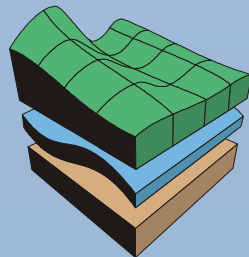


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO**

CARTOGRAFÍA TEMÁTICA PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

DELIMITACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN EN LA REGIÓN CAPITAL

PIO C009 –Equipo del IGS – Coordinadora: Lic. Geol. Mirta Cabral – 2016



**INSTITUTO DE
GEOMORFOLOGIA Y
SUELOS**

Calle 3 N° 584 - La Plata

e-mail: igs.cisaua.unlp@igs.edu.ar

INTRODUCCION

La región se localiza al sur del conurbano bonaerense y periódicamente es sometida a inundaciones de diferente origen . En Berisso y Ensenada, situados en la Planicie Costera del Río de la Plata, el episodio mas catastrófico se evidenció durante la crecida de 1940 donde el ingreso del Río llegó hasta el límite con La Plata. La zona además es habitualmente afectada por sudestadas y los bañados costeros reciben excedentes de aguas drenadas desde las zonas continentales mas elevadas, complicando la situación de esos Partidos.



En el Municipio de La Plata, localizado principalmente en la Pampa Ondulada Bonaerense, esporádicamente son inundadas las planicies aluviales de los arroyos, como en el 2002, 2008 y 2013. Esta última inundación, provocada por una tormenta de características inusuales, dejó dentro de la zona urbanizada, una gran cantidad de muertes, que demostraron la ausencia de un protocolo ante emergencias además de la ineficiencia del sistema de evacuación de la red de pluviales, el colapso del sistema de desagües tanto del casco urbano como de su periferia, y la *falta de un programa integral y permanente de monitoreo, limpieza de entubamientos y cursos y readecuación de una infraestructura obsoleta.*

ORIGEN DEL FENOMENO

Las **inundaciones urbanas** son producto de la existencia de múltiples factores, tanto del medio natural como del antropizado:

- Precipitaciones de alta intensidad y relativamente corta duración que no alcanzan a ser evacuadas por el sistema fluvial.
- El escurrimiento superficial, acelerado por la impermeabilización creciente, se dirige rápidamente hacia el antiguo valle de un colector hoy entubado, sin oportunidad de acceso y muchas veces imposibilitado por surgencias desde bocas de tormenta. Esto hizo que el 13 de abril, los antiguos arroyos, hoy entubados, vuelvan a funcionar como cursos superficiales, con la misma traza de los cursos originales, ya que la urbanización respetó las cotas del terreno, pero con torrentosas velocidades del agua que provocaron la catástrofe.



- La insuficiente previsión del futuro crecimiento urbano en los diseños originales, ocasionó que, actualmente, se vea una red de drenaje pluvial urbana, habitualmente excedida y desactualizada para sus dimensiones.

En la **zona rural**, la colmatación con material sólido de cauces, lagunas y bajos es un problema derivado de la erosión hídrica, acelerada por grandes inundaciones. A pesar de las bajas pendientes de las zonas de llanura, la erosión es frecuente en razón de la baja estabilidad estructural de muchos suelos. Debido al escaso potencial morfogenético que poseen los derrames superficiales en áreas relativamente planas, el sedimento fino transportado en suspensión, sedimenta en las zonas bajas, facilitando los procesos de eutrofización por el acceso a nutrientes y disminución de la profundidad. Este fenómeno ha ido agravando los problemas al reducir o eliminar, el rol regulador de estas geoformas.

Ejemplos: Laguna García, en cabeceras del arroyo Carnaval, o el área de bañados de la Planicie Costera.



La pérdida de áreas filtrantes, como consecuencia de la **ocupación urbana**, incorpora rápidamente nuevas áreas de aporte hídrico. En la zona rural, la falta de infiltración, es la derivada de la **decapitación de suelos**, o eliminación de la capa húmica, que deja en superficie un horizonte arcilloso impermeable, que no deja infiltrar el agua de lluvia y la transporta con mayor rapidez a los cursos. En La Plata, esto sucede en las cabeceras de los arroyos, aguas arriba de la zona urbana.



También la creciente utilización de **invernaderos** en las zonas de agricultura intensiva, transforma en impermeable una zona de suelos fértiles. La cubierta de paños plásticos, y los drenajes asociados, hacen que el agua de lluvia llegue con una gran velocidad e inmediatez a los arroyos y canales cercanos.



MODIFICACIÓN ANTRÓPICA AL ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL

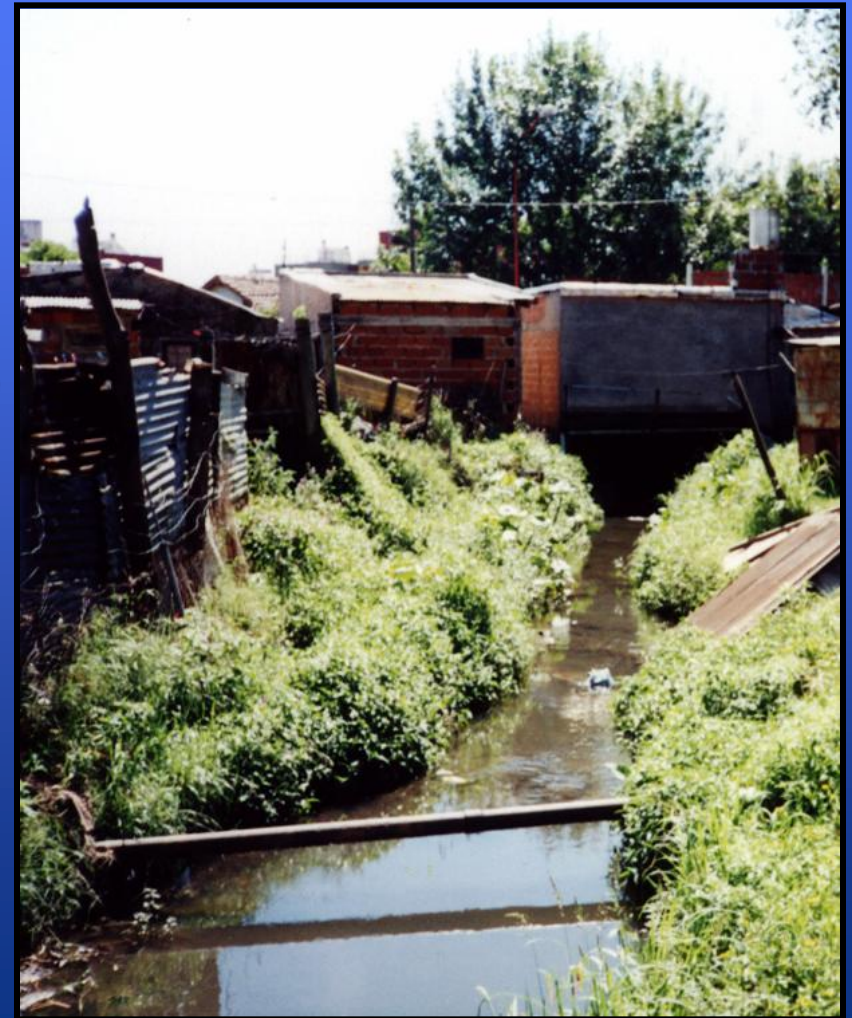
La intervención antrópica, que condiciona y modifica el escurrimiento superficial, estaría sintetizada en las siguientes obras:

Canalización: tanto de pequeños cursos o zanjeado en áreas periurbanas, como otros canales mayores que conducen a los arroyos a desaguar al Río de la Plata

Dragado: se realiza para evitar problemas en puentes construidos sobre las planicies de inundación, pudiendo generar erosión retrocedente en los cauces.

Rectificaciones y desvíos: facilitan y aceleran la salida fluvial intentando proteger áreas de interés, como áreas residenciales, industriales, infraestructuras, etc.

Entubamientos: pueden generar conflictos cuando se construyen en parte de la red pluvial urbana, sin previsiones respecto a su antiguo carácter fluvial. (Barrio Monasterio, boca de tormenta en 116 y 85)



Terraplenes: condicionan y direccionan el escurrimiento superficial, especialmente cuando son perpendiculares a la pendiente regional, ya que dificultan la rápida evacuación del agua, pudiendo funcionar como diques.

Pavimentos y calles compactadas: aceleran el escurrimiento en detrimento de la infiltración.

