación** frente a una **Amenaza.**

El hecho de ponderar distintos tipos de vulnerabilidades, es lo que puede cambiar las características de un Mapa de Riesgo. Es importante tener en cuenta, a la hora de determinar riesgos, que tanto las zonas urbanas como las rurales, poseen distintos tipos de riesgo de inundación. De acuerdo a la ocupación de las zonas urbanas como de las rurales, el riesgo debe ponderarse por igual aunque no afecte vidas humanas, ya que la interrupción de la actividad productiva y las vías de comunicación que permiten el tránsito de bienes, también pueden ocasionar desastres. Este Mapa es la suma de los esfuerzos de varios grupos de profesionales que conforman este Proyecto.

En el Mapa de **Riesgo de Inundación, Vulnerabilidad y Alerta** (Mapa 11), se reagruparon las categorías definidas en el mapa de peligrosidad, delimitando dos grandes áreas: las **anegables (**peligrosidad máxima y mediana**)** y las **no anegables (**peligrosidad baja y mínima**).**

A posteriori, dentro de las **anegables**, se identificaron cuatro categorías:

- En **azul**, las áreas construídas, correspondientes a zonas de mayor densidad ocupacional, (**uso urbano**, **industrial, servicios, portuario,** etc.) con **riesgo máximo** de inundación.
- En **celeste**, las que corresponden a zonas **productivas de uso agropecuario intensivo, residencial y comercial rural**, de menor densidad de ocupación, con **riesgo medio** de inundación.
- En **verde,** las que corresponden a áreas **baldías**, dentro de las zonas urbanizadas o de baja densidad de construcción, o en la zona rural de **actividades extensivas.** Éstas se consideran **Áreas de Alerta,** ante el riesgo potencial de ser utilizadas para actividades productivas o para su urbanización, la cual es considerada totalmente inapropiada.
- En **rosa**, las zonas anegables que **no presentan riesgos considerables**, por ser de ocupación baja a nula, como las canteras, el uso forestal o la reserva de Punta Lara.

En el Mapa, las áreas **no anegables**, se representaron: en **gris**, la mancha urbana o construída y en color blanco, el resto de los usos.

Sugerencias de Alerta que no fueron escuchadas: respecto a éstas últimas**,** es conveniente señalar que en el trabajo presentado en el 2006, al elaborar el Mapa de Riesgo de Inundación se cruzaron las áreas anegables, descriptas en el mapa geomorfológico, con el **mapa de uso del suelo**, y a partir de esto se delimitaron áreas de **Alerta**, en áreas urbanas que mostraban baldíos dentro de zonas urbanas, que estaban sujetos a riesgos de inundación, con recomendaciones de no

urbanizarlas, cuidar que no se asienten barrios precarios y respetar las vías naturales de escurrimiento y las planicies de inundación natural de los arroyos, en caso de planificar nuevos barrios. La mayoría de esas áreas delimitadas con color verde, **fueron ocupadas** legal o ilegalmente en estos 10 años transcurridos desde la presentación de ese informe.
En este Proyecto, el **Mapa de Riesgo de Inundación, Vulnerabilidad y Alerta - 2016** - Mapa 11, nos muestra la tendencia de ocupación y los errores cometidos al urbanizarse todas las áreas de alerta señaladas hace 10 años, con las dramáticas consecuencias del 2013.

En el **Mapa de Riesgo, Vulnerabilidad y Alerta en la Cuenca del Arroyo El Pescado**, la zona correspondiente al Barrio Sicardi situado al este de La Plata, entre las calles 7, 22, 640 y 671, se la trató como un caso particular, debido al intenso uso urbano que se desarrolló en esa zona en los últimos 10 años, ya que la construcción de viviendas se acercó peligrosamente a las áreas anegables del arroyo El Pescado, con el agravante de que existe una traza de amanzanamiento, aún dentro de la planicie de inundación y de los bañados. Lo que consideramos interesante de destacar, es que, para este Informe, los grados de las áreas de alerta cambian en función de la cercanía a zonas de rápido crecimiento de la superficie ocupada por la urbanización.

Para esto se separó, a través de la vía del FFCC que une la Estación Elizalde con Ignacio Correa, la zona ocupada por este barrio al noreste y la zona rural al suroeste de la vía, adoptando distintos criterios para cada una: por un lado, un criterio de **uso urbano en crecimiento** por lo que se le dio más peso al Riesgo de esta zona y por otro, la correspondiente al resto de la cuenca del Pescado, que se trató como **zona rural**, por lo que bajó el Riesgo, la Vulnerabilidad y el Alerta, tal como fue encarado en el resto de los arroyos correspondientes a las cuencas que desaguan en el Río Samborombom.

1.5.- PARTICULARIDADES SURGIDAS DURANTE EL TRABAJO

1.5.1- Manifestación de una nueva unidad geomórfica

En el Partido de La Plata, se concluyó, que las cuencas de los arroyos, Del Gato, del Zoológico, Circunvalación y Maldonado, se vieron afectadas en el 2013, por una tormenta excepcional, medida por el Observatorio del Bosque en 394 mm, a lo largo de 24 hs. Semejante cantidad de agua precipitada, originó una inundación en el área urbana platense, que superó las Planicies de Inundación, y permitió establecer y delimitar una **Planicie Mayor de Inundación** más extendida, también de pendientes muy bajas, situada a continuación de la mencionada anteriormente.

Ésta unidad geomórfica, separa las Planicies de inundación natural, de la Pendiente o antigua pared del valle y el Interfluvio de mayor altura relativa, y se definió en principio, en las cuenca de los Arroyos del Gato, Pérez y Regimiento, en la del Zoológico, Circunvalación y Maldonado. Posteriormente se delimitó con un profundo trabajo de campo, en la de los arroyos Rodriguez- Don Carlos, Carnaval – Martín, debido a los testimonios de vecinos afectados por la mancha de agua generada por la **inundación del 2008**.

Figura 7 - Corte esquemático transversal al cauce

1.5.2- Influencia de la decapitación de suelos en las inundaciones

Respecto a la **Inundación del 2008**, como producto de una tormenta excepcional caída sobre la cuenca de los Arroyos Carnaval / Martín, y Rodriguez/ Don Carlos, se produjo el desborde de estos arroyos. De esta inundación queda una experiencia esclarecedora de la importancia de la planificación territorial, apoyada en las características topográficas, hidrográficas y geomórfológicas de las distintas cuencas y de la importancia de conocer los efectos de la degradación de suelos producto de la actividad extractiva, que produce una notoria disminución de las cotas del terreno y la permeabilidad de los suelos. Es así que esas zonas sufrieron la modificación antrópica de la hidrografía, la geomorfología y las cotas de nivel del terreno, que ocasionaron el agravamiento de la inundación de una amplia zona de Villa Elisa, especialmente el Barrio El Rincón, desarrollado sobre una extendida zona decapitada. Ver Figura 8.

El desastre permitió evidenciar los daños acaecidos como consecuencia de las modificaciones al medio natural de los arroyos. Por un lado, un emprendimiento inmobiliario que, con la intensión de lotear toda la zona, propició el desvío del cauce del arroyo mediante un canal ejecutado desde aguas arriba, con la intensión de evitar que el agua se desplace por las planicies naturales de estos cursos, situadas en cotas mucho más bajas, sin tener en cuenta que las áreas deprimidas, correspondientes a las planicies de inundación natural, seguían funcionando como tal.

El peligro de esas parcelas, se agravó al haber sido modificadas sus cotas por procesos de decapitación de suelos, realizados antes de su loteo. Las zonas más bajas correspondientes a las planicies de inundación de los arroyos que convergían en esa zona se vieron ampliadas al ser sometidas a la extracción de suelo, para uso ladrillero. En esas áreas durante la inundación del 2008, el agua llegó a más de 2 m de altura. Por otro lado, respecto a la extracción de la capa superficial del suelo, las cotas fueron rebajadas artificialmente cerca de 1,00 m. Es así que el canal realizado, desbordaba e inundaba con alturas de hasta 1,20m, zonas que, de no existir esa obra y esas prácticas, no se hubieran inundado. Superponiendo las zonas decapitadas, con el mapa de peligro o amenaza hídrico, quedarán en evidencia las modificaciónes topográficas y geomórficas que se producen al decapitar el suelo (entre 30 y 100 cm) y que dá lugar a la notable ampliación de las superficies de las planicies de inundación, como pasó en la cuenca del Carnaval en 2008.

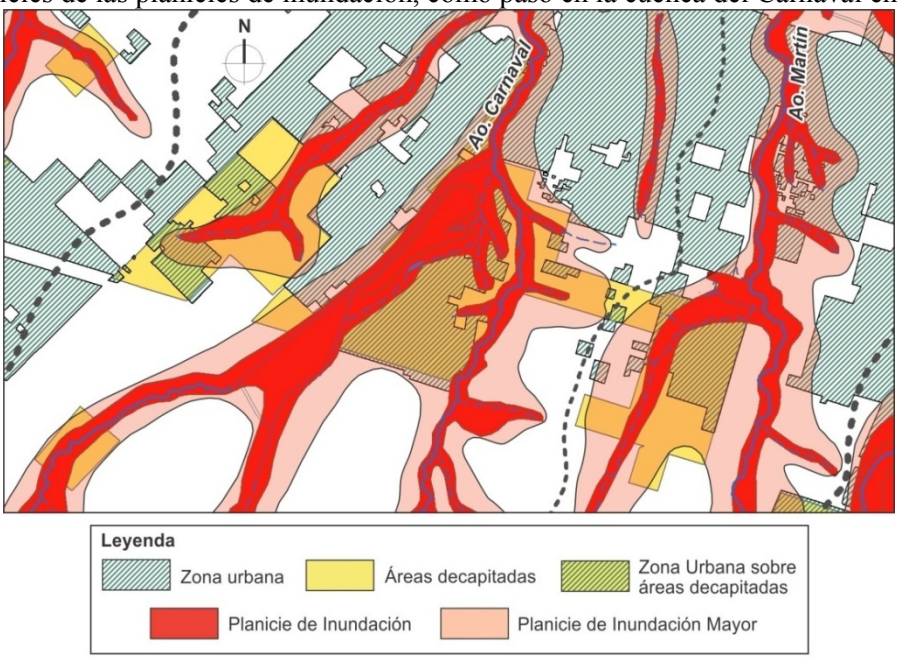


Figura 8 - Ao. Carnaval - Bo. el Rincón - Superposición decapitados y urbanización. Aumento de la superficie anegable.

Hasta la actualidad, los arroyos, ante cada lluvia, ocupan como es lógico, sus áreas anegables y sus lugares de drenaje natural, además de circular por el canal construido, anegando áreas que, de no existir este canal, no se anegarían.

1.5.3- Agravamiento de las problemáticas ambientales, por la explotación de canteras

También la ejecución de canteras, para extracción de material de relleno, produce una grave situación de abandono de estos sitios, transformados en pasivos ambientales que, al llenarse de agua se transforman en peligrosas trampas mortales. Hay decenas de casos de muertes en canteras por ahogamientos, en los tres partidos. En la zona de las cavas del barrio cercano al aeropuerto de La Plata, en la Cuenca del Arroyo Garibaldi, se produjo el desaprovechamiento del uso óptimo de un territorio formado por excelentes suelos, con topografía positiva, no inundable, donde fueron eliminados 2 Km^2 de territorio útil, sin seguir un Plan de Ordenamiento Territorial y produciendo una evidente degradación ambiental de la zona**.** El material extraído fue utilizado para rellenar suelos de bajo aprovechamiento productivo.

Un ejemplo positivo respecto al uso de estos pasivos ambientales, se puede ver en la cantera de Hernández situada entre las calles 501, 491,133 y 136. En ella se hizo un excelente trabajo de adecuación del entorno, transformando un área peligrosa en un paseo, con iluminación, y servicios, que pueden aprovechar tanto el público en general como los habitantes de los barrios residenciales de los alrededores.

Por otro lado, y respecto a Berisso, es cierto que en las canteras realizadas allí, fueron explotados los cordones conchiles con buenos resultados económicos durante años, pero debido a la limitación de suelo urbanizable, se desaprovechó la posibilidad de ampliar y crecer urbanísticamente. También en las canteras de Berisso y Ensenada se produjeron varios muertes con personas ahogadas, por usarlas como balnearios. Por otro lado, en Berisso, las canteras se utilizaron positivamente para reservorios de agua, como los construídos junto a las Estaciones de Bombeo.

1.5.4- Problemas ambientales por urbanización en áreas inundables

Como si no tuviera ninguna importancia, ni a nivel oficial, ni privado, la población vuelve a ocupar los lugares de riesgo de inundación, ya sea a partir de tomas de tierras, usurpaciones, asentamientos, viviendas precarias, o con la edificación de modernas viviendas de barrios PROCREAR, Clubes de campo o Countries, que se ubican en planicies naturales de inundación, **sin ningún control por parte del Estado**. Es más, a veces se modifica la topografía y la hidrografía para solucionar un problema puntual sin tener en cuenta el escurrimiento natural de la zona. En nuestros trabajos de campo, nos cansamos de ver estas problemáticas.

También hemos podido ver modificaciones de cursos, canales o escurrimientos, tanto profundizando como tapando o obturando, realizados por particulares que afectan a otros vecinos, sin estudios ni proyectos previos.

Un ejemplo especial se menciona en el ítem Mapa de Riesgo, Vulnerabilidad y Alerta, (Mapa 11) respecto al **Barrio Sicardi**.

1.5.5- Origen de los riesgos de inundación en Berissso y Ensenada

En los partidos de **Berisso y Ensenada**, desarrollados sobre la amplia Planicie Costera del Río de la Plata, con cotas que no superan los 5 msnm, se puede sintetizar la presencia de serios riesgos de inundaciones debido a distintas razones:

- Sudestadas, crecidas y desbordes del Rio de la Plata
- Lluvias caídas en situ que, por su geomorfología y por la falta de pendiente, son de difícil evacuación,
- El escurrimiento de los arroyos desde zonas más elevadas del Partido de La Plata.
- La superposición de estos fenómenos.
- Las modificaciones antrópicas realizadas.

EL TRABAJO CARTOGRÁFICO Y LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LOS MAPAS DE ESTE INFORME, HACEN NECESARIO LA VISUALIZACIÓN CON DETALLE A TRAVÉS DEL CD QUE SE ADJUNTA. EN CASO DE IMPRIMIRSE, DEBERÍA MANTENERSE LA ESCALA DE TRABAJO, 1:50.000, PARA PODER COMPRENDER Y APROVECHAR TODA LA INFORMACIÓN RELEVADA.

1.6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la medida que avanzaba el trabajo, se fueron reconociendo características propias en cada uno de los tres municipios. Con respecto a las inundaciones, cada uno presenta diversas estrategias hidráulicas y respuestas ante situaciones de inundación, como así también, distintos grados de conocimiento, preparación y planes de contingencia, ineficaces sin una estrategia común. Por otro lado, se registró deficiencia y/o ausencia de los sistemas de alerta temprana en los tres partidos.