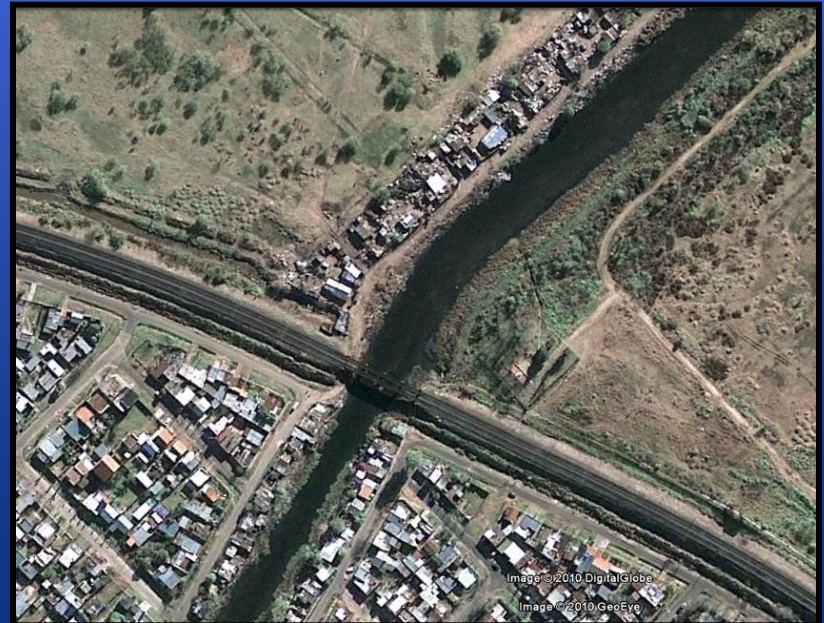
Puentes o alcantarillas: en caso de diseño inadecuado, suelen retener ramas, resaca o basura convirtiéndose en pequeños diques, que impiden la evacuación rápida de caudales de crecidas.



Trasvasamiento de cuencas: pueden originar desequilibrios entre el curso receptor y la cuenca aportante



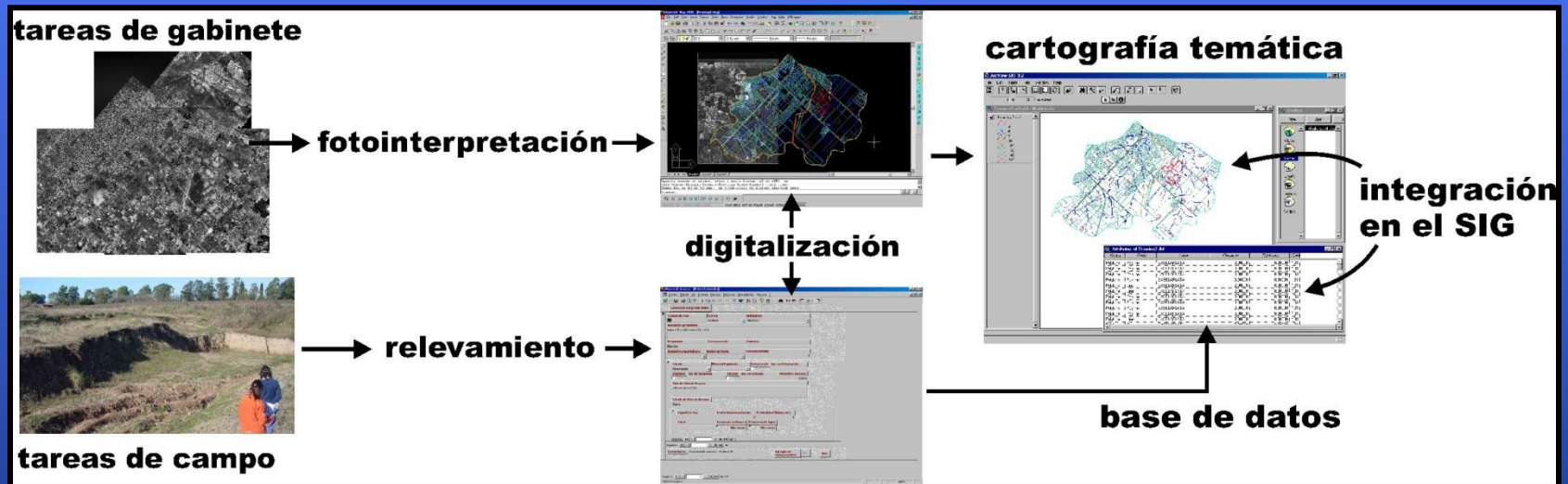
Ocupación urbana de áreas bajas anegables o de planicies de inundación de arroyos: se puede producir por especulación inmobiliaria, radicación espontánea e incluso por barrios planeados por el Estado. En ocasiones incluye el relleno del área, lo que produce una modificación al escurrimiento natural, reducción en la sección de drenaje fluvial, aumento de la velocidad de escorrentía, erosión retrocedente en la búsqueda del nuevo nivel de base de un curso modificado e inducción a nuevos desbordes.



METODOLOGÍA

Relevamiento de información climática, hidráulica y de las características generales del área.

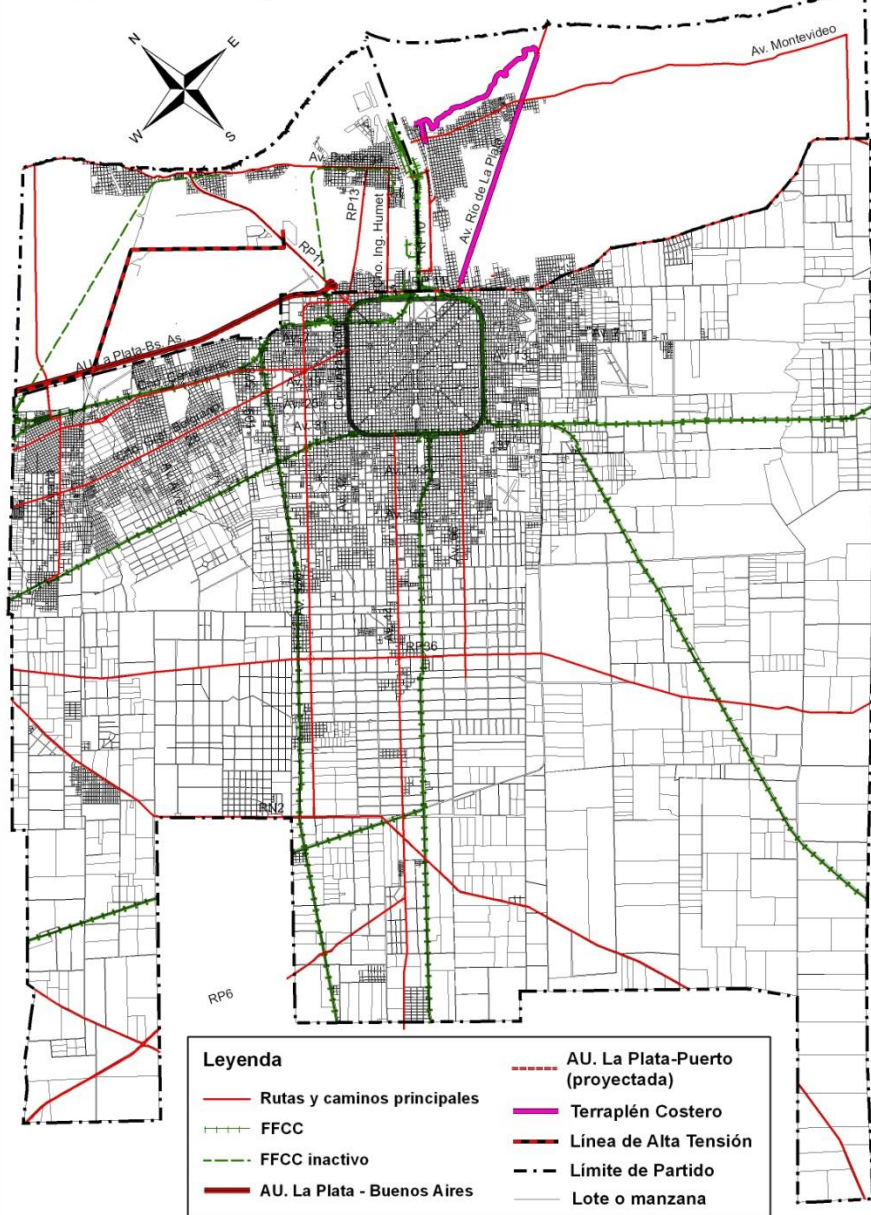
Fotointerpretación, trabajo de campo y de laboratorio. El desarrollo de cartografía temática, a partir de la implementación de un GIS, permitió elaborar los siguientes mapas previos: *base catastral, topografía, hidrografía, geomorfología, suelos y uso del suelo.*