Una columna-síntesis del cuadro descriptivo de unidades geomórficas (Figura 6) señala el grado de anegabilidad que presenta cada una de ellas. Esto nos permite agrupar las unidades de acuerdo a su inundabilidad y delimitar los peligros a los que se expone la ocupación de áreas de máximo, mediano, bajo y mínimo riesgo. (Mapa 10 - Peligrosidad de Inundación). En La Plata, la mancha urbana que se fue desarrollando desde su fundación, fue ocupando la cuenca baja de los arroyos que la componen, extendiéndose a lo largo de los años sobre zonas afectadas por riesgo de inundación. Es importante referirse a la modificación realizada al mapa de geomorfología presentado por este Instituto, en la edición del 2006, "Análisis Ambiental de La Plata". La desastrosa **inundación del 2013**, que dejó un saldo de al menos 89 muertos, nos permitió ponderar la cartografía establecida en el trabajo editado en 2006, ya que las áreas identificadas como planicies de inundación de los arroyos, con un máximo riesgo de inundación, **fueron donde se produjeron la mayoría de las muertes registradas**. En estas áreas de máximo peligro, la velocidad de escurrimiento del agua, la profundidad alcanzada, y el tiempo de permanencia del agua, fueron establecida por el equipo de la Facultad de Ingeniería, fundamentalmente, dentro de la zona urbanizada, sobre los antiguos cauces, de arroyos hoy entubados.

Desde el punto de vista del Ordenamiento Territorial, que establece el uso óptimo de cada porción del territorio, uno de los problemas más graves detectados durante este trabajo es la ocupación de los bañados de la planicie costera del Rio de la Plata, tanto en Berisso como en Ensenada. Estos humedales, cumplen una importante función ecológica como reguladores y retardadores de las inundaciones, recarga de agua subterránea, preservación de flora y fauna, protectores de contaminación y obstaculizador de la conurbanización con la localidad de La Plata.
Pero, estos pequeños municipios, además de presentar suelos arcillosos de mínima calidad para la producción, tienen la problemática necesidad de crecer en territorio para uso residencial y urbano, y el desafío de ganar áreas no inundables para poder hacerlo. Desde la época de su fundación, las urbanizaciones costeras se asentaron en las zonas relativamente más "elevadas". Pero cuando se quisieron desarrollar zonas comerciales e industriales además de nuevos barrios, las zonas más altas ya estaban ocupadas por viviendas por lo que decidieron una estrategia territorial equivocada. Es así como comenzó una verdadera patología social: extraer los mejores suelos del Partido de La Plata, no inundables y productivos, para rellenar los bañados de Berisso y Ensenada, que presentan suelos, improductivos y de alta anegabilidad. Y lo más grave es que estos rellenos se están realizando, aún en la actualidad, sin ningún tipo de control, ni Evaluación de Impacto Ambiental, sólo con la decisión del dueño del predio. A veces pueden hacerlo, únicamente, los vecinos que tienen posibilidades económicas de realizarlo. Así quedan entrampados en zonas muy bajas casitas precarias rodeadas de importantes rellenos que las condenan a la inundación. En otras oportunidades, esta situación se resuelve de manera más peligrosa, cuando se usan para el relleno materiales inadecuados o contaminantes como basura, escombros, residuos industriales o refulados de barros y arenas contaminadas con metales pesados o hidrocarburos.

A partir de un acuerdo interjuridiccional entre los tres partidos, se recomienda elaborar un nuevo Ordenamiento Territorial que contemple la prohibición de la urbanización de los **Bañados de Berisso y Ensenada**, la búsqueda de nuevas posibilidades para el crecimiento urbano de los municipios costeros, la prohibición de realizar nuevas **cavas** en La Plata (ya hay alrededor de 100 que significa pérdida de casi un 5 % de su territorio no inundable), y el control de los **rellenos** en los tres partidos, exigiendo las EIA y permisos municipales, para realizar los proyectos. También se vió la posibilidad de reformular la **Comisión de Inundaciones**, y la participación de las **Delegaciones** Municipales en el conocimiento, uso y actualización de mapas. A estas recomendaciones se deberían agregar las Recomendaciones elaboradas entre todos los equipos del Proyecto que figuran en el Capítulo 10 del PIO 009:

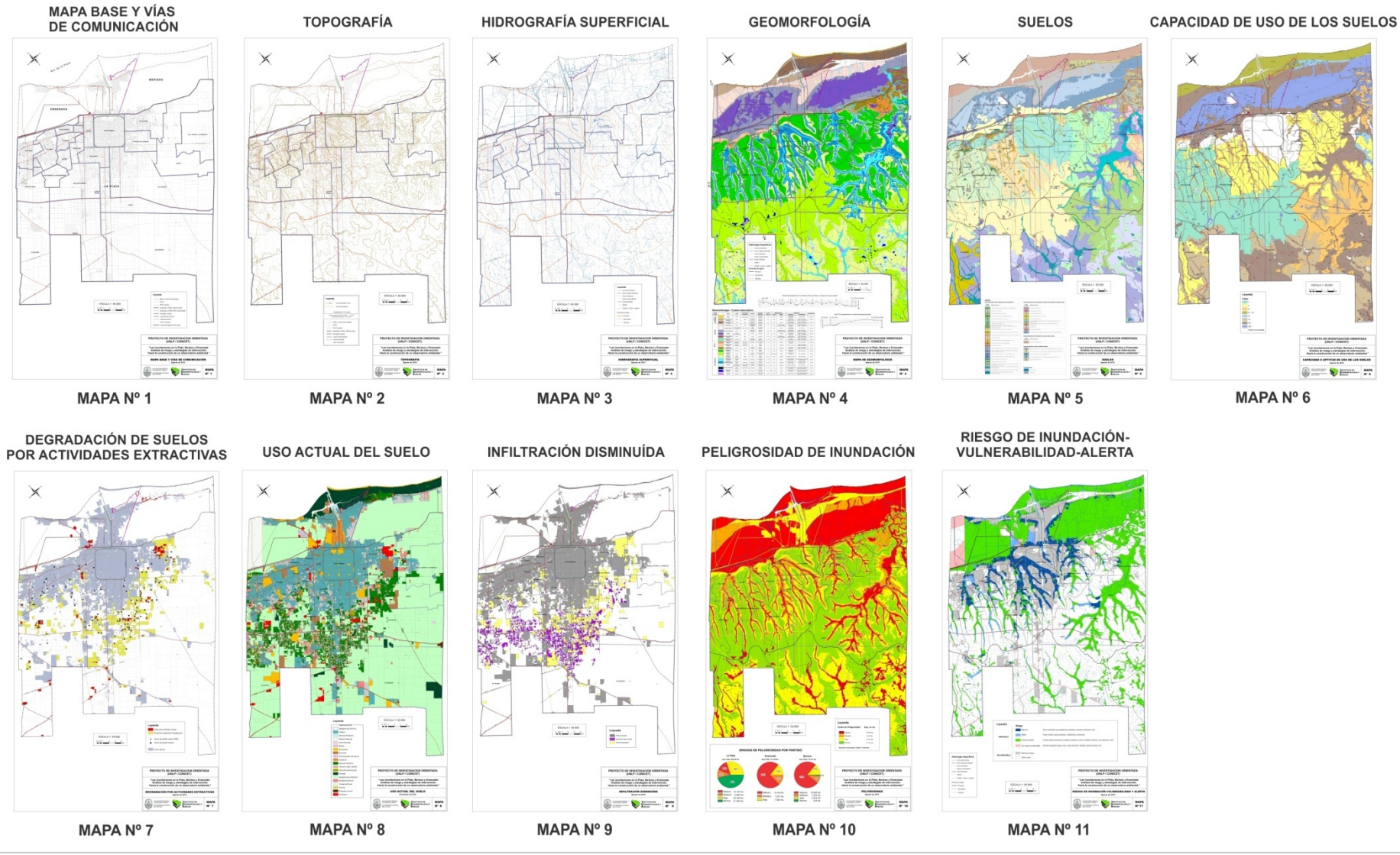


Figura 9 - Mapas temáticos contenidos en el Informe y en el CD.

1. A ANEXO MAPAS EN CD (Ver Figura 9)

1- Mapa base y vías de comunicación

2- Topografía

3- Hidrografía superficial

4- Geomorfología

5- Suelos

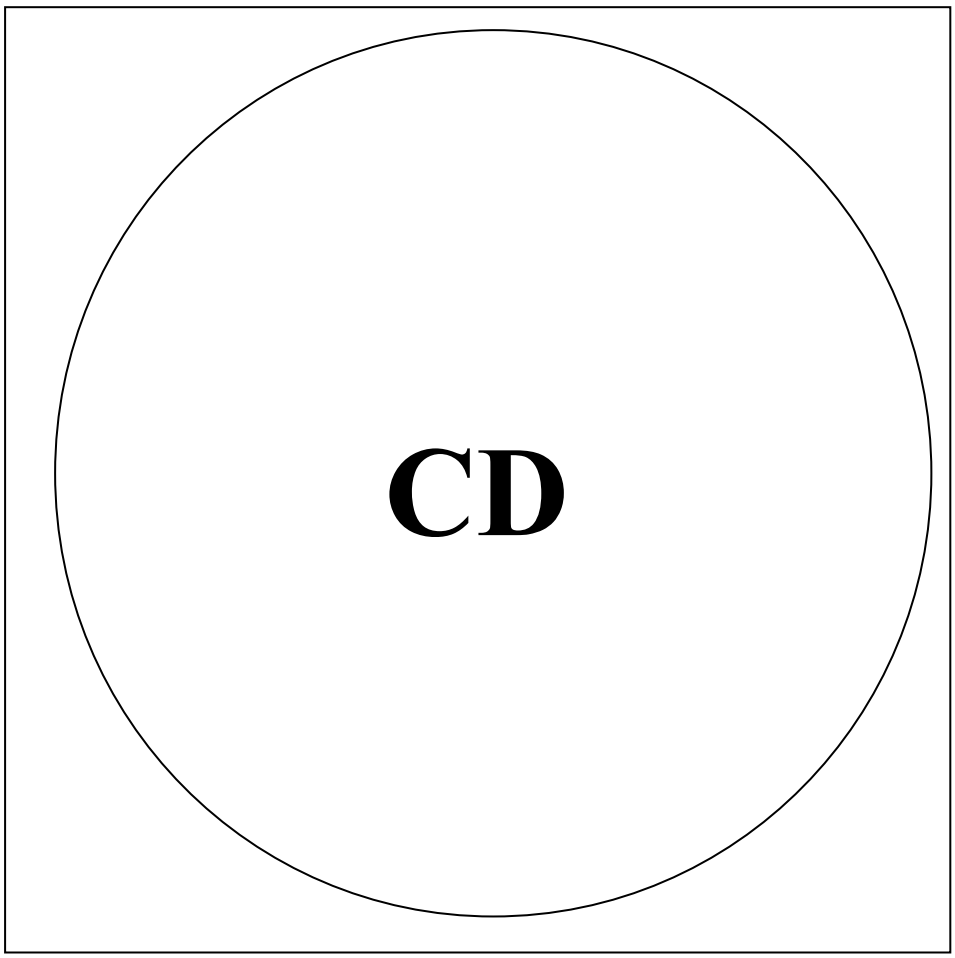
6- Capacidad o aptitud de uso 7- Degradación por actividades extractivas

8- Uso actual del suelo

9- Infiltración disminuida

10- Peligrosidad de inundación

11- Riesgo de inundación, Vulnerabilidad y Alerta



1. B ANEXO TEXTO

1.B.1.- Trabajos preliminares:

Como antecedentes de la cartografía desarrollada para el **Proyecto de Investigación Orientada**, **2016**, el IGS-CISAUA contó con varios trabajos realizados desde 1988, cuando todavía no se conocían los GIS y se trabajaba artesanalmente. La cartografía existente del partido de La Plata fue desarrollada en varias etapas, en un lapso relativamente extenso en el tiempo, donde la metodología informática fue cambiando permanentemente.

Los primeros mapas se comenzaron a confeccionar en el año 1989, para el proyecto **"Estudio de Suelos del Partido de La Plata. Etapa I Sector O-NO con especial referencia al Planeamiento Ambiental"**, en el marco de un convenio con el Consejo Federal de Inversiones (CFI).

En el caso de Ensenada, los mapas de Uso actual del territorio, Geomorfología y mapa Básico de Suelos, fueron confeccionados para el trabajo **"Caracterización Geomorfológica y de suelos en la zona de influencia del poliducto La Plata- Dock Sud y del oleoducto La Plata-Shell"**, del año 1997, en el marco de un convenio con la empresa YPF.

Gran parte de cartografía regional mencionada, se confeccionó inicialmente, utilizando los métodos propios de la época, que contemplaban el uso del acetato como soporte, la interpretación sobre fotomosaicos generalmente sin rectificar, y copias heliográficas o fotocopias como producto final. El advenimiento de la tecnología digital desarrolló herramientas que permitieron generar una cartografía de mayor precisión, poniendo en evidencia las falencias del método anterior.

Respecto al partido de Berisso, el total de la cartografía temática se desarrolló exclusivamente para el trabajo **"Elaboración y transferencia de Cartografía Temática e implementación de un Sistema de Información Geográfica para el Planeamiento. Partido de Berisso"**, financiado por la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires y entregado en 2005.

Las versiones actualizadas de la cartografía temática, junto con otros mapas, resultado de procesos analíticos de factura reciente (bajo un entorno GIS), fueron elaborados a través de un Proyecto para la Municipalidad de La Plata, financiado por el Consejo Federal de Inversiones (2002-2004). La publicación **"Análisis Ambiental del Partido de La Plata - Aportes al Ordenamiento Territorial"**, fue editada por la Municipalidad de La Plata en el año 2006, y se encuentra en el repositorio de la UNLP.

Un antecedente a mencionar en esta síntesis, fue a el trabajo realizado a través del Convenio entre el Consorcio Regional conformado por las Municipalidades de La Plata, Berisso, Ensenada, Punta Indio y Brandsen y la UNLP, para desarrollar el **"Plan Integral de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos"** (GIRSU) (2008-09). En él aparece por primera vez la cartografía unificada de los tres partidos de la Región Capital.

De acuerdo a lo expresado, se entiende que las primeras tareas realizadas en el marco del PIO, previo unificado de bases cartográficas con el resto de los equipos técnicos, consisten en un proceso de corrección y actualización de la cartografía preexistente.

1.B.2.- CÓMO Y QUIÉNES COMPONEN EL EQUIPO DE TRABAJO:

En este Proyecto, siempre con expectativa puesta en la elaboración de cartografía temática, que nos permitió afrontar la problemática de las inundaciones, se implementaron tres grupos de trabajo. Están compuestos por los siguientes profesionales, la mayoría licenciados en Geología:

- Topografía, Hidrografía, Geomorfología, Usos del territorio, Amenaza o Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo de inundación, Zonas de infiltración disminuída, Degradación superficial y profunda de suelos (Cabral, Muntz, Giani, Sánchez, Palma - Trabajo de gabinete y de campo)
- Suelos, Capacidad de uso de los suelos: Hurtado, da Silva, Boff, y becarios. (Trabajo de gabinete, laboratorio y campo)

- Procesamiento digital de la información e incorporación a una plataforma GIS (Muntz y Sánchez)

Responsable Económico-administrativo: Edgardo Giani

Este Equipo se relacionó, dentro del PIO, fundamentalmente con los grupos de otras Facultades que abordaban la temática territorial y que utilizaban los GIS en sus análisis y en la elaboración de cartografía, como son Arquitectura, Ingeniería Hidráulilca y Geografía. Con éstos compañeros acordamos, a través de reuniones, la metodología a implementar.