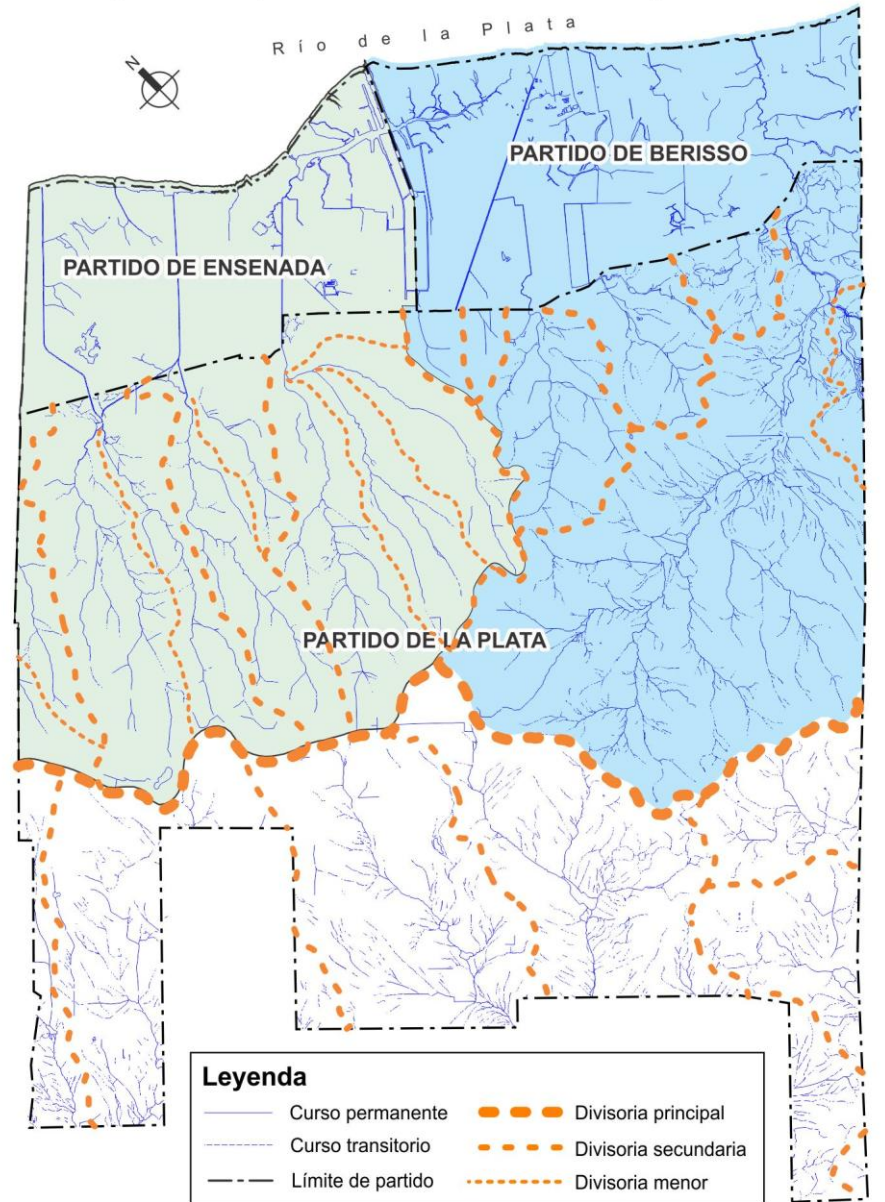
Toda esta información precedente, permite delimitar unidades y establecer las características mas importantes del medio físico, sirviendo de base para la elaboración del **Mapa de Peligrosidad de Inundación**. Cruzando la información de este mapa con el de **Uso actual** del territorio, es posible establecer un **Mapa de Riesgo de inundación**, señalando **áreas de Alertas** ante la ocupación actual y futura de parcelas en zonas ya urbanizadas o a urbanizar.

CARTOGRAFÍA TEMÁTICA (como herramienta de gestión)

Mapa base y vías de comunicación



Hidrografía superficial - Cuencas de aporte hídrico



Área Continental La Plata



Llanura suavemente ondulada, elaborada sobre sedimentos de origen continental, loéssicos, y conformada por interfluvios y planicies de inundación de arroyos.