1.B.3.- TAREAS REALIZADAS, METAS ALCANZADAS

En estos dos años de trabajo, se pudieron lograr los objetivos generales y específicos, planteados por nuestro equipo. Se sintetizan las actividades realizadas:

- Comprensión de las dinámicas hídricas que llevaron al desastre del 2013.
- Relación e intercambio de experiencias con el resto de los equipos de otras Facultades, mejorando la compatibilidad entre los productos generados.
- Interrelación con los responsables de las áreas técnicas de los Municipios adoptantes del Proyecto y con vecinos damnificados.
- Entrenamiento de alumnos, becarios y pasantes en la realización de trabajos y chequeos de campo, de análisis de laboratorios de suelos y en la utilización de Sistemas de Información Geográfica.
- Presentación de trabajos a Congresos, Jornadas, y difusión en radios, diarios y revistas.
- Participación en la Audiencia Pública propiciada por la Cámara de Diputados y asesoramiento a grupos de vecinos autoconvocados sobre temáticas de inundación.
- Desarrollo de Mapas Temáticos
- Se logró una perspectiva territorial a escala regional, unificando los criterios de análisis en los tres Partidos abordados. Se llegó a la corrección y actualización de mapas realizados en estudios antecedentes, respecto a Hidrografía, Geomorfología, Suelos (tipo, aptitud y degradación) y Uso Actual del Territorio, y se elaboró nueva cartografía por cruce de información digital, que aporta y completa el análisis realizado en años anteriores, como el mapa de infiltración disminuída.
- Desarrollo de una metodología de trabajo que permita llegar a los **Mapas de Peligrosidad de Inundación y de Riesgo de Inundación.**
- La espacialización a partir de estos mapas, permite entender y mensurar la catástrofe del 2 de abril de 2013, delimitar superficies afectadas, planificar obras estructurales y no estructurales, evaluar y planificar la correcta utilización del territorio desarrollando lineamientos de ordenamiento, intercambiar saberes con la población inundada, implementar políticas reparadoras, seguir los casos judicializados, organizar planes de contingencia e implementar nuevas políticas de salud y saneamiento.
-

1.B.4.- METODOLOGÍA DE LOS ANÁLISIS DE SUELOS: TAREAS DE LABORATORIO

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

pH: método potenciométrico sobre pasta de suelo saturada.

Resistencia eléctrica: medición sobre pasta de suelo saturada en copa Standard. Los valores obtenidos han sido corregidos por temperatura (15,5 ^{o}C). Para convertir los valores expresados en ohms a ohms.cm^{-1} se debe multiplicar por el factor 0,25.

Conductividad específica: medición en extracto de pasta de suelo saturada en conductímetro Orion.

Carbono orgánico: método de Walkley - Black (Materia orgánica: %C x 1,724).

Nitrógeno total: método de Kjeldahl en escala semimicro.

Fósforo asimilable: método de Bray - Kurtz.

Capacidad de intercambio catiónico: en muestras no salinas y exentas de calcáreo por saturación con acetato de amonio a pH 7 y posterior desplazamiento del amonio con cloruro de sodio. En muestras salinas y/o calcáreas la saturación se efectúa con acetato de sodio 1 N a pH 8,2. Se desplaza el sodio con acetato de amonio y se cuantifica por espectrofotometría de absorción atómica.

Cationes intercambiables (Ca, Mg, Na y K): desplazamiento con acetato de amonio 1N a pH 7 y valoración por espectrofotometría de absorción atómica.

Carbonatos: por neutralización ácida.

Análisis granulométrico: métodos de la pipeta y de Bouyoucos.

Densidad aparente: métodos del cilindro y del agregado.

Capacidad de campo y punto de marchitez permanente: extracción de agua en muestras molidas (< 2 mm) y saturadas mediante la aplicación de 0,3 y 15 atmósferas, respectivamente, utilizando la membrana de Richards.

Conductividad hidráulica: medición del agua percolada a través de un peso de suelo constante tamizado por 2mm y bajo carga constante. El registro se efectuó durante las primeras 4 horas, realizando mediciones de control en horas posteriores. El índice K (en cm/hora) fue calculado para cada hora, obteniendo así la evolución de dicho índice con el tiempo.

Coeficiente de expansibilidad lineal (COLE): medición de longitud de muestras de suelo colocadas en moldes a capacidad de campo (Lh) y secas en estufa (Ls), aplicándose la fórmula:

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

Expansibilidad lineal potencial (ELP): sumatoria de COLE x espesor (en cm) de cada horizonte hasta 1 metro de profundidad.

Ensayo de expansión libre: incremento de volumen (en porciento) de una muestra de suelo molido y secado en estufa (10 cm^3), luego de ser colocada en una probeta de 100 cm^3 llena con agua destilada (Abete y Sánchez, 1970).

Ensayo de expansión libre: incremento de volumen (en porciento) de una muestra de suelo molido y secado en estufa (10 cm3), luego de ser colocada en una probeta de 100 cm3 llena con agua destilada (Abete y Sánchez, 1970).

Expansibilidad lineal potencial (ELP): sumatoria de COLE x espesor (en cm) de cada horizonte hasta 1 metro de profundidad.

Ensayo de expansión libre: incremento de volumen (en porciento) de una muestra de suelo molido y secado en estufa (10 cm3), luego de ser colocada en una probeta de 100 cm3 llena con agua destilada (Abete y Sánchez, 1970).

Velocidad de infiltración: método de los anillos concéntricos Expansibilidad lineal potencial (ELP): sumatoria de COLE x espesor (en cm) de cada horizonte hasta 1 metro de profundidad.

Ensayo de expansión libre: incremento de volumen (en porciento) de una muestra de suelo molido y secado en estufa (10 cm3), luego de ser colocada en una probeta de 100 cm3 llena con agua destilada (Abete y Sánchez, 1970).

Velocidad de infiltración: método de los anillos concéntricos con carga de agua constante. Cálculo de la infiltración básica según ecuación de Kostiakov.

Límite líquido y límite plástico: según especificaciones de la American Society for Testing and Materials (ASTM, 1964).

Análisis mineralógico de arcillas: la fracción arcilla se separó por sedimentación. Una vez concentrada, fue homoionizada con magnesio (submuestras Mg naturales y glicoladas) y con potasio (submuestras K naturales, a 250 y 550 °C). Se obtuvieron 5 difractogramas de cada muestra con radiación de Cu/Filtro Ni para la caracterización cuali - cuantitativa.

1.B.5.- PARTICIPACIÓNES DEL IGS, EN EL MARCO DEL PROYECTO PIO:

Durante la ejecución del PIO, el equipo del IGS-CISAUA participó en múltiples talleres y reuniones técnicas, científicas, interdiciplinarias, interfacultades y con grupos de vecinos autoconvocados y asambleas barriales. También hubo reuniones con Técnicos de los municipios adoptantes. Se señalan algunos antecedentes de presentaciones a reuniones científicas, académicas o técnicas, en el marco de la elaboración del PIO.

Participación como oradora, en la Audiencia Pública sobre las inundaciones

Se desarrolló en el Edificio del Anexo Legislativo de la Cámara de Diputados de la Pcia de Buenos Aires, a solicitud de las Asambleas Barriales de La Plata, el 10 de octubre de 2014. La Lic. Mirta Cabral, fue llamada en carácter de expositora invitada.

Participación en congresos y jornadas

"Prácticas en cartografía temática orientada al análisis del riesgo hídricos", Expositora, la Pasante Betina Rodriguez. VI Jornadas de Jóvenes Investigadores y Extensionistas, organizadas por la Facultad de Cs. Ns. y Museo. 31 de agosto al 4 de setiembre del 2015. Dirección del trabajo, Lic. Mirta Cabral y Daniel Muntz

"Análisis del Uso Actual del Suelo y sus cambios en los últimos 50 años. Su incidencia en las inundaciones del 2 de abril de 2013, en el partido de La Plata. Autores: Muntz, Cabral, Palma y Misseri. Presentado en las Jornadas argentinas de geotecnologías, del 2 al 4 de setiembre de 2015 en San Luis

"Riesgo de inundación en la Región Capital", en la Jornada sobre Inundaciones: Un encuentro de perspectivas, organizada por el Depto. de Geografía/Centro de Investigaciones Geográficas. FAHCE/UNLP. La Plata, 28 de abril de 2014. Expositora de la ponencia Lic. Mirta Cabral

Participación en el Seminario Internacional "Gestión Integrada de Riesgo de Inundaciones en Áreas Urbanas", organizado por el Centro Argentino de Ingenieros los días 9, 10 y 11 de setiembre de 2014, en el Consejo Argentino de Ingenieros, de Cerrito 1250, Capital Federal.

Participación en talleres y reuniones científicas

Difusión: Participación de la Lic. Mirta Cabral, como invitada del Programa Radio Universidad de La Plata de la Cátedra Libre "La Plata Capital", sobre problemáticas ambientales y de planificación urbana, conducido por Luciano Lahiteau, Perla Strelzik y Ariel Iglesias, 19 de marzo de 2012

Primer Taller de Trabajo para el Plan de Gestión Integral Cuenca Arroyo del Gato organizado por el Ministerio de Infraestructura y la Autoridad del Agua de la Pcia de Bs. As. Los días 16 y 17 de Mayo, en La Plata, en 2012.

Participación en carácter de asistente a la Jornadas de presentación de Ideas para Proyectos de Investigación en relación a las Inundaciones de abril del 2013. Rectorado de la UNLP, julio de 2013.

Participación en carácter de asistente, del Seminario Internacional "Riesgos Hídricos en grandes ciudades: desafíos y oportunidades". Organizado por la Agencia y el Instituto Nacional del Agua, el Depto de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería de la UBA, Hidroex, UNESCO, el 5 y 6 de junio de 2014, en la Capital Federal.

Asesoramiento a grupos de vecinos inundados, autoconvocados

A pedido de la ONG Asociación Civil S.O.S. brazo legal de la Ong Defendamos La Plata, respecto al Proyecto de desarrollo del Barrio Pueblo Nuevo, en el Partido de Ensenada, dimos nuestra opinión respecto al Uso del Territorio para desarrollar un Proyecto Urbanístico de una nueva urbanización en la Planicie Costera de Ensenada, y su relación con las inundaciones.

1.B.6.- INVESTIGACIÓN APLICADA:

"Flora desarrollada sobre suelos descriptos como Decapitados en los alrededores de la localidad de La Plata". **Autores:** Dra. Julia Kristensen, Lic. Laura Boff. Alumnos pasantes FCNyM: Daniela Stegmeier y Jorgelina Villanova. Instituto de Geomorfología y Suelos (IGS), FCNyM, UNLP, La Plata.

La estrecha vinculación vegetación-suelo permite identificar cambios en la vegetación que responden a características naturales del suelo y/o a modificaciones determinadas por el hombre. En La Plata y alrededores, las actividades antrópicas han determinado cambios profundos en la vegetación y en los suelos. La zona se caracteriza por la presencia de diversos tipos de suelo que se combinan con una compleja matriz de usos productivos, extractivos y urbanos que los modifican. La urbanización y la eliminación de la capa fértil para elaborar ladrillos y rellenar terrenos, ha ocurrido desde su fundación. La vegetación que crece espontáneamente resultado de la combinación de variables intrínsecas de las especies en interacción con las variables propias del ambiente natural y antrópico en que las plantas crecen.

Objetivos. El propósito del trabajo fueutilizar la flora desarrollada sobre suelos degradados, como una tarea alternativa que pueda ser utilizada para convalidar los datos del 2006 ("Análisis ambiental....."), que fueran realizados a partir de la interpretación de fotografías aéreas e imágenes satelitales, apoyadas en trabajo de campo. Para ello nos planteamos el **objetivo** de relacionar la vegetación espontánea que crece en los alrededores de La Plata con las características físico-químicas y morfológicas de suelos naturales y modificados por diversos usos.

Metodología

- Se localizaron sitios de muestreo sobre la cartografía básica planialtimétrica (carta planialtimétrica del IGM que incluye la información topográfica y de infraestructura)y temática (mapa básico desuelos, geomorfológico, uso de suelos) de un Sistema de Información Geográfica (SIG) generado en el Instituto de Geomorfología y Suelos (IGS, FCNyM, UNLP). Sobre la cobertura de SIG que muestra las áreas donde se identificaron suelos decapitados en el estudio editado en el 2006, se diseñó el trabajo de campo e identificar los sitios de muestreo, **para la convalidación investigada**.
- Se hicieron salidas de campo en épocas en que las especies vegetales están en floración para poder determinarlas, esto fue en otoño (marzo-abril) y primavera (octubre-diciembre 2015). Se realizaron muestreos en 17 sitios correspondientes a áreas decapitadas y testigo, que se geoposicionaron mediante GPS en campo. Se realizaron muestreos fitosociológicos (Braun-Blanquet) en sitios donde crece vegetación espontáneay se recolectaron y herborizaron todas las plantas censadas.
- Se realizó la extracción de muestras de los horizontes superficiales del suelo, a una profundidad máxima de 30 cm. Se realizó la descripción morfológica de dichas muestras en el campo determinando color en húmedo(Sistema Munsell) y textura al tacto.
- En laboratorio, se identificaron con lupa binocular y claves florísticas las especies vegetales recolectadas. Las muestras de suelo fueron secadas al aire, molidas y tamizadas por malla de 2 mm. Se analizaron las muestras de suelo para identificar estructura, plasticidad, color y corroborar su situación de suelo decapitado o no. Se realizaron las determinaciones de color en seco, y posteriormente los análisis químicos de carbono orgánico y materia orgánica (Walkey-Black), análisis físicos de determinación granulométrica y definición de clase textural (USDA) y análisis fisicoquímicos de pH y resistencia. Para poder definir si los suelos analizados habían sufrido degradación, además de referenciarlos con la cartografía de uso de suelo,también se compararon con las descripciones morfológicasy fisicoquímicas realizadas en los perfiles modales de todas las unidades cartográficas identificadas.
- Se tabularon los datos en planillas *Excel* para su posterior análisis.
- Análisis de datos: Se construyó una tabla fitosociológica para realizar el análisis florístico y se aplicaron técnicas de análisis multivariado (CCA) para relacionar datos fitosociológicos y edáficos.