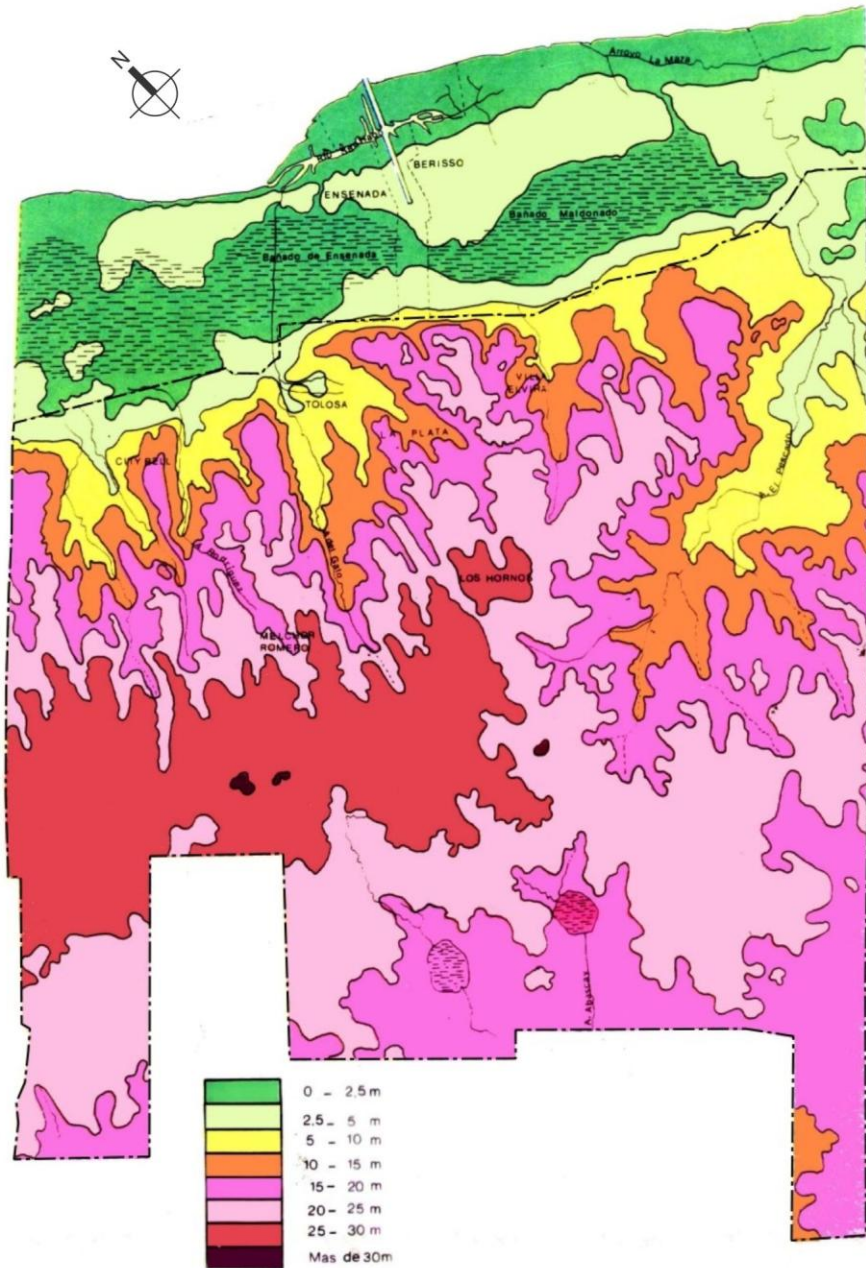
Área Costera Ensenada y Berisso



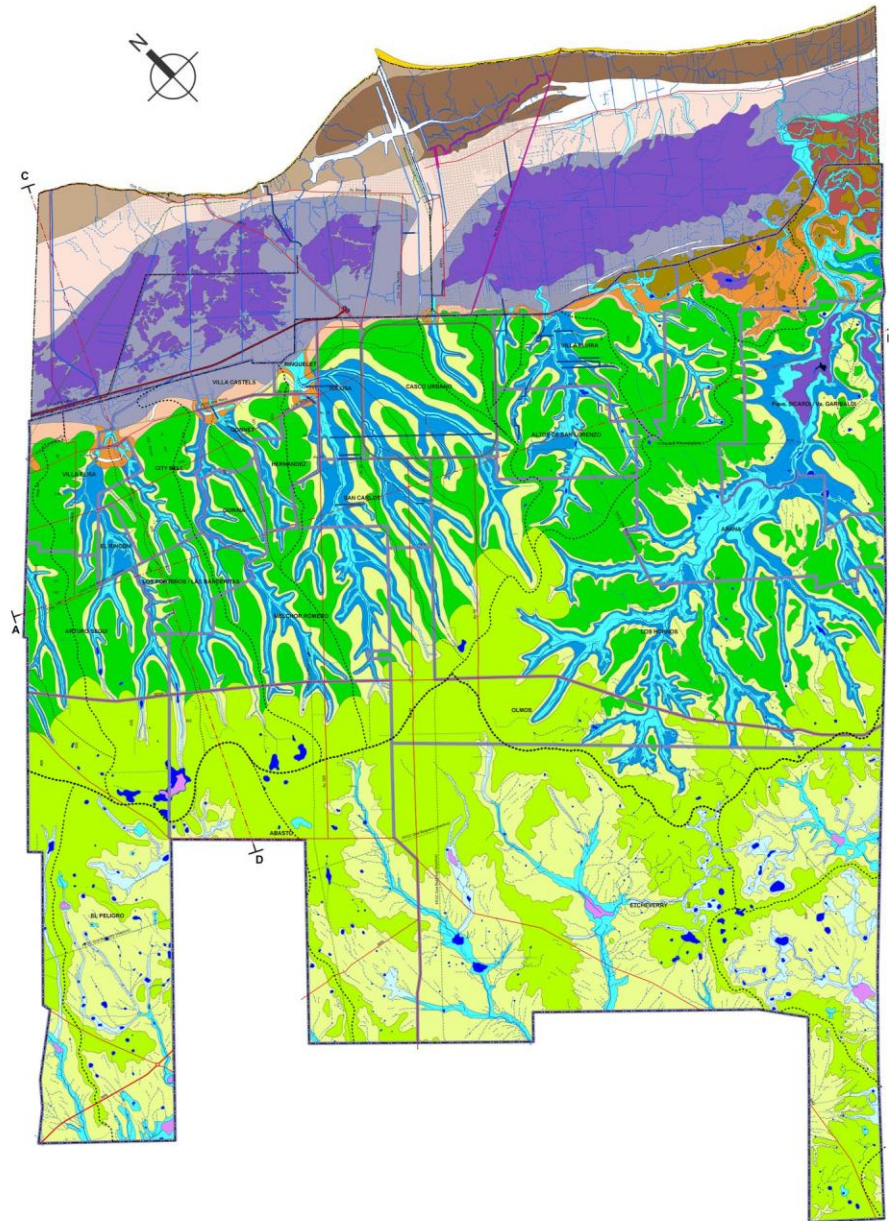
Reserva Natural Punta Lara. Incluye la selva en galería más austral del mundo

Llanura costera elaborada sobre sedimentos de origen estuárico, marino, o mixto, situada entre los 5 m y la costa del Río de la Plata. Las geoformas y sedimentos que la forman son el resultado de sucesivas ingresiones y regresiones del mar sobre el estuario.






















Topografía



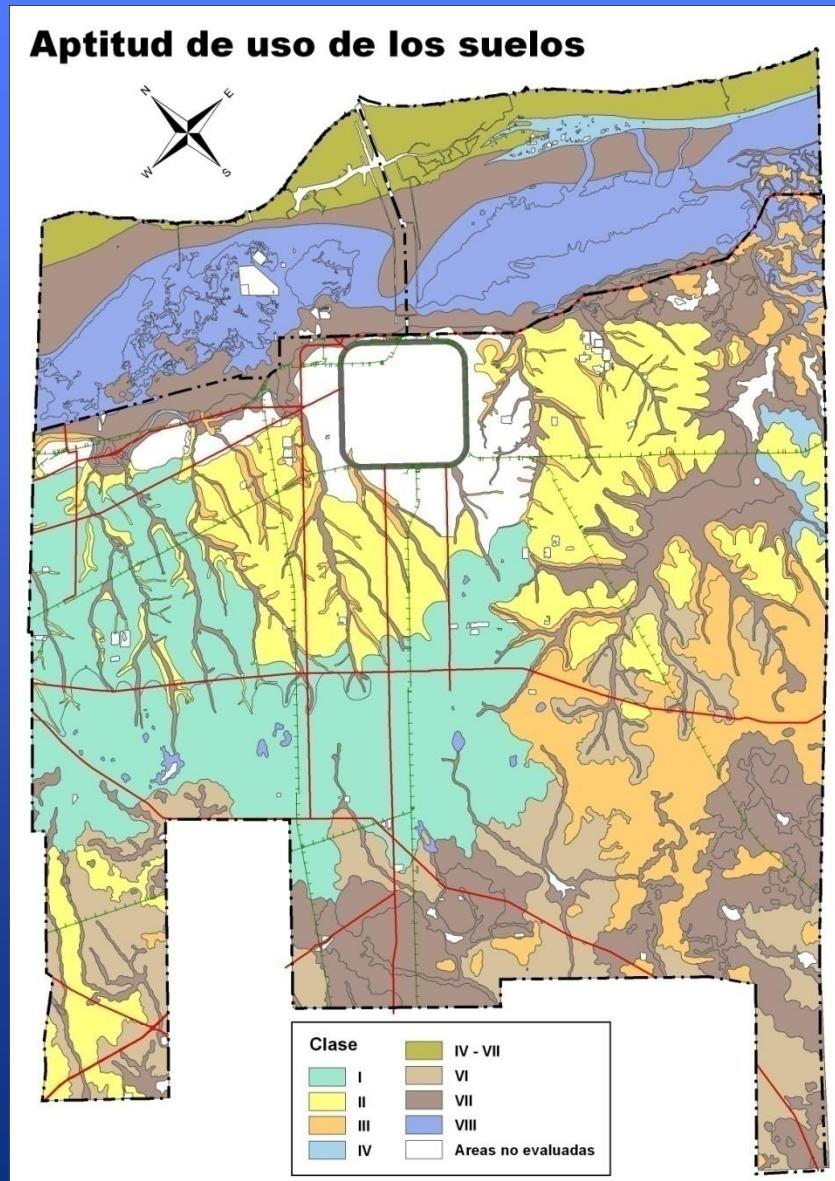
Geomorfología



Leyenda del Mapa de Geomorfología

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 - estuario 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 desbordes 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 desbordes 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 centripeto 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	

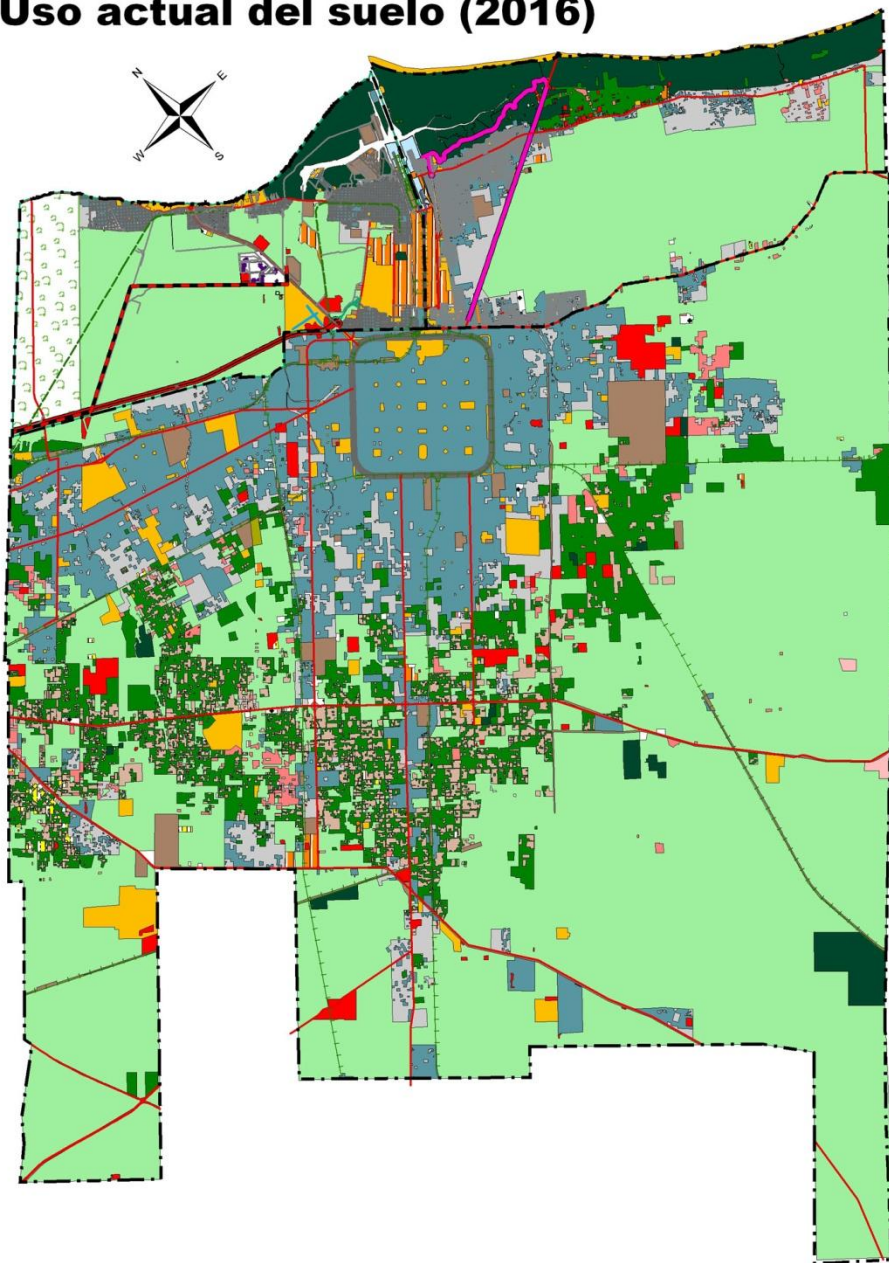
Los **tipos de suelos** y la vegetación asociada, están íntimamente relacionados con el clima, las unidades geomórficas donde se desarrollan, los materiales de origen y los procesos dinámicos que los afectan, como erosión, salinización y drenaje.