Resultados

Los resultados preliminares de este estudio se comunicaron en dos reuniones científicas:

- 35° Jornadas Argentinas de Botánica y V Congreso Latinoamericano y del Caribe de Cactáceas y suculentas. 23-26 setiembre de 2015, Salta. Kristensen, M.J., Villanova J.L., Steigmeier D., Boff L. y Giménez J. 2015. Vegetación de suelos decapitados (La Plata, Buenos Aires).
- VI Reunión Binacional de Ecología. 28, 22 de setiembre, Puerto Iguazú, Misiones. Kristensen M.J, Boff L.D., Steigmeier D.E., Villanova J. 2016. Vegetación espontánea en relación a los suelos y su uso en La Plata (Buenos Aires).
- Se reconocieron 4 unidades cartográficas de suelos (EC; AS3; GI-2; U-AS-Go) y 3 usos: urbano, extractivo (suelo decapitado en el que se ha eliminado capa fértil para rellenar terrenos o elaborar ladrillos) y no extractivo.
- Las unidades cartográficas de suelos fueron: EC= Asociación Estancia Chica (80%) y Los Hornos (20%); AS3 = Complejo de series Arturo Seguí (60%) y Gorina (40%); GI-2 = Grupo indiferenciado de suelos de planicies aluviales de los arroyos Pérez, Regimiento Maldonado y Garibaldi; U-AS-Go = Complejo de tierra urbana y series Gorina, Arturo Seguí).
- La unidad cartográfica EC es una asociación de suelos clasificados como argiudolesvérticos y argialbolesvérticos, esta unidad ocupa el 15,43% de la superficie del Partido de La Plata y pertenece según la clasificación de capacidad de uso del suelo a la categoría I, que indica que son suelos con muy buena aptitud para producción agrícola. Estos suelos ocupan las cotas más elevadas del partido. La Serie Estancia Chica se encuentra en las zonas más elevadas y la Serie Los Hornos en los sectores deprimidos.
- La unidad cartográfica AS3 es un complejo de argiudoles vérticos (Serie Seguí), algo más arcillosos y finos que la Serie Estancia Chica, y hapludertes típicos (Serie Gorina) que al ser vertisoles tienen muy alto porcentaje de arcilla mayor al 30% desde superficie. Las dos series están mezcladas de manera intrincada. Esta unidad ocupa el 7,23% de superficie del partido y según la clasificación de capacidad de uso pertenecen a la categoría IIs es decir de buena aptitud agrícola pero con más limitaciones que la unidad EC.
- La unidad cartográfica GI-2 se encuentra en planicies aluviales y áreas adyacentes a cursos fluviales. Son suelos que presentan desarrollo de horizonte E de color blanquecino producto de la eluviación (argialboles típicos).Ocupan el 0,89% de la superficie del partido y son de muy baja aptitud agrícola, urbano o industrial.
- La unidad cartográfica U-AS/Go es un complejo que abarca las zonas urbanas más densamente pobladas del partido, los suelos de la Serie Arturo Seguí y Gorina (descriptas anteriormente) se encuentran cubiertos por la urbanización solo pudiéndose observar en zonas puntales.
- Análisis de los sitios de muestreo: Del análisis de las muestras de la unidad cartográfica EC (sitios 1,3, 15 y 16) surge que la muestra 16 corresponde a suelos no degradados, dado que todos sus parámetros se corresponden con los de los perfiles modales. En contraposición está la muestra 15 que presentó evidencias significativas de decapitación. El sitio 1 fue Franco arcilloso con alto contenido de materia orgánica (MO), lo que se corresponde con un suelo de un área baja e inundable del cauce de un arroyo temporario. El sitio 3 aunque está cartografiado como decapitado posee una textura franco limosa y contenidos medios de MO, lo que correspondería con los valores medios de los perfiles modales. En este último caso, no fue evidente en el campo identificar su estado de degradación a diferencia de lo que ocurrió con los mencionados 15 y 16.
- Las muestras de la unidad cartográfica AS3 fueron las de los sitios 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12 y 17. En esta unidad se encuentra la serie Gorina que son suelos que desde superficie presentaron elevado porcentaje de arcilla(+30) similares a los contenidos de horizontes Bt de otras Series de la zona. Por lo tanto el porcentaje de arcilla, que es un parámetro fundamental para comparar horizontes superficiales decapitados y no decapitados, no tuvoen este caso, tanto peso. Los sitios 4, 10 y 17 se consideraron decapitados siendo factores decisivos el bajo porcentaje de carbono y materia orgánica. Los perfiles 5 y 6 se consideraron no decapitados. Los sitios 9 y el 12, con alto contenido de arcilla e intermedio de MO, y el 7 y el 11 con valores de arcilla intermedios y alto contenido de MO, fueron sitios dudosos. Esta situación de contenidos elevados de MO en suelos arcillosos podría atribuirse al tiempo que ha transcurrido desde que los suelos fueran decapitados.

Cuanto más tiempo haya trascurrido desde la decapitación más tiempo tiene el suelo de recuperarse e incrementar principalmente su contenido orgánico, entre otros parámetros.

- El sitio 8 se ubicó en la unidad cartográfica GI-2 y presentó evidencias de eluviación, un color gris parduzco claro 10YR6/2 en seco,y alta proporción de la fracción limo, lo que coincide con las características de suelos aluvionales cercanos a cursos de agua, por lo tanto se lo considera no decapitado.
- Los sitios 13 y 13 bis se situaron en una unidad cartográfica donde predomina el uso urbano, pero fue posible identificar al sitio 13 como no decapitado ya que presentó una textura francoarcillo limosa y niveles de materia orgánica comparables con los horizontes superficiales de la serie Arturo Seguí. En cambio en el sitio muy próximo 13 bis, claramente decapitado con un escalón que marcó la diferencia de uso entre ellos, esta situación fue corroborada por el contenido arcilloso y su estructura en superficie que fue la característica de un horizonte Bt. Se ha observado que el contenido de materia orgánica en este último caso fue bastante elevado para un suelo decapitado pero esto podría deberse a que el sitio se encuentra en una posición topográficamente baja con problemas de anegamiento lo que genera que la materia orgánica se acumule en superficie.
- En relación a la vegetación, se reconocieron 220 especies, el 70% nativas. Menos del 50% fueron compartidas entre los sitios y 4% fueron comunes al 70% de ellos. La riqueza varió de 71 a 4 entre sitios de muestreo. Las especies más constantes fueron los arbustos Baccharis spicata, B. notosergila, Eupatorium bunnifolium y la forrajera Lotus tenuis. En ellos la riqueza específica fue menor y mayor el contenido de materia orgánica (MO).
- El sitio sin degradación, que sirvió como testigo (sitio 14) presentó una fisonomía de pastizal con algunos arbustos y una riqueza de 71 especies. Un sitio muy próximo decapitado, el 15, mostró un empobrecimiento de especies (S=29), presencia de suelo desnudo, sin evidencias de arbustificación. Podría ser un sitio de decapitación más reciente con una fuente de semillas del pastizal natural muy próxima.
- El 60% de los sitios, de los cuales algunos han sido decapitados, están densamente arbustificados, en ellos la riqueza específica bajó notablemente. No todos los decapitados estuvieron ocupados por arbustos.
- Los sitios 15, 4 y 18 son decapitados pues tienen altos contenidos de arcilla en superficie. Aparecen arbustales densos en suelos arcillosos de la serie Gorina que mostraron altos valores de MO. Los sitios 6, 7 y 11 con alta MO y densa vegetación arbustiva podrían ser decapitados antiguos.
- En síntesis, las especies respondieron a diferencias edáficas, geomorfológicas, de anegamiento, historias de uso, y tiempo de decapitación. Los sitios 2, 17 y 15, con arcilla en superficie equivalente al de un Bt, han sido decapitados. Los suelos de AS3 poseen arcilla elevada en superficie, por lo que aquí este parámetro no indica decapitación; esta condición la marcó la escasez de C y MO. En la unidad cartográfica GI-2,el sitio 8,con evidencias de eluviación, se diferenció tanto en la vegetación como en el suelo.
- En conclusión, la zona se caracterizó por la presencia de diversos tipos de suelo que se combinaron con una compleja matriz de usos urbanos, productivos y extractivos que los modifican. La vegetación espontánea respondió a las diferencias edáficas, historias de uso y tiempo de decapitación. Resultó de la combinación de numerosas variables dadas por las características propias de las especies en interacción con los parámetros edáficos que a su vez respondieron al grado de alteración al que han sido sometidos. La heterogeneidad espacial donde estas condiciones se combinaron de diferente manera, determinó un patrón de vegetación complejo donde las especies responden individualmente a los factores ecológicos. Estos a veces fueron naturales o generados por una condición de disturbio, por lo que el análisis debe ser pormenorizado para identificar indicadores de condición. No obstante, pudieron reconocerse las áreas decapitadas de las que no lo han sido y contrastarlas con la cobertura del GIS utilizada.