Las **clases de aptitud del suelo** para uso productivo agropecuario – forestal, se dividen en:

- I** Suelos óptimos, carentes o con leves limitaciones. Cordón hortícola
- II** Con moderadas limitaciones para el uso agrícola
- III** Con graves limitaciones para el uso agrícola
- IV** De aptitud ganadera, con muy graves limitaciones para el uso agrícola
- V** Limitaciones por drenaje. No aptos para cultivos. Uso pecuario o forestal
- VI** No aptos para cultivos. Sólo pecuario o forestal
- VII** Limitaciones muy graves. Sólo uso pecuario o forestal con restricciones
- VIII** Sin aptitud para la producción agropecuaria o forestal rentable

Uso actual del suelo (2016)



Leyenda

- Urbano
- Servicio Portuario
- Servicios
- Reserva Natural
- Land Farming
- Baldío
- Recreativo
- Enterramiento de basura
- Industrial
- Agrícola intensivo
- Intensivo Cubierta
- Agrícola experimental
- Forestal
- Agropecuario extensivo
- Residencial Rural
- Comercial Rural
- Avícola
- Engorde a corral
- Extractivo

Efectos Negativos de las Canteras

Presencia de agua



Ahogamientos,
“Balneario de los pobres”

Paredes casi verticales



Accidentes



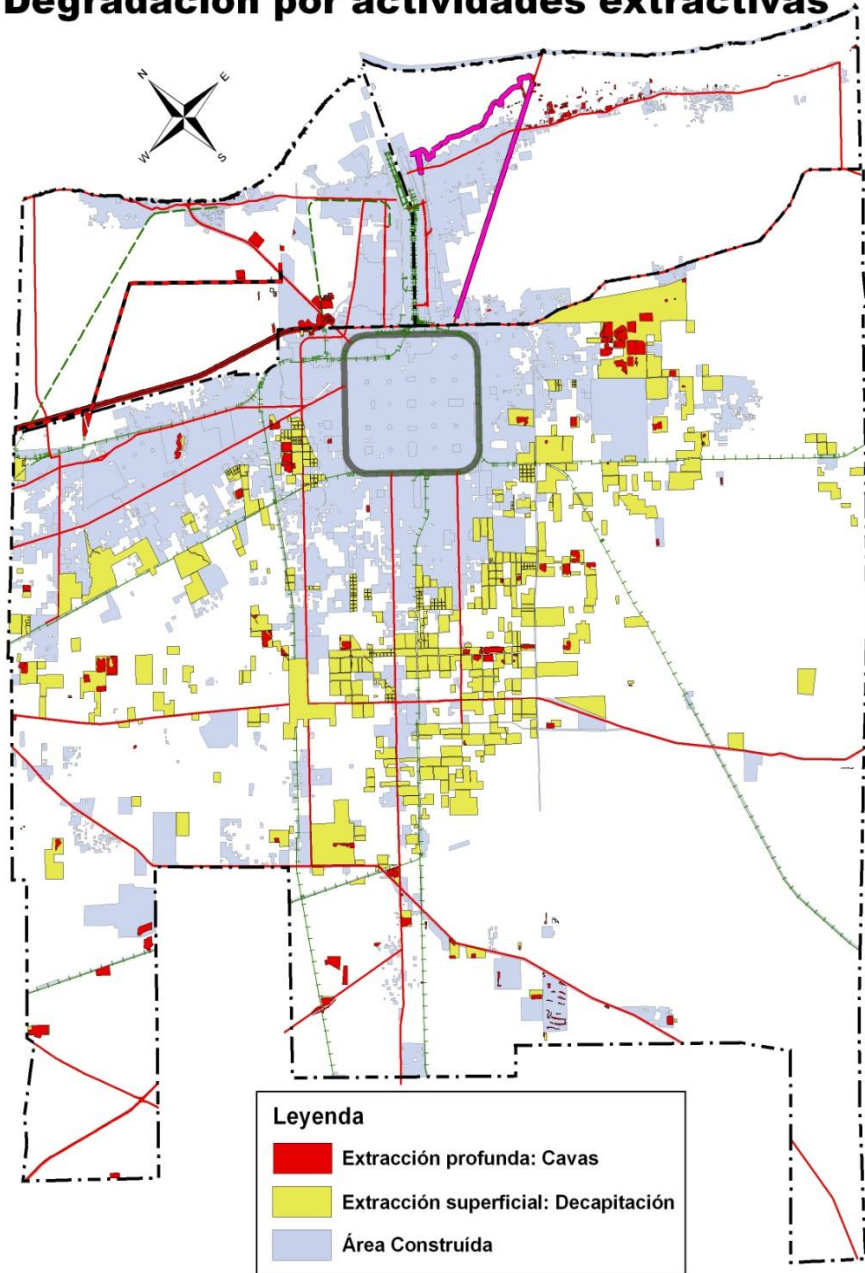
Vertido de residuos

Contaminación de
agua y de suelos

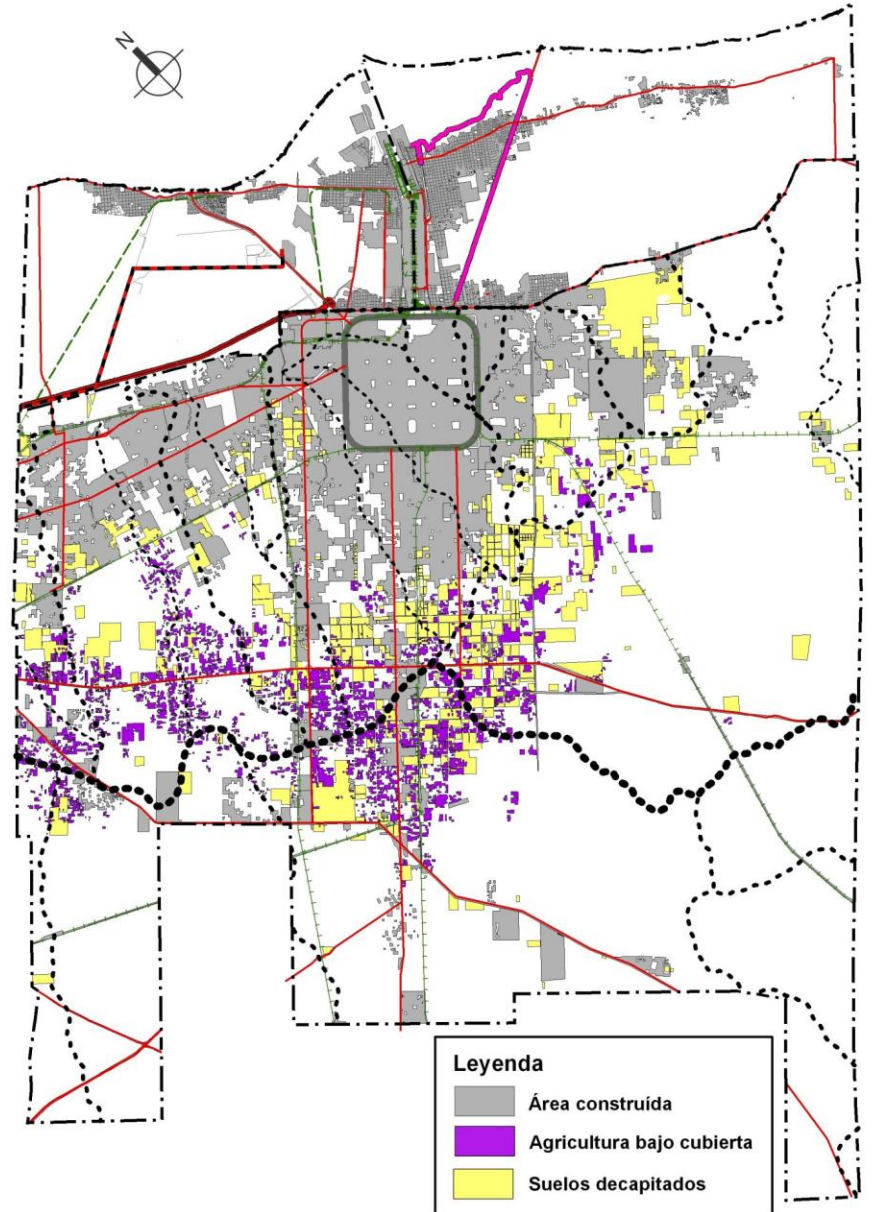
Muertes ocurridas en canteras de la Región Capital (1970/2006)

Fecha	Nombre	Edad	Cantera
04-mar-70	Domingo Alfredo Báez	18	Laguna "La Salada" (Ensenada)
dic-75	NN	14	Laguna del Aeroclub
11-dic-80	NN	13	Laguna del Aeroclub
14-dic-81	Ramón José Rondó	22	122 y 522 (Tolosa)
14-dic-81	Jorge Clemente Maldonado	42	122 y 522 (Tolosa)
1981	NN	17	cava de 525
11-oct-83	Luis Alejandro García	11	38 e/ 141 y 152
19-ene-85	Ovidio Lescano	48	Berisso
04-dic-85	Gustavo Díaz	16	606 y 17
11-dic-85	Romero		Laguna del Aeroclub
01-feb-86	Jorge Blanco	18	606 y 17
06-ene-87	Ricardo Canizzaro	17	calle Montevideo, Los Talas (Berisso)
07-dic-87	Carlos Celestino Mirasso	25	Laguna del Aeroclub
17-ago-92	Roque Cabral	16	18 y 638.La Plata
04-dic-92	Félix Omar Pintos	16	519 y 28 (Ringuelet)
06-dic-92	Anibal Bianchi	42	606 y 17
23-dic-94	Cristian Piñeiro	14	606 y 17
24-dic-94	Mariano David Salazar	13	Laguna del Aeroclub
06-nov-95	Gustavo Alfredo Medina	24	606 y 17
27-ene-97	Abraham Antesana	17	Laguna "La Salada"
02-nov-97	NN	13	Laguna del Aeroclub
02-dic-97	Alfredo Almeyda	13	Laguna del Aeroclub
27-feb-98	NN	13	Laguna del Aeroclub
27-feb-00	Ricardo Rivero	10	Cava "la Unión" 120 y 504
02-jul-00	Jorge Valdéz	70	Montevideo y 54 (Los Talas, Berisso)
07-mar-01	Jorge Barrios	20	Ruta 15 (Berisso)
15-feb-02	Claudio Daniel Sosa	15	520 e/ 122 y 123 (Ensenada)
24-feb-02	NN	9	21 y 514 (Ringuelet)
05-ene-03	NN	20	131 y 517 (Ringuelet)
19-mar-04	NN	14	28, 31, 514 y 517 (Hernández Gorina)
06-ago-05	NN		21 bis, 25, 514 y 517 (Hernández Gorina)
07-dic-05	NN	9	157 e/ 513 y 514 (Melchor Romero)
05-feb-06	NN	13	86, 90, 177 y 178 (Los Hornos)
10-dic-06	NN	25	122 y 621

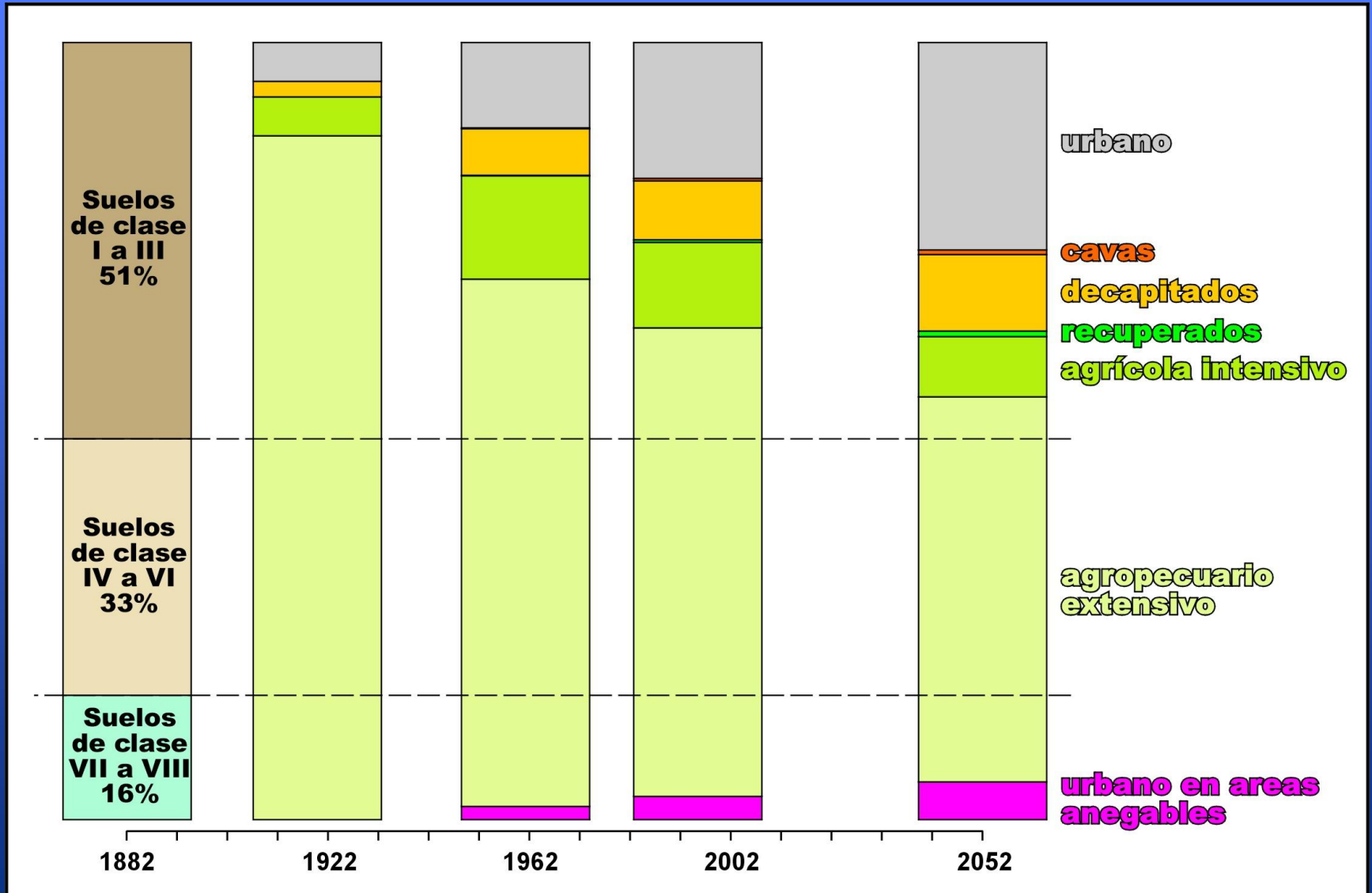
Degradación por actividades extractivas



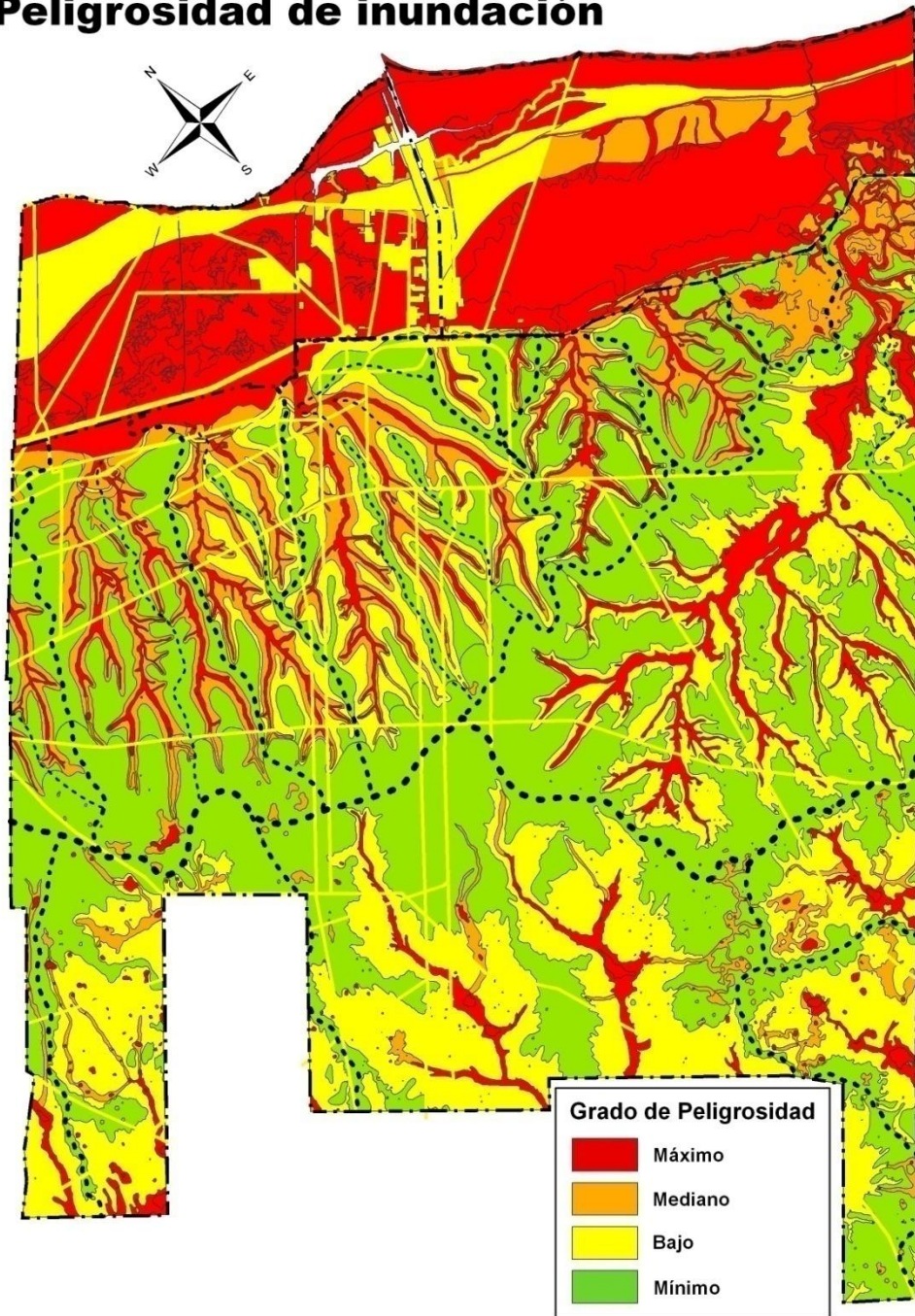
Infiltración disminuída por acción humana