1.B.7.- BIBLIOGRAFIA

Arens, P.L. y Etchevehere P.H. 1967. Normas de reconocimiento de suelos. Instituto de Suelos y Agrotecnia, INTA, Buenos Aires.

Cabral, M.G.; Hurtado, M.A.; Giménez, J.E.; da Silva, M.M. y Martínez, O. 1997. Cartografía temática e índices de calidad ambiental como base para el ordenamiento territorial. III Jornadas Científicas sobre Medio Ambiente. Asociación Universidades Grupo Montevideo.

Cabral, M.G.; Giménez, J.E. y Hurtado, M.A. 1998. Descripción de indicadores para la obtención de un índice de peligrosidad de cavas como una herramienta para la gestión ambiental. Actas Quintas Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses. Mar del Plata. Vol. 2, 73-82.

Cabral, M.G. 2000. Geomorfología del Partido de La Plata, Provincia de Buenos Aires. Presentado en el IX Simposio Latinoamericano de Percepción Remota. Sociedad de Especialistas Latinoamericanos en Percepción Remota y Sistemas de Información Espacial (Capítulo Argentina). Puerto Iguazú, Misiones. Inédito.

Cabral, M.G.; Hurtado, M.A.; Giménez, J.E.; Sánchez, C.A.; Muntz, D. y da Silva, M.M. 2002. Indices de afectación territorial en la planificación estratégica del partido de La Plata, provincia de Buenos Aires, Argentina. Actas IV Coloquio de Transformaciones Territoriales. Asociación Universidades Grupo Montevideo-Universidad de la República. Montevideo, Uruguay 21-23 de agosto de 2002.

Cabral, M.G.; Giménez, J.E., Sanchez, C.A y Crincoli, A. 2005. Caracterización ambiental y cartografía temática de la Cuenca del Arroyo del Gato, Pdos de La Plata y Ensenada. Convenio UNLP- MLP. Presentado al Seminario abierto a la Comunidad, Municipalidad de La Plata.

Cabral, M.G.; Giménez, J.E., Sanchez, C.A y Crincoli, A. 2005. Elaboración y Transferencia de Cartografía Temática e Implementación de un GIS para el Planeamiento - Partido de Berisso.” Convenio: Municipalidad de Berisso- CIC- IGS. Entregado al Municipio en Octubre 2005.

Cavallotto, J.L. 1995. Evolución geomorfológica de la llanura costera ubicada en el margen sur del Río de la Plata. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata.

Críncoli A., Cabral M., Giménez J., Hurtado M. y Muntz, D. Determinación de Índices de Peligrosidad de Canteras localizadas en la zona urbana del Partido de La Plata, Argentina”. Presentado al V Coloquio Sobre transformaciones territoriales - Nuevas visiones en el inicio del siglo XXI. Organizado por AUGM. Noviembre. La Plata. Publicado en CD.

Daus, F. 1946. Geografía de la República Argentina. T. 1. Parte Física. Ed. Estrada. Buenos Aires.

Fidalgo, F.; Colado, U.R. y De Francesco, F.O. 1973. Sobre ingresiones marinas cuaternarias en los partidos de Castelli, Chascomús y Magdalena, provincia de Buenos Aires. Relatorio V Congreso Geológico Argentino. II: 227-240.

Fidalgo, F. y Martinez, O. 1983. Algunas características geomorfológicas dentro del partido de La Plata (Provincia de Buenos Aires). Asoc. Geol. Arg. Rev. , XXXVIII (2): 263-279.

Frenguelli, J. 1950. Rasgos generales de la morfología y la geología de la Provincia de Buenos Aires. LEMIT. Ser. II, No.33: 72.

Galetovic, J.E.; Toy, T.J. y Foster, G.R. (Ed.) 1998. Guidelines for the use of the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). Version 1.06 on mined lands, construction sites and reclaimed lands. The Office of Technological Transfer. Office of Surface Mining. Denver, USA.

Gimenez, J. E., Cabral, M., Hurtado, M. A., Martinez, O., Sanchez, C., da Silva, M., Forte, L., Crincoli, A. 2005. Elaboración y transferencia de Cartografía Temática e Implementación de un Sistema de Información Geográfica para el Planeamiento. Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. Argentina. Informe técnico.

Hurtado, M.; Giménez, J.E; Cabral, M.; da Silva, M.; Martínez, O. and Sánchez, C. 2001. Implicancias ambientales de la actividad extractiva del suelo y su comparación con el uso agropecuario en el Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina. III Reunión Nacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio y I Reunión de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio del Area del Mercosur. Mar del Plata. March 28-31, 2001. In: Abstracts (p. 17) and CD.

Hurtado, M. A., Gimenez, J. E., Cabral M. 2006 a. Análisis Ambiental del Partido de La Plata. Aportes al Ordenamiento Territorial. Consejo Federal de Inversiones. ISBN 10 987-510-062-5. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina.

Hurtado M A, L M Forte y D Muntz, 2008. Pérdida de suelos por actividades urbanas directas e indirectas. Actas del XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo, San Luis, Argentina.

Riggi, J.L.; Fidalgo, F.; Martínez, O. y Porro N. 1986. Geología de los "Sedimentos Pampeanos" en el partido de La Plata. Asoc. Geol. Arg. Rev., XLI (3-4): 316-333.

Schoeneberger, P.J.; Wysocki, D.A.; Benham, E.C. y Broderson, W.D. 1998. Libro de campaña para descripción y muestreo de suelos. Centro Nacional de Relevamiento de Suelos, Servicio de Conservación de los Recursos Naturales, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Traducción del Area de Cartografía de Suelos y Evaluación de Tierras, Instituto de Suelos, CIRN, INTA, Argentina. 2000.

Soil Survey Staff, 1993. Soil survey manual. United States Department of Agriculture Handbook nº 18. Washington, D.C.

Teruggi, M. 1962. Plan Regulador del desarrollo de la ciudad y partido de Berisso. Evolución Natural. Capítulos I a VII, pp.87-98. Municipalidad de Berisso.

Tricart, J. 1973. Geomorfología de la Pampa Deprimida. INTA, Colección Científica XII. Buenos Aires.

Violante, R.A.; Parker, G. y Cavallotto, J.L. 2001. Evolución de las llanuras costeras del este bonaerense entre la bahía Sanborombón y la laguna Mar Chiquita durante el Holoceno. Rev. de la Asociación Geológica Argentina. 56 (1): 51-66.

Wischmaier, W.H. y Smith, D.D. 1978. Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning. AH-537. U.S. Dept. Agr., Washington, D.C. 58 p