Conflictos de uso del suelo. Período 1882 - 2052 (inferido)



Peligrosidad de inundación



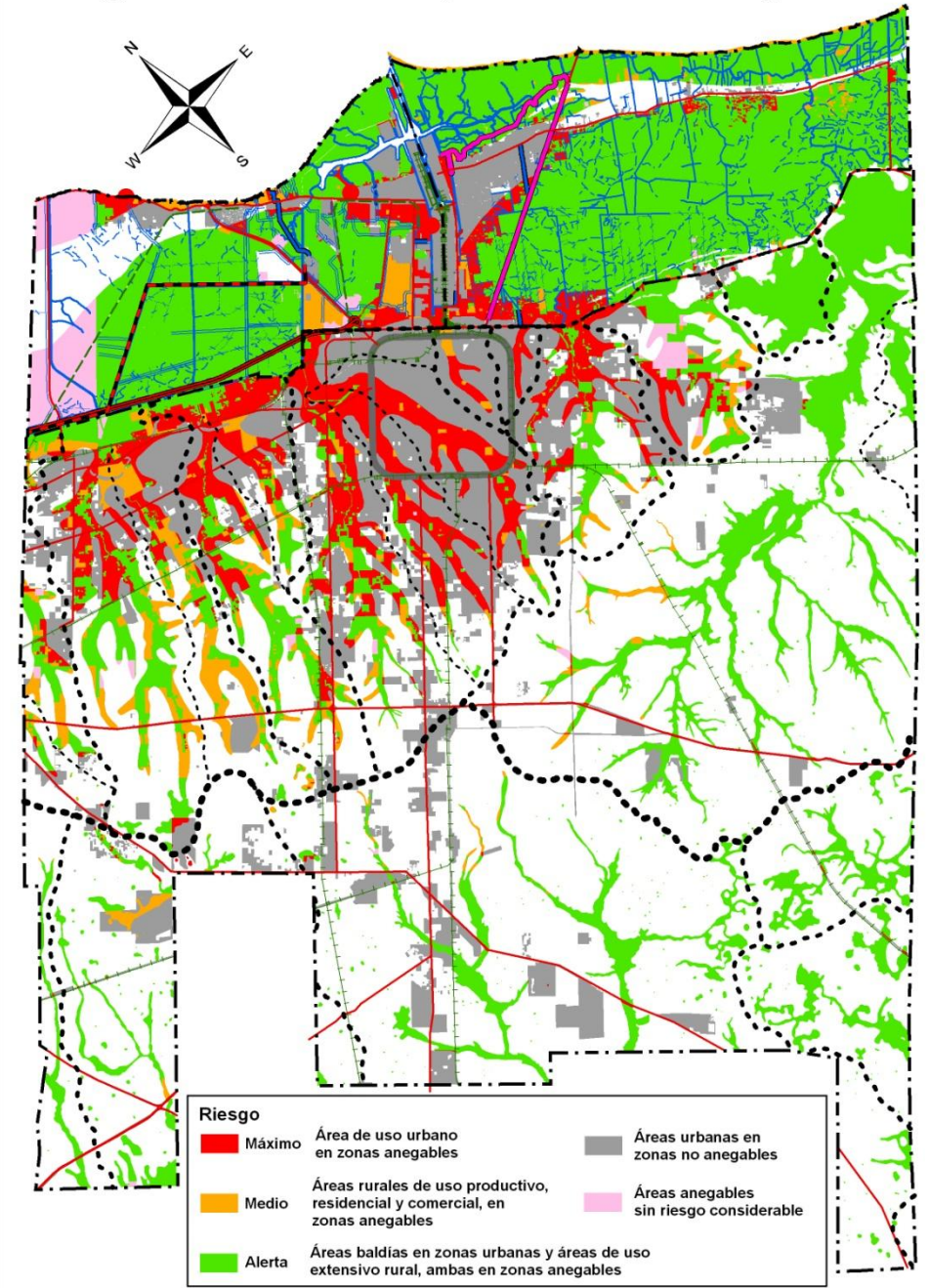
Los mapas de Topografía-Hidrografía-Geomorfología-Suelos, muestran las Áreas Anegables, que dividimos en 4 grados de Peligrosidad: El **máximo** peligro, en rojo, muestra las Planicies de Inundación y los bañados costeros, acotados a las lluvias normales. En naranja, la Planicie de Inundación Mayor, considerada de peligro **medio**, que fue totalmente inundada en abril de 2013 ante una lluvia excepcional. En amarillo, de peligro **bajo**, las áreas de Pendiente o paredes del antiguo valle, y además, las parcelas rellenadas dentro de los bañados, y los terraplenes. En verde, los interfluvios de **mínimo** peligro.

En el Mapa de **Riesgo de Inundación**, 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).

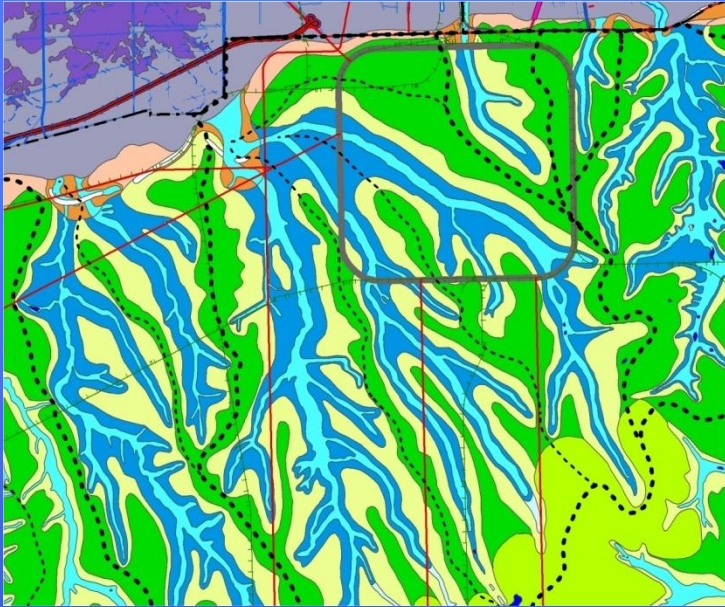
A posteriori, dentro de las **anegables**, se identificaron tres categorías:

- En **rojo**, las que corresponden a zonas de **uso urbano**, de peligrosidad máxima y media, según la geomorfología, el uso del territorio y la peligrosidad, con **riesgo máximo** de inundación.
- En **naranja**, las que corresponden a zonas productivas, de **uso agropecuario intensivo, residencial y comercial rural**, 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 la posibilidad de ser requeridas para su urbanización, o para la realización de actividades productivas.

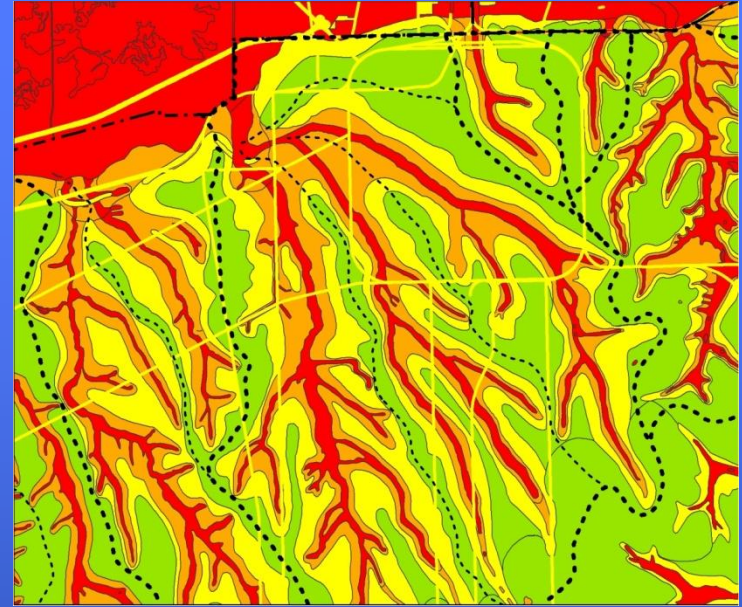
Riesgo de inundación, Vulnerabilidad y Alerta



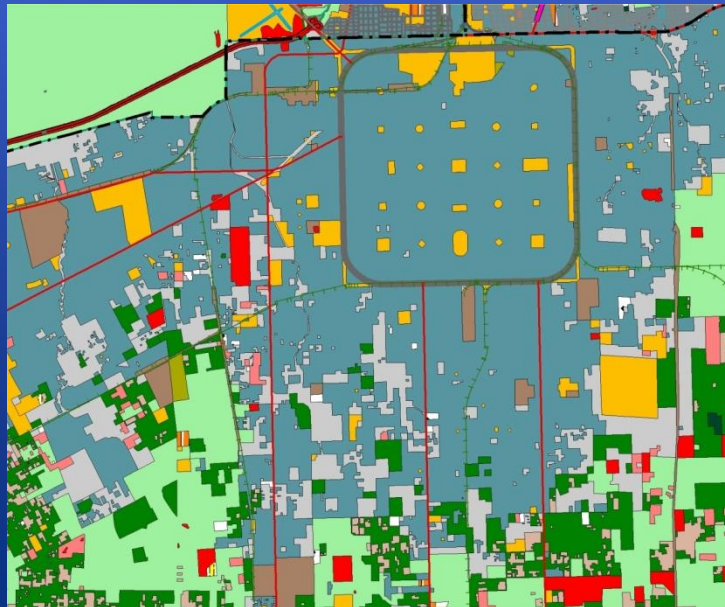
Geomorfología - Suelos - Hidrografía



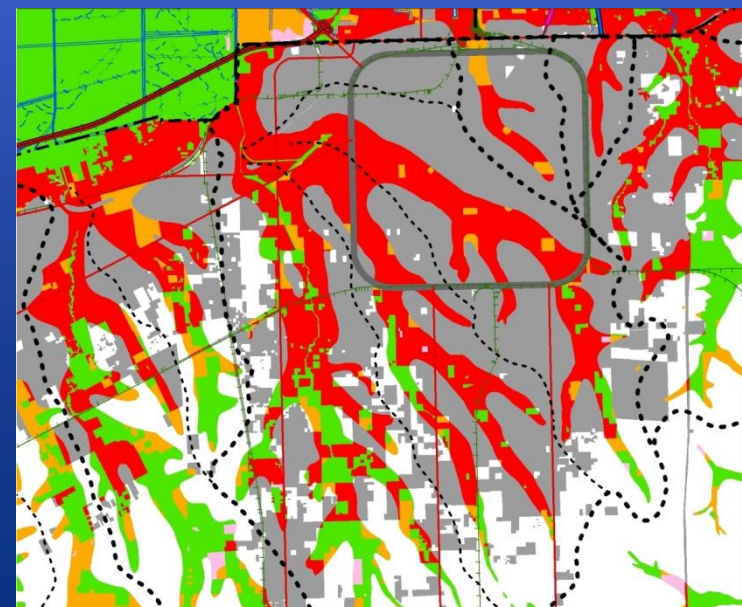
Peligrosidad de inundación



Uso actual del territorio (2016)



Riesgo - vulnerabilidad - alerta



METODOLOGÍA UTILIZADA PARA LA ELABORACIÓN DEL MAPA DE RIESGO DE INUNDACIÓN:

1. Unir información de los mapas de Topografía, Hidrografía, Geomorfología y Suelos, determinando las **Áreas anegables**.
2. Realizar un mapa de Uso Actual del Territorio, y sintetizar, con varios usos, el **Área Construída**, que indica **máxima vulnerabilidad**
3. Realizar un mapa de **Grados de Peligrosidad** del medio físico, incorporando datos de Topografía, Hidrografía, Geomorfología y Suelos. Agregar **Áreas rellenadas** o de alteo de cotas .
4. Sintetizar en áreas anegables (máximo y medio grado de Peligrosidad) cruzando con área contruída de donde sale la **vulnerabilidad** por ocupación humana y por anegabilidad de las áreas construídas.
5. El **Riesgo**, responde a la **Amenaza** climática, multiplicada por la **Vulnerabilidad** del medio físico (Peligrosidad) y la ocupación humana (Uso)

*“Estos mapas permiten **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 políticas de salud y saneamiento**“*

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La **Cartografía de Riesgo Hídrico** aporta al planeamiento físico regional, transformándose en una herramienta útil para:

- la previsión de la expansión urbana y el ordenamiento territorial
- el emplazamiento de parques industriales, repositorios de residuos, cementerios, parques, obras de infraestructura o servicios, estaciones transformadoras de energía eléctrica, plantas de gas o depuradoras de líquidos residuales, accesos viales, aeródromos, etc.
- la elaboración de proyectos de obras hidráulicas, protección de rutas y caminos, zonificación de la producción rural y protección de los suelos, vías de salida de la producción, localización de agroindustrias, implementación de sistemas de alerta, defensa de las fuentes de provisión de agua potable
- el desarrollo de una legislación moderna basada en la dimensión horizontal del riesgo de inundación, correcta evaluación fiscal ante estados de emergencia agropecuaria, justiprecio de eventuales demandas contra el Estado y de los bienes asegurables.
- el **alerta**, la elaboración de **planes de contingencia** y **atenuación** de las **secuelas de una inundación**, como las **muertes** ocurridas en el 2013, además de los altísimos **costos** por infraestructura inutilizada, atención de evacuados, enfermedades, viviendas destruídas, vías de comunicación interrumpidas y riesgo para la actividad productiva.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se percibe la necesidad de la puesta en marcha de tres Programas::

- Ejecución de **obras de readecuación y correcciones de la actual red de drenaje tanto subterránea como superficial**
- **Limpieza permanente** de cursos y ductos
- **Protocolo de contingencia**, a cumplir antes, durante y posteriormente a la inundación, **tanto para los funcionarios como para los pobladores** .

Por ser la ocupación antrópica eminentemente dinámica, requiere de un **periódico monitoreo y actualización**. Cuanto mas densa y eficaz sea la red de control y alerta hídrica, tanto mejor será la puesta al día.

Para garantizar la utilidad de la cartografía de riesgo y vulnerabilidad hídrica, se requerirá un ágil sistema de **comunicación** que involucre a científicos, técnicos, planificadores, proyectistas, decisores políticos, comunicadores sociales, empresarios inmobiliarios y la comunidad en general.

Sería interesante volver a poner en funcionamiento la **Comisión de Inundaciones**, con participación de Reparticiones Públicas, Universidades, Colegios Profesionales y ONG, que ayuden a consensuar y priorizar acciones.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La identificación y cuantificación del riesgo hídrico adquiere mayor interés en la actualidad, debido al pronóstico mundial de cambios en el régimen de precipitaciones por efecto del **calentamiento atmosférico global**.

Las conclusiones advierten sobre la imprevisión que significaría ignorar esta herramienta a la hora de actualizar las **Ordenanzas de Zonificación** del territorio e implementar un **Plan Estratégico** con vistas al futuro de la región.

Por último, existiendo este trabajo por parte de la Universidad, ya presentado al municipio en 1990 y publicado en 2006 y con la cartografía en CD, es inexplicable que los organismos de **gestión** no especifiquen las **restricciones de uso** a los lotes particulares que están afectados enteramente o por porciones de planicies naturales de inundación, para las cuales deberían reglamentarse los usos y las modificaciones permitidas al terreno.

También es inaceptable que las **inmobiliarias** sigan vendiendo lotes sin alertar a los compradores el riesgo hídrico al que están expuestos. En estos casos, la **cartografía de Riesgo** es una útil herramienta, tanto en zonas ya urbanizadas como en las áreas baldías o rurales, ya que permite evitar la utilización de estas zonas para la ocupación urbana además de desalentar el relleno que modifica el drenaje natural.